

Modelo Multiracial

Los cruces entre razas lecheras están siendo cada vez más comunes debido a algunos problemas que se han asociado generalmente al uso intensivo de las razas puras, tales como el aumento en los niveles de consanguinidad y la reducción paulatina en los índices de rendimiento reproductivo y longevidad (Van Raden y Sanders 2003). Otro factor que contribuye al uso de los cruces es la migración hacia sistemas de pago por componentes, los cuales penalizan cada vez más la producción de fluido.

En Costa Rica es bastante común el uso de cruces entre razas lecheras, principalmente entre la raza mayoritaria Holstein y las razas Jersey o Pardo Suizo. De acuerdo con datos procedentes de más de 600 fincas lecheras, la proporción de animales cruzados dentro de la población de ganado lechero es mayor al 20%. La mayoría de las fincas que practican cruzamientos utilizan un sistema de cruces rotacional, alternando el uso de toros puros de 2 o 3 razas distintas.

Actualmente, muchos países de tradición lechera realizan una evaluación genética simultánea de toda su población de ganado lechero, incluyendo tanto animales de raza pura como animales cruzados. La inclusión de animales cruzados en la evaluación permite incrementar los niveles de confiabilidad de los toros y contar con estimados de valor genético de animales cruzados que antes no estaban disponibles.

A partir de Setiembre 2010, la presente evaluación genética se amplió para considerar además de las razas puras Holstein y Jersey, también las razas Pardo Suizo y Guernsey. Se incluyeron también en dicha evaluación las vacas de los cruces más frecuentes (entre razas lecheras) existentes en el país, siendo estos Holstein×Jersey, Holstein×Pardo Suizo y Jersey×Pardo Suizo.

La implementación de este modelo de evaluación genética multirracial se basó ampliamente en el método utilizado por AIPL-USDA (Van Raden y Sanders 2003) pero los estimados de heterosis directa fueron calculados a nivel local (Vargas y Romero 2010). El procedimiento utilizado implicó la modificación y/o ampliación de algunas

de las metodologías ya implementadas en anteriores evaluaciones de las razas puras Holstein y Jersey. Las principales modificaciones se resumen seguidamente:

- Clasificación por grupo racial:** La evaluación multirracial requiere la clasificación de las vacas evaluadas de acuerdo con su composición racial. Esta clasificación se basó en el sistema de octavos de raza implementado en el programa VAMPP. En la evaluación se incluyeron únicamente las hembras cruzadas hijas de toros puros de las razas Holstein, Jersey o Pardo Suizo consistentes con un sistema de cruces rotacionales. En los toros, solo se incluyen toros reportados como puros Holstein, Jersey, Pardo Suizo o Guernsey. La consistencia de la composición racial reportada para cada vaca fue evaluada en comparación con las razas reportadas para los padres. En casos de inconsistencia los padres fueron asumidos como desconocidos. Aunque el sistema utilizado (VAMPP) realiza un chequeo de la consistencia racial, existen todavía un 1.8% de casos problemáticos (ver archivo [cruces](#)) causados principalmente por animales de primer ingreso. En la tabla 1 se describen todos los tipos raciales incluidos en el análisis.

Tabla 1. Clasificación de los grupos raciales y niveles de Heterosis directa asumidos para los rasgos evaluados

<u>RAZA</u>	<u>RAZA</u>	<u>RAZA</u>	<u>NIVELES OBSERVADOS DE HETEROSIS</u>					<u>GRUPO</u>	
	<u>PADRE</u>	<u>MADRE</u>		<u>DIRECTA</u>			<u>RACIAL</u>		
			Fracción H Heterosis	DÍAS ABIERTOS	MESES VIDA PRODUCTIVA	KG LECHE 305d	KG GR-PR 305d	RAZA EVAL	RAZA CURVAS
J8	J8	J8	0	0.00	0.00	0.0	0.00	01_J8	01_J8
J7H1	J8	J6H2	0.25	-2.22	0.20	55.0	1.50	01_J8	02_HXJ
J6H2	J8	H4J4	0.5	-4.44	0.40	110.0	3.00	01_J8	02_HXJ
J5H3	J8	H6J2	0.75	-6.65	0.59	165.0	4.50	01_J8	02_HXJ
H4J4	H8	J8	1	-8.87	0.79	220.0	6.00	05_H8	02_HXJ
H5J3	H8	H2J6	0.75	-6.65	0.59	165.0	4.50	05_H8	02_HXJ
H6J2	H8	H4J4	0.5	-4.44	0.40	110.0	3.00	05_H8	02_HXJ
H7J1	H8	H6J2	0.25	-2.22	0.20	55.0	1.50	05_H8	02_HXJ
H8	H8	H8	0	0.00	0.00	0.0	0.00	05_H8	05_H8
H7PS1	H8	H6PS2	0.25	-0.99	0.76	42.8	0.75	05_H8	06_HXPS
H6PS2	H8	H4PS4	0.5	-1.98	1.52	85.5	1.50	05_H8	06_HXPS
H5PS3	H8	H2PS6	0.75	-2.96	2.27	128.3	2.25	05_H8	06_HXPS
H4PS4	H8	PS8	1	-3.95	3.03	171.0	3.00	05_H8	06_HXPS

PS5H3	PS8	H6PS2	0.75	-2.96	2.27	128.3	2.25	09_PS8	06_HXPS
PS6H2	PS8	H4PS4	0.5	-1.98	1.52	85.5	1.50	09_PS8	06_HXPS
PS7H1	PS8	H2PS6	0.25	-0.99	0.76	42.8	0.75	09_PS8	06_HXPS
PS8	PS8	PS8	0	0.00	0.00	0.0	0.00	09_PS8	09_PS8
J7PS1	J8	J6PS2	0.25	-2.22	0.20	55.0	1.50	01_J8	10_JXPS
J6PS2	J8	J4PS4	0.5	-4.44	0.40	110.0	3.00	01_J8	10_JXPS
J5PS3	J8	J2PS6	0.75	-6.65	0.59	165.0	4.50	01_J8	10_JXPS
J4PS4	J8	PS8	1	-8.87	0.79	220.0	6.00	01_J8	10_JXPS
PS5J3	PS8	J6PS2	0.75	-6.65	0.59	165.0	4.50	09_PS8	10_JXPS
PS6J2	PS8	J4PS4	0.5	-4.44	0.40	110.0	3.00	09_PS8	10_JXPS
PS7J1	PS8	PS6J2	0.25	-2.22	0.20	55.0	1.50	09_PS8	10_JXPS
G8	G8	G8	0	0.00	0.00	0.0	0.00	23_G8	23_G8

- Agrupación racial para ajuste de curvas de lactancia:** Para el ajuste de curvas de lactancia por grupo racial las vacas cruzadas fueron reclasificadas (Tabla1) según se especifica en la columna RAZA CURVAS (ver tabla 1). Esto se realizó con el fin de contar con un número mínimo de registros disponibles por grupo racial. El número mínimo de registros requerido para generar una curva de lactancia para un grupo racial determinado (dentro de cada zona, nivel de producción, época y edad) fue de 100, distribuidos a lo largo de la lactancia. Las curvas resultantes se especifican en el archivo adjunto ([archivo curvas](#)). Para los cruces HXPS y JXPS no existen todavía suficientes datos de componentes de leche (grasa y proteína) por lo que no fueron incluidos. Para los cruces HXJ hay más información, aunque no para todas las zonas.
- Agrupación racial para [factores de corrección por edad y lactancia](#) y ajustes por [varianzas heterogéneas](#):** Para el cálculo de factores de corrección por edad y lactancias solamente se utilizaron 2 grandes grupos raciales. Las vacas clasificadas como 02_HXJ y 10_JXPS en la columna RAZA CURVAS (tabla 1) fueron asignadas al grupo 01_J8. Todos los demás grupos fueron asignados al grupo 05_H8.
- Pre_ajuste de rasgos por heterosis directa:** Antes de la evaluación genética los rasgos evaluados fueron ajustados por el efecto esperado de la

heterosis. Solamente se consideran los efectos de heterosis directa. Por ejemplo, los niveles de heterosis (directa) asumidos para un cruce F1 Holstein×Jersey (100% Heterosis Directa) fueron : -8.87 días abiertos, 0.79 meses de vida productiva, 220.0 kg leche 305-d y 6.0 kg de Proteína-Grasa 305 d. Estos valores fueron obtenidos de un estudio realizado a nivel local (Vargas y Romero, 2010). Los los niveles absolutos de heterosis asumidos para los grupos raciales incluidos en la evaluación se especifican en la tabla 1. Estos niveles se calcularon con base a la fracción esperada de heterocigosidad (H), obtenida mediante la fórmula siguiente (Van Raden y Sanders 2003).

$$H = \left(1 - \sum_{i=1}^n p_{si} p_{di} \right)$$

Donde p_{si} y p_{di} son las fracciones de genes de la raza i provenientes de cada uno de los padres.

- Modificación al modelo de evaluación genética:** El modelo de evaluación genética es esencialmente igual al utilizado anteriormente para las evaluaciones intrarraciales ya que el ajuste por efecto de heterosis es previo. Sin embargo, los valores de PTA resultantes de la evaluación multirracial deben ser expresados relativos a la base genética correspondiente a alguna raza de evaluación de interés. Para los animales (toros o vacas) de raza pura, la raza de evaluación es la misma. En el caso de las vacas cruzadas, éstas son asignadas a una raza de evaluación de acuerdo con la raza preponderante en su composición racial (ver tabla 1, columna RAZA EVAL). Este criterio (raza preponderante) en realidad implica que el PTA respectivo sería válido solamente para el caso en que la vaca sea cruzada con un toro de dicha raza. Las vacas F1 H×J o H×PS son asignadas a la raza Holstein y las F1 J×PS son asignadas a la raza Pardo Suizo. La base genética, al igual que en el modelo intrarracial, se calcula como el PTA promedio de las vacas nacidas en el año 2000. En el cálculo de este promedio solo se incluyen las vacas de raza pura. Adicionalmente, al transformar el PTA de la evaluación multirracial a la raza de evaluación respectiva debe considerarse también un

factor de corrección por varianzas genéticas heterogéneas entre razas (tabla 2). Este factor se obtiene como una razón de varianzas ($\sigma_{\text{raza}}/(\sigma_{\text{referencia}})$) entre cada raza y la raza utilizada como referencia, que en el presente caso fue la raza Holstein.

Tabla 2. Factores de corrección por varianzas genéticas heterogéneas (FCVG) según rasgo y raza de evaluación

<u>Raza de Evaluación</u>	<u>Producción</u>	<u>Vida productiva</u>
JERSEY	0.85	0.90
PARDO SUIZO	0.90	0.90
GUERNSEY	0.90	1.00
HOLSTEIN	1.00	1.00

La fórmula final de conversión es la siguiente:

$$PTA_{\text{raza}} = (PTA_{\text{multirracial}} - \text{Base Genética}) \times (\text{FCVH}).$$

La tabla 3 muestra varios ejemplos de PTA obtenidos de la evaluación multirracial ($PTA_{\text{multirracial}}$) y el PTA final resultante ($PTA_{\text{reportado}}$) una vez aplicada la fórmula anterior.

Tabla 3. Conversión de PTA obtenidos de la evaluación multirracial a PTA reportado

<u>Vaca</u>	<u>Raza</u>	<u>Raza_Eval</u>	<u>PTA_multirracial</u>	<u>Base Genética</u>	<u>FCVH</u>
1	H4J4	H8	170.9	158.9	1.00
2	J6H2	J8	-124.5	17.9	0.85
3	PS6H2	PS8	268.0	89.2	0.90
4	H6PS2	H8	-120.0	158.9	1.00
5	J4PS4	J8	152.1	17.9	0.85

- **Modificación al cálculo del Mérito Neto:** Para el cálculo del Mérito Neto se utilizaron los mismos valores económicos utilizados para las razas Holstein y Jersey. Para los animales con raza de evaluación Pardo Suizo o Guernsey se utilizaron los mismos valores económicos de la raza Holstein.

Referencias

- VanRaden, P.M., M.E. Tooker, J.B. Cole, G.R. Wiggans, and J.H. Megonigal, Jr. 2007. Genetic evaluations for mixed-breed populations. *Journal of Dairy Science* 90:2434–2441.
- Vargas, B., Romero, J. 2010. Efectos genéticos aditivos y no aditivos en cruces rotacionales entre razas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*. 21(2):223-234. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n02_223.pdf