



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN
Y SERVICIO EN ZOOTECNIA**

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**CARACTERIZACIÓN DEL HATO BOVINO JERSEY
DE REGISTRO EN MÉXICO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN INNOVACIÓN GANADERA**

PRESENTA:

Neon Larios Sarabia

Bajo la supervisión de: Rodolfo Ramírez Valverde, Ph.D.



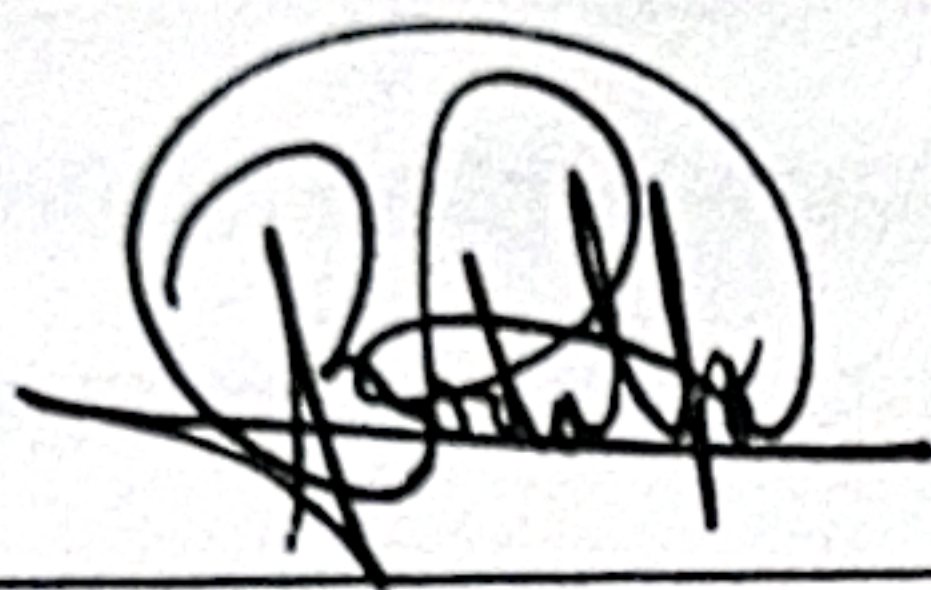
**Diciembre de 2009
Chapingo, Estado de México**

CARACTERIZACIÓN DEL HATO BOVINO JERSEY DE REGISTRO EN MÉXICO

Tesis realizada por Neon Larios Sarabia bajo la supervisión del Comité Asesor
indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener
el grado de:

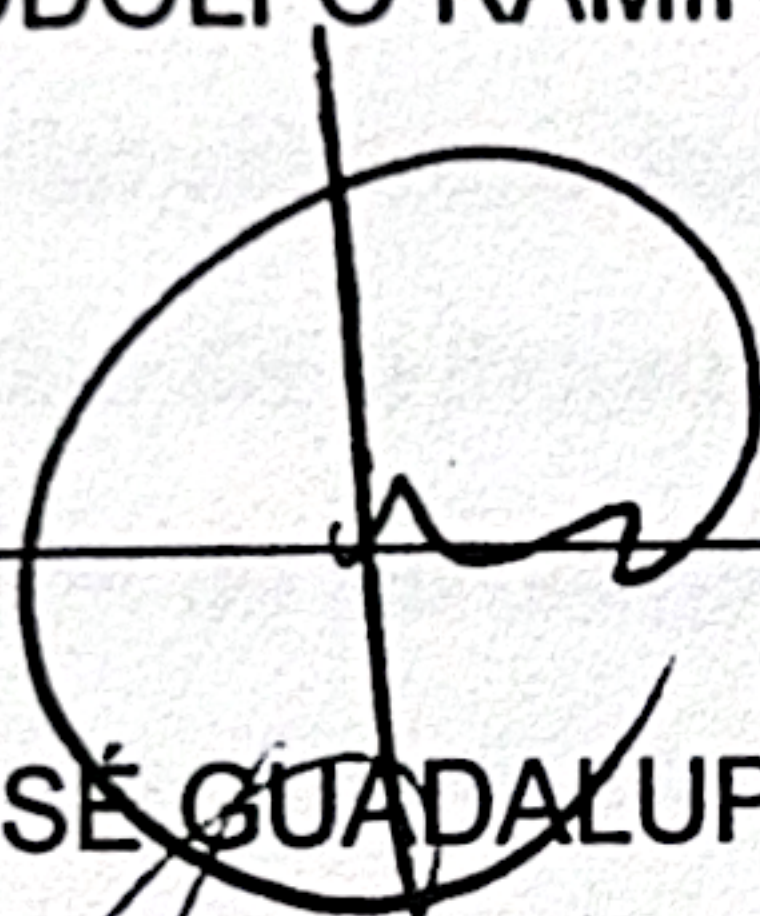
MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

DIRECTOR: _____



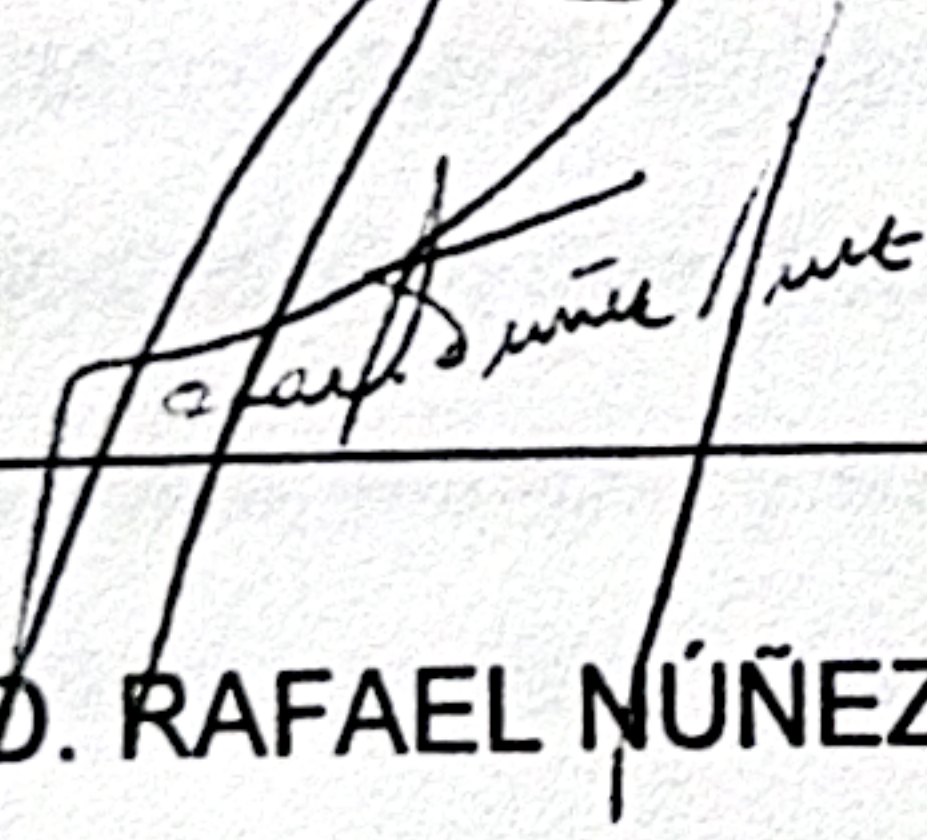
Ph.D. RODOLFO RAMÍREZ VALVERDE

ASESOR: _____



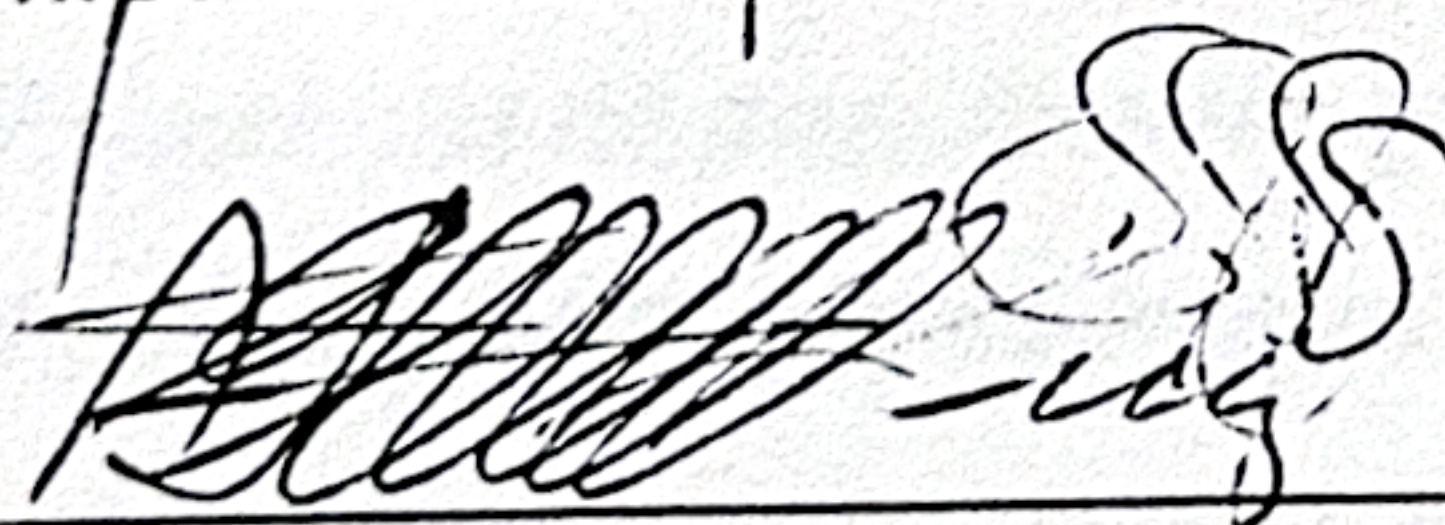
Ph.D. JOSÉ GUADALUPE GARCÍA MUÑIZ

ASESOR: _____



Ph.D. RAFAEL NÚÑEZ DOMÍNGUEZ

ASESOR: _____



Ph.D. AGUSTÍN RUÍZ FLORES

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE APÉNDICES	ix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTOS	xi
DATOS BIOGRÁFICOS	xii
1 INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características de la producción de leche en México	3
2.1.1 Producción nacional	3
2.1.2 Sistemas de producción nacional	3
2.1.3 Comercio exterior y globalización	7
2.1.4 Autosuficiencia alimentaria	9
2.1.5 Tendencias de la industria láctea	10
2.2 Caracterización de las unidades de producción de leche en México ..	11
2.2.1 Información general de las unidades de producción de leche	12
2.2.2 Manejo general del hato	18
2.2.3 Mejoramiento genético en los hatos bovinos lecheros	26
2.2.4 Aspectos técnicos y socioeconómicos	32
2.3 Mejoramiento genético del hato lechero en México	36
2.3.1 Estructuras de mejoramiento genético	36
2.3.2 Apoyos gubernamentales para el mejoramiento genético	40
2.4 Caracterización genética de la raza Jersey	41
2.4.1 Parámetros genéticos	42
2.4.2 Tendencias genéticas	51

2.4.3	Consanguinidad	53
2.5	Literatura citada	60
3	CARACTERIZACIÓN DEL HATO BOVINO JERSEY DE REGISTRO EN MÉXICO Y SU POTENCIAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO	68
3.1	Resumen	68
3.2	Abstract.....	69
3.3	Introducción	70
3.4	Materiales y métodos.....	71
3.4.1	Caracterización del hato Jersey mexicano.....	71
3.4.2	Variabilidad genética del hato Jersey mexicano	72
3.5	Resultados y discusión	75
3.5.1	Caracterización del hato Jersey mexicano.....	75
3.5.2	Variabilidad genética del hato Jersey mexicano	96
3.6	Conclusiones	104
3.7	Literatura citada	105
	APÉNDICES	111

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Inventario, producción nacional y características básicas de los sistemas de producción de leche bovina en México.	4
Cuadro 2. Disponibilidad de leche en México de 2000 a 2007.	7
Cuadro 3. Tamaño promedio de los hatos bovinos lecheros en México.	16
Cuadro 4. Características incluidas en las evaluaciones genéticas para las razas bovinas lecheras en México.	29
Cuadro 5. Porcentaje de vacas mexicanas servidas por toros de diferente nacionalidad.	30
Cuadro 6. Características de las evaluaciones genéticas nacionales en las principales razas lecheras en México.	38
Cuadro 7. Evaluación del estado de utilización de las principales razas lecheras en México.	40
Cuadro 8. Evaluaciones genéticas para diferentes grupos de características en la raza Jersey.	42
Cuadro 9. Estimadores de heredabilidad (h^2) para varias características en poblaciones Jersey.	44
Cuadro 10. Descripción de las heredabilidades para características de conformación en la raza Jersey de diferentes estudios.	46
Cuadro 11. Cambio genético anual (ΔG) para producciones (kg) de leche, grasa y proteína, en poblaciones Jersey.	52
Cuadro 12. Niveles de consanguinidad (F) en las poblaciones Jersey de diversos países.	55
Cuadro 13. Efectos estimados de la consanguinidad (por cada 1% de incremento) en la raza Jersey.	57
Cuadro 14. Características de las bases de datos analizadas.	73
Cuadro 15. Estadísticos descriptivos ² de las características productivas y de conformación en la población Jersey de registro en México.	74

Cuadro 16. Estadísticos descriptivos ^z de la experiencia y nivel de escolaridad de los criadores mexicanos de ganado Jersey de registro.....	76
Cuadro 17. Estadísticos descriptivos ^z de las tierras de cultivo de las unidades de producción (UP) con bovinos Jersey de registro en México.....	77
Cuadro 18. Distribución de animales Jersey en México, por grado de pureza.....	79
Cuadro 19. Estadísticos descriptivos ^z del tamaño de los hatos (cab) con bovinos Jersey de registro en México manejados como hatos puros o mezclados con otras razas (mixtos).....	79
Cuadro 20. Estructura del hato Jersey puro (con y sin registro) de México.....	80
Cuadro 21. Infraestructura, y maquinaria y equipo en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.....	81
Cuadro 22. Porcentajes de unidades de producción que suministran diferentes grupos de alimentos a sus animales.....	82
Cuadro 23. Frecuencia de uso de las técnicas reproductivas utilizadas en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.....	83
Cuadro 24. Estadísticos descriptivos ^z para las variables de la lactancia para las crías Jersey, de los hatos con bovinos Jersey de registro en México.....	84
Cuadro 25. Estadísticos descriptivos ^z de la producción de leche en línea (L vaca ⁻¹ d ⁻¹) en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.....	85
Cuadro 26. Situación zoonosanitaria de las áreas geográficas donde se localizan los hatos con bovinos Jersey de registro en México.....	87
Cuadro 27. Frecuencia de realización de las actividades de mejoramiento genético, en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.....	88
Cuadro 28. Frecuencia de uso de los criterios de selección considerados más importantes por los criadores de bovinos Jersey de registro en México... ..	89
Cuadro 29. Frecuencia de uso de las características más importantes en la selección para los criadores de bovinos Jersey de registro en México.....	89
Cuadro 30. Frecuencia de uso de los criterios de apareamiento por los criadores mexicanos de bovinos Jersey de registro.....	90
Cuadro 31. Frecuencia de realización de las actividades de flujo de material genético, en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.....	91

Cuadro 32. Frecuencia de los volúmenes de compras de material genético de las diferentes fuentes en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.	92
Cuadro 33. Frecuencia de los países de origen de los animales más importantes para los productores mexicanos de bovinos Jersey de registro....	92
Cuadro 34. Grado de conocimientos sobre los conceptos de las evaluaciones genéticas por los criadores mexicanos de bovinos Jersey de registro.	93
Cuadro 35. Volumen y precio de comercialización de leche ^z por grado de integración y destino de la leche en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.	96
Cuadro 36. Proporción de los componentes de varianza sobre la varianza fenotípica para características productivas de la población Jersey de registro en México.	97
Cuadro 37. Cambio genético anual y porcentaje de la media fenotípica ^z para las características productivas en la raza Jersey, por periodos analizados....	100
Cuadro 38. Estadísticos descriptivos para la consanguinidad (F) del ganado Jersey de registro en México.	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valor de las importaciones de semen de los principales países importadores de semen de los EE. UU.....	31
Figura 2. Tendencias genéticas para las producciones de leche (PL), grasa (PG) y proteína (PP) en la población Jersey de registro en México.....	99
Figura 3. Tendencias genéticas para porcentajes de grasa (PcG) y proteína (PcP) en la población Jersey de registro en México.	99
Figura 4. Tendencias en los niveles de consanguinidad (F, %) en la población y en los animales consanguíneos a través del tiempo para el ganado Jersey de registro en México.	103

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Estimadores de heredabilidad (h^2) para características de conformación en poblaciones Jersey.....	111
Apéndice 2. Cuestionario aplicado a los productores socios de la AMCGJR.	116
Apéndice 3. Descripción de las características de conformación estudiadas.	125

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mi hija Janik...!

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que con su colaboración hicieron posible la realización de este estudio.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Posgrado en Producción Animal por la oportunidad que me brindaron para mi formación profesional.

Al Ph.D. Rodolfo Ramírez Valverde por el apoyo en la elaboración de este documento.

A la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C., por facilitar la información para la presente investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para el desarrollo de mis estudios de posgrado.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) por el apoyo económico otorgado para la finalización del documento de tesis.

DATOS BIOGRÁFICOS

DATOS PERSONALES

NOMBRE	Neon Larios Sarabia
FECHA DE NACIMIENTO	11 de agosto de 1980
LUGAR DE NACIMIENTO	Mecapalapa, Pantepec, Puebla.
NO. CARTILLA MILITAR	C-4475324
CURP	LASN800811HPLRRN09
PROFESIÓN	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia
CÉDULA PROFESIONAL	4901884



DESARROLLO ACADÉMICO

1995-1998	Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.
1998-2002	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.
2007-2008	Posgrado en Producción Animal, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

1 INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de leche en México no es suficiente para cubrir la demanda nacional, por lo que se tiene que importar leche en polvo del mercado internacional (SIAP-SAGARPA, 2009). A pesar de que durante la década más reciente la producción de leche presentó crecimiento positivo, esto puede revertirse ante la desgravación total para este producto en 2008, forzando a los productores a competir con un mercado internacional de leche en polvo fuertemente subsidiado. Este escenario confirma la necesidad de estudiar las unidades de producción de leche en México e identificar los factores que limitan su productividad.

Según Gasque y Blanco (2001), Jersey es una de las tres razas bovinas lecheras de mayor difusión a nivel mundial, debido a su alta productividad, su adaptación a climas diversos y al alto contenido de grasa y sólidos totales en su leche, el más alto de las razas bovinas lecheras. El Informe sobre la Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios indica que debido principalmente a su rusticidad y a la cada vez mayor importancia económica de los sólidos totales en leche, en México, la raza Jersey está presente con un pequeño pero creciente número de semovientes (SAGARPA, 2002).

La estructura del mejoramiento genético de la ganadería lechera está conformada por los productores de ganado de registro y los comerciales. Los productores de ganado de registro tienen el objetivo de comercializar genética (pie de cría, semen, etc.) a los productores comerciales; por lo que de los primeros depende el progreso genético que pueda lograrse dentro de cada raza (Ochoa, 1997). En México, desde 1993 algunos criadores de Jersey constituyeron la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C. (AMCGJR, 1997); y a partir de 2004 se realizan evaluaciones

genéticas del ganado Jersey de registro en México (Núñez *et al.*, 2004a; Núñez *et al.*, 2005a; Núñez *et al.*, 2008). Estas evaluaciones son un paso importante para mejorar genéticamente la población, sin embargo, éstas no lo garantizan *per se*; ya que se requiere de esquemas ordenados de mejoramiento genético, que se adapten a las circunstancias del hato nacional y basados en el conocimiento de las características de los recursos genéticos presentes.

El Capítulo 2 de esta tesis es una revisión de literatura que describe la situación de la producción de leche en México y los resultados de diversos estudios donde se caracterizan las unidades de producción lecheras. En este capítulo también se muestran diferentes esfuerzos realizados para el mejoramiento genético del hato lechero nacional y la situación que tiene actualmente. Por último, se presenta un compendio de resultados de estudios con poblaciones Jersey en diferentes países, sobre parámetros genéticos, tendencias genéticas y monitoreo de los niveles de consanguinidad.

En México no se tiene información detallada acerca de las estructuras y manejo de los hatos Jersey de registro, ni se tienen publicaciones formales de la variabilidad genética de su población. Por lo anterior, en el Capítulo 3 se presenta un estudio con los objetivos de caracterizar los aspectos técnicos, sociales y económicos de las unidades de producción con animales Jersey de registro en México, así como de estimar la variabilidad genética de la población que participa en las evaluaciones genéticas. Estos aspectos son importantes para definir los esquemas más adecuados para el mejoramiento genético de esta raza.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características de la producción de leche en México

2.1.1 Producción nacional

La producción de leche bovina es una de las actividades pecuarias más importantes en nuestro país, ya que se realiza en la mayor parte del territorio nacional en 789 mil unidades de producción. Por el valor de la producción, es la segunda en importancia dentro del subsector pecuario (21%), después de la industria de la carne. También genera más de 200 mil empleos permanentes remunerados y apoya a 318 industrias, que generan más de 500 mil empleos directos e indirectos (SAGARPA, 2008).

En el 2006, México participó con 1.8% de la producción mundial de leche, ocupando el lugar 15 entre los países de mayor producción (SAGARPA, 2008). En el 2007 la producción nacional de leche alcanzó los 10.346 millones de toneladas de leche, con un crecimiento respecto al año anterior de 2.6% (SIAP-SAGARPA, 2009). La producción alcanzada se obtuvo con un hato de 6.885 millones de vacas lecheras. Con los resultados anteriores, México alcanzó una productividad de 1.55 toneladas de leche por vaca por año, que fue menor a lo logrado en otros países como los EE. UU., Argentina y Australia, con 9.16, 4.44 y 5.48, respectivamente (USDA-FAS, 2009a).

2.1.2 Sistemas de producción nacional

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas muy heterogéneas, por lo que se pueden distinguir cuatro sistemas de producción: el especializado o intensivo, el semiespecializado, el de doble propósito y el familiar o de traspatio (SAGARPA,

2001). En el Cuadro 1 se muestran algunas variables productivas de los distintos sistemas de producción y su participación en la producción nacional de leche. El sistema especializado es el que produce la mayor cantidad de leche y cuenta con los mejores indicadores productivos.

Cuadro 1. Inventario, producción nacional y características básicas de los sistemas de producción de leche bovina en México.

Característica	Sistemas de producción			
	Especializado	Semi-especializado	Familiar	Doble propósito
Tamaño del hato, cab	300 - 400	180 - 200	2 - 10	30 - 40
Largo de lactancia, d	305	280 - 305	210 - 260	120 - 180
Producción, L vaca ⁻¹ d ⁻¹	20 - 27	18 - 20	6 - 12	3 - 9
<i>Inventario nacional (1997)</i>				
Miles de cabezas	692	592	317	2,370
Participación, %	17.4	14.9	8.0	59.7
<i>Producción nacional de leche (1998)</i>				
Miles de litros	4,196	1,718	780	1,622
Participación, %	50.5	20.6	9.4	19.5

Fuente: SAGARPA, 2001.

El sistema especializado o intensivo, llamado así por el uso intensivo que hace de los bienes de capital, tiene características similares al sistema de producción intensivo de los EE. UU., que se enfoca a maximizar la producción por vaca, utilizando grandes volúmenes de insumos. Este sistema se desarrolla principalmente en el altiplano, y en las zonas áridas y semiáridas del norte del país. Utilizan principalmente ganado de raza Holstein, y en menor grado Suizo Americano y Jersey. Cuenta con instalaciones especializadas, procesos mecanizados, y un manejo predominantemente en estabulación, realizando prácticas de medicina preventiva, reproducción y mejoramiento genético. La dieta está basada en alimentos balanceados y forrajes de corte (SAGARPA, 2001).

En el sistema especializado, la leche es destinada principalmente a las plantas pasteurizadoras y transformadoras; las industrias procesadoras de leche fluida son el principal mercado, debido a que otros sistemas difícilmente cumplen con

la calidad que requiere la industria para esta leche y al mejor precio que tiene. Este sistema puede ajustar rápidamente su crecimiento de acuerdo con las condiciones de mercado y rentabilidad. Las empresas de este sistema por lo general se encuentran más integradas a la industria y participan más del valor final del producto. Por otra parte, los altos precios de los granos forrajeros afectan en mayor medida a estos sistemas, dado su mayor uso. También existe un alto grado de competencia, por lo que constantemente se mejora la tecnología y tamaño de las unidades de producción, su grado de integración y su habilidad gerencial; lo que resulta en la depuración de los productores participantes, que cada vez son menos, y con mejores aptitudes para persistir en el negocio (FIRA, 2001).

En el sistema de producción semiespecializado, los genotipos más utilizados son Holstein y Suizo Americano. El ganado se mantiene en semiestabulación, en pequeñas extensiones de terreno, con instalaciones acondicionadas. La extracción de la leche se realiza con ordeñadoras mecánicas de pocas unidades, careciendo en la gran mayoría de equipo propio para enfriamiento y conservación de la leche, por lo que se considera un nivel medio de incorporación tecnológica en infraestructura y equipo. La alimentación está basada en pastoreo, complementado con forrajes de corte y concentrado. También presentan cierto tipo de control productivo y programas de reproducción con inseminación artificial (SAGARPA, 2001).

El sistema de producción familiar está formado por unidades de producción dirigidas a aprovechar los recursos familiares rurales: mano de obra, cultivos forrajeros y residuos de cosecha, con poco uso de insumos comprados e inversión en mejoramiento de su infraestructura. Están condicionados a pequeñas superficies de terreno, muy cerca de las viviendas. El ganado puede estar en estabulación o semiestabulación, según las condiciones de las áreas de cultivo. Los genotipos utilizados son Holstein, y en menor proporción Suizo Americano y sus cruza, de menor calidad genética que el sistema especializado. El nivel tecnológico se considera como bajo; los productores no

realizan prácticas reproductivas, de medicina preventiva o mejoramiento genético; se carece de registros de producción, las instalaciones son rudimentarias y el ordeño es realizado generalmente en forma manual. La alimentación está basada en pastoreo, y suministro de forrajes y esquilmos provenientes de los cultivos que produce el mismo productor. La leche se destina al autoconsumo y en ocasiones se vende a intermediarios o directamente al público (SAGARPA, 2001).

La ventaja del sistema familiar es su flexibilidad, pues al depender poco de insumos externos y tener bajos costos de operación, es menos vulnerable a las variaciones en los mercados. Si bien es notoria su baja tecnificación y escala, su esencia es otra, con lógicas y objetivos diferentes a los sistemas intensivos. Para la industria, tienen las ventajas del precio y la sostenibilidad en el abasto, pero las desventajas en la dispersión de la oferta y la calidad sanitaria (FIRA, 2001).

El sistema de producción de doble propósito se desarrolla principalmente en las regiones tropicales del país, utiliza razas cebuinas y sus cruza con Suizo, Holstein y Simmental, principalmente. La alimentación de los animales está basada en pastoreo, con uso mínimo de suplemento alimenticio. Las instalaciones son rústicas, construidas con materiales de la región. Las prácticas de medicina reproductiva y preventiva, mejoramiento genético y manejo de los recursos forrajeros tienen un gran margen para ser mejorados. Tiene dos objetivos fundamentales: la producción de leche, que comúnmente se ordeña de manera manual con el apoyo del becerro para facilitar la bajada de la leche; y la producción de carne, mediante la venta de becerros al destete. La leche vendida constituye la principal fuente de ingresos y se utiliza principalmente para mantener la operación de la unidad de producción, y se destina principalmente para consumo como leche bronca, para la elaboración de quesos de tipo artesanal y para el procesamiento en empresas agroindustriales (SAGARPA, 2001).

2.1.3 Comercio exterior y globalización

El comercio exterior de un país con relación a un producto, está dado por sus exportaciones e importaciones y se expresa en términos físicos (volumen) o monetarios (valor). Para el caso de la leche en México, los reportes de SIAP-SAGARPA (2009) muestran que la producción nacional ha sido insuficiente para cubrir la demanda (Cuadro 2), por lo que en las décadas recientes el país ha sido tradicionalmente un gran importador de leche y sus derivados. Por ejemplo, en el 2007 se produjeron aproximadamente 10.346 millones de toneladas de leche, que no alcanzaron a satisfacer la demanda, por lo que se tuvo que importar más de 150 mil toneladas de leche en polvo del mercado internacional, colocándonos entre los principales importadores de este producto. Respecto a las exportaciones nacionales, comparadas con los volúmenes importados no son significativas, representando sólo 1.5% del volumen de las importaciones de leche en la década más reciente.

Cuadro 2. Disponibilidad de leche en México de 2000 a 2007.

Año	Producción nacional -----	Exportaciones ^z Millones	Importaciones ^z de litros	CNA ^y -----	TMCA ^x %	Índice de dependencia %	CNA ^y per cápita L hab ⁻¹ d ⁻¹
2000	9,311	8	1,548	10,852		14.3	0.302
2001	9,472	9	1,877	11,341	1.73	16.6	0.312
2002	9,658	7	1,695	11,346	1.96	14.9	0.308
2003	9,784	24	1,668	11,429	1.31	14.6	0.307
2004	9,864	91	1,851	11,624	0.82	15.9	0.309
2005	9,868	23	1,971	11,817	0.04	16.7	0.311
2006	10,089	37	1,529	11,581	2.23	13.2	0.303
2007	10,290	42	1,703	11,951	2.00	14.2	0.310
Promedio	9,792	30	1,730	11,493	1.44	15.1	0.308

Fuente: Elaboración con datos de SIAP-SAGARPA, 2009.

^zConsiderando las fracciones que se relacionan con la leche como producto (leche en polvo, evaporada y condensada).

^yCNA = consumo nacional aparente.

^xTMCA = tasa media de crecimiento anual (de la producción nacional).

En la política de la mayoría de los países lecheros desarrollados (con excepción de Australia y Nueva Zelanda), se establece como prioridad la estabilización del

mercado interno y la satisfacción de las necesidades de la población, éstas en muchos casos mediante grandes cantidades de subsidios a la producción y exportación (en países exportadores). Así, la producción de excedentes exportables es sólo un medio para apoyar el ingreso de sus productores, de manera que el mercado internacional está altamente distorsionado y constituye una válvula para dar salida a la producción excedente. Esto finalmente se refleja en el hecho de que los precios internacionales a los que finalmente se venden los productos lácteos no corresponden (son menores) a los precios del mercado que existen en los países exportadores. Lo anterior favorece a los consumidores de los países importadores, pero influye negativamente en la producción nacional de los mismos, como en México (FIRA, 2001).

Según Pérez y Rojo (2003), actualmente la producción de leche en México se encuentra en un estado de incertidumbre ante el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN). Con la entrada de productos de importación sin restricciones arancelarias, el mercado nacional de leche está en desventaja, debido a la menor competitividad que tiene la leche producida en México, dada por los mayores costos de producción y los menores subsidios otorgados a los productores.

México no sólo destaca como un gran importador de productos lácteos sino también de insumos para el desarrollo de la actividad lechera primaria (animales de registro, alimentos, semen, embriones, vacunas, medicinas, hormonas y equipos) y como usuario de tecnologías fijadas a partir del modelo tecnológico de producción de los EE. UU. y Canadá (Del Valle y Álvarez, 1997).

Con el TLCAN, no sólo se favoreció la importación de leche en polvo, sino también de insumos básicos del sector primario, en donde la maquinaria e insumos para la producción forrajera, alimentos balanceados, ganado reproductor, vacas lecheras, máquinas ordeñadoras, semen y agroquímicos, quedaron liberados al ponerse en vigor el Tratado, estos insumos no se

producen en el país y apoyan fundamentalmente a la producción lechera en sistemas intensivos (Del Valle y Álvarez, 1997).

Así, México ha acentuado la importación de diferentes insumos básicos, profundizando una relación de dependencia, como por ejemplo el semen para bovinos lecheros proveniente en su mayoría de los EE. UU. y Canadá. Lo delicado de esta situación, es que dicho producto importado registra calidades bajas y medias, con lo cual se atenta contra uno de los principales factores productivos, que es el capital animal (Sosa 1995, citado por Del Valle y Álvarez, 1997).

Según Espinosa (2001), en años recientes la balanza comercial pecuaria ha sido deficitaria en la mayoría de los productos (sobre todo la leche), por lo que es necesario plantear alternativas para incrementar los niveles de producción y productividad pecuaria, que permitan reducir las importaciones.

2.1.4 Autosuficiencia alimentaria

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, debido principalmente a las proporciones mayores de aminoácidos esenciales que se encuentran en su proteína, de calcio y de riboflavina (Gasque y Blanco, 2001). La leche ha sido recomendada por organismos internacionales de desarrollo (FAO y UNESCO), como un alimento indispensable en la alimentación humana, principalmente para niños, por lo que su producción y abasto es parte de las estrategias de seguridad alimentaria en muchos países (FIRA, 2001).

El consumo *per cápita* de productos lácteos en México (considerando las preparaciones con base en productos lácteos) para el 2004 fue de 125.6 L hab⁻¹ año⁻¹ (344 mL hab⁻¹ d⁻¹); de esta cantidad 73.8% provino de la producción nacional y 26.2% de importación (SAGARPA-ASERCA 2005). Con respecto a otros países, el consumo *per cápita* de México equivale a 2.6 veces el consumo promedio de los países en desarrollo; pero con respecto a los países desarrollados el consumo es menor: sólo 36% con respecto a Holanda y menos

de la mitad de lo que se consume en los Estados Unidos. Lo anterior muestra un gran potencial de consumo en el mercado nacional, que es un mercado cautivo si se recupera el poder adquisitivo de la población (FIRA, 2001).

El consumo de leche y productos lácteos en México continúa creciendo, principalmente por los productos de leche descremada en polvo, quesos y yogurts (SAGARPA-ASERCA 2005). Otro estudio relativo al consumo de leche y productos lácteos en México indica un crecimiento en la venta de productos lácteos, sobre todo de bebidas de leche saborizadas, quesos y leche en polvo (SAGARPA-CONACYT, 2007).

2.1.5 Tendencias de la industria láctea

La tendencia en el desarrollo de la industria láctea nacional está asociada al de la industria láctea internacional, donde algunos de los componentes principales son: el desarrollo de alianzas estratégicas de empresas que concentran la producción, la mayor especialización y diversificación de derivados lácteos que impulsan la innovación constante de productos, la diferenciación de marcas y el mayor control de la calidad de la leche que la industria utiliza como materia prima (Pérez y Rojo, 2003).

Con la globalización de la economía, se ha dado un fuerte impulso al factor de inocuidad de los alimentos, aspecto que se refleja en el incremento de las exigencias y cuidados en los mercados internacionales respecto a los productos alimenticios que adquieren. Esto conlleva a que las prácticas de producción, procesamiento, transporte y almacenaje estén cada vez más sujetas al escrutinio intenso, tanto de instancias nacionales como internacionales (Pérez y Rojo, 2003). Para la industria procesadora de leche, es cada vez más importante contar con un suministro suficiente y oportuno de leche, y que además ésta sea de la mejor calidad posible. Por lo que este factor toma cada vez más relevancia en la competitividad de las empresas de lácteos en México

(FIRA, 2001; Carranza-Trinidad *et al.*, 2007) y en la cadena productiva lechera este factor es crítico (Cuevas *et al.*, 2007).

En cuanto a la comercialización de la leche en México, la tendencia que se ha observado en los años más recientes ha sido el incremento de la participación de la industria lechera en la captación y procesamiento de leche disponible en el país (producción más importaciones). En contraparte, la industria informal de la leche integrada por el consumo de leche bronca y la destinada a la producción de quesos y demás derivados lácteos mediante técnicas artesanales, ha reducido su participación en el proceso de comercialización de leche (FIRA, 2001).

Pérez y Rojo (2003) consideran que existe el reto adicional de lograr una transición hacia tecnologías de producción más amigables con el ambiente, que cuiden la sostenibilidad de los recursos y que al mismo tiempo mantengan o incrementen la rentabilidad de las actividades productivas.

2.2 Caracterización de las unidades de producción de leche en México

La producción en México se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas muy heterogéneas; además, dadas las condiciones climatológicas, éstas adquieren características regionales matizadas por la tradición y costumbre de la población. En México se han realizado varios estudios para caracterizar unidades de producción lecheras, ya sea por estados como Yucatán (Osorio-Arce *et al.*, 1999), Veracruz (Pérez y Rojo, 2003), Hidalgo (Cuevas *et al.*, 2007) y Aguascalientes (Carranza-Trinidad *et al.*, 2007); o desde el punto de vista de cadena o por sistemas de producción, principalmente en los sistemas de producción familiar (FIRA, 2001; Cervantes, 2001; Lara-Covarrubias *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2004). A pesar de lo anterior, hasta la fecha no se conocen estudios publicados para la caracterización de unidades de producción con hatos bovinos de registro, con el objetivo de mejoramiento genético.

2.2.1 Información general de las unidades de producción de leche

Características de los criadores

Los productores de leche diariamente tienen que efectuar decisiones complejas en sus unidades de producción, tales como desecho, selección o compra de animales y semen; esto en circunstancias de incertidumbre como son el clima, el precio de los productos y las políticas gubernamentales. Por lo anterior, las capacidades de los productores son de gran importancia para el éxito de las unidades de producción, aunque pocos trabajos en México los han reportado.

En la tipificación de sistemas de producción, Cervantes (2001) caracterizó a productores de lechería familiar en la región de los Altos de Jalisco, reportando un promedio de edad de 48 años, con un máximo de 73 y un mínimo de 16. Este autor señaló que son productores maduros, que en muchos de los casos superan los 50 años y que en el futuro cercano es posible que se presenten problemas de sucesión en las unidades de producción, debido a la emigración de los jóvenes. También registró los años como productor lechero y estimó que la experiencia promedio fue 25 años, con un máximo de 60 y mínimo de 15, infiriendo que los productores no son aficionados, por el contrario, quieren el negocio, lo conocen y están en él desde hace muchos años; es decir, son individuos especializados en la producción lechera.

En su estudio de tipificación, Cervantes (2001) encontró que el promedio de experiencia en los productores de la categoría moderna (aquellos que inseminan, alimentan con alfalfa, ordeñan mecánicamente y entregan la leche en tanque individual) fue menor (20 a 23 años en el negocio) al promedio general. El autor argumentó que la causa de lo anterior, puede deberse a que los jóvenes son más receptivos a la adopción de nuevas tecnologías y esta categoría está conformada por individuos más jóvenes, por el mismo hecho de reportar menos años de experiencia.

Espinosa *et al.* (2004) estudiaron los sistemas de producción familiares, con las variantes de producción en pastoreo (zona templada de Veracruz) y en traspatio (Guanajuato), y con dos niveles tecnológicos cada uno (tradicional y mejorado); y apreciaron que los productores fueron más jóvenes y con mayor escolaridad en la variante de pastoreo (29 y 32 años de edad para los niveles tradicional y mejorado, y nivel bachillerato de escolaridad) que la de traspatio (45 y 47 años para el nivel tradicional y mejorado, y nivel primaria de escolaridad), pero no encontraron diferencias importantes entre los niveles tecnológicos tradicional y mejorado.

En otro estudio, relacionado con el fenómeno del abandono de la actividad lechera en la comunidad de Francisco Javier Mina (Chipilo), Puebla, Cervantes *et al.* (2007) encontraron que la experiencia promedio de los ganaderos fue 17.7 años (hasta 1996 cuando dejaron la actividad), por lo que concluyeron que se trataba de personas con experiencia en el manejo del ganado lechero.

En el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, se encontró que sólo 55.7% de los productores del sector agropecuario en México cuentan con nivel de primaria o menos; y 66.8% con nivel secundaria (INEGI, 2009).

Tenencia y uso de la tierra de cultivo

La tenencia de la tierra en los productores pecuarios es muy importante para la producción de alimentos del ganado y reducir la dependencia en la compra de alimentos. En un estudio sobre la lechería familiar en los Altos de Jalisco, Cervantes (2001) estimó que 90% de los productores poseían tierras para cultivo, las cuales se destinaban principalmente a la producción de forrajes (maíz para ensilar, avena y alfalfa), lo que indicó que la agricultura y la ganadería están estrechamente asociadas en este sistema de producción. El tamaño promedio de los predios fue 15 ha, aunque en su mayoría fueron pequeños, ya que 50% de los productores tuvo menos de 10 ha y 75% menos de 17, y sólo 20% tuvo más de 20. Las tierras fueron fundamentalmente de temporal (76% de la superficie cultivada), sólo 15% de la superficie recibió

algún riego de auxilio con represa y 9% con agua de pozos profundos. Al respecto, el autor mencionó que lo anterior probablemente sea una de las características que ayudan a explicar la baja productividad, en general, que se presenta en la zona.

Cervantes (2001) estimó que 72% de las unidades de producción tenían tierras de agostadero con una superficie promedio de 19 ha, con un mínimo de 0.5 y un máximo de 230; sin embargo, fueron agostaderos pequeños, ya que 50% tuvieron menos de 10 ha, 75% menos de 20 y sólo 20% más de 25. De acuerdo con la superficie cultivada y con la superficie de agostadero que tuvieron estos tipos de ganaderos, el autor mencionó que se trata de ganaderos minifundistas, por lo que quizá ésta sea una de las principales limitantes para el crecimiento de este tipo de unidades de producción.

Lara-Covarrubias *et al.* (2003) trabajaron con los sistemas de producción de leche del estado de Jalisco (cuenca lechera de los Altos y la región Costa Sur) y reportaron superficies de pastoreo de 25, 11, 34 y 44 ha, para los sistemas especializados, semiespecializado, familiar y doble propósito. En otro estudio, Espinosa *et al.* (2004) observaron que fueron más grandes las unidades de los sistemas familiares en la variante de pastoreo (11.2 y 12.0 ha para el nivel tradicional y mejorado, respectivamente) ubicadas en la zona templada de Veracruz, que las de traspatio (3.3 ha para ambos niveles) localizadas en Guanajuato.

Características de los hatos

En el país existen tres regiones ecológicas principales: la templada, ubicada en el centro del país y es la más importante en cuanto a producción de leche; la región árida y semiárida, que se ubica en el norte del país y es la segunda en importancia; y la región tropical (seco y húmedo) ubicada en las áreas tropicales del país y participa con la menor producción de leche (SAGARPA, 2001). Para el 2002, la región templada generó alrededor de 4,713.8 millones de litros y participó con 49% de la producción nacional; la región árida y semiárida produjo

3,296 millones de litros para participar con 34%; y la región tropical alcanzó los 1,588 millones de litros que representaron 17% de la producción nacional (Pérez y Rojo, 2003).

Según SAGARPA (2001), las principales cuencas lecheras del país se localizan en las regiones templadas, y áridas y semiáridas, que son: la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango), Los Altos (Jalisco), Rincón de Romos (Aguascalientes), Delicias y Cuauhtémoc (Chihuahua), Zumpango y Jilotepec (Estado de México), Tizayuca (Hidalgo), Colón y Villa del Marquez (Querétaro) y Mexicali (Baja California), entre otras.

En relación con la ubicación de las unidades de producción lecheras, FIRA (2001) considera que anteriormente la principal determinante era la zona de consumo, pero actualmente, con la infraestructura de transporte desarrollada, parece ser mejor donde la producción sea más ventajosa. Además, se menciona que las tendencias observadas sugieren que en un futuro los recursos naturales, como el agua o el clima, serán los factores más importantes para ubicar a las unidades de producción.

Diversos estudios han tratado de registrar el tamaño promedio de los hatos en México (Cuadro 3). El mayor tamaño de los hatos es para los sistemas especializados; por lo que al aumentar el tamaño se hace evidente una mayor especialización de la producción lechera, como en los sistemas intensivos (Cervantes, 2001); por el contrario, el tamaño pequeño de los hatos dificulta la adopción de innovaciones tecnológicas, como en los sistemas familiares (FIRA, 2001). Según INEGI (2009), a nivel nacional el tamaño de los hatos bovinos lecheros es de 19.3 vientres por unidad de producción, y los estados con mayor tamaño de sus hatos lecheros son Coahuila (124.3), Baja California (77.5) y Veracruz (45.8).

La estructura del hato es un reflejo de la productividad (crecimiento, reproducción, longitud del periodo de lactancia) de los animales, debido a su

potencial genético y del ambiente (alimentación, manejo, etc.) en las unidades de producción (Osorio-Arce *et al.*, 1999). Así, la relación entre vacas en ordeña y vacas secas se utiliza como un indicador de la eficiencia productiva del hato (Cuevas *et al.*, 2007).

Cuadro 3. Tamaño promedio de los hatos bovinos lecheros en México.

Lugar	Sistema de producción	Total de animales	Total de vacas	Fuente
Los Altos de Jalisco	Familiar	51 ± 37		Cervantes, 2001
República Mexicana	Especializado	300 a 400		SAGARPA, 2001
	Semiespecializado	180 a 200		
	Familiar	2 a 10		
República Mexicana	Intensivo		252 ^z	FIRA, 2001
	Familiar		11 ^z	
Estado de Jalisco	Especializado	165		Lara-Covarrubias <i>et al.</i> , 2003
	Semiespecializado	89		
	Familiar	85		
	Doble propósito	57		
Veracruz	Familiar en pastoreo y nivel tecnológico tradicional	24 ± 7	13 ± 3	Espinosa <i>et al.</i> , 2004
	Familiar en pastoreo y nivel tecnológico mejorado	28 ± 6	15 ± 4	
Guanajuato	Familiar en traspato y nivel tecnológico tradicional	9 ± 3	7 ± 2	Espinosa <i>et al.</i> , 2004
	Familiar en traspato y nivel tecnológico mejorado	8 ± 3	6 ± 2	
Chipilo, Puebla	Familiar, que siguieron en la actividad		30	Cervantes <i>et al.</i> , 2007
	Familiar, que dejaron la actividad		42	
Estado de Aguascalientes	Estrato de producción pequeño		15 ± 2	Carranza-Trinidad <i>et al.</i> , 2007
	Estrato de producción mediano		69 ± 3	
	Estrato de producción grande		458 ± 78	

^zMediana

Espinosa *et al.* (2004) encontraron diferencias en la composición del inventario de animales en los sistemas de producción familiar; para la variante de traspato el total de vacas en producción representó 75%, mientras que en pastoreo fue 50%. Para el estado de Hidalgo, Cuevas *et al.* (2007) reportaron que la relación entre vacas en ordeña y vacas secas fue variable de acuerdo al nivel tecnológico; en las unidades de producción altamente tecnificadas sólo 20% del

total de vacas estuvieron secas, mientras que en las de niveles tecnológicos bajos encontraron ranchos que tuvieron hasta 42% de sus vacas sin producir. En Aguascalientes, Carranza-Trinidad *et al.* (2007) obtuvieron proporciones de 84, 83 y 86% de vacas en producción para los estratos de producción pequeña, mediana y grande, respectivamente.

A nivel nacional, los sistemas de producción especializado, semiespecializado y familiar, se caracterizan principalmente por contar con ganado de las razas Holstein y Suizo Americano, y estos tres sistemas presentan una estructura de hato similar por etapas de desarrollo productivo. Así, para 1997 la estructura del hato productivo fue del 85% de vacas en ordeña, y para el hato total fue de 46% de vacas en producción, 8% de vacas secas, 15% de vaquillas, 26% de novillonas (2 a 15 meses) y 5% de becerras (1 a 60 días; SAGARPA, 2001).

En los EE. UU., Oleggini *et al.* (2001) evaluaron el desempeño productivo de la población de vacas lecheras Holstein en programa de mejoramiento genético, para varias regiones y con distintos tamaño de hatos. El porcentaje de vacas en ordeña varió entre 85.8 y 87.3%. Los autores observaron que la región norte presentó mejor comportamiento reproductivo, lo que contribuyó a su mayor porcentaje de vacas en leche de esta región. También, aunque el porcentaje de vacas en leche no presentó una tendencia clara, los días en periodo seco tendieron a decrecer con el aumento del tamaño del hato.

Equipamiento de las unidades de producción

El equipamiento de las unidades de producción ganaderas se refiere al conjunto de cosas o elementos (infraestructura, maquinaria y equipo) que se establecen, instalan o utilizan en una unidad de producción, para realizar una labor eficiente (Koppel *et al.*, 1999). El equipamiento varía de acuerdo con las condiciones y exigencias de cada unidad de producción; la adopción y uso de nuevas tecnologías usualmente se asocia a un mejor desempeño productivo de las unidades de producción de leche (Oleggini *et al.*, 2001).

Cervantes (2001) estimó en unidades de producción familiar de los Altos de Jalisco, que 25% de los productores tuvieron maquinaria agrícola propia (incluye tractor e implementos), capitalización que se ha dado a lo largo del tiempo y para lo cual las divisas provenientes de los EE. UU. jugaron un papel importante. El autor encontró que los productores con maquinaria agrícola propia tuvieron en promedio 38 vacas en ordeña y 31 años como productor lechero, contra 15 vacas en ordeña y 19 años como productor lechero de los ganaderos que no tuvieron maquinaria agrícola propia. Lo anterior sugirió que los ganaderos con maquinaria agrícola propia, estuvieron asociados con tecnología moderna, con mayor tamaño del hato y con más experiencia en la producción lechera.

Espinosa *et al.* (2004) evaluaron los sistemas familiares de producción de leche y encontraron incrementos en los niveles de producción de leche por vaca por año con tecnología mejorada; logrando aumentos del 24 y 36% para las variantes de pastoreo y traspatio, respectivamente. Los autores concluyeron que el uso de tecnología mejorada incrementa la producción y la rentabilidad, y propicia que la producción pecuaria sea sustentable.

Los programas computarizados de control de producción son una forma de disminuir costos por la pronta detección de ineficiencias originadas en el manejo, ya que ayudan a programar actividades y a evaluar rápidamente el desempeño en múltiples aspectos. Aunque su uso se ha extendido en años recientes, es común que sólo se aproveche una parte mínima de su potencial (FIRA, 2001).

2.2.2 Manejo general del hato

Manejo alimenticio

Con base en el manejo del hato, se pueden definir tres sistemas de producción. El sistema de estabulación se caracteriza por tener vacas que permanecen en confinamiento la mayor parte de su vida, requieren alimentación de alto nivel

nutritivo, como forraje de buena calidad, fresco o conservado y alimentos concentrados en la dieta. En el sistema de semiestabulación la alimentación está basada en pastoreo con suplemento de concentrados y de forraje conservado (heno y ensilado) durante el confinamiento temporal en la época de estiaje. En el sistema de pastoreo la alimentación está basada principalmente en praderas, con o sin complemento de concentrados, el confinamiento es ocasional y muchas veces sólo ocurre de noche (Gasque y Blanco, 2005).

En los sistemas intensivos, los costos de alimentación pueden representar hasta 70% del costo total de producción de leche, y los granos forrajeros representan la mayor parte de este costo, por lo que son el principal determinante del costo de producción de la leche y la rentabilidad de la actividad (FIRA, 2001). Al respecto, Cervantes (2001) reportó que en los sistemas familiares el uso de concentrado en la dieta fue utilizado por el 100% de los productores y se ofreció en promedio aproximadamente 7.9 kg por vaca ordeñada por día; además, la cantidad de concentrado ofrecida está correlacionada positivamente con el rendimiento por vaca, el tamaño del hato, y negativamente con la cantidad de rastrojo ofrecido.

Con información de bovinos lecheros en los EE. UU., Oleggini *et al.* (2001) estimaron aumentos en los costos totales de la alimentación por vaca por año, a medida que aumentó el tamaño de los hatos, lo que fue explicado principalmente por la cantidad de concentrado suministrado y la proporción del grano comprado. En los hatos pequeños el suministro de concentrado se dio principalmente en la sala de ordeño, mientras que en los de mayor tamaño fue suministrado fuera de la sala de ordeño. Además, en los hatos de mayor tamaño compraron mayor proporción del alimento que los hatos pequeños, aumentando los costos por alimentación.

Los forrajes son una parte importante en la alimentación de la vaca lechera, ya sea para mantener la salud del animal o para reducir los costos asociados con la alimentación. La alfalfa es el mejor forraje que se conoce en la actualidad

para alimentar a la vaca lechera y es frecuentemente utilizada para analizar el nivel tecnológico de las unidades de producción. En la región de los Altos de Jalisco con sistemas de producción familiares, Cervantes (2001) encontró que la alfalfa fue poco utilizada por los productores, ya que sólo 23% de los productores la incluyó en la dieta de su ganado. Además, el uso de alfalfa estuvo asociado al grupo de productores con tecnología moderna, los cuales se preocupan por mejorar las condiciones y la productividad de sus empresas.

La alfalfa es uno de los cultivos que más agua consume, y en regiones con poca precipitación no es posible cultivarla sin el apoyo de riego, evidenciando que una de las limitantes más severas para la producción de leche, es la escasez de agua de lluvia y lo costoso que resulta extraerla del subsuelo (Cervantes, 2001).

Otro forraje utilizado para analizar el nivel tecnológico es el ensilado de maíz. Cervantes (2001) reportó que este forraje es utilizado por sólo 47% de los productores de los Altos de Jalisco. También encontró que alimentar con ensilado de maíz no estuvo asociado con otras variables (uso de inseminación artificial, productividad por vaca ordeñada y carga animal, entre otras), lo que sugirió que no es un buen criterio para la clasificación tecnológica de los sistemas de producción. Cuevas *et al.* (2007) encontraron en Hidalgo, que el uso de ingredientes de buena calidad nutritiva y de bajo costo, como puede ser el ensilado, se utiliza en una baja proporción (30%), principalmente por productores con tecnología alta y media.

En cuanto a la utilización de rastrojo de maíz, Cervantes (2001) encontró que éste fue el forraje más popular en la región de los Altos de Jalisco, ya que fue utilizado por el 81% de los productores, a pesar de ser uno de los forrajes de más baja calidad. Los ganaderos que tuvieron una mayor utilización del rastrojo fueron los que mantuvieron el ganado en semiestabulación, con encierro nocturno para la ordeña matutina, fueron también los que tuvieron más trabajadores por vaca (incluyendo mano de obra familiar) y los más altos costos

de producción por litro, características propias de sistemas de producción tradicionales.

Respecto a la proporción de forrajes que los productores producen, en un estudio de rentabilidad se encontró que la proporción de productores que produjeron todo su forraje fue similar en el sistema intensivo y familiar, con 41 y 42%, respectivamente (FIRA, 2001).

Los sistemas de producción ganaderos basados en pastoreo se encuentran en todas las regiones del país y zonas agroecológicas, principalmente en lugares donde el crecimiento de los cultivos agrícolas es difícil. El pastoreo ofrece la oportunidad de producir leche a bajo costo. Cuevas *et al.* (2007) encontraron en Hidalgo, que el tipo de alimentación en los sistemas de producción con tecnología baja estuvo basado en pastoreo (50% de este tipo de productores lo realizó). Por su parte, Cervantes (2001) estimó que 72% de las unidades de producción de lechería familiar en los Altos de Jalisco, pastorean en agostadero, principalmente de aquellas categorías de tecnología intermedia y tradicional.

Manejo reproductivo

En México, la utilización de tecnologías reproductivas en los hatos comerciales ha sido documentada en varios estudios. Cervantes (2001) encontró que la inseminación artificial estuvo poco difundida entre los productores de lechería familiar en los Altos de Jalisco, ya que sólo 48% de los productores encuestados la realizó, el resto utilizó monta natural; además, quienes la llevaron a cabo tenían poco tiempo practicándola, 10% de los productores la realizó desde 1998, 25% desde 1997, 50% desde 1994 y 15% desde antes de 1989, por lo que el avance genético hasta ese momento no había sido todavía el esperado.

Con el mismo tipo de productores, Cervantes *et al.* (2007) encontraron que la mayoría (95%) de los productores lecheros en la comunidad de Francisco

Javier Mina (Chipilo), Puebla, realizaba inseminación artificial, lo que fue explicado por la presencia de un centro de inseminación artificial en la comunidad. En Hidalgo, Cuevas *et al.* (2007) encontraron que la inseminación artificial se utilizó en 65.9% de las empresas, principalmente de tecnología alta e intermedia.

Manejo del sistema de crianza

La cría de becerras es una de las operaciones más trascendentes en una empresa lechera, debido a la gran vulnerabilidad de los animales en esta etapa, ya que en un futuro éstas serán los reemplazos de los animales que abandonen el hato en producción. El sistema de crianza puede dividirse en dos etapas, lactancia y post-destete. La etapa de lactancia tiene dos métodos principales de destete, el precoz y el tardío. El destete precoz, realizado entre la quinta y la octava semana de vida, se aplica casi sin excepción en el sistema de producción especializado (Gasque y Blanco, 2001).

Manejo del sistema de ordeño

El ordeño mecánico tiene varias ventajas, como son la menor dependencia de mano de obra y la obtención de un producto de mayor calidad (Cervantes *et al.*, 2007). Al respecto, Cervantes (2001) encontró que 53% de los productores en sistemas de producción familiar realizan ordeño mecánico; además mencionó, que el tipo de ordeño ayudó a clasificar a las unidades de producción entre la tecnología moderna y la tradicional, ya que el grupo de productores con mayor uso de inseminación artificial y con mayor número de vacas en ordeño, también se caracterizó por contar con ordeño mecánico. En otro trabajo realizado en Chipilo, Puebla con lechería familiar, Cervantes *et al.* (2007) encontraron que el porcentaje de productores con ordeño mecánico fue mayor de 80%.

En cuanto a las actividades de la rutina de ordeño, Cuevas *et al.* (2007) encontraron en las unidades de producción de Hidalgo, que el lavado y presellado de ubres lo realizaron casi exclusivamente los productores de

tecnología media y alta, mientras que los productores con tecnología baja no realizaron el presellado y sólo 50% realizó lavado de ubres.

Algunos estudios publican los niveles de producción de leche de hatos comerciales en México. En el estado de Yucatán, Osorio-Arce *et al.* (1999) estimaron para las unidades de producción especializadas (con animales puros o de alto encaste con Holstein o Suizo), producciones de 12 L vaca⁻¹ d⁻¹. En los Altos de Jalisco, Cervantes (2001) reportó producciones de leche en línea de ordeño de los sistemas de producción familiar de 15.8 L vaca⁻¹ d⁻¹. En Aguascalientes, Carranza-Trinidad *et al.* (2007) obtuvieron producciones de 16.1, 19.3 y 26.2 L vaca⁻¹ d⁻¹, para los estratos de producción pequeña, mediana y grande, respectivamente; también observaron una relación directa entre el tamaño de las empresas y la productividad del hato: a mayor tamaño hubo mayor producción por vaca.

Los niveles de producción de leche reportados para los diferentes sistemas de producción en México son para el especializado de 20 a 27 L vaca⁻¹ d⁻¹, para el semiespecializado de 18 a 20 y para el familiar de 6 a 12 (SAGARPA, 2001). A nivel nacional, en el VIII Censo Agrícola Ganadero y Forestal se publicó una producción de 7.3 L vaca⁻¹ d⁻¹ (INEGI, 2009).

La variación en los niveles de producción entre empresas lecheras, son consecuencia de diferentes factores, entre los que destacan el potencial genético, alimentación, manejo (sistema de producción) y salud del hato (Gasque y Blanco, 2001); así como algunos otros factores como el número de vacas y la región (Osorio-Arce *et al.*, 1999; Oleggini *et al.*, 2001).

Por otro lado, Cervantes (2001) mencionó que los niveles de producción podrían incrementarse si se mejoran factores que influyen directamente, como el uso de inseminación artificial, la alimentación con alfalfa y la forma de ordeño. Por ejemplo, los promedios de producción en los hatos que utilizaron la inseminación fue 5.2 L más alta que los que no inseminaron, ventaja que en

gran medida se debe al mejoramiento genético que se propicia con esta técnica. El mayor beneficio de la inseminación artificial es el mejoramiento genético que se puede lograr, aunque éste comienza a manifestarse 34 meses después de la inseminación. Respecto a la alimentación, la diferencia de los promedios de producción en los hatos que utilizan o no alfalfa fue 2.8 L, este incremento se da de forma inmediata a diferencia de lo que ocurre con la inseminación artificial.

Uno de los problemas que enfrenta la producción de leche en México es su estacionalidad, causada principalmente por factores climáticos, que ocasionan que en el mes en que se produce mayor cantidad de leche (septiembre) se produzca 23% más leche que en el mes de menor producción (SIAP-SAGARPA, 2009). La estacionalidad de la producción de leche determina su precio de venta, pues gran parte del volumen de leche se comercializa en condiciones de exceso de producción y consecuentemente su precio disminuye (Pérez y Rojo, 2003).

Además de la variación en volumen, la leche producida en la época de lluvias tiene menor porcentaje de grasa y sólidos, lo que provoca que la industria de productos lácteos (quesos y dulces) disminuya sus compras, quedando el mercado mayoritariamente para las compañías dedicadas a la producción de leche en polvo, con la consecuente reducción del precio pagado al productor. El problema de estacionalidad, es mayor en la lechería familiar que en la lechería intensiva, al basar su alimentación en pastoreo, por lo que la precipitación y su distribución son factores determinantes en la nutrición, y por tanto en la producción de leche (FIRA, 2001).

La estacionalidad en la producción de leche también afecta a la industria. En los meses de mayor producción (junio a noviembre) se tiene mayor cantidad de materia prima y se trabaja con un volumen de procesamiento cercano a la capacidad instalada, mientras que de diciembre a mayo ocasiona una notable reducción en la producción, por lo que la industria trabaja por debajo de su

capacidad de procesamiento. Por otro lado, la industria tiene que abastecer una demanda casi constante durante el año, lo que provoca que en la época de mayor producción de leche se apliquen límites de captación y el productor no pueda colocar toda su producción a un mismo comprador (FIRA, 2001).

Manejo sanitario del hato

La sanidad pecuaria es una parte importante del buen manejo en los hatos. Koppel *et al.* (1999) indican que la aplicación de vacunas se justifica cuando la presencia de la enfermedad ha sido confirmada en la zona donde se ubica la unidad de producción o si existe un riesgo potencial de que se presente. Al respecto, para los ganaderos de Yucatán (principalmente de doble propósito), la prevención de enfermedades a través de la vacunación es una práctica de rutina en las empresas lecheras (>90%; Osorio-Arce *et al.*, 1999). Las vacunas comúnmente aplicadas son contra derriengue (95%), septicemia hemorrágica y carbón sintomático (95%), y contra brucelosis (22%).

La importancia de los parásitos externos radica en los efectos directos que ocasionan, además de que son transmisores de enfermedades. Osorio-Arce *et al.* (1999) observaron que la mayoría de los productores de leche en Yucatán realizan desparasitaciones internas (100%) y externas (80%).

La brucelosis y tuberculosis son dos padecimientos para los cuales el tratamiento resulta antieconómico y revisten capital importancia para la salud pública. Koppel *et al.* (1999) recomiendan integrarse a las campañas nacionales para el control de estas enfermedades. Cuevas *et al.* (2007) estimaron que sólo 49.1% de los productores de Hidalgo participan en las campañas de brucelosis y tuberculosis.

Cuando se obtiene una alta utilidad de la producción de leche por vaca, disminuye el incentivo para aumentar la longevidad del ganado, aumentando las tasas de desecho. En estos casos se buscan mayores producciones por lactancia, eliminando las vacas que no cumplen las exigencias más altas del

administrador. Una parición de 75% y mortalidad de 10% en las becerras, permite producir vaquillas para mantener el hato con tasas de desecho de 30%, pero sin oportunidad de seleccionar vaquillas (FIRA, 2001).

2.2.3 Mejoramiento genético en los hatos bovinos lecheros

El mejoramiento genético es una opción zootécnica para incrementar los niveles de producción y la calidad de los productos de los animales. Uno de los objetivos de los programas de mejoramiento genético es elegir los animales con mayor potencial genético como progenitores de la siguiente generación. Para ello, el productor primero debe decidir las características que desea mejorar, posteriormente identificar genéticamente a los animales para las características que desea mejorar, seleccionar a los individuos que cumplan los objetivos que se han planteado y por último planear los apareamientos de los animales seleccionados (Gasque y Blanco, 2001).

El mejoramiento genético es un aspecto muy importante dentro del modelo tecnológico Holstein de producción lechera de los EE. UU., ya que a través de él se puede mejorar la productividad y la rentabilidad de las empresas lecheras (Cervantes, 2001). En México las unidades de producción que reproducen este modelo, como algunas del sistema especializado, requieren implementar algunas prácticas para realizar el mejoramiento genético (SAGARPA, 2001).

Actividades de mejoramiento genético

Una de las prácticas necesarias para realizar mejoramiento genético en los hatos es la identificación de los animales y la toma de registros. En general, esta actividad tiene un costo, pero éste es menor al beneficio que proporcionará después de analizar la información y tomar las decisiones adecuadas (Koppel *et al.*, 1999).

A nivel nacional existen diferentes sistemas de identificación que sirven a diversos objetivos: sanitarios, comerciales, de mejoramiento genético u otros. Sin embargo, estos sistemas de identificación no reúnen todas las

características técnicas que requiere la ganadería actual. Por lo que la SAGARPA con la participación de los ganaderos organizados, instrumentó y puso en marcha en 2003, el Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA), ligado a un Padrón Ganadero Nacional. El SINIIGA es un sistema a nivel nacional de identificación individual y permanente del ganado en México, sin importar sus características genéticas, función zootécnica o sistema de producción. Este sistema, entre otras funciones, conforma una herramienta básica en los procesos de rastreabilidad, y control del registro de datos genéticos y productivos de los hatos (CNOG, 2009).

Aunque poco se ha documentado sobre la realización de las actividades de mejoramiento genético en los hatos de registro en México, es de esperar que por la naturaleza de las unidades de producción, se identifiquen a los animales, se tomen registros, sean analizados y se seleccione oportunamente a los animales. Al respecto, algunos estudios en hatos comerciales muestran la poca aplicación de estas actividades.

En los sistemas de doble propósito, Osorio-Arce *et al.* (1999) reportaron que para las unidades de producción en Yucatán, sólo 56% llevaban algún tipo de registro; sin embargo, muy pocas tomaban los datos suficientes y sistematizados que permitieran su análisis y toma de decisiones.

Acerca de la producción de reemplazos en los hatos, en Hidalgo, Cuevas *et al.* (2007) encontraron que los productores generan sus propias hembras de reemplazo y que el material para la inseminación artificial es provisto por el asesor técnico. En otro estudio sobre la rentabilidad de los sistemas de producción en México, FIRA (2001) publicó que en el sistema intensivo de producción de leche, 89% de los productores producen sus reemplazos y en el sistema familiar el 85%.

Algunos estudios en hatos inscritos a la Asociación Holstein de México (AHM) reportan progreso genético para producción de leche, al estimar tendencias

genéticas y ambientales positivas, sugiriendo la posible presencia de selección en los hatos (Powell y Wiggans, 1991; Rosales y Tewolde, 1993).

En México, Rosales y Tewolde (1993) mostraron que del incremento genético, 16% está dado por sementales y 84% por hembras, indicando que en el proceso de selección de los hatos se le concede mayor importancia a las hembras, lo anterior debido a la posible importación de semen de sementales jóvenes o a la compra de semen barato, lo que no garantiza que sean animales sobresalientes para producción de leche. Estos autores mencionaron que una práctica de mejoramiento, que no es la mejor, pero es constante en los hatos, es el de evaluar a las vacas con base en su comportamiento productivo y dejar como reemplazos a las hijas de las vacas de mayor producción.

Criterios de selección

Actualmente el mejoramiento genético de los bovinos lecheros en el mundo tiende a efectuarse con base en una selección de múltiples características, que incluyen tanto rasgos productivos como de fertilidad, conformación y longevidad, entre otras; lo anterior, con el fin de seleccionar animales con altas producciones de leche y de sus componentes, además de que posean otras características que les permitan tener una mayor vida productiva en el hato y con esto ayudar a mejorar la rentabilidad de la unidad de producción; evitando que la selección exclusiva para producción de leche ocasione que otras características de la vaca resulten influidas negativamente. Incluso, con el fin de evaluar el mérito económico total de los animales, distintos países combinan evaluaciones genéticas de características de producción, reproducción, funcionales, longevidad y conformación, en índices de selección (Shook, 2006).

En México, las características incluidas en evaluaciones genéticas de las razas lecheras nacionales (Cuadro 4), se enfocan principalmente en producción de leche y en menor grado en características de conformación. Las características de conformación están altamente relacionadas con la longevidad en ganado lechero (Caraviello *et al.*, 2003). Shook (2006) mencionó que la utilización de

características de conformación como criterio de selección, se efectúa con el fin de disminuir el desecho de vacas por causas distintas a la producción e incrementar la permanencia en el hato; lo que permite incrementar la producción de leche acumulada de por vida, al tener mayor proporción de vacas en edad madura y disminuir los costos de reemplazos.

Cuadro 4. Características incluidas en las evaluaciones genéticas para las razas bovinas lecheras en México.

Característica	Razas de bovinos lecheros		
	Holstein	Jersey	Suizo Americano
Producción de leche	Sí	Sí	Sí ²
<i>Componentes de leche</i>			
Grasa (% y kg)	Sí	Sí	-
Proteína (% y kg)	Sí	Sí	-
<i>Conformación</i>			
Puntos finales	Sí	Sí	-
Estatura	Sí	Sí	-
Profundidad del cuerpo	Sí	Sí	-
Anchura de pecho	Sí	-	-
Punta del anca	Sí	Sí	-
Anchura del anca	Sí	Sí	-
Ángulo de las pezuñas	Sí	Sí	-
Aplomos	Sí	-	-
Calidad de hueso	Sí	-	-
Vista posterior de patas posteriores	-	Sí	-
Profundidad de la ubre	Sí	Sí	-
Ligamento medio suspensorio	Sí	Sí	-
Inserción anterior de la ubre	Sí	Sí	-
Posición de tetas anteriores	Sí	Sí	-
Longitud de tetas anteriores	-	Sí	-
Altura de inserción posterior de ubre	Sí	Sí	-
Carácter lechero	Sí	-	-

Fuente: Ruiz *et al.*, 2008; Núñez *et al.*, 2008; Núñez *et al.*, 2005b.

²Ajustada a 210 días.

Flujo de material genético

Los ganaderos mexicanos tienen a su disposición diferentes fuentes de germoplasma de otros países con programas efectivos de mejoramiento genético, con el cual pueden mejorar genéticamente sus hatos a través de la

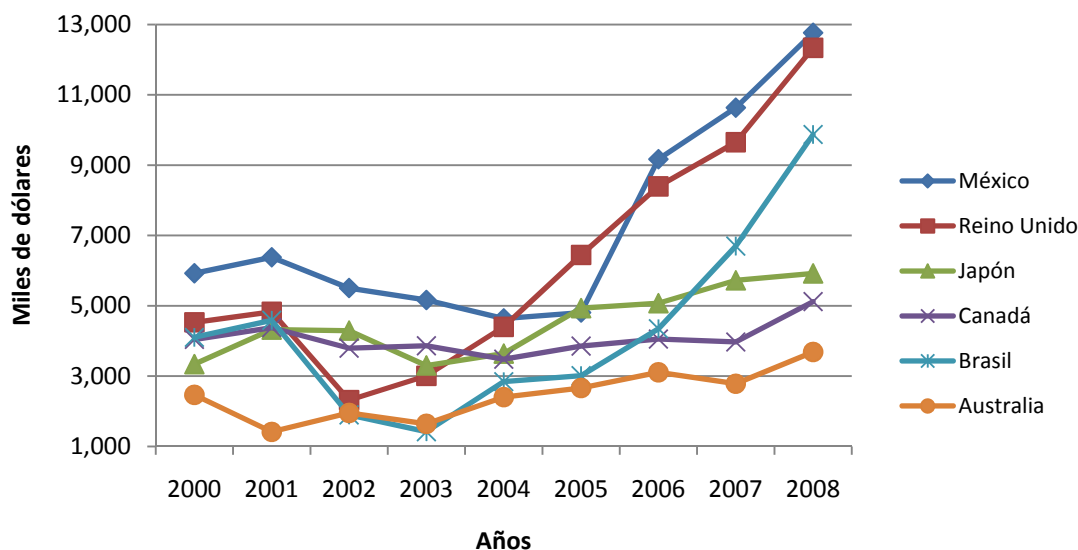
importación de material genético. La utilización de cada una de estas fuentes (semen, embriones, hembras de reemplazo y sementales) requiere de un cuidadoso uso de la información disponible, a efecto de lograr maximizar el progreso genético (Ruiz *et al.*, 2000).

Powell y Wiggans (1991) observaron que la mayor proporción de vacas Holstein mexicanas de registro son servidas por toros registrados en los EE. UU. (Cuadro 5). La mayor influencia de la genética estadounidense fue más evidente al considerar a los padres de los toros, ya que de los toros registrados como canadienses y mexicanos, 22% fueron originarios de los EE. UU. Además, México es el principal importador de semen de bovinos lecheros de los EE. UU. (Figura 1). Lo anterior, coincide con lo publicado por otros investigadores (Del Valle y Álvarez, 1997), al indicar que la producción de leche en México (del sistema especializado) está basada en la importación de semen, sementales y vaquillas de reemplazo, principalmente de Canadá y los EE. UU.

Cuadro 5. Porcentaje de vacas mexicanas servidas por toros de diferente nacionalidad.

Año de nac. de las vacas	Procedencia de los toros			Año de nac. de las vacas	Procedencia de los toros		
	EE. UU.	Canadá	México		EE. UU.	Canadá	México
1970	16	69	15	1980	62	15	23
1971	23	61	16	1981	63	16	23
1972	24	60	16	1982	61	18	22
1973	30	59	11	1983	55	22	24
1974	33	56	11	1984	50	14	35
1975	34	49	17	1985	50	19	32
1976	36	44	21	1986	52	17	31
1977	41	35	24	1987	46	17	38
1978	49	28	23				
1979	59	20	21				
Promedio	35	48	18	Promedio	55	17	28

Fuente: Powell y Wiggans, 1991.



Fuente: USDA-FAS, 2009b.

Figura 1. Valor de las importaciones de semen de los principales países importadores de semen de los EE. UU.

Uno de los problemas de la importación, es que no todo el material genético disponible es adecuado para las condiciones de producción en México, y el germoplasma identificado como superior en el país de origen no necesariamente será el mejor para el país importador (Ruiz *et al.*, 2000). Valencia *et al.* (1999) encontraron cambios importantes en la jerarquización de los sementales con evaluaciones genéticas en México y en los EE. UU., lo que indicó la existencia de interacción genotipo por ambiente. Cienfuegos-Rivas *et al.* (2006) identificaron diferentes asociaciones genéticas entre producción de leche y características de fertilidad para varios ambientes en México y los EE. UU.; estos autores mencionaron que estas inconsistencias pueden ser evidencia ya sea de interacción genotipo por ambiente o de diferencias en los sistemas de producción.

Adicionalmente, varios estudios con poblaciones lecheras mexicanas manifiestan interacción entre evaluaciones genéticas para producción de leche, es decir, los sementales tuvieron cambios en su jerarquización (Stanton *et al.*, 1991; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999). En Costa Rica, Vargas y Gamboa (2008)

reportaron para la población Jersey la presencia de interacción genotipo por ambiente (Costa Rica-EE. UU.).

La existencia de interacción genotipo por ambiente puede reducir los beneficios potenciales de importar germoplasma con mérito genético superior (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999), por lo que es mejor evaluar a los animales en las condiciones en que éstos se desarrollan. Además, las evaluaciones genéticas nacionales permiten evaluar el germoplasma nacional y compararlo objetivamente con el importado (Ruiz *et al.*, 2000). También se evita o disminuye la dependencia tecnológica y económica, y se pueden considerar objetivos de producción específicos. Así, las importaciones de calidad genética no probada localmente, no sólo favorecen la fuga de divisas y la dependencia, sino también inhiben el progreso genético nacional (Stanton *et al.*, 1991; Rosales y Tewolde, 1993; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999).

La dependencia de las importaciones ha sido documentada en algunos estudios. Espinosa (2001) realizó un estudio para identificar las variables económicas y de política que han tenido un impacto positivo en la productividad pecuaria de México, y encontró que las importaciones de pie de cría tuvieron un efecto positivo, aunque no importante ($p>0.05$) en la productividad total.

2.2.4 Aspectos técnicos y socioeconómicos

Diversos estudios reportan que aspectos técnicos y socioeconómicos son factores críticos dentro de la cadena productiva lechera, como son la asistencia técnica (Osorio-Arce *et al.*, 1999; Cuevas *et al.*, 2007), el financiamiento (Cuevas *et al.*, 2007), la organización (Cuevas *et al.*, 2007) y la integración (FIRA, 2001; Carranza-Trinidad *et al.*, 2007; Cuevas *et al.*, 2007).

Recursos humanos

Los estudios acerca de la asistencia técnica en los hatos comerciales reportan diferencias entre los sistemas de producción; mientras que en los sistemas intensivos hasta 80% de los productores contratan asistencia técnica formal, en

los sistemas familiares sólo 24% la realiza (FIRA, 2001). También Osorio-Arce *et al.* (1999) encontraron en Yucatán, que sólo 43% de los ranchos ganaderos (principalmente de doble propósito) reciben asistencia técnica, lo que limita el incremento de la eficiencia productiva del uso de los recursos. Por otra parte, en Hidalgo, Cuevas *et al.* (2007) encontraron que la asistencia técnica que reciben los productores está dirigida en su mayoría a aspectos curativos en los animales más que preventivos, indicando que este factor es crítico dentro de la cadena productiva.

Financiamiento

Las instituciones de crédito promueven el uso de insumos y las inversiones que hacen más eficiente el uso de esos insumos, por tanto es de esperarse que tengan un efecto importante en la productividad. En este aspecto, Espinosa (2001) estimó indicadores de productividad del subsector pecuario en México, encontrando que los créditos agropecuarios tuvieron un efecto positivo aunque no importante ($p < 0.10$) en el factor de productividad total de los sistemas pecuarios.

En lo referente a apoyos recibidos del gobierno (Federal o Estatal), Cuevas *et al.* (2007) detectaron en Hidalgo, que los productores de bajo nivel tecnológico no reciben apoyo, lo que pone en riesgo la eficacia y equidad de los recursos públicos que apoyan la producción de leche.

Comercialización

Los precios al productor de leche en el país, en términos reales presentan una tendencia a la disminución (Pérez y Rojo, 2003), por lo que los productores deben buscar disminuir costos, además de que en algún momento tendrán que participar en mayor grado en el valor final del producto, mediante alguna manera de integración en la red de valor. En las empresas integradas propiedad de los productores, es donde se obtienen los mejores precios, dependiendo de la participación accionaria y eficiencia de la industria. Así, FIRA (2001) indica que la integración de las empresas les permite resistir los escenarios más

desfavorables; por el contrario, las no integradas tienen cada vez más problemas para colocar su producto en el mercado.

La integración de las unidades de producción a la red de valor de la leche bovina es deficiente, sobre todo en los pequeños productores. En un estudio de rentabilidad de los sistemas de producción de leche (FIRA, 2001), se encontró que en el sistema intensivo 39% de las unidades de producción estuvieron integradas hacia la comercialización, en contraste, para los sistemas familiares fue 0%. Cuevas *et al.* (2007) encontraron que en Hidalgo no existe organización para la producción; la integración entre eslabones es mínima, sólo se da de los proveedores de insumos a los productores, en unidades de producción de mediana tecnología y más directamente con aquéllas de alta tecnología (integración vertical de la producción hasta la industria de transformación). En Aguascalientes, aunque la mayor parte de los pequeños productores (43.1%) estuvieron integrados en centros de acopio, los grandes productores presentaron un nivel de integración vertical mayor que los pequeños productores (Carranza-Trinidad *et al.*, 2007).

Para lograr equidad en la cadena productiva lechera se requiere favorecer mecanismos de integración entre pequeños productores de leche e industrias de transformación, que favorezca un mayor rendimiento en la industria de transformación y se obtenga un producto de mayor calidad (Cuevas *et al.*, 2007).

El precio que recibe el productor de leche en el país, conocido en las estadísticas nacionales como Precio Medio Rural, proviene de precios muy variables en un mismo momento, debido a la existencia de múltiples industrias y mercados de destino para comercializar el producto. El precio de la leche incluye varios atributos como son: contenido de grasa, contenido de proteína, premios por higiene, leche de invierno, volumen, temperatura (caliente o refrigerada), reducción de los costos de transporte, amortización de inversiones, etc. (FIRA, 2001).

Estudios en diversas regiones señalan la importancia de algunos atributos. En Jalisco, Lara-Covarrubias *et al.* (2003) mencionaron que los principales factores que causan un precio más bajo son: la falta de equipo de ordeño mecánico y de tanque de enfriamiento individual, lo que impide obtener premios por calidad; y deficiencias en el control de la dieta para obtener una producción más estable a lo largo del año y disminuir la estacionalidad de la producción. Asimismo, una buena dieta incrementa el precio por calidad de grasa, acidez y sólidos totales.

En el estado de Aguascalientes, Carranza-Trinidad *et al.* (2007) indicaron que las condiciones para la comercialización de leche y el precio promedio pagado a los productores, estuvieron en función del proceso de enfriamiento posterior a la ordeña, el tipo de comprador y sus reglas. De las unidades de producción del estrato de pequeños productores, 38% comercializaron la leche caliente; por el contrario, los medianos y grandes productores únicamente vendieron su producto frío y con los estándares de calidad más altos (acidez, composición y contaminación bacteriana). Además, más de 25% de los productores pequeños vendieron su producción a las plantas transformadoras, en contraste con 90% de las unidades medianas y 100% en las empresas grandes, lo que reflejó en estas últimas su alto nivel de integración o coordinación. Los autores concluyeron que como consecuencia, las empresas con mayor eficiencia y condición de enfriamiento de la leche obtuvieron un mayor pago por litro de leche (9.3%).

Algunos trabajos reportan el tipo de comprador del producto. En el estado de Yucatán, 32% de las empresas comercializaron una cierta cantidad de leche directamente a domicilio, ya que recibieron un mejor precio por ella (Osorio-Arce *et al.*, 1999). Por su parte, en Hidalgo 41% de la producción de leche fue destinada a la industria pasteurizadora, 56.3% a la industria de transformación de queso y 2.7% se vendió como leche bronca (Cuevas *et al.*, 2007).

2.3 Mejoramiento genético del hato lechero en México

2.3.1 Estructuras de mejoramiento genético

La estructura del mejoramiento genético de una raza o población puede reconocerse como de forma piramidal, donde la población está dividida en estratos, los cuales cumplen funciones específicas, controlando la manera en que el mejoramiento genético se difunde en la raza. En esta forma de organización, la diseminación del progreso genético es del estrato llamado núcleo, el cual está integrado por los criadores de raza pura que se dedican a la venta de germoplasma (animales, semen o embriones) al sector multiplicador, y éste le provee al grupo comercial (Bourdon, 1997).

Para el caso de la ganadería lechera, con el incremento en el uso de la inseminación artificial, la estructura piramidal de tres estratos cambia a una de dos estratos (núcleo y comercial), con lo que se acelera la diseminación del progreso genético. Así, el mejoramiento genético en una raza depende del germoplasma que proporcionen los criadores, por lo que los productores de pie de cría tienen una gran responsabilidad, pues son ellos los guardianes del “pool” genético que controla el progreso o el retraso que puede lograrse dentro de cada raza (Ochoa, 1997).

El hato lechero nacional (especializado) está conformado principalmente por las razas Holstein, Suizo Americano y Jersey, las cuales cuentan con sus respectivas asociaciones de registro: Asociación Holstein de México (AHM), Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Suizo de Registro (AMCGSR) y Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro (AMCGJR). Los principales servicios que otorgan son: registro de identificación genealógica, control de producción, calificación de conformación de ganado, evaluaciones genéticas, difusión y promoción de ganado, entre otros.

Las responsabilidades de las asociaciones de registro fueron plasmadas en el Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos Técnicos-Genealógicos

necesarios para el control del Sistema de Registro y Certificación Genealógica, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de septiembre de 1994. En éste, la Secretaría de Agricultura reconoce a las Asociaciones Nacionales de Criadores de Ganado de Registro, como organismos de colaboración en el manejo del registro genealógico y la expedición de certificados genealógicos, con la obligación de promover el mejoramiento genético de la especie y raza que exploten, además de contar con los programas necesarios para tal fin (control de producción, pruebas de comportamiento, etc.).

Por lo anterior, uno de los principales objetivos de las asociaciones de ganado de registro es promover el mejoramiento genético de su población y una de las acciones para cumplir con este objetivo es la realización de las evaluaciones genéticas. Las primeras evaluaciones genéticas en bovinos lecheros en México fueron en la raza Holstein. Éstas iniciaron en 1976 en el “Animal Improvement Programs Laboratory”, a través de un convenio de colaboración entre el Departamento de Agricultura de los EE. UU. y la AHM. Posteriormente, al existir infraestructura y recursos, y tras iniciar trabajos de investigación con el Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal del INIFAP, en 1999 se hizo la primera evaluación genética nacional en México (Ruiz *et al.*, 2000). Actualmente las razas lecheras más importantes (Holstein, Jersey y Suizo Americano), cuentan con evaluaciones genéticas nacionales periódicas. En el Cuadro 6 se muestran las características de estas evaluaciones, realizadas con el modelo animal y la metodología del Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP, por sus siglas en inglés).

En el marco de la primera evaluación mundial de la biodiversidad ganadera, México presentó el Informe sobre la Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP), en el que se evaluó el estado de utilización de los recursos pecuarios. En este informe, se indicó que México posee una gran diversidad genética en los animales domésticos y dentro de cada especie cuenta con diferentes razas adaptadas a una gran diversidad de regiones ecológicas ganaderas del país. Sin embargo, la mayoría de estas razas aún no están

caracterizadas completamente, por lo que se carece de datos confiables para el conocimiento de la situación actual de estas poblaciones animales. Los RGP bovinos de México comprenden un total de 45 razas: 26 europeas, siete cebuinas y 12 sintéticas (SAGARPA, 2002).

Cuadro 6. Características de las evaluaciones genéticas nacionales en las principales razas lecheras en México.

Raza	Inicio	Institución colaboradora ^z	Años o frecuencia	Características evaluadas
Holstein	1976	INIFAP	Anual	Producción y componentes de leche, y conformación
Suizo Americano	2004	UACH	2004 y 2005	Producción de leche
Jersey	2004	UACH	2004, 2005 y 2008	Producción y componentes de leche, y conformación

Fuente: Publicaciones de las evaluaciones genéticas (Ruiz *et al.*, 2008; Núñez *et al.*, 2004a; Núñez *et al.*, 2005a; Núñez *et al.*, 2004b; Núñez *et al.*, 2005b; Núñez *et al.*, 2008).

^zINIFAP = Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; UACH = Universidad Autónoma Chapingo.

En relación con los sistemas de mejoramiento genético usados en los bovinos, en el informe presentado a la FAO en 2002, se mencionó que 36% de las razas habían participado en pruebas de comportamiento y sólo cuatro (Holstein, Simmental, Tropicarne y Angus) habían realizado evaluaciones genéticas nacionales con la metodología del Mejor Predictor Lineal Insesgado. Además, en un 53% de las razas es utilizada de manera sistemática la inseminación artificial, generalmente mediante toros con evaluaciones genéticas; asimismo se estimó que 18% utilizaban, aunque de manera limitada, la transferencia de embriones. El informe concluyó que en 40% de las razas era practicada alguna forma de mejoramiento genético y en muy pocas razas se tenían objetivos de selección definidos apropiadamente, así como programas de mejoramiento definidos e implementados (SAGARPA, 2002).

Respecto a las principales razas lecheras (Cuadro 7), el informe mostró la limitada caracterización de las razas lecheras en México, al contar sólo con estudios básicos descriptivos y bases de datos de registros genealógicos y

productivos. También ilustró el poco uso de herramientas de mejoramiento, al carecer de programas genéticos diseñados e implementados.

Lo anterior, también se refleja en los pocos estudios sobre mejoramiento genético publicados con hatos bovinos lecheros de registro; éstos se han realizado principalmente en la raza Holstein, acerca de temas básicos como: tendencias genéticas (Powell y Wiggans, 1991; Rosales y Tewolde, 1993), estimaciones de componentes de varianza y parámetros genéticos (Stanton *et al.*, 1991; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999), valores genéticos (Valencia *et al.*, 1999) y evaluación del impacto de toros estadounidenses en el comportamiento de sus hijas mexicanas (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2006).

Para que el desarrollo de las evaluaciones genéticas nacionales sea más eficiente y mejore la genética del hato bovino nacional, es conveniente la participación conjunta de diferentes entidades oficiales y privadas, y de productores e instituciones de educación e investigación relacionadas con la industria lechera bovina (Valencia *et al.*, 1999).

En 1999 México estableció el Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios (CONARGEN), asociación civil integrada por Asociaciones de Criadores de Ganado de Registro, Instituciones de Educación Superior, Investigación y Servicio, y el Gobierno Federal (SAGARPA, 2002). El CONARGEN tiene los propósitos de coordinar y supervisar la implementación del Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, el cual tiene el objetivo de conjuntar esfuerzos entre distintos actores para la conservación y desarrollo de los recursos genéticos pecuarios nacionales (Lastra *et al.*, 2001).

Actualmente se hacen esfuerzos para establecer una base central de información productiva y reproductiva, en un Banco Central de Información Lechera (BCIL), con el propósito de centralizar la información productiva y reproductiva de establos lecheros, establecer análisis dentro y entre zonas de

producción para el mejoramiento genético e incrementar la eficiencia de los establos lecheros (El Siglo de Torreón, 2008).

Cuadro 7. Evaluación del estado de utilización de las principales razas lecheras en México.

Concepto	Razas de bovinos lecheros		
	Holstein	Jersey	Suizo Americano
Grado de utilización	Muy usada	Moderadamente usada	Muy usada
Tendencia en tamaño de la población	Estable	Ascendente	Ascendente
<i>Grado de caracterización</i>			
Estudios básicos descriptivos	Sí	Sí	Sí
Distancias genéticas	No	No	No
Evaluación de razas y cruzas	Sí	No	Sí
Bases de datos de registros genealógicos	Sí	Sí	Sí
Bases de datos de registros productivos	Sí	Sí	Sí
Evaluación genética con modelo animal	Sí	No	No
Evaluación molecular	No	No	No
<i>Grado de uso</i>			
Selección de reproductores	Mucho	Regular	Regular
Cruzamientos	Poco	Poco	Regular
Inseminación artificial	Mucho	Regular	Mucho
Transferencia de embriones	Regular	Poco	Poco
Objetivos de mejoramiento definidos	Poco	Poco	Nunca
Programas de mejoramiento genético diseñados	Poco	Nunca	Nunca
Programas de mejoramiento genético implementados	Nunca	Nunca	Nunca

Fuente: SAGARPA, 2002.

2.3.2 Apoyos gubernamentales para el mejoramiento genético

El Gobierno Federal ha implementado diversos programas para el mejoramiento genético animal en México. En la década de los 80 se implementó el Programa de Canje de Sementales, en el cual los ganaderos comerciales podían adquirir sementales de distintas especies a 50% de su valor. En esta época se implementaron también los Programas Nacionales de Repoblación de Ganado ovino, caprino y bovino, mediante el esquema de aparcería (SAGARPA, 2002).

A partir de 1996 se establecieron los programas Mejoramiento Genético y Ganado Mejor y Apícola, que promueven el mejoramiento genético a través de los Programas de Fomento Ganadero de la Alianza para el Campo. El Programa de Mejoramiento Genético tenía el objetivo de incrementar los inventarios ganaderos y el volumen de producción pecuaria, mediante la adquisición de animales importados de buena calidad genética de distintas especies pecuarias. Por su parte, el Programa de Ganado Mejor buscó incrementar la producción de carne, leche y lana por unidad animal, mediante la incorporación de sementales y vientres nacionales de alta calidad genética a los hatos ganaderos (Lastra *et al.*, 2001; SAGARPA, 2002).

El apoyo económico para la compra-venta de sementales permitió a los pequeños productores adquirir sementales de registro; posteriormente consintió el pago de sobreprecio al criador que tuviera registros productivos (Lastra *et al.*, 2001), propiciando la obtención de información productiva del animal y permitiendo que un mayor número de criadores tuvieran datos productivos y genealógicos debidamente inscritos en su libro de hato, lo que ha fortalecido las bases de datos de las Asociaciones de Criadores de Animales de Registro.

2.4 Caracterización genética de la raza Jersey

La raza Jersey es originaria de la isla del mismo nombre, situada en el canal de la Mancha, entre Inglaterra y Francia. La raza tiene gran popularidad entre los criadores de ganado bovino, ubicándola entre las tres principales razas lecheras del mundo. Por su peso, es la más ligera de las razas lecheras y se adapta a una gran variedad de climas, desde los templados y fríos hasta los tropicales. Su leche es la de mayor contenido de grasa y sólidos totales entre las razas bovinas, ya que en promedio contiene 3.7% de proteína, 4.7% de grasa, 9.7% de sólidos no grasos y 14.1% de sólidos totales, lo cual se traduce en un alto rendimiento de la leche para la fabricación de productos lácteos, como los quesos (Gasque y Blanco, 2001).

La distribución e importancia a nivel mundial de la raza Jersey se refleja en las evaluaciones genéticas para diferentes características que se realizan en varios países (Cuadro 8); así como en diversos estudios en mejoramiento genético que se mencionan en los siguientes apartados de esta tesis.

Cuadro 8. Evaluaciones genéticas para diferentes grupos de características en la raza Jersey.

País	Producción	Confor- mación	Salud	Longe- vidad	Facilidad de parto	Fertilidad	Facilidad de ordeño
Australia	Sí	-	Sí	Sí	Sí	-	-
Canadá	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dinamarca	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Finlandia	-	Sí	-	-	-	Sí	-
Alemania	Sí	-	Sí	Sí	Sí	Sí	-
Italia	Sí	Sí	-	-	-	-	-
Nueva Zelanda	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	-
Sudáfrica	Sí	Sí	Sí	-	-	-	-
Suecia	-	Sí	-	-	-	Sí	-
Reino Unido	Sí	Sí	Sí	Sí	-	-	-
EE. UU.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	-

Fuente: INTERBULL, 2009.

2.4.1 Parámetros genéticos

El mejoramiento genético animal requiere evaluar la variabilidad genética entre los animales para las características de importancia económica, lo cual es realizado mediante la predicción de los valores genéticos de los animales. Para ello, es necesario estimar los parámetros genéticos, los cuales a su vez son calculados a partir de los componentes de varianza. Los estimadores también son útiles para predecir las respuestas a la selección (directa o correlacionada) y en la elaboración de índices de selección (Norman *et al.*, 1978).

Los parámetros genéticos son estimados en función de varianzas y covarianzas, las cuales normalmente varían en el tiempo y en espacio, y son únicas para la característica y la población en estudio (Falconer y Mackay, 1996; Bourdon, 1997). Gengler *et al.* (1997) señalaron que los parámetros genéticos, particularmente las correlaciones, deben ser estimadas para todas

las razas y países, para evitar sesgos en las evaluaciones genéticas como resultado de componentes de varianza impropios.

Heredabilidad

El índice de herencia o heredabilidad (h^2) puede definirse como la proporción de la superioridad de los padres seleccionados respecto a la población, que se espera sea transmitida a su progenie. Expresa la proporción de la varianza fenotípica atribuible a los efectos aditivos de los genes (varianza genética aditiva; Falconer y Mackay, 1996).

Además de ser útil para predecir los valores genéticos de los animales y la respuesta a la selección, también es utilizada para decidir las estrategias de mejoramiento genético más adecuadas para determinada característica, ya que si su magnitud es baja, la selección de los futuros reproductores causará cambios muy pequeños en el comportamiento productivo de la progenie (Bourdon, 1997).

Diversos estudios han estimado la heredabilidad para características productivas, reproductivas (Cuadro 9) y de conformación (Apéndice 1), en poblaciones Jersey de diversos países. La mayoría de los trabajos han utilizado la metodología de máxima verosimilitud restringida (REML) para estimar los componentes de varianzas y covarianzas de los efectos aleatorios.

Las estimaciones de heredabilidad en la raza Jersey para producción de leche en los diversos países promedian 0.3 y presentan una moda de 0.26 con rango de 0.21 a 0.48, estas últimas estimaciones extremas han sido reportadas en Costa Rica. Los estimadores obtenidos en México por Núñez *et al.* (2004a) y Núñez *et al.* (2005a) de 0.23 son menores al promedio. En este sentido, Vargas y Gamboa (2008) indicaron que los bajos valores obtenidos en Costa Rica se debieron posiblemente a la menor proporción de la varianza genética aditiva en esas condiciones, considerando que probablemente hay mayor heterogeneidad

entre sistemas de manejo y condiciones climáticas, además de diferencias en los modelos estadísticos y en las correcciones previas utilizadas.

Cuadro 9. Estimadores de heredabilidad (h^2) para varias características en poblaciones Jersey.

Característica	h^2	Registros ^z	País	Autor
Producción de leche	0.21	NR	Costa Rica	Vargas y Gamboa, 2008
	0.44	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.23	4,856	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.23	3,116	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.30	991,525	EE. UU.	Bormann <i>et al.</i> , 2002
	0.48	NR	Costa Rica	Gómez y Tewolde, 1999
	0.29	72,654	Sudáfrica	Do Toit <i>et al.</i> , 1998
	0.28	32,003	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.26	3,803	Costa Rica	Vargas y Solano, 1995
	0.33	2,143	EE. UU.	Campos <i>et al.</i> , 1994
	0.26	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992
	0.33	NR	Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1992
	0.35	NR	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984
	0.26	11,120	EE. UU.	Sharma <i>et al.</i> , 1983
Producción de grasa	0.39	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.15	991,525	EE. UU.	Bormann <i>et al.</i> , 2002
	0.28	72,654	Sudáfrica	Do Toit <i>et al.</i> , 1998
	0.26	32,003	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.39	2,115	EE. UU.	Campos <i>et al.</i> , 1994
	0.26	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992
	0.33	NR	Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1992
	0.25	NR	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984
	0.27	11,120	EE. UU.	Sharma <i>et al.</i> , 1983
Producción de proteína	0.41	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.23	991,525	EE. UU.	Bormann <i>et al.</i> , 2002
	0.28	72,654	Sudáfrica	Do Toit <i>et al.</i> , 1998
	0.26	32,003	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.43	2,017	EE. UU.	Campos <i>et al.</i> , 1994
	0.24	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992
	0.26	11,120	EE. UU.	Sharma <i>et al.</i> , 1983
Porcentaje de grasa	0.50	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.53	72,654	Sudáfrica	Do Toit <i>et al.</i> , 1998
	0.53	2,115	EE. UU.	Campos <i>et al.</i> , 1994
	0.42	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992

Cuadro 9. Continuación...

Característica	h^2	Registros ^z	País	Autor
Porcentaje de grasa	0.50	NR	Canadá	Miglior et al., 1992
	0.53	11,120	EE. UU.	Sharma et al., 1983
Porcentaje de proteína	0.50	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.56	72,654	Sudáfrica	Do Toit et al., 1998
	0.66	2,017	EE. UU.	Campos et al., 1994
	0.44	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992
	0.50	11,120	EE. UU.	Sharma et al., 1983
Intervalo entre partos	0.02	1,131	EE. UU.	Campos et al., 1994
	0.01	NR	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984
Días abiertos	0.03	2,143	EE. UU.	Campos et al., 1994

^zNR = número de registros no reportado.

Para las características de producción de grasa y proteína, los estimadores de heredabilidad son muy similares a las de producción de leche (Ahlborn y Dempfle, 1992; Visscher y Goddard, 1995; Do Toit *et al.*, 1998), al igual que entre ellas (Visscher y Goddard, 1995; Do Toit *et al.*, 1998; CDN, 2007). Los promedios de los diversos estudios fueron 0.29 y 0.30 con rangos de 0.15 a 0.39 y 0.23 a 0.43 para producción de leche y grasa, y una moda de 0.26 para ambas.

La heredabilidad de las características de porcentaje de grasa y proteína en los diversos estudios en poblaciones Jersey son mayores que las características de producción de leche y sus constituyentes (Campos *et al.*, 1994; Do Toit *et al.*, 1998; CDN, 2007). Los promedios para porcentajes de grasa y proteína fueron de 0.50 y 0.53, con rangos de 0.42 a 0.53 y 0.44 a 0.66, observándose mayor heredabilidad para proteína (Ahlborn y Dempfle, 1992; Campos *et al.*, 1994; Do Toit *et al.*, 1998).

Los estudios realizados para estimar los parámetros genéticos de las características de conformación en la raza Jersey son muy diversos y variables. Las variaciones se presentan desde la localización de las poblaciones y el número de registros hasta los modelos utilizados. Las heredabilidades estimadas en los diferentes estudios son presentadas en el Apéndice 1; en

general han sido moderadas (promedio de 0.21) con rangos de 0.04 a 0.48 (Cuadro 10); menores que las características de producción de leche y constituyentes, y porcentajes de constituyentes, pero con las que es posible realizar un mejoramiento por selección (Van Niekerk *et al.*, 2000).

Cuadro 10. Descripción de las heredabilidades para características de conformación en la raza Jersey de diferentes estudios.

Característica	n	h^2 promedio	h^2 mínima	h^2 máxima
Puntos finales	10	0.22	0.12	0.37
Estatura	12	0.37	0.23	0.46
Altura a la cruz	4	0.30	0.20	0.42
Anchura de pecho	3	0.16	0.08	0.22
Profundidad corporal	7	0.23	0.17	0.32
Fortaleza	5	0.24	0.21	0.26
Punta del anca	12	0.24	0.14	0.31
Anchura del anca	11	0.18	0.09	0.22
Ángulo de la pezuña	11	0.11	0.06	0.15
Vista lateral de patas posteriores	7	0.10	0.05	0.14
Aplomos	5	0.10	0.07	0.19
Vista posterior de patas posteriores	3	0.08	0.04	0.13
Profundidad de la ubre	11	0.26	0.13	0.41
Ligamiento medio suspensorio	14	0.17	0.09	0.36
Inserción anterior de la ubre	11	0.20	0.07	0.27
Posición de tetas	5	0.19	0.14	0.23
Posición de tetas anteriores	8	0.21	0.11	0.31
Longitud de tetas	8	0.27	0.19	0.35
Altura de inserción posterior de ubre	13	0.20	0.07	0.28
Anchura posterior de la ubre	8	0.22	0.14	0.29
Posición de tetas posteriores	3	0.23	0.12	0.29
Carácter lechero	9	0.24	0.13	0.48
General	180	0.21	0.04	0.48

Fuente: con información del Apéndice 1.

De las diferentes características utilizadas para apreciar la conformación en bovinos lecheros, las de menor heredabilidad son: vista posterior de patas posteriores (Núñez *et al.*, 2005a), vista lateral de patas posteriores (Gengler *et al.*, 1997; Van Niekerk *et al.*, 2000; Wiggans *et al.*, 2004), aplomos (Cue *et al.*, 1996; Theron y Mostert, 2004) y ángulo de la pezuña (Gengler *et al.*, 1997; Van Niekerk *et al.*, 2000; Biscarini *et al.*, 2003), promediando de los diferentes

trabajos 0.08, 0.10, 0.10, y 0.11, respectivamente (Cuadro 10). Van Niekerk *et al.* (2000) recomiendan excluirlas de los programas de mejoramiento, debido a su baja heredabilidad.

Por otra parte, las características de mayor heredabilidad son: estatura (Van Niekerk *et al.*, 2000; Wiggans *et al.*, 2004; Núñez *et al.*, 2005a), altura a la cruz (Van Niekerk *et al.*, 2000; Theron y Mostert, 2004), longitud de tetas (Gengler *et al.*, 1997; Theron y Mostert, 2004; Núñez *et al.*, 2005a) y profundidad de la ubre (Gengler *et al.*, 1999; Biscarini *et al.*, 2003; Wiggans *et al.*, 2004), promediando de los diferentes trabajos 0.39, 0.30, 0.27 y 0.26, respectivamente (Cuadro 10).

Los estudios con los menores valores de heredabilidad para las características de conformación son las realizadas en México (Núñez *et al.*, 2004; Núñez *et al.*, 2005a) y Sudáfrica (Theron y Mostert, 2004). En Italia, Biscarini *et al.* (2003) también encontraron heredabilidades menores para las características de conformación, respecto a otros estudios, y explicaron que pudo deberse al tamaño pequeño de la población y a la gran cantidad de información faltante en el pedigrí. Sobre el número de registros utilizados, los anteriores estudios presentan menos de 8,000 en comparación a los reportados en países como Canadá, los EE. UU. y Nueva Zelanda.

La estimación de parámetros genéticos en la raza Jersey también se ha realizado en menor grado para otras características, como reproductivas (Hudson y Van Vleck, 1984; Campos *et al.*, 1994; Cassell *et al.*, 2003), de supervivencia en los hatos (Visscher y Goddard, 1995; Cue *et al.*, 1996; Sewalem *et al.*, 2006) y de facilidad de ordeño (velocidad de ordeño, temperamento y satisfacción del productor; Visscher y Goddard, 1995).

Correlaciones genéticas

La correlación (r_{xy}) es una medida usada para describir el grado de asociación entre dos características (Bourdon, 1997). La correlación genética, concebida como la correlación entre los valores genéticos de dos características en un

animal, indica la extensión en que las características son influidas por genes comunes que regulan los procesos fisiológicos (Roman y Wilcox, 2000).

Existe un gran interés en la estimación de las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales para el diseño de estrategias eficientes de selección y para predecir los posibles cambios correlacionados en las características, cuando se ha hecho selección para otra característica (Roman y Wilcox, 2000) y decidir sobre selección directa o indirecta, o para definir criterios de selección considerando dos o más características (Bourdon, 1997).

Diversos autores han estudiado en la raza Jersey las correlaciones entre características de producción con porcentajes de constituyentes, conformación, reproducción, supervivencia, habilidad y salud (Blanchard *et al.*, 1983; Sharma *et al.*, 1983; Campos *et al.*, 1994; Visscher y Goddard 1995; Roman y Wilcox, 2000; Van Niekerk *et al.*, 2000); y entre las diversas características de conformación (Norman *et al.*, 1978; Norman *et al.*, 1983; Gengler *et al.*, 1997; Gengler *et al.*, 1999; Biscarini *et al.*, 2003; Wiggans *et al.*, 2004).

Las correlaciones genéticas en la raza Jersey, estimadas entre las características productivas (producción de leche, producción de grasa y proteína) de cinco trabajos (Sharma *et al.*, 1983; Ahlborn y Dempfle, 1992; Campos *et al.*, 1994; Visscher y Goddard, 1995; Roman y Wilcox, 2000) han sido altas y positivas, reportándose estimadores de 0.60 a 0.96, con promedios de 0.74, 0.89 y 0.86 entre leche y grasa, leche y proteína, y grasa y proteína. Las correlaciones entre los porcentajes de constituyentes de leche (grasa y proteína) también son altas y positivas, con rango de 0.65 a 0.67 y promedio de 0.65 (Sharma *et al.*, 1983; Ahlborn y Dempfle, 1992; Roman y Wilcox, 2000).

Las correlaciones genéticas estimadas entre producción de leche y porcentajes de constituyentes son negativas, con rango de -0.56 a -0.20, y promedios de -0.30 y -0.47 para grasa y proteína, respectivamente (Sharma *et al.*, 1983; Ahlborn y Dempfle, 1992; Campos *et al.*, 1994; Roman y Wilcox, 2000).

Además, estos autores estimaron correlaciones entre producción y porcentaje de constituyentes de leche cercanas a cero (0.02, -0.03 y -0.01, para producción de proteína con porcentaje de grasa, y porcentaje de proteína con producciones de grasa y proteína), con excepción de la asociación entre producción y porcentaje de grasa, las cuales estuvieron entre 0.31 y 0.58, y promediaron 0.43.

Los estudios anteriores sugieren que la selección para producción de leche puede resultar en incrementos en la producción de constituyentes, pero con una ligera reducción en el porcentaje de los mismos (Sharma *et al.*, 1983; Roman y Wilcox, 2000). Por tanto, la asociación genética entre estas características puede implicar la necesidad de incluir las características de porcentajes de constituyentes en los programas de selección para producción, situación que reduciría la intensidad de selección para producción de leche (Roman y Wilcox, 2000).

En los diferentes estudios, las correlaciones genéticas entre las características de conformación (en general) muestran grandes correlaciones, sobre todo puntos finales con las otras características (Norman *et al.*, 1978; Visscher y Goddard, 1995). En los EE. UU., Norman *et al.* (1978) encontraron que puntos finales fue altamente correlacionado con las principales categorías: apariencia general (0.79), carácter lechero (0.56), capacidad corporal (0.58), y sistema mamario (0.84), y con las otras subcaracterísticas registró correlaciones de 0.51 a 0.81; lo que indicó que la selección por puntos finales puede mejorar prácticamente todas las características de conformación. Por otra parte, las características relacionadas con patas (vista lateral de patas posteriores y aplomos) son para las que se han obtenido los mayores estimadores de correlaciones negativas con las demás características de conformación (Visscher y Goddard, 1995; Van Niekerk *et al.*, 2000; Biscarini *et al.*, 2003).

Específicamente, entre las características de conformación las de mayor correlación positiva (de los diferentes estudios) son entre profundidad corporal y

fortaleza (Gengler *et al.*, 1997; Gengler *et al.*, 1999), altura de inserción posterior de ubre y anchura posterior de la ubre (Gengler *et al.*, 1999; Van Niekerk *et al.*, 2000; Wiggans *et al.*, 2004) y entre estatura y fortaleza (Gengler *et al.*, 1999; Wiggans *et al.*, 2004), con promedio de 0.88, 0.84 y 0.75, respectivamente; y las correlaciones mayores negativas fueron entre ángulo de la pezuña y vista lateral de patas posteriores (Norman *et al.*, 1983; Gengler *et al.*, 1999; Van Niekerk *et al.*, 2000), y entre aplomos con ligamiento medio suspensorio y con posición de tetas anteriores (Visscher y Goddard, 1995; Cue *et al.*, 1996), con promedios de -0.59, -0.46 y -0.35, respectivamente.

Los estimadores de correlación entre las características de producción y conformación en general son positivas (Blanchard *et al.*, 1983; Van Niekerk *et al.*, 2000) y grandes (Visscher y Goddard, 1995). Concretamente, Blanchard *et al.* (1983) apunta que el carácter lechero es el mejor indicador para producción ($r \approx 0.47$), lo que concuerda también con los resultados de Visscher y Goddard (1995) y Van Niekerk *et al.* (2000), quienes estimaron correlaciones de alrededor de 0.80 con las características de producción. Otras características con comportamiento similar son la altura de inserción posterior de ubre y anchura posterior de la ubre (Visscher y Goddard, 1995; Van Niekerk *et al.*, 2000), por lo que la selección para características productivas (producción de leche, grasa y proteína) puede mejorar varias características de conformación (principalmente el carácter lechero, altura de inserción posterior de ubre y anchura posterior de la ubre) y viceversa.

Otras correlaciones genéticas estudiadas en la raza Jersey son entre características productivas y reproductivas, las cuales han sido bajas y generalmente negativas (Campos *et al.*, 1994; Roman y Wilcox, 2000). Las características de producción y supervivencia están relacionadas positivamente, Blanchard *et al.* (1983) indicaron que la supervivencia a los 48 meses de edad tuvo las mayores correlaciones con características de producción; por su parte Visscher y Goddard (1995) estimaron correlaciones entre la supervivencia a la segunda lactancia y características de producción mayores de 0.85.

Las correlaciones entre características productivas y conteo de células somáticas estimadas por Roman y Wilcox (2000) fueron negativas (promedio de -0.58), por lo que sugieren que la selección para producción de leche puede resultar en una reducción en el conteo de células somáticas.

Blanchard *et al.* (1983) indican que las características de supervivencia y conformación están relacionadas positivamente, señalando que de todas las características de apariencia física registradas en la raza Jersey, el carácter lechero es el mejor indicador para supervivencia ($r \approx 0.27$). Por otra parte, Visscher y Goddard (1995) encontraron correlaciones entre características de conformación y de supervivencia bajas, aunque con errores estándar grandes. Estos autores mencionaron también que las correlaciones entre supervivencia y algunas características de conformación pueden ser grandes en hatos de registro, ya que los criadores de esos hatos desechan vacas basados en malas calificaciones de conformación.

2.4.2 Tendencias genéticas

Una forma de evaluar el éxito de los programas de mejoramiento genético, es mediante el monitoreo periódico del progreso genético obtenido en las poblaciones, con la estimación de las tendencias genéticas. Las cuales son derivadas de las comparaciones anuales de los niveles genéticos promedio de la población de animales nacidos en cada año (Nizamani y Berger, 1996; Vargas y Gamboa, 2008).

En varios trabajos se han reportado las tendencias genéticas para diversas características en poblaciones Jersey. En mayor medida, se han obtenido las tendencias genéticas para características productivas, en los cuales se han reportado estimaciones del cambio genético anual (Cuadro 11); aunque también se han estudiado las tendencias genéticas para características como porcentajes de constituyentes de la leche (Nizamani y Berger, 1996), de

supervivencia (Blanchard *et al.*, 1983) y de conformación (Gengler *et al.*, 1999; Theron y Mostert, 2004).

En los estudios en Costa Rica han observado que la producción de leche en la raza Jersey se ha incrementado debido mayormente a factores ambientales y una menor parte por factores genéticos (Vargas y Solano, 1995; Vargas y Gamboa, 2008); además encontraron tendencias genéticas mucho menores que las reportadas en otras poblaciones (Canadá y los EE. UU.), indicando que es posible que las diferencias se deban a la inclusión de animales provenientes de una mayor variedad de zonas y sistemas de manejo dentro del país, y parcialmente a los modelos estadísticos y a las correcciones previas utilizadas (Vargas y Gamboa, 2008).

Cuadro 11. Cambio genético anual (ΔG) para producciones (kg) de leche, grasa y proteína, en poblaciones Jersey.

Característica	ΔG , kg/año	Periodo	País	Autor
Producción de leche	54.54 ^z	2000-2007	EE. UU.	AIPL, 2009
	77.02	1960-1987	EE. UU.	Nizamani y Berger, 1996
	44.80 ^z	1969-1977	EE. UU.	Blanchard <i>et al.</i> , 1983
	42.00	2000-2005	Canadá	CDN, 2009
	7.95	1985-2007	Costa Rica	Vargas y Gamboa, 2008
	12.10	1979-1992	Costa Rica	Vargas y Solano, 1995
Producción de grasa	3.08 ^z	2000-2007	EE. UU.	AIPL, 2009
	2.96	1960-1987	EE. UU.	Nizamani y Berger, 1996
	1.60 ^z	1969-1977	EE. UU.	Blanchard <i>et al.</i> , 1983
	2.20	2000-2005	Canadá	CDN, 2009
Producción de proteína	2.04 ^z	2000-2007	EE. UU.	AIPL, 2009
	2.50	1960-1987	EE. UU.	Nizamani y Berger, 1996
	1.70	2000-2005	Canadá	CDN, 2009

^zEstimados con la información del autor.

En relación con las características de conformación, Gengler *et al.* (1999) estimaron las tendencias genéticas de 1979 a 1995 en tres razas lecheras de los EE. UU. En la raza Jersey encontraron para puntos finales una tendencia positiva, para el ángulo del anca no se observó una tendencia clara, y para profundidad de la ubre la tendencia fue positiva utilizando un modelo de

semental y negativa con un modelo animal. En Sudáfrica, no encontraron un patrón definido en la mayoría de las características de conformación, por lo que sugirieron poca o nula selección para estas características, excepto para aquéllas altamente correlacionadas con características de producción como anchura posterior de la ubre, altura de inserción posterior de ubre y forma lechera; indicando que los productores se concentran en mejorar características de producción, más que de conformación (Theron y Mostert, 2004).

2.4.3 Consanguinidad

Al aparear individuos con alguna relación de parentesco se presenta la consanguinidad; una de las consecuencias de ésta es la depresión endogámica, que es la reducción del valor medio fenotípico (Falconer y Mackay, 1996). Esta depresión se observa particularmente para las características reproductivas y de aptitud, que incluyen supervivencia, salud y vigor (Miglior *et al.*, 1992; Cassell *et al.*, 2003).

La consanguinidad también se asocia con mayor probabilidad de expresión de genes recesivos letales, además del incremento en homocigosis y redistribución de la varianza genética (Hansen *et al.*, 2003). Así, los aumentos en consanguinidad reducen también el potencial de ganancia genética al reducir la varianza genética de las poblaciones (Falconer y Mackay, 1996).

De las principales preocupaciones de muchos criadores es la estrecha base genética en las poblaciones de bovinos lecheros, como consecuencia de los tamaños efectivos de población pequeños e incremento de los coeficientes de consanguinidad. Esta situación puede tener resultados devastadores a largo plazo que pueden exaltarse ante el advenimiento de nuevas tecnologías que proveen la posibilidad de incrementar la confiabilidad de los valores genéticos, muestreo de toros a nivel global, multiplicación de embriones por transferencia nuclear, y la aislación y clonación de genes específicos para la introducción en el genoma bovino, entre otros. Estas tecnologías permitirán un acelerado

progreso genético para características económicamente importantes, contribuyendo al uso a nivel mundial de pocos toros probados y reduciendo la base genética de la población de bovinos lecheros (Hansen *et al.*, 2003).

Para medir la consanguinidad se utiliza el coeficiente de consanguinidad (F), definido como la probabilidad de que dos genes que lleva un individuo en un locus determinado sean idénticos por descendencia (Falconer y Mackay, 1996). Diversos estudios publican los niveles de consanguinidad en las poblaciones Jersey, especialmente en los EE. UU. y Canadá (Cuadro 12).

Los primeros estudios de los niveles de consanguinidad en poblaciones Jersey fueron de Hudson y Van Vleck (1984), quienes encontraron en la población Jersey del noreste de los EE. UU., niveles promedio de consanguinidad bajos en una pequeña proporción de vacas. También encontraron, que aunque la proporción de vacas consanguíneas se incrementó con el tiempo (1960 a 1979), la consanguinidad promedio de esas vacas decreció. Posteriormente, Wiggans *et al.* (1995) reportó que los niveles de consanguinidad en los EE. UU. aumentaron de 1960 a 1990, particularmente en las razas Jersey y Holstein. También Thompson *et al.* (2000) encontraron que los niveles de consanguinidad se incrementaron geométricamente de 1970 a 1998; los incrementos fueron menos de 0.1% por año de 1970 a 1990 y aproximadamente 0.3% en los últimos 10 años que estudiaron.

En otro estudio en el que se estimó la consanguinidad promedio de los toros Jersey que entran a las pruebas de progenie en los EE. UU. (Norman *et al.*, 2001), se reportó que los niveles se incrementaron hasta $6.4 \pm 3.4\%$ (de 1995 a 1999). Los reportes del Laboratorio de los Programas de Mejoramiento Animal (AIPL, por sus siglas en inglés) de los EE. UU. también han mostrado incrementos en los niveles de consanguinidad de la población Jersey de registro (AIPL, 2009). Estos aumentos en los niveles de consanguinidad en la población dificulta que los productores realicen los apareamientos para evitar los potenciales efectos negativos de la consanguinidad (Thompson *et al.*, 2000).

Cuadro 12. Niveles de consanguinidad (F) en las poblaciones Jersey de diversos países.

F promedio de la población		Animales Animales consanguíneos, %	F máxima, %	Animales ^z , n	Años de nacimiento	País	Autor
Total, %	Consanguínea, %						
6.98				83,110	2008	EE. UU.	AIPL, 2009
5.82				NR	2007	Canadá	CDN, 2008
1.21				NR	2007	Costa Rica	Vargas y Gamboa, 2008
1.25		23.2		26,147	1987-2007	Costa Rica	Vargas y Gamboa, 2008
1.90	2.70	69.5	28.7	11,531	1960-2005	México	Santos, 2007
6.80		100.0	34.0	59,778	1995-2000 ^y	EE. UU.	Gulisija <i>et al.</i> , 2007
3.06		95.3	35.8	186,521	1980-2004	Canadá	Sewalem <i>et al.</i> , 2006
4.79		97.1		31,035	2000-2004	Canadá	Sewalem <i>et al.</i> , 2006
5.00				NR	2004	Canadá	Sewalem <i>et al.</i> , 2006
3.40				NR	2003	Dinamarca	Sorensen <i>et al.</i> , 2005
2.40				256,945	1983-1994	Canadá	Hansen <i>et al.</i> , 2003
2.77				862,774	1970-1998 ^y	EE. UU.	Thompson <i>et al.</i> , 2000
3.51				563,732	1989-1998 ^y	EE. UU.	Thompson <i>et al.</i> , 2000
4.60				35,110	1998 ^y	EE. UU.	Thompson <i>et al.</i> , 2000
3.30				112,562	1990	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 1995
1.20	3.30	36.2	37.5	157,015	1955-1987	Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1992
1.20	3.60	32.4		2,326	Toros de 1955-1987	Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1992
1.20	3.30	36.3		154,689	Vacas de 1955-1987	Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1992
0.69	2.91	24.7		39,628		Canadá	Miglior <i>et al.</i> , 1990 ^x
0.50	2.02	22.8	27.2	82,704	1960-1979	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984
0.14	3.61	3.9	12.5	1,065	Toros de 1960-1979	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984
0.50	2.00	23.0	27.2	81,639	Vacas de 1960-1979	EE. UU.	Hudson y Van Vleck, 1984

^zNR = número de registros no reportado. ^yAños en que entran de reemplazo. ^xCitado por Miglior *et al.* (1992).

En Canadá, Miglior *et al.* (1992) encontraron niveles promedio de consanguinidad bajos en una gran proporción de toros y vacas Jersey; aunque el porcentaje de vacas consanguíneas de la población aumentó con el tiempo (1955 a 1987), los promedios de consanguinidad en la población disminuyeron. Hansen *et al.* (2003) analizaron el periodo de 1983 a 1994, y encontraron que el tamaño efectivo de población fue de 2,183 y que la consanguinidad no fue el principal problema, sin embargo, en la raza Jersey sólo 10 toros sirvieron a 29% de las vacas.

Sewalem *et al.* (2006) también reportaron que un gran porcentaje de la población lechera de registro presenta algún grado de consanguinidad (96%), sobre todo la población Jersey; con tendencias al incremento gradual. También reportan incrementos lineales en los niveles promedios de consanguinidad a través del tiempo, de 0.08 ± 0.01 a 0.06 ± 0.01 , para los periodos de 1980 a 2004 y 2000 a 2004, respectivamente. CDN (2008) también reportó incrementos en los niveles de consanguinidad de la población Jersey de registro, de 0.1% por año de 2000 a 2007.

En Dinamarca, Sorensen *et al.* (2005) estimaron varias medidas de diversidad genética para la población Jersey, y encontraron tendencias positivas de la consanguinidad, principalmente en las últimas dos décadas, alcanzando incrementos de 0.94% por generación de 1993 a 2003. Además, encontraron que de 1993 a 2003 el tamaño efectivo de población fue bajo (53) y con tendencia a disminuir; el número efectivo de fundadores, número efectivo de ancestros y número efectivo de genes fundadores, también fueron bajas. Por lo anterior, los autores indicaron la necesidad de controlar la consanguinidad y la pérdida de diversidad genética.

En México, Santos (2007) estimaron niveles bajos de consanguinidad en la población Jersey de registro, con un porcentaje de animales consanguíneos alto (considerando las limitaciones del pedigrí al no contabilizar la consanguinidad de la población base). La tendencia de la proporción de animales

consanguíneos mostró incrementos constantes de 1991 a 2004, así como incrementos pequeños y constantes en los niveles de consanguinidad en la población total.

Vargas y Gamboa (2008) publicaron para la población Jersey de Costa Rica niveles de consanguinidad también bajos, pero con tasa de incremento anual significativa (0.051%).

El efecto negativo de la consanguinidad en la raza Jersey ha sido documentado para características productivas (Hudson y Van Vleck, 1984; Miglior *et al.*, 1992; Wiggans *et al.*, 1995), reproductivas (Thompson *et al.*, 2000; Cassell *et al.*, 2003) y de supervivencia (Thompson *et al.*, 2000; Caraviello *et al.* 2003; Sewalem *et al.*, 2006). En muchos estudios se han estimado los efectos de la consanguinidad por cada 1% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efectos estimados de la consanguinidad (por cada 1% de incremento) en la raza Jersey.

Característica	Efecto (coeficientes de regresión)	n	Autor
Producción de leche, kg	-21.30	112,562	Wiggans <i>et al.</i> , 1995
	-9.84	157,015	Miglior <i>et al.</i> , 1992
	-14.80 ± 2.9	81,639	Hudson y Van Vleck, 1984
Producción de grasa, kg	-1.03	112,562	Wiggans <i>et al.</i> , 1995
	-0.55	157,015	Miglior <i>et al.</i> , 1992
	-0.80 ± 0.14	81,639	Hudson y Van Vleck, 1984
Producción de proteína, kg	-0.88	112,562	Wiggans <i>et al.</i> , 1995
Porcentaje de grasa, %	-0.0011	157,015	Miglior <i>et al.</i> , 1992
Intervalo entre partos, d	0.63 ± 0.04	81,639	Hudson y Van Vleck, 1984
Supervivencia, Pts	-0.002 ± 0.002	81,639	Hudson y Van Vleck, 1984
Tasa de no retorno del estro a los 70 días, %	-0.30 ± 0.1	47,673	Cassell <i>et al.</i> , 2003

Los trabajos de Hudson y Van Vleck (1984) y Miglior *et al.* (1992) indican que la depresión endogámica no fue suficiente para causar grandes reducciones en la producción de leche y grasa en las vacas con niveles de consanguinidad promedio; sin embargo, la depresión fue tal que la consanguinidad intencional

no es justificada, a menos que sea para un animal con excepcional valor genético y evaluando los riesgos.

Algunos estudios reportan que las pérdidas en producción de leche, grasa y proteína, causadas por cada nivel de aumento en la consanguinidad son curvilíneas; con mayores pérdidas a mayores niveles de consanguinidad (Miglior *et al.*, 1992; Thompson *et al.*, 2000). Miglior *et al.* (1992) encontraron que cuando el coeficiente de consanguinidad fue mayor de 12.5%, la depresión (en producción de leche y grasa) fue significativamente mayor que la esperada. También Thompson *et al.* (2000) estimaron pérdidas en la producción de leche en lactancias de 305 días de 25, 177 y 327 kg, a niveles de consanguinidad menores que 5%, entre 5 y 10%, y entre 15 y 19%; respectivamente. Además, se redujo el largo de lactancia de 3 a 5 días con niveles de consanguinidad mayores que 5%.

En características reproductivas, Thompson *et al.* (2000) encontraron que niveles de consanguinidad mayores que 10% estuvieron asociados con mayores edades al parto; entre 8 y 25 días dependiendo del nivel de consanguinidad y etapa de lactancia. Cassell *et al.* (2003) estimaron que la consanguinidad afectó la tasa de no retorno a los 70 d y el porcentaje de partos, sólo en el primer y segundo parto ($p < 0.05$).

Para supervivencia, Hudson y Van Vleck (1984) estimaron un efecto escaso de la consanguinidad. Por otra parte, Caraviello *et al.* (2003) encontraron que animales con consanguinidad mayor que 10% tuvieron un ligero mayor riesgo de desecho que animales con consanguinidad menor que 5%. Sewalem *et al.* (2006) observaron que los mayores efectos de consanguinidad fueron a niveles de consanguinidad superiores a 12.5%. El efecto de la consanguinidad en supervivencia probablemente represente la mayor pérdida económica para los productores, debido al alto costo de los reemplazos (Thompson *et al.*, 2000).

En muchos casos los efectos de la consanguinidad en las características probablemente están subestimados, ya que éstas son registradas a edades avanzadas (después del primer parto). Lo anterior, al suponer que animales con altos niveles de consanguinidad son más susceptibles al desecho y no pueden sobrevivir hasta el primer parto, y no son incluidas en los estudios, las cuales pueden tener menores producciones (Hudson y Van Vleck, 1984; Miglior *et al.*, 1992; Caraviello *et al.* 2003); esto se confirma por los mayores efectos negativos de la consanguinidad en animales jóvenes (Thompson *et al.*, 2000; Cassell *et al.*, 2003).

La consanguinidad puede ser de particular interés para razas con poblaciones pequeñas que están obteniendo un rápido progreso genético, como la Jersey (Weigel y Lin, 2000); ya que en poblaciones pequeñas generalmente se presentan mayores grados de parentesco entre los individuos que en las poblaciones grandes (Falconer y Mackay, 1996).

Los métodos avanzados de predicción de valores genéticos han incrementado la exactitud de las predicciones, mediante el uso de información de todos sus parientes; conjuntamente con el uso extensivo de las tecnologías reproductivas en los hatos lecheros, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, han favorecido la dispersión amplia de los animales de mayor mérito genético, provocando el aumento de los niveles de consanguinidad de las principales razas lecheras (Sorensen *et al.* 2005; Sewalem *et al.* 2006).

Los productores tradicionalmente han tratado de controlar la consanguinidad evitando cruzar animales emparentados; sin embargo, cuando las relaciones entre los animales aumentan, es difícil evitar tales cruzamientos sin la ayuda de la computadora. Los programas de cómputo pueden ayudar a tomar decisiones para reducir la consanguinidad de la próxima generación y a incrementar la rentabilidad de las unidades de producción. Los beneficios pueden ser mayores para aquellas razas con mayores niveles de consanguinidad en la población, como la Jersey (Weigel y Lin, 2000).

Una de las acciones para controlar los niveles de consanguinidad en la población canadiense, es la publicación (a partir de 2004) de los valores de parentesco ("Relationship Values") entre los animales de cada raza. Este valor representa cuan estrecho un animal está genéticamente relacionado con la población activa de esa raza; los animales con valor menor de 8% son etiquetados como sin problemas para aparearse (CDN, 2003).

2.5 Literatura citada

- Ahlborn, G., and L. Dempfle. 1992. Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livestock Production Science* 31: 205-219.
- AIPL (Animal Improvement Programs Laboratory). 2009. Genetic evaluations available from AIPL. <http://aipl.arsusda.gov/eval.htm#summary>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- AMCGJR (Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C.) 1997. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C. *In: Memorias del Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina*. 17 al 19 de noviembre. México, D. F. pp: 81-87.
- Biscarini, F., S. Biffani, and F. Canavesi. 2003. Genetic analysis of type traits for the Italian Jersey breed. *Interbull Bulletin* 31: 80-83.
- Blanchard, P. J., R. W. Everett, and S. R. Searle. 1983. Estimation of genetic trends and correlations for Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 66: 1947-1954.
- Bormann, J., G. R. Wiggans, T. Druet, and N. Gengler. 2002. Estimating effects of permanent environment, lactation stage, age, and pregnancy on test-day yield. *Journal of Dairy Science* 85: 263. Online. <http://jds.fass.org/cgi/data/85/1/263/DC1/1>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Bourdon, R. M. 1997. *Understanding Animal Breeding*. Ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA. 523 p.
- Campos, M. S., C. J. Wilcox, C. M. Becerril, and A. Diz. 1994. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. *Journal of Dairy Science* 77: 867-873.
- Caraviello, D. Z., K. A. Weigel, and D. Gianola. 2003. Analysis of the relationship between type traits, inbreeding, and functional survival in Jersey cattle using a weibull proportional hazards model. *Journal of Dairy Science* 86: 2984-2989.

- Carranza-Trinidad, R. G., R. Macedo-Barragán, J. Cámara-Córdoba, J. Sosa-Ramírez, A. J. Meraz-Jiménez, y A. G. Valdivia-Flores. 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia* 41: 701-709.
- Cassell, B. G., V. Adamec, and R. E. Pearson. 2003. Maternal and fetal inbreeding depression for 70-day nonreturn and calving rate in Holsteins and Jerseys. *Journal of Dairy Science* 86: 2977-2983.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2003. Looking for an outcross? - Jersey - Dec 2003. <http://www.cdn.ca/document.php?id=31>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2007. Heritability estimates used for genetic evaluation in Canada - Dec 2007. <http://www.cdn.ca/document.php?id=141>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2008. Inbreeding update - Aug 2008. <http://www.cdn.ca/document.php?id=150>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2009. General articles / reports & lists - Aug 2009. http://www.cdn.ca/files_ge_articles.php. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Cervantes E., F. 2001. Modernización de la ganadería lechera familiar en Los Altos de Jalisco. Problemática y perspectivas. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 205 p.
- Cervantes E., F., A. Cesín V., y S. L. Pérez S. 2007. El abandono de la ganadería lechera y reconversión productiva en Chipilo, Puebla. *Técnica Pecuaria en México* 45(2): 195-208.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., P. A. Oltenacu, R. W. Blake, S. J. Schwager, H. Castillo-Juarez, 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.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., R. W. Blake, P. A. Oltenacu, and H. Castillo-Juarez. 2006. Fertility responses of Mexican Holstein cows to US sire selection. *Journal of Dairy Science* 89: 2755-2760.
- CNOG (Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas). 2009. Acerca del SINIIGA. <http://www.cnog.com.mx/SINIIGA/acerca.html>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Cue, R. I., B. L. Harris, and J. M. Rendel. 1996. Genetic parameters for traits other than production in purebred and crossbred New Zealand dairy cattle. *Livestock Production Science* 45: 123-135.
- Cuevas R., V., J. A. Espinosa G., A. B. Flores M., F. Romero S., A. Vélez I., J. L. Jolalpa B., y R. Vázquez G. 2007. Diagnóstico de la cadena productiva

de leche de vaca en el estado de Hidalgo. Técnica Pecuaria en México 45(1): 25-40.

- Del Valle R., M. C., y A. G. Álvarez M. 1997. La producción de leche en México en la encrucijada de la crisis y los acuerdos del TLCAN. Reunión de LASA. 17 al 19 de abril. Guadalajara, Jal., México. 17 p. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lasa97/delvrivalvarez.pdf>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Do Toit, J., J. B. Van Wyk, and J. Van Der Westhuizen. 1998. Genetic parameter estimates in the South African Jersey breed. South African Journal of Animal Science 28: 146-152.
- El Siglo de Torreón. 2008. Pretenden mejorar la producción lechera. Noviembre 9. <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/392161.pretenden-mejorar-la-produccion-lechera-agrop.html>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Espinosa G., J. A. 2001. Productividad de los sistemas-producto pecuarios en México. Técnica Pecuaria en México 39(2): 127-138.
- Espinosa G., J. A., S. Wiggins, A. T. González O., y U. Aguilar B. 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresas: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. Técnica Pecuaria en México 42(1): 55-70.
- Falconer, D. S., and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed. Longman, Essex, UK. 464 p.
- FIRA. 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Boletín informativo XXXIII (317): 1-131.
- Gasque G., R., y M. A. Blanco O. 2001. Zootecnia en Bovinos Productores de Leche. UNAM, México, D. F. 238 p.
- Gasque G., R., y M. A. Blanco O. 2005. Sistema de Producción Animal I. Volumen 1. UNAM, México, D. F. 149 p.
- Gengler, N., G. R. Wiggans, and J. R. Wright. 1999. Animal model genetic evaluation of type traits for five dairy cattle breeds. Journal of Dairy Science 82: 1350. Online. <http://jds.fass.org/cgi/data/82/6/1350/DC1/1>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Gengler, N., G. R. Wiggans, J. R. Wright, H. D. Norman, and C. W. Wolfe. 1997. Estimation of (co)variance components for Jersey type traits using a repeatability model. Journal of Dairy Science 80: 1801-1806.
- Gómez C., H., y A. Tewolde. 1999. Parámetros genéticos para producción de leche, evaluación de sementales y caracterización de fincas lecheras en el trópico húmedo de Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 7(1): 19-37.

- Gulisija, D., D. Gianola, and K. A. Weigel. 2007. Nonparametric analysis of the impact of inbreeding on production in Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 90: 493-500.
- Hansen, C., J. N. B. Shrestha, R. J. Parker, G. H. Crow, and J. N. Derr. 2003. Genetic base and inbreeding of Canadienne, Brown Swiss, Holstein and Jersey cattle in Canada. *Animal Genetic Resources Information* 33: 11-20.
- Hudson, G. F. S., and L. D. Van Vleck. 1984. Inbreeding of artificially bred dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science* 67: 161-170.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2009. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Ags. México.
- INTERBULL (International Bull Evaluation Service). 2009. Description of National Genetic Evaluation Systems for dairy cattle traits as applied in different Interbull member countries. http://www-interbull.slu.se/national_ges_info2/framesida-ges.htm. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Koppel R., E. T., G. A. Ortiz O., A. Ávila D., J. Lagunes L., O. G. Castañeda M., I. López G., U. Aguilar B., H. Román P., J. A. Villagómez C., R. Aguilera S., J. Quíroz V., y R. C. Calderón R. 1999. Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito en el Trópico. Libro Técnico Núm. 5. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, Méx. 158 p.
- Lara-Covarrubias, D., J. S. Mora-Flores, M. A. Martínez-Damián, G. García-Delgado, J. M. Omaña-Silvestre, y J. Gallegos-Sánchez. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37: 85-94.
- Lastra M., I. J., R. Núñez D., A. Enciso S., J. L. Gallardo N., y R. Ramírez V. 2001. Importancia de los recursos genéticos pecuarios en la producción animal. *Claridades Agropecuarias* 91(marzo): 3-26.
- Miglior, F., B. Szkotnicki, and E. B. Burnside. 1992. Analysis of levels of inbreeding and inbreeding depression in Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 75: 1112-1118.
- Nizamani, A. H., and P. J. Berger. 1996. Estimates of genetic trend for yield traits of the registered Jersey population. *Journal of Dairy Science* 79: 487-494.
- Norman, H. D., B. G. Cassell, F. N. Dickinson, and E. E. Wright. 1978. Phenotypic and genetic relationships between type classification traits in Jerseys. *Journal of Dairy Science* 61: 1250-1256.
- Norman, H. D., R. L. Powell, J. R. Wright, and C. G. Sattler. 2001. Overview of progeny-test programs of artificial-insemination organizations in the United States. *Journal of Dairy Science* 84: 1899-1912.

- Norman, H. D., R. L. Powell, W. A. Mohammad, and J. R. Wright. 1983. Effect of herd and sire on uniform functional type trait appraisal scores for Ayrshires, Guernseys, Jerseys, and Milking Shorthorns. *Journal of Dairy Science* 66: 2173-2184.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y J. Domínguez V. 2004a. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2004. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 44 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y J. Domínguez V. 2004b. Resumen de evaluaciones genéticas para ganado Suizo Americano 2004. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 25 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y R. Chin C. 2005a. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2005. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 44 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., J. Domínguez V., y R. Chin C. 2005b. Resumen de evaluaciones genéticas para ganado Suizo Americano 2005. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 20 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y R. Gallegos R. 2008. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2008. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 56 p.
- Ochoa G., P. 1997. Estructura genética de la ganadería. Papel de los criadores de ganado bovino de registro en el mejoramiento genético. *In*. Memorias del Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina. 17-19 de noviembre. México, D. F. pp: 9-11.
- Oleggini, G. H., L. O. Ely, and J. W. Smith. 2001. Effect of region and herd size on dairy herd performance parameters. *Journal of Dairy Science* 84: 1044-1050.
- Osorio-Arce, M. M., J. C. Segura-Correa, D. A. Osorio-Arce, y A. A. Marfil-Acevedo. 1999. Caracterización de la ganadería lechera del estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica* 10: 217-227.
- Pérez H., P., y R. Rojo R. 2003. Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología de la Cadena de Bovinos de Doble Propósito en el Estado de Veracruz. Fundación PRODUCE del estado de Veracruz. Veracruz, Méx. 129 p.
- Powell, R. L., and G. R. Wiggans. 1991. Animal model evaluations for Mexican Holsteins. *Journal of Dairy Science* 74: 1420-1427.

- Roman, R. M., and C. J. Wilcox. 2000. Bivariate animal model estimates of genetic, phenotypic, and environmental correlations for production, reproduction, and somatic cells in Jerseys. *Journal of Dairy Science* 83: 829-835.
- Rosales A., R., y A. Tewolde M. 1993. Estimación del progreso genético en hatos de bovinos Holstein mexicanos. *Veterinaria México* 24(3): 185-188.
- Ruiz L., F. J., J. Moro M., y E. Castañeda G. 2000. Evaluaciones genéticas de ganado Holstein en México. *In: Memoria del Ciclo de Conferencias Sobre Evaluación, Comercialización y Mejoramiento Genético*. 31 de marzo al 4 de abril. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México. pp: 86-97.
- Ruiz L., F. J., M. Valencia P., y J. Moro M. 2008. ¿Qué Toro? Evaluación genética de toros y vacas Holstein para producción de leche y conformación. *Boletín Técnico No. 35*. Asociación Holstein de México. Querétaro, Méx. 90 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Leche en México, 1990-2000. http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/Estudios_SAP.aspx. Consultada el 28 de agosto de 2008.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios de México. *Claridades Agropecuarias* 111: 3-39.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2008. Programa Nacional Pecuario 2007-2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ProgNacPecuario.aspx>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- SAGARPA-ASERCA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2005. Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Leche de Bovino en México 2005. *Claridades Agropecuarias* 148: 3-30.
- SAGARPA-CONACYT (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2007. Determinación de cambios en los patrones de consumo de leche bovina y productos lácteos en el mercado nacional. Monterrey, N. L. <http://ceag.mty.itesm.mx/conacytLeche/>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Santos C., A. 2007. Niveles y tendencias de consanguinidad del ganado Jersey de registro en México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 41 p.
- Sewalem, A., G. J. Kistemaker, F. Miglior, and B. J. Van Doormaal. 2006. Analysis of inbreeding and its relationship with functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 2210-2216.

- Sharma, A. K., L. A. Rodriguez, G. Mekonnen, C. J. Wilcox, K. C. Bachman, and R. J. Collier. 1983. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. *Journal of Dairy Science* 66: 119-126.
- Shook, G. E. 2006. Major advances in determining appropriate selection goals. *Journal of Dairy Science* 89: 1349-1361.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 2009. Boletín de Leche. México, D. F. Abril - Junio. <http://www.siap.gob.mx/index.php?idCat=267&idSegCat=1>. Consultada el 28 agosto de 2009.
- Sorensen, A. C., M. K. Sorensen, and P. Berg. 2005. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science* 88: 1865-1872.
- Stanton, T. L., R. W. Blake, R. L. Quaas, L. D. Van Vleck, and M. J. Carabaño. 1991. Genotype by environment interaction for Holstein milk yield in Colombia, Mexico, and Puerto Rico. *Journal of Dairy Science* 74: 1700-1714.
- Theron, H. E., and B. E. Mostert. 2004. Genetic analyses for conformation traits in South African Jersey and Holstein cattle. *South African Journal of Animal Science* 34(2): 47-49.
- Thomas, C. L., W. E. Vinson, R. E. Pearson, and H. D. Norman. 1985. Components of genetic variance and covariance for linear type traits in Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 68: 2989-2994.
- Thompson, J. R., R. W. Everett, and C. W. Wolfe. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *Journal of Dairy Science* 83: 2131-2138.
- USDA-FAS (United States Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service). 2009a. Dairy: World Markets and Trade. August. USA. <http://www.fas.usda.gov/currwmt.asp>. Consultada el 28 agosto de 2009.
- USDA-FAS (United States Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service). 2009b. U.S. trade exports - FAS commodity aggregations. <http://www.fas.usda.gov/ustrade/USTExFAS.asp>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- 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.
- Van Niekerk, D. J., F. W. C. Naser, and G. J. Erasmus. 2000. Genetic parameter estimates for type traits in the South African Jersey breed. *South African Journal of Animal Science* 30(3): 186-192.
- Vargas L., B., y C. Solano P. 1995. Tendencias genéticas en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos en Producción Animal* 3(2): 165-176.

- Vargas L., B., y G. Gamboa Z. 2008. Estimación de tendencias genéticas e interacción genotipo x ambiente en ganado lechero de Costa Rica. *Técnica Pecuaria en México* 46(4): 371-386.
- Visscher, P. M., and M. E. Goddard. 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability and type traits for Australian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 78: 205-220.
- Weigel, K. A., and S. W. Lin. 2000. Use of computerized mate selection programs to control inbreeding of Holstein and Jersey cattle in the next generation. *Journal of Dairy Science* 83: 822-828.
- Wiggans, G. R., N. Gengler, and J. R. Wright. 2004. Type trait (co)variance components for five dairy breeds. *Journal of Dairy Science* 87: 2324-2330.
- Wiggans, G. R., P. M. Van Raden, and J. Zurbier. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 78: 1584-1590.

3 CARACTERIZACIÓN DEL HATO BOVINO JERSEY DE REGISTRO EN MÉXICO Y SU POTENCIAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

3.1 Resumen

En México, no se conocen estudios publicados para la caracterización (técnica, social o económica) de las unidades de producción con hatos de bovinos de registro, lo que es importante para diseñar programas exitosos de mejoramiento genético. Los objetivos del estudio fueron caracterizar las empresas con bovinos Jersey de registro en México y estimar indicadores de la variabilidad genética en la población. Para la caracterización del hato nacional se aplicó un cuestionario a los 27 productores miembros de la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro y esta información se analizó para obtener estadísticos descriptivos. Para evaluar variabilidad genética se estimaron parámetros genéticos y niveles de consanguinidad mediante el programa MTDFREML, y tendencias genéticas y de consanguinidad de 1990 a 2008, utilizando el procedimiento REG del programa SAS. Las variables analizadas fueron producciones de leche, grasa y proteína, porcentajes de grasa y proteína, y 12 características de conformación y puntos finales. La población de bovinos Jersey de registro en México es pequeña (aproximadamente 4,000 animales), se distribuye principalmente en la región centro del país y la mayoría de los hatos (85%) tienen un origen reciente (a partir de 1995). Los criadores tienen potencial para implementar innovaciones tecnológicas en el corto plazo. La capacidad instalada en animales, terrenos, e infraestructura y equipo es suficiente para implementar programas de mejoramiento genético. La selección en los hatos es escasa, las actividades de mejoramiento genético se enfocan a identificar los animales y coleccionar registros productivos; el mejoramiento genético es principalmente vía importaciones y la venta de material genético no es la actividad principal. La variabilidad genética en las características productivas estudiadas fue baja (heredabilidades entre 0.11 y 0.24) y con ganancias genéticas anuales estimadas pequeñas (menores que 0.2% de las medias fenotípicas). Los niveles de consanguinidad (1.8%) y sus aumentos anuales (0.11%) fueron pequeños. El tamaño reducido del hato nacional plantea la necesidad de establecer programas de mejoramiento genético que consideren la conservación y el aumento de la variabilidad genética, y el control de la consanguinidad.

Palabras clave: Jersey, mejoramiento genético, parámetros genéticos, tendencias genéticas, consanguinidad.

CHARACTERIZATION OF THE HERD OF REGISTERED JERSEY CATTLE IN MEXICO AND THEIR POTENTIAL FOR GENETIC IMPROVEMENT

3.2 Abstract

In Mexico, no studies were found regarding characterization (technical, social or economical) of the production units with registered dairy cows, which is important to design successful programs for genetic improvement. This study aimed to characterize the dairy farms with registered Jersey cattle in Mexico and to estimate some variables of the genetic variability in the population. To characterize the national Jersey herd, a questionnaire was applied to the 27 dairy farmers members of the Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro and the information was analyzed to obtain descriptive statistics. To evaluate genetic variability, genetic parameters and levels of inbreeding were estimated using the MTDFREML program, and genetic and inbreeding trends from 1990 to 2008 were also estimated using the REG procedure of the SAS program. The analyzed variables were milk, fat and protein yields, fat and protein percentages, and 12 conformation traits and overall conformation score. The population of Jersey cattle registered in Mexico is small (approximately 4,000 animals), it is distributed mainly in the center region of the country (Querétaro, Morelos and San Luis Potosí) and most of the herds (85%) have a recent origin (from 1995). The breeders have potential to implement technological innovations in the short term. The size of the farms in terms of animals, land and infrastructure is enough to implement programs of genetic improvement. The selection in the herds is scarce, and animal breeding activities are focused on identifying the animals and collecting performance data; the genetic improvement is mainly through importation, and sale of genetic germplasm is not the main activity. The genetic variability for productive traits was low (heritabilities between 0.11 and 0.24) and with small estimated annual genetic change (less than 0.2% of phenotypic means). The level of inbreeding (1.8%) and its annual increase (0.11%) were small. The small size of the national herd raises the necessity to establish animal breeding programs that consider both maintain and increase the genetic variability, and the control of inbreeding.

Key words: Jersey, genetic improvement, genetic parameters, genetic trends, inbreeding.

3.3 Introducción

La producción lechera mexicana se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas muy heterogéneas. Para el desarrollo de la actividad lechera en sistemas de producción especializada se han adoptado tecnologías fijadas a partir de los sistemas de producción intensivos de los EE. UU. y Canadá, recurriendo a la importación de insumos como animales de registro, alimentos, semen, embriones, vacunas, medicinas y equipo, entre otros (Del Valle y Álvarez, 1997). Además de darse esta relación de dependencia, no todo el material genético que se importa es adecuado para las condiciones de producción en México y el germoplasma identificado como superior en el país de origen no necesariamente será el mejor para el país importador (Ruiz *et al.*, 2000).

Para el mejoramiento genético de la ganadería lechera se establece una estructura donde los productores de ganado de registro comercializan germoplasma (pie de cría, semen, embriones, etc.) hacia los productores comerciales; por lo que de ellos depende el progreso genético que pueda lograrse en cada raza (Ochoa, 1997). Para la raza Jersey, desde 1993 algunos criadores constituyeron la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C. y promover el mejoramiento genético es uno de sus compromisos (AMCGJR, 1997). A partir de 2004 se realizan evaluaciones genéticas del ganado Jersey de registro en México (Núñez *et al.*, 2004; Núñez *et al.*, 2005; Núñez *et al.*, 2008). Estas evaluaciones son un paso importante para mejorar genéticamente la población, sin embargo, éstas no lo garantizan *per se*; ya que se requiere de esquemas ordenados de mejoramiento genético, que se adapten a las circunstancias de las unidades de producción y del hato nacional, y basados en el conocimiento de las características de los recursos genéticos presentes.

En México se han realizado varios trabajos para caracterizar unidades de producción lecheras comerciales (FIRA, 2001; Cuevas *et al.*, 2007; Carranza-

Trinidad *et al.*, 2007); pero hasta la fecha no se conocen estudios publicados para la caracterización de unidades de producción usando información detallada de las estructuras y manejo de los hatos de registro, con el objetivo de realizar mejoramiento genético.

Por otro lado, el Informe sobre la Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios muestra la limitada caracterización de las razas bovinas lecheras en México, al contar sólo con estudios básicos descriptivos y bases de datos de registros genealógicos y productivos, además del poco uso de herramientas de mejoramiento, al carecer de programas genéticos diseñados e implementados (SAGARPA, 2002). Los pocos estudios publicados en mejoramiento genético de hatos bovinos lecheros de registro se han realizado principalmente en la raza Holstein (Rosales y Tewolde, 1993; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999; Valencia *et al.*, 1999). Para la raza Jersey de registro no se tienen publicaciones formales de la variabilidad genética de su población.

Por lo anterior, se planteó este estudio con los objetivos de caracterizar los aspectos técnicos, sociales y económicos de las unidades de producción con ganado Jersey de registro en México, así como estimar algunos indicadores de la variabilidad genética de la población que participa en las evaluaciones genéticas.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Caracterización del hato Jersey mexicano

Para la caracterización de las unidades de producción se realizó un censo con los socios activos (27) de la AMCGJR en 2007. Un cuestionario fue aplicado a cada productor, mediante entrevistas personales con los propietarios o encargados de los ranchos y la observación física como medio de verificación. Las entrevistas fueron realizadas en las unidades de producción entre septiembre de 2007 y octubre de 2008.

Las variables generadas con el cuestionario (Apéndice 2) fueron agrupadas en los temas siguientes:

- Características del productor: edad, nivel de escolaridad y experiencia como criador de bovinos.
- Características de las tierras: tenencia, superficie, uso y riego.
- Características de los hatos: localización, y número y tipo de animales.
- Equipamiento: infraestructura, maquinaria y equipo.
- Manejo alimenticio: sistema de producción, alimentos suministrados y proporción producida de alimentos.
- Manejo reproductivo: uso de técnicas reproductivas y su frecuencia de uso.
- Manejo del ordeño: sistema de ordeño y producción de leche.
- Manejo sanitario: uso de vacunas, programas de diagnóstico y de control.
- Mejoramiento genético: actividades de mejoramiento genético, criterios de selección y cruzamiento, flujo y proveedores de material genético, conocimientos sobre los conceptos y uso de las evaluaciones genéticas.
- Aspectos socioeconómicos: apoyo técnico, financiamiento, organización y comercialización.

Los resultados de la caracterización del hato Jersey mexicano se presentan en términos de distribuciones de frecuencias (absolutas y relativas) y estadísticos descriptivos (medidas de tendencia central y de dispersión).

3.4.2 Variabilidad genética del hato Jersey mexicano

La información para este estudio se obtuvo de las bases de datos productivos y genealógicos de la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro. Las características analizadas incluyeron las producciones de leche, grasa y proteína, los porcentajes de grasa y proteína, y 12 características de

conformación y puntos finales. En el Cuadro 14 se muestran algunas de las características relevantes de la información analizada.

Cuadro 14. Características de las bases de datos analizadas.

Concepto	Producción y porcentaje de			Conformación
	Leche	Grasa	Proteína	
Registros	5,122	4,994	4,719	1,617
Vacas	3,017	2,770	2,806	
Hatos	16	16	16	19
Años	2001-2007	2001-2007	2002-2007	2003 y 2005-2007
Grupos contemporáneos	87	86	77	47

Las lactancias utilizadas fueron ajustadas a 305 días y equivalente maduro (registros de DHI-Provo). Las lactancias con valores que excedieron $\pm$ tres desviaciones estándar de la media fueron eliminadas. Los grupos contemporáneos se formaron combinando los efectos de hato, año y estación. Las estaciones se definieron considerando la distribución de precipitación y temperatura mensual a través de 10 años en las estaciones climatológicas más cercanas a cada rancho. En todos los hatos, sólo dos estaciones fueron definidas (junio a octubre, lluvia; noviembre a mayo, seca). La conexión entre grupos contemporáneos se determinó usando el programa AMC (Roso y Schenkel, 2006).

Se consideraron 12 características de conformación y puntos finales; recomendadas por el Comité Internacional para el Registro en Animales (ICAR, 2005). En el Apéndice 3 se muestra la descripción de las características de conformación consideradas y en el Cuadro 15 algunos estadísticos descriptivos de las características estudiadas.

Para estimar los parámetros genéticos y predecir los valores genéticos de los animales, se utilizó el programa de máxima verosimilitud restringida, sin el uso de derivadas y multivariado (MTDFREML; Boldman *et al.*, 1995). Para el análisis de las características estudiadas se utilizaron modelos animal univariados. Para las producciones de leche, grasa y proteína, y los porcentajes

de grasa y proteína se utilizó el modelo 1, y para las características de conformación y puntos finales el modelo 2.

$$y = Xb + Zu + Wp + e \quad \text{Modelo 1}$$

$$y = Xb + Zu + e \quad \text{Modelo 2}$$

donde **y** es el vector de registros de comportamiento para cada variable estudiada; **b** es el vector de efectos fijos que incluyó el efecto de hato, año y estación (para el modelo 2 se adicionó la edad de la vaca como covariable lineal y cuadrática); **u** es el vector de efectos genéticos aditivos directos; **p** es el vector de efectos de ambiente permanente de la vaca; **e** es el vector de efectos residuales; y **X**, **Z** y **W** son las matrices de incidencia que asocian los vectores correspondientes con **y**.

Cuadro 15. Estadísticos descriptivos^z de las características productivas y de conformación en la población Jersey de registro en México.

Características	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
Producción de leche ^y , kg	7,536.74	2,501.43	1,470	14,880
Producción de grasa ^y , kg	348.51	131.39	16	723
Producción de proteína, kg	286.78	97.18	12	572
Porcentaje de grasa en leche	4.57	0.66	0.30	8.34
Porcentaje de proteína en leche	3.76	0.56	0.32	5.54
Puntos finales	3.83	0.82	1	6
Estatura	6.30	1.22	2	9
Profundidad corporal	6.57	1.02	3	9
Punta del anca	4.98	0.96	1	9
Anchura del anca	6.57	1.13	2	9
Ángulo de la pezuña	5.85	0.83	2	9
Vista posterior de patas posteriores	6.48	1.09	1	9
Profundidad de ubre	4.79	0.80	1	9
Ligamento suspensorio medio	6.22	1.33	1	9
Inserción anterior de la ubre	5.79	1.48	1	9
Posición de tetas anteriores	4.87	0.89	1	9
Longitud de tetas anteriores	5.33	0.89	2	9
Altura de inserción posterior de ubre	6.04	1.28	1	9

^z $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

^yProducciones por lactancia ajustadas a 305 días y equivalente maduro.

Las tendencias genéticas se estimaron con el procedimiento REG del programa SAS (SAS, 2002), mediante regresión ponderada (por el número de animales) de los valores genéticos de los animales en las características correspondientes sobre los años de nacimiento. Para los análisis se usaron los animales con fecha de nacimiento conocida y los años en los cuales se contó con mínimo de 150 animales (1990-2008).

Los coeficientes de consanguinidad (F) de los animales en el pedigrí se estimaron utilizando el programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995). El pedigrí incluyó 21,025 animales, de los cuales para la estimación de los niveles de consanguinidad sólo se utilizaron aquéllos con ambos progenitores conocidos (16,165 animales). En la estimación de las tendencias de consanguinidad se utilizaron 13,174 animales con fechas de nacimiento conocidas de los últimos 20 años (1989-2008). Las tendencias de consanguinidad se estimaron con el procedimiento REG del programa SAS (SAS, 2002), mediante regresión ponderada (por el número de animales) de los coeficientes de consanguinidad sobre el año de nacimiento.

3.5 Resultados y discusión

3.5.1 Caracterización del hato Jersey mexicano

Características generales de los criadores y de las unidades de producción

Características de los criadores

En el Cuadro 16 se muestran algunos estadísticos relacionados con la experiencia y nivel de escolaridad de los criadores de Jersey en México. Para 2008, la edad de los criadores y el tiempo desde que se dedican a la cría de bovinos fueron variables; sin embargo, en promedio su edad fue 47 años (56% entre 36 y 48 años) y el tiempo dedicado a la cría de bovinos Jersey fue 12 años (24 años como criadores de bovinos). El promedio de escolaridad de los productores fue 15 años, lo que equivale a estudios hasta el tercer año de nivel

licenciatura (67% finalizaron una carrera a nivel licenciatura). Además, no se encontró asociación entre la edad de los productores y su nivel de escolaridad ($r = 0.25$, $p > 0.22$).

Los resultados sugieren que los criadores de ganado Jersey de registro poseen experiencia, educación y potencial para implementar innovaciones tecnológicas en su actividad a corto plazo. Comparado con productores de bovinos lecheros en sistemas de producción familiar, los resultados fueron similares en edad y experiencia que los obtenidos por Cervantes (2001) en los Altos de Jalisco, pero mayores en edad y escolaridad a los encontrados por Espinosa *et al.* (2004) en Veracruz y Guanajuato.

Cuadro 16. Estadísticos descriptivos^z de la experiencia y nivel de escolaridad de los criadores mexicanos de ganado Jersey de registro.

Variables, años	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
Edad	47	13	25	78
Escolaridad ^y	15	5	2	22
Tiempo de criador de bovinos	24	12	1	59
Tiempo de criador de bovinos Jersey	12	12	1	59

^z $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

^yContabilizada en forma continua, iniciando con el primer año de primaria.

Características de las tierras de cultivo

En las unidades de producción estudiadas, la agricultura y la ganadería están estrechamente relacionadas, ya que 85% de las unidades de producción con bovinos Jersey de registro manifestaron poseer tierras de cultivo, donde la mayoría de éstos (96%) producen parte de sus forrajes. Aunque con superficies muy variables, el promedio de las tierras de cultivo fue de 65 ha por criador (Cuadro 17), sin embargo, la mayoría fueron superficies pequeñas (59% menores de 50 ha). El 74% de las tierras de cultivo cuentan con riego (promedio de 49 ha). La relación estrecha entre la agricultura y la ganadería, también ha sido encontrada en otros estudios con productores de leche de tipo familiar, aunque con menores promedios de superficies totales y de riego (Cervantes, 2001; Espinosa *et al.*, 2004).

El 48% de las unidades de producción tuvieron áreas forrajeras para pastoreo, las cuales en promedio fueron de 62 ha, mayores que los reportados en los sistemas familiares de producción de leche (Cervantes, 2001; Lara-Covarrubias *et al.*, 2003; Espinosa *et al.*, 2004). En este trabajo se observaron varios tipos de áreas de pastoreo, desde agostaderos en las zonas semiáridas, praderas con monocultivo en las tropicales, hasta praderas mixtas en las zonas templadas (Cuadro 17). Para la asignación de forraje a los animales, el sistema más utilizado (54% de los productores) fue el pastoreo en franjas con el apoyo de cerco eléctrico.

Cuadro 17. Estadísticos descriptivos^z de las tierras de cultivo de las unidades de producción (UP) con bovinos Jersey de registro en México.

	UP, n	$\bar{X}$ -----	S -----	Mín	Máx
		ha/UP			
Agropecuario	23	65	62	4.5	227
<i>Tipo de uso</i>					
Áreas agrícolas	17	39	50	3	200
Áreas de pastoreo	13	62	63	0.5	220
<i>Tipo de áreas de pastoreo</i>					
Mixta	6	53	52	2	150
Monocultivo	5	39	36	0.5	86
Agostadero	2	150	99	80	220

^zn = número, $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

Información general del hato

En relación con el origen de los vientres en los hatos Jersey de registro, el 85% de los hatos iniciaron de 1995 a 2007. Las fuentes de origen fueron a partir de hatos nacionales (48%), canadienses (26%), australianos (15%) y estadounidenses (4%). Lo anterior indica que la mayoría de los hatos Jersey de registro en México son relativamente recientes, formados a partir de hatos nacionales y de otros países. Esto concuerda con el Informe Nacional sobre los Recursos Genéticos Pecuarios (SAGARPA, 2002), que describe a Jersey como una raza en expansión, debido a su rusticidad y a la importancia económica de sólidos totales en leche.

La distribución de los hatos en las regiones climáticas de México (García, 1987) fue: 56% en climas secos, 19% en templados y 26% en cálidos y semicálidos (11 y 15%, respectivamente). Lo anterior refleja la adaptabilidad del ganado Jersey a ambientes diversos, lo que representa un área de oportunidad para la comercialización de pie de cría en muchas de las regiones climáticas del país y del extranjero.

Los hatos con bovinos Jersey de registro en México se localizan en 10 de los 31 estados de la República Mexicana (Cuadro 18), pero en los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Aguascalientes y Querétaro se encuentra el 56% de los hatos. Por otra parte, la población total de bovinos Jersey de registro es de aproximadamente 4,000 animales. En los estados de Querétaro, Morelos, y San Luis Potosí se encuentra el 68% de la población Jersey de registro. Debido a que la población nacional Jersey de registro es pequeña, se requiere establecer programas de mejoramiento genético que consideren la conservación de la variabilidad genética y el manejo de la consanguinidad.

Aunque 38% de los hatos cuentan con menos de 25 animales, el tamaño promedio de los hatos fue de 158 animales. Este promedio es mayor al tamaño de los hatos del programa de prueba canadiense (71 animales; 73.6% de los hatos y 72.3% de las vacas están dentro del programa de prueba; CDIC, 2009), pero menor al tamaño de los hatos de prueba en Nueva Zelanda (342 vacas; 73.5% de los hatos y 71.5% de las vacas están incluidos en el hato de prueba; LIC, 2008), de Australia (198 vacas; ADHIS, 2008), y de los hatos del sistema de pruebas del mejoramiento del hato lechero de los EE. UU. para todas las razas y para Jersey (195 y 188 animales, respectivamente; 48.3% de las vacas se encuentran dentro del sistema de prueba; AIPL, 2009).

La población de animales Jersey con registro representa el 80% de la población de raza pura, por lo que es posible ampliar la población de registro. Por su parte, la población de animales cruzados constituye el 21% de la población total.

Cuadro 18. Distribución de animales Jersey en México, por grado de pureza.

Concepto	Estados de la república ^z										TOTAL
	SLP	Gto	Ags	Qro	Chis	Méx	Hgo	Jal	Ver	Mor	
Hatos, n	5	4	3	3	3	2	2	2	2	1	27
<i>Población pura con registro</i>											
Total	511	378	88	1,553	72	126	355	93	187	735	4,098
Promedio	102	95	29	518	36	63	178	47	94	735	158
Mínimo	10	6	5	7	4	11	9	30	75	735	4
Máximo	273	154	64	1,381	68	115	346	63	112	735	1,381
<i>Población pura sin registro</i>											
Total	45	74	13	15	106	34	28	719	11	0	1,045
Promedio	9	19	4	5	35	17	14	360	6	0	39
Mínimo	0	2	1	0	3	6	2	87	3	0	0
Máximo	30	54	10	14	53	28	26	632	8	0	632
<i>Población cruzada</i>											
Total	32	144	14	26	38	49	10	1,080	4	0	1,397
Promedio	6	36	5	9	13	25	5	540	2	0	52
Mínimo	0	0	0	0	0	15	4	80	0	0	0
Máximo	22	100	14	20	38	34	6	1,000	4	0	1000

^zSLP, Gto, Ags, Qro, Chis, Méx, Hgo, Jal, Ver y Mor corresponden a San Luis Potosí, Guanajuato, Aguascalientes, Querétaro, Chiapas, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Veracruz y Morelos, respectivamente.

El tamaño de los hatos Jersey puros o mixtos (con utilización de Jersey puro y otras razas bovinas) se muestra en el Cuadro 19. De los hatos con bovinos Jersey de registro, el 56% son empresas que sólo utilizan Jersey, mientras que 44% utilizan Jersey y otras razas lecheras (principalmente Holstein, 69%). Las empresas mixtas en promedio manejan mayor cantidad de animales que las de sólo Jersey (882 vs 242, respectivamente).

Cuadro 19. Estadísticos descriptivos^z del tamaño de los hatos (cab) con bovinos Jersey de registro en México manejados como hatos puros o mezclados con otras razas (mixtos).

Tipo de hato	n	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
Jersey	15	242	365	7	1,387
Mixtos	12	882	1,627	17	5,662

^zn = número de hatos, $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

En general el tamaño de los hatos, tanto de Jersey como los mixtos, son mayores que los hatos de la lechería familiar (Cervantes, 2001; Espinosa *et al.*, 2004; Cervantes *et al.*, 2007), pero los hatos con sólo animales Jersey son menores que los hatos comerciales especializados reportados en varios estudios (SAGARPA, 2001; FIRA, 2001; Carranza-Trinidad *et al.*, 2007), no así para los hatos mixtos, los cuales son de mayor tamaño.

La composición promedio de los hatos Jersey puros (animales con y sin registro) según la edad y el estado productivo, se presenta en el Cuadro 20. Considerando la estructura del hato productivo, 81% de las vacas se encontraron en ordeño y el resto secas, lo que sugiere una relativamente buena eficiencia productiva de los hatos Jersey de registro en México.

Cuadro 20. Estructura del hato Jersey puro (con y sin registro) de México.

Grupos de animales	Número de animales ^z (% del total ^y)			
	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
Vacas en producción	87 (46)	135 (9)	2 (27)	571 (67)
Vacas Secas	20 (10)	27 (8)	0	129 (33)
Vaquillas ^x	22 (11)	40 (6)	0	194 (25)
Novillonas ^w	43 (23)	81 (9)	0	377 (33)
Becerras(os) ^v	14 (8)	22 (9)	0	108 (43)
Toretas ^u	4 (2)	8 (5)	0	40 (19)
Sementales	1 (0)	1 (1)	0	4 (5)
TOTAL	190	301	6	1,381

^z $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

^y Porcentaje del total en cada hato.

^x Hembras del primer servicio al primer parto.

^w Hembras del destete al primer servicio.

^v Machos y hembras del nacimiento al destete.

^u Machos enteros destetados menores de un año.

Este indicador es ligeramente menor que los reportados para las empresas con alto nivel tecnológico en Aguascalientes (86%; Carranza-Trinidad *et al.*, 2007) y los hatos Holstein en programas de mejoramiento genético en los EE. UU. (85.8 a 87.3%; Oleggini *et al.*, 2001); similar a los observados en las empresas tecnificadas de Hidalgo (80%; Cuevas *et al.*, 2007) y con nivel tecnológico bajo o medio en Aguascalientes (84 y 83%; Carranza-Trinidad *et al.*, 2007); y

superior a los obtenidos por Espinosa *et al.* (2004) en los sistemas de producción familiar (75% para los de traspatio y 50% los de pastoreo).

Equipamiento de las unidades de producción

Aunque el equipamiento varía de acuerdo con las condiciones y exigencias de cada unidad de producción, en el Cuadro 21 se muestra que la mayoría de las unidades de producción estudiadas manifestaron tener infraestructura, y maquinaria y equipo necesarios para realizar una labor eficiente en las diferentes áreas de una empresa lechera, incluyendo aquéllos para el mejoramiento genético en los hatos.

Cuadro 21. Infraestructura, y maquinaria y equipo en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.

Áreas/Concepto	PUP ^z , %	Áreas/Concepto	PUP ^z , %
<i>Crianza de terneros</i>		<i>Manejo de forrajes y granos</i>	
Área de crianza	78	Bodega	78
<i>Ordeño y enfriamiento de leche</i>		Silos	74
Ordeñadora mecánica	96	Tractor	74
Sistema de enfriamiento	81	Picadora de forraje	59
<i>Manejo reproductivo</i>		Mezcladora	48
Termo criogénico	85	Cerco eléctrico	48
<i>Registro de información</i>		Sembradora	48
Oficina	70	Empacadora	30
Computadora	70	Ensiladora	30
Software	56	Molino de martillos	30
<i>Manejo del hato</i>		<i>Otros</i>	
Corrales de alojamiento	85	Pozo profundo	56
Corral de manejo	59		
Báscula ganadera	26		

^zPorcentaje de unidades de producción que lo poseen.

Manejo general del hato

Manejo alimenticio

La definición de los sistemas de producción involucra la integración de varios factores como el régimen de estabulación, el manejo y el tipo de animales, entre otros. El régimen de estabulación es la parte más importante en la definición del

sistema de producción y se refiere al alojamiento de los animales y a cómo consiguen los alimentos (Gasque y Blanco, 2005). Respecto al régimen de estabulación en las unidades de producción estudiadas, 56% se manejan en estabulación, donde las vacas en producción son confinadas permanentemente en el establo y los alimentos (forrajes y concentrados) son ofrecidos en los comederos; 26% en semiestabulación, en los cuales los animales son confinados por más de cuatro horas al día o durante cierto periodo del año (época de estiaje; menor que seis meses); y 19% en pastoreo, en los cuales la alimentación está basada en pastoreo todo el año, con o sin suplemento.

En el Cuadro 22 se muestra el porcentaje de unidades de producción que suministran diferentes grupos de alimentos a sus animales. El uso de alimentos concentrados es generalizado (96%), de los cuales 65% suministran alimentos balanceados comerciales y los restantes preparan su alimento concentrado, comprando la totalidad de los ingredientes, y dependiendo de estos insumos y de su precio en el mercado. El uso de concentrado en las dietas es común en las unidades de producción de bovinos lecheros comerciales del sistema especializado (FIRA, 2001; Osorio-Arce *et al.*, 1999) y en familiares que quieren mejorar el rendimiento de leche por vaca (Cervantes, 2001).

Cuadro 22. Porcentajes de unidades de producción que suministran diferentes grupos de alimentos a sus animales.

Grupos de alimentos	Unidades de producción, %				Porcentaje (producen-compran)
	Suministran	Producen 100%	Compran 100%	Producen y compran	
Concentrados	96	0	100	0	-
Forrajes ensilados	78	38	43	19	43-57
Forrajes henificados	89	25	46	29	31-69
Residuos de cultivos	48	23	69	8	20-80

El uso de forrajes conservados de buena calidad también es alto, 78% suministran forrajes ensilados (75% de maíz) y 89% henificados (70% de alfalfa). El gran porcentaje de productores que incluyen alfalfa, ensilado de maíz y los que utilizan residuos de cultivos (48%, principalmente rastrojo de maíz),

respecto a los reportados en otros trabajos con bovinos lecheros (Cervantes, 2001; Cuevas *et al.*, 2007), los ubica como productores de tecnología alta interesados en mejorar las condiciones y la productividad de sus empresas.

Casi la mitad de los productores manifestaron comprar la totalidad del forraje para conservar (o conservado) como ensilado o heno (43 y 46%) y los productores que suministran residuos de cultivos en su mayoría los compran. Esta dependencia de forraje producido fuera de la unidad de producción es mayor que la reportada para los sistemas de bovinos lecheros intensivos y familiares (FIRA, 2001). De lo anterior se concluye que existe una gran dependencia de forrajes y granos forrajeros, para las unidades de producción Jersey de registro mexicanas.

Manejo reproductivo

De las técnicas reproductivas (Cuadro 23), la inseminación artificial es la más difundida en las unidades de producción (en 100% de los hatos) y aplicada dentro de los hatos con bovinos Jersey de registro (87% de uso), lo que sugiere que ésta es la principal vía de mejoramiento genético en estos hatos. En segundo lugar se ubica el uso de monta natural (cerca de la mitad de los hatos la aplican en uno de cada cuatro servicios). Por último, las tecnologías menos aplicadas son la transferencia de embriones y la inseminación artificial con semen sexado, con poca difusión entre los hatos (26 y 11%) y uso eventual dentro de ellos (4 y 2%).

Cuadro 23. Frecuencia de uso de las técnicas reproductivas utilizadas en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.

Técnicas reproductivas	Hatos, %	Uso ^z , %			
		$\bar{X}$	S	Mín	Máx
Inseminación artificial	100	87	25	2	100
Monta natural	48	24	32	2	98
Transferencia de embriones	26	4	1	2	6
Inseminación artificial con semen sexado	11	2	0	2	2

^z $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

Otros estudios con empresas comerciales en sistemas familiares (Cervantes, 2001; Cervantes *et al.*, 2007) y en las unidades de producción de Hidalgo (Cuevas *et al.*, 2007) reportaron un menor porcentaje de productores que aplican inseminación artificial, lo que puede explicarse en parte por la naturaleza de los hatos Jersey (de registro y de mayor tamaño).

Manejo de la crianza

En los hatos estudiados la alimentación durante la lactancia está basada en el suministro de leche entera (70% de los hatos) dos veces al día (78%). Esta etapa dura en promedio tres meses, periodo en el que los animales lactantes tienen 430 g de ganancia diaria de peso promedio y alcanzan 64 kg al final de la etapa (Cuadro 24).

Cuadro 24. Estadísticos descriptivos^z para las variables de la lactancia para las crías Jersey, de los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

Variables	n	$\bar{X}$	S	Mín	Máy
Edad al destete, meses	27	3.0	1.0	2.0	6.0
Peso al destete, kg	16	64.0	23.0	35.0	100.0
GDP ^y predestete, kg d ⁻¹	16	0.43	0.21	0.09	0.82

^zn = número de hatos, $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

^yGanancia diaria de peso.

Manejo del ordeño y la producción de leche

En 96% de los hatos se realiza ordeño mecánico, dos veces al día (96%). También en la mayoría de los hatos son realizadas las actividades básicas de rutina de ordeño, como: lavado de ubres (63%), presello (52%), despunte (89%) y sellado (81%). Estos indicadores son superiores a los reportados en unidades de producción familiar para el tipo de ordeño (Cervantes, 2001; Cervantes *et al.*, 2007) y para las actividades de rutina de ordeño de los productores del estado de Hidalgo con tecnología baja, pero no para los de tecnología media y alta (Cuevas *et al.*, 2007). Lo anterior sugiere que los criadores Jersey de registro ofrecen leche con calidad microbiológica.

La producción promedio de leche por vaca al día en línea de los hatos (Cuadro 25), aunque con mucha variación, promedió 19.6 L. Como productores de ganado Jersey de registro (no comerciales), el nivel de producción es aceptable y está dentro de los niveles de producción de los sistemas semiespecializados en México (FIRA, 2001) y de las empresas lecheras de tamaño medio en Aguascalientes (Carranza-Trinidad *et al.*, 2007), ambos estudios con empresas comerciales.

En comparación con otros países, la producción de las vacas Jersey fue mayor que la reportada en Nueva Zelanda para la temporada 2007-2008 de los hatos en prueba, con 13.5 L vaca⁻¹ d⁻¹ (2,835 L en lactancias de 210 d; LIC, 2008), similar a la producción reportada en Australia con 5,070 L (con lactancias de 310 d; ADHIS, 2009); pero menor que las producciones promedio de las vacas Jersey canadienses (6,435 kg; CDIC, 2009) y Jersey estadounidenses (8,285 kg; AIPL, 2009).

Cuadro 25. Estadísticos descriptivos^z de la producción de leche en línea (L vaca⁻¹ d⁻¹) en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

	n	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
<i>Sistema de producción</i>					
Estabulación	13	21.7	5.2	6.7	24.0
Semiestabulación	7	13.6	1.9	10.6	16.7
Pastoreo	5	16.8	3.9	10.3	19.6
<i>Tipo de hato</i>					
Jersey	14	16.5	3.6	8.8	20.0
Mixto	11	21.8	5.5	6.7	24.0
TOTAL	25	19.6	4.7	6.7	24.0

^zn = número de hatos, $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

La producción de leche en los hatos está influida por varios factores, entre los principales destacan el sistema de alimentación y las razas utilizadas. En este sentido, la producción de leche en línea de los hatos en estabulación fue la mayor, seguida de los hatos en pastoreo, y con una menor producción en los hatos en semiestabulación. Por otra parte, los hatos mixtos presentaron mayor producción de leche en línea que los hatos Jersey puros, lo que puede ser

explicado por el tipo de raza y la proporción de animales que componen a los hatos mixtos (principalmente Holstein).

En este estudio se encontró una relación (lineal) entre el número de vacas en ordeño y la producción de leche por vaca ($r = 0.48$, $p < 0.05$), lo que implica que a mayor número de vacas en ordeño mayor fue la producción de leche por vaca. Esta situación también ha sido reportada en otros trabajos con bovinos lecheros (Osorio-Arce *et al.*, 1999; Oleggini *et al.*, 2001). Lo anterior sugiere que a mayor tamaño del hato, mayor especialización de la producción lechera (Cervantes, 2001). Esto también obedece en parte, a que los hatos de mayor tamaño fueron mixtos, con mayor proporción de vacas Holstein.

El 74% de las unidades de producción manifestaron tener estacionalidad en la producción de leche, siendo los meses de febrero, marzo y abril, los de mayor producción de leche. Lo anterior no coincide con los datos reportados para la estacionalidad de la producción de leche en México (SIAP-SAGARPA, 2009), ya que la mayoría de los hatos estudiados se manejan en estabulación y semiestabulación, y el factor principal que incide en la alimentación de los animales en estos hatos es la calidad de los forrajes henificados utilizados y a la estacionalidad de los partos.

Manejo sanitario

La mayoría de los entrevistados manifestaron tener hatos con manejo preventivo para disminuir la incidencia de enfermedades y parásitos; mediante la aplicación periódica de vacunas, participar en campañas nacionales de erradicación de enfermedades y desparasitar. En 85% de los hatos se previene la incidencia de enfermedades, mediante la vacunación y la participación en el control de brucelosis y tuberculosis. En 74% de los hatos se controla la incidencia de parásitos internos y externos. Por otro lado, en sólo 56% de los hatos se aplican pruebas para detectar mastitis. En 22% de los hatos se aplica algún tratamiento a los desechos orgánicos generados.

En relación con la zonificación de las campañas nacionales contra enfermedades y plagas, la mayoría de las unidades de producción se localizan en áreas geográficas en fase de control (Cuadro 26), en las que operan medidas zoonosanitarias para disminuir la incidencia o prevalencia de las enfermedades y plagas, lo que limita la movilización de animales hacia regiones con mejor *status* sanitario.

Cuadro 26. Situación zoonosanitaria de las áreas geográficas donde se localizan los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

Enfermedad o plaga en campaña nacional	Fases de campaña ^z		
	Control	Erradicación	Libre
Tuberculosos bovina	81	19	0
Brucelosis	100	0	0
Rabia paralítica bovina	63	0	37 ^y
Garrapata	89	0	11

^zSituación al 30 de julio de 2009, del Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2009). ^yLibre natural.

Mejoramiento genético

Actividades de mejoramiento genético

De las actividades de mejoramiento genético en los hatos, la identificación de animales y el registro de datos productivos son las que manifestaron realizar en forma rutinaria prácticamente todos los criadores (100 y 67% en forma frecuente, respectivamente); sin embargo, la utilización de cruzamientos con otras razas y la selección utilizando los resultados de evaluaciones genéticas son poco o nunca utilizadas (82 y 86%, respectivamente), mientras que la selección fenotípica por conformación, producción o pedigrí, son poco o nunca utilizadas por aproximadamente la mitad de los criadores (Cuadro 27). Los resultados obtenidos en este estudio muestran el rezago del hato Jersey mexicano de registro comparado con lo que se realiza en los países desarrollados, así mismo sugieren un potencial para implementar programas de mejoramiento genético en estas poblaciones.

Cuadro 27. Frecuencia de realización de las actividades de mejoramiento genético, en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

Actividad	Frecuencias de realización, %			
	Mucho	Regular	Poco	Nunca
Identificación de animales	100	0	0	0
Registro de datos productivos de animales	67	18	11	4
Selección fenotípica de conformación	22	19	37	22
Selección fenotípica de producción	15	22	37	26
Selección por pedigrí	26	15	22	37
Cruzamientos con otras razas	0	18	26	56
Selección con evaluación genética	7	7	15	71

La selección de animales del propio hato es una parte importante del mejoramiento genético. En este estudio, todos los productores indicaron dejar para reemplazos a prácticamente la totalidad de las hembras disponibles, por lo que es de suponerse que la selección por esta vía es prácticamente nula. Por el contrario, 2/3 de los hatos seleccionan sementales de sus propios hatos, eligiendo el 5% de los becerros nacidos ó 23% de los machos destetados, ya que en su mayoría son sacrificados antes del destete y sólo en algunos casos son engordados.

Criterios de selección

Los criterios para la selección (o compra) de animales utilizados más frecuentemente por los criadores de ganado Jersey mexicanos variaron dependiendo si se trataba de hembras, sementales o semen (Cuadro 28). Para hembras el criterio más usado (94% de los criadores en forma regular o muy frecuente) fue por características de conformación externa de los animales, mientras que para sementales los más frecuentes fueron las características de conformación (68%), el comportamiento productivo de sus parientes (64%) y el pedigrí de los animales (64%), y para semen los resultados de evaluaciones genéticas (78%). Para las evaluaciones genéticas, las principales características consideradas importantes en forma regular y muy frecuente en los productores (Cuadro 29), fueron las de conformación externa (88%) y producción de leche (92%); mientras que para las características de

conformación, los productores consideraron de uso regular o muy frecuente aquellas relacionadas con el sistema mamario (88%), y patas y pezuñas (80%).

Cuadro 28. Frecuencia de uso de los criterios de selección considerados más importantes por los criadores de bovinos Jersey de registro en México.

Criterios de selección	Frecuencias de uso, %			
	Mucho	Regular	Poco	Nunca
<i>Hembras</i>				
Características de conformación	53	41	0	6
Comportamiento productivo de sus parientes	29	24	6	41
Evaluaciones genéticas	17	12	6	65
Pedigrí	35	18	6	41
Prestigio de las ganaderías	18	6	6	70
<i>Sementales</i>				
Características de conformación	36	32	5	27
Comportamiento productivo de sus parientes	32	32	5	32
Evaluaciones genéticas	18	9	9	64
Pedigrí	41	23	0	36
Prestigio de las ganaderías	9	0	5	86
<i>Semen</i>				
Características de conformación	33	33	8	26
Comportamiento productivo de sus parientes	26	26	4	44
Evaluaciones genéticas	59	19	11	11
Pedigrí	30	22	15	33
Prestigio de las ganaderías	11	7	4	78

Cuadro 29. Frecuencia de uso de las características más importantes en la selección para los criadores de bovinos Jersey de registro en México.

Característica	Frecuencias de uso, %			
	Mucho	Regular	Poco	Nunca
<i>Para las evaluaciones genéticas</i>				
Características de conformación	44	44	12	0
Producción de leche	52	40	4	4
Componentes en leche	24	36	4	36
Calidad de leche	20	20	8	52
<i>Para características de conformación</i>				
Sistema mamario	72	16	8	4
Patas y pezuñas	40	40	0	20
Tamaño	12	28	20	40
Carácter lechero	20	28	8	44

Criterios de apareamiento

Los principales criterios usados por los criadores para la asignación de semen o toro a las vacas fueron (Cuadro 30): evitar apareamientos entre parientes (59% en forma regular o muy frecuente), asignación en función de las características de las vacas (48%) y la asignación de ciertos toros a vacas repetidoras (41%). Esto sugiere que los criterios más usados por los criadores están encaminados principalmente a reducir consanguinidad, a mejorar el balance en las características externas de los animales y a reducir los costos de producción.

Cuadro 30. Frecuencia de uso de los criterios de apareamiento por los criadores mexicanos de bovinos Jersey de registro.

Criterios de asignación de semen o toro	Frecuencias de uso, %			
	Mucho	Regular	Poco	Nunca
Los toros se asignan evitando que estén emparentados con las vacas	37	22	15	26
Ciertos toros se asignan a repetidoras	26	15	22	37
Los toros se asignan en función de las características de cada vaca	41	7	11	41
Ciertos toros se asignan a vaquillas	18	15	15	52
Toros identificados se asignan aleatoriamente a las vacas	26	11	4	59
Los mejores toros se asignan a las mejores vacas	18	15	4	63

Flujo de material genético

En el Cuadro 31 se muestra el flujo de material genético (compra, venta o producción) en el hato Jersey de registro mexicano. La mayoría de los criadores manifestó que la compra, producción o venta de sementales son pocas veces o nunca realizadas (93, 78 y 92%, respectivamente), lo que es similar a la producción o venta de semen (81 y 92%); sin embargo, la mayoría de criadores frecuentemente compran semen (89%), lo que sugiere que el progreso genético vía padres es realizado a través de la compra del material genético. La compra, producción o venta de embriones es poco o nunca utilizada (96, 93 y 96%), similar a la compra o venta de vaquillas de reemplazo (81 y 89%); sin embargo, la producción de vaquillas para su propio reemplazo es realizada por la mayoría

de los criadores (96%). Lo anterior indica que la venta de material genético no es la actividad principal de los criadores Jersey.

Cuadro 31. Frecuencia de realización de las actividades de flujo de material genético, en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

Actividad de flujo	Frecuencias de uso, %							
	Mucho	Regular	Poco	Nunca	Mucho	Regular	Poco	Nunca
	----- <i>Sementales</i> -----				---- <i>Novillonas y vaquillas</i> ----			
Compra	7	0	19	74	4	15	26	55
Produce	0	22	45	33	85	11	4	0
Vende	0	8	22	70	0	11	33	56
	----- <i>Semen</i> -----				----- <i>Embriones</i> -----			
Compra	82	7	11	0	0	4	11	85
Produce	4	15	11	70	0	7	19	74
Vende	0	8	22	70	0	4	0	96

La adquisición de material genético por los criadores ocurre vía compra de semen, animales (hembras de reemplazo y sementales) o embriones (100, 56 y 15% de los productores, respectivamente), para los cuales en el Cuadro 32 se presentan los principales proveedores. Las principales compañías de las que adquieren semen son Alta Genetics y Semex, empresas en las que compran el mayor porcentaje de criadores (67 y 48%), y lo utilizan en casi la mitad del semen que adquieren (51 y 42%). El principal proveedor nacional es el “Rancho San Carlos” (Carranco), quien provee principalmente a productores en su región de influencia (15%), pero provee en promedio 75% del semen que utilizan. Por otra parte, la adquisición de animales (hembras y machos) en la mayoría de los casos proviene de hatos nacionales (73%) y de los hatos extranjeros de Canadá (27%) y los EE. UU. (20%). Los únicos proveedores de embriones que manifestaron los criadores, son las compañías: Rapid Bay Inc. (75%) y Semex (25%).

Los países de origen de los animales considerados regular y muy frecuente importantes por los productores (Cuadro 33) fueron Canadá y los EE. UU., tanto para hembras (75 y 70%) como para machos (73 y 77%). Estos resultados

coinciden con lo reportado en otros estudios en bovinos lecheros mexicanos (Rosales y Tewolde, 1993; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999; Valencia *et al.*, 1999), en los que se señala la dependencia de germoplasma de los EE. UU. y Canadá, por lo que concluyen que el mejoramiento genético en los hatos mexicanos de bovinos Holstein es principalmente vía importaciones, con la consecuente dependencia tecnológica.

Cuadro 32. Frecuencia de los volúmenes de compras de material genético de las diferentes fuentes en los hatos con bovinos Jersey de registro en México.

Procedencia	Hatos, %	Porcentajes de las compras ^z			
		$\bar{X}$	S	Mín	Máx
<i>Semen</i>					
Alta Genetics	67	51	29	7	90
Semex	48	42	24	5	100
ABS	26	33	10	25	50
CRI	22	44	43	5	100
R. San Carlos (Carranco)	15	75	38	20	100
Select Sires	11	22	20	10	45
Accelerated Genetics	7	40	28	20	60
Rapid Bay Inc	7	10	0	10	10
Otros	22	-	-	-	-
<i>Animales</i>					
Nacional	73	82	31	30	100
Canadá	27	70	42	10	100
EE. UU.	20	47	47	10	100
Australia	13	90	0	90	90

^z $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

Cuadro 33. Frecuencia de los países de origen de los animales más importantes para los productores mexicanos de bovinos Jersey de registro.

País	Frecuencias de uso, %							
	Mucho	Regular	Poco	Nunca	Mucho	Regular	Poco	Nunca
	----- Hembras -----				----- Machos -----			
Canadá	55	20	0	25	50	23	0	27
EE. UU.	25	45	0	30	36	41	0	23
México	10	5	5	80	14	5	4	77
Nueva Zelanda	10	0	10	80	9	0	9	82
Australia	10	5	0	85				

Conocimientos en evaluaciones genéticas

En el Cuadro 34 se muestra el grado de conocimientos sobre los conceptos utilizados en las evaluaciones genéticas y catálogos de sementales por los criadores Jersey. En promedio para los conceptos cuestionados, 70% de los productores manifestaron conocer los conceptos utilizados en las evaluaciones genéticas y catálogos de sementales. Aunque estos resultados muestran que la mayoría de los criadores pueden interpretar la información contenida en los catálogos de sementales, muy pocos los utilizan para seleccionar animales (Cuadros 27 y 28).

Cuadro 34. Grado de conocimientos sobre los conceptos de las evaluaciones genéticas por los criadores mexicanos de bovinos Jersey de registro.

Concepto	Grado de conocimientos, %			
	Mucho	Regular	Poco	Ninguno
Percentil	63	7	15	15
HTP's	59	15	11	15
Confiability	59	11	15	15
Tendencias genéticas	56	18	4	22
Índices	56	15	7	22
Año base	56	7	11	26

Respecto a las evaluaciones genéticas de ganado Jersey realizadas en México, el 59% de los productores declararon confiar en los resultados de éstas, pero sólo una minoría (22%) las utiliza. Las razones expuestas por las que desconfían fueron principalmente el desconocimiento (62%) y la poca cantidad de información utilizada en las mismas (23%). Así, para mejorar el impacto de las evaluaciones nacionales es necesario reducir la desconfianza a través un mayor del flujo de información sobre las evaluaciones hacia los productores, pero más importante es fomentar el uso de las mismas mediante la concientización de los productores del papel que juegan como criadores de registro en el mejoramiento genético de la ganadería del país.

Aspectos socioeconómicos y de apoyo técnico

En cerca de la mitad de las unidades de producción se cuenta con apoyo técnico de tiempo completo (44%) o capacitación y asistencia técnica eventual (56%). Los temas más frecuentes de capacitación y asistencia técnica son: reproducción y clínica (93%), sanidad (80%), y alimentación y nutrición (73%); para el caso de genética, aproximadamente la mitad (47%) de los criadores lo manifestaron recibir. Los temas menos frecuentes fueron aquellos relacionados con registros financieros (33%), comercialización (13%), y organización y gestoría (13%). Los resultados en frecuencia de capacitación y asistencia técnica, son inferiores a los reportados para los sistemas intensivos de bovinos lecheros, pero mayores que los encontrados en los sistemas familiares (FIRA, 2001) y de doble propósito en Yucatán (Osorio-Arce *et al.*, 1999).

De las unidades de producción que han recibido financiamiento externo (30%), en la mitad de éstas (50%) la fuente de financiamiento es el sistema bancario comercial. Por otra parte, gran parte de los productores (67%) han recibido apoyos gubernamentales, siendo el programa de Fomento Ganadero de la Alianza para el Campo el que ha apoyado al mayor número de productores (44%), principalmente para la adquisición de vientres, maquinaria, equipo y herramientas, e infraestructura e instalaciones. Otros programas de los que han recibido apoyos los productores son: PROGAN (19%), Subsidios al Diesel (19%), PROCAMPO (7%) y Ordeña por Contrato (7%), entre otros.

La presencia del productor en las unidades de producción, en la mayoría de los casos fue de al menos cada tercer día (78%), y sólo un pequeño grupo de productores (22%) manifestaron presentarse esporádicamente en las unidades de producción.

Considerando sólo las unidades de producción privadas (93%), el 16% de los criadores cuentan como única fuente de ingresos la empresa lechera en estudio, por lo que la mayoría tiene fuentes de ingresos adicionales. Estas otras fuentes de ingreso, en 60% provienen de otra actividad agropecuaria y 32% de

una actividad no agropecuaria (8% cuentan con otros ingresos en ambos sectores).

El 52% de los productores indicaron estar integrados a otra organización ganadera formalmente constituida, diferente a la AMCGJR; éstas son las asociaciones ganaderas locales (48%) y otras asociaciones ganaderas de registro (19%). Por otra parte, también se encontró que 40% de las unidades de producción conforman alguna sociedad mercantil, en figuras como son: sociedad anónima (22%), sociedad cooperativa (11%) y sociedad de producción rural (7%). Lo anterior indica la capacidad de los productores de interactuar con productores afines y organizarse.

Acerca del grado de integración de las unidades de producción para agregar valor a la leche que producen, la mayoría de los productores (89%) comercializan gran parte de su producción (95% en promedio) directamente como leche bronca; por este medio se comercializa 87% del volumen de la producción de leche de los hatos. De este grupo de productores 96% no tienen problemas para vender su producto durante el año. También existe un grupo de productores (19%) que comercializan la leche hasta el consumidor después de procesarla (en promedio 82% de su producción), representando casi 13% del volumen total.

El destino de la leche de los hatos con bovinos Jersey de registro, en casi la totalidad del volumen (99.7%) se destina a la industria para su transformación, pagándose a un precio de 4.77 por litro (Cuadro 35), lo cual es mayor al precio medio rural de leche reportado para el año 2007 (\$4.03 L⁻¹, SIAP-SAGARPA, 2009). En esta comercialización sólo 46% reciben algún premio o castigo por la calidad, siendo la presencia de antibióticos y el conteo de células somáticas los conceptos principales por lo que los castigan; y el contenido de sólidos, grasa y proteína por los que los premian. Por tanto, la mayoría de las unidades de producción abastecen a las industrias procesadoras no propias, entregando

leche fría de calidad, y sólo en la mitad de los casos son premiados o castigados por la calidad.

Cuadro 35. Volumen y precio de comercialización de leche^z por grado de integración y destino de la leche en las unidades de producción con bovinos Jersey de registro en México.

Concepto	n	$\bar{X}$	S	Mín	Máx
<i>Grado de integración, L</i>					
Produce	24	3,162	6,358	20	30,000
Produce y procesa	1	93		93	93
Produce, procesa y distribuye	5	2,029	2,654	30	6,600
<i>Destino de la leche, L</i>					
Consumo directo	2	100	113	20	180
A transformación	27	3,184	6,199	30	30,000
<i>Precio de comercialización, \$</i>					
Consumo directo	2	6.5	2.12	5.0	8.0
A transformación	26	4.8	0.85	3.3	8.0

^zn = número de unidades de producción, $\bar{X}$ = promedio, S = desviación estándar, Mín = mínimo, Máx = máximo.

3.5.2 Variabilidad genética del hato Jersey mexicano

Parámetros genéticos

Los estimadores de heredabilidad obtenidos para la población mexicana de bovinos Jersey de registro se presentan en el Cuadro 36. La heredabilidad para producción de leche fue baja, sólo mayor que la reportada en Costa Rica (0.21; Vargas y Gamboa, 2008); y menor que aquellas estimadas para la raza Jersey en otros países (de 0.26 a 0.48) como los EE. UU. (Hudson y Van Vleck, 1984; Campos *et al.*, 1994; Bormann *et al.*, 2002), Canadá (Miglior *et al.*, 1992; CDN, 2007), Sudáfrica (Do Toit *et al.*, 1998), Australia (Visscher y Goddard, 1995), Nueva Zelanda (Ahlborn y Dempfle, 1992) y Costa Rica (Vargas y Solano, 1995; Gómez y Tewolde, 1999).

Las heredabilidades para las producciones de grasa y proteína, también fueron menores que las estimadas en otras poblaciones Jersey (0.15 a 0.39 para grasa y 0.23 a 0.43 para proteína), de los EE. UU. (Sharma *et al.*, 1983; Campos *et*

al., 1994; Bormann *et al.*, 2002), Canadá (CDN, 2007), Sudáfrica (Do Toit *et al.*, 1998), Australia (Visscher y Goddard, 1995) y Nueva Zelanda (Ahlborn y Dempfle, 1992). De forma similar, las heredabilidades para los porcentajes de grasa y proteína fueron menores que las reportadas en los EE. UU. (Campos *et al.*, 1994; Sharma *et al.*, 1983), Canadá (Miglior *et al.*, 1992; CDN, 2007) y Sudáfrica (Do Toit *et al.*, 1998), con rango de 0.42 a 0.53 para porcentaje de grasa y de 0.44 a 0.66 para porcentaje de proteína.

Cuadro 36. Proporción de los componentes de varianza sobre la varianza fenotípica para características productivas de la población Jersey de registro en México.

Característica	Componentes de varianza, proporción			Varianza fenotípica ^y
	Genética directa ^z	Ambiente permanente	Residual	
Producción de leche	0.23	0.14	0.63	184.7
Producción de grasa	0.12	0.11	0.77	4086.6
Producción de proteína	0.11	0.09	0.81	3082.6
Porcentaje de grasa	0.15	0.08	0.77	0.27
Porcentaje de proteína	0.24	0.00	0.76	0.20

^zHeredabilidad (h^2). ^yProducciones de leche, grasa y proteína en kg.

En la estimación de heredabilidad de las características de conformación, para la mayoría de éstas no fue posible detectar variabilidad genética aditiva, al obtenerse heredabilidades prácticamente de cero. Las características en las que se pudo estimar la heredabilidad, los valores fueron bajos (estatura, 0.01; profundidad corporal, 0.06; ángulo de la pezuña, 0.01; posición de tetas anteriores, 0.01; y longitud de tetas anteriores, 0.04).

En general, los menores estimadores de heredabilidad en la población mexicana Jersey de registro, pueden deberse a factores como la diversidad en las condiciones ambientales y de manejo en las que se desarrollan los hatos, la cantidad y la calidad de la información, y a las diferentes metodologías usadas para la estimación de los parámetros. Vargas y Gamboa (2008) indicaron que la menor heredabilidad para producción de leche en Jersey de Costa Rica que en los EE. UU. y Canadá, pudo deberse a la mayor heterogeneidad entre sistemas

de manejo y condiciones climáticas en Costa Rica. Aunque en condiciones menos contrastantes, Campos *et al.* (1994) concluyeron que la estimación de los parámetros genéticos en clima subtropical (de los EE. UU.) no difirieron apreciablemente de aquéllos estimados en áreas templadas. Acerca de las características de los datos, Biscarini *et al.* (2003) explicaron que las bajas heredabilidades obtenidas (respecto a otros estudios) fueron probablemente debidas al tamaño pequeño de la población y la gran cantidad de información faltante en el pedigrí.

Por otro lado, en muchos de los trabajos las primeras lactancias fueron utilizadas para estimar los parámetros (Campos *et al.*, 1994; Visscher y Goddard, 1995; Guo *et al.*, 2002), en contraste con este estudio. Do Toit *et al.* (1998) encontraron que los estimadores de heredabilidad decrecieron para todas las características productivas estudiadas en la subsiguiente lactancia e indicaron que esto pudo ser en parte debido a un incremento en variación de los efectos ambientales. De lo anterior, Guo *et al.* (2002) estimaron que tanto la varianza fenotípica como su proporción respecto a la varianza de ambiente permanente se incrementaron a medida que aumentó el número de parto, mientras que la heredabilidad decreció, sus resultados indicaron heterogeneidad de las varianzas debido a número de parto, lo cual afectó la estimación de los parámetros.

Tendencias genéticas

Los cambios en el promedio de los valores genéticos a través de los años en la población mexicana Jersey de registro, para las características productivas (en kg y porcentajes) se muestran en las Figuras 2 y 3.

En la Figura 2 se pueden observar aumentos en los valores genéticos para las características productivas hasta 2002 y 2003, pero disminuciones rápidas posteriores hasta el 2008. En general, para los porcentajes de grasa y proteína las tendencias fueron de disminución desde los primeros años de estudio hasta 2003 y 2004, para posteriormente aumentar ligeramente hasta 2008 (Figura 3).

Los patrones de cambios en las tendencias genéticas de las características productivas a partir de 2004, pueden deberse a la salida de la AMCGJR de un socio con gran cantidad de ganado, del cual muchos de sus animales se han ubicado como los mejores en las evaluaciones genéticas.

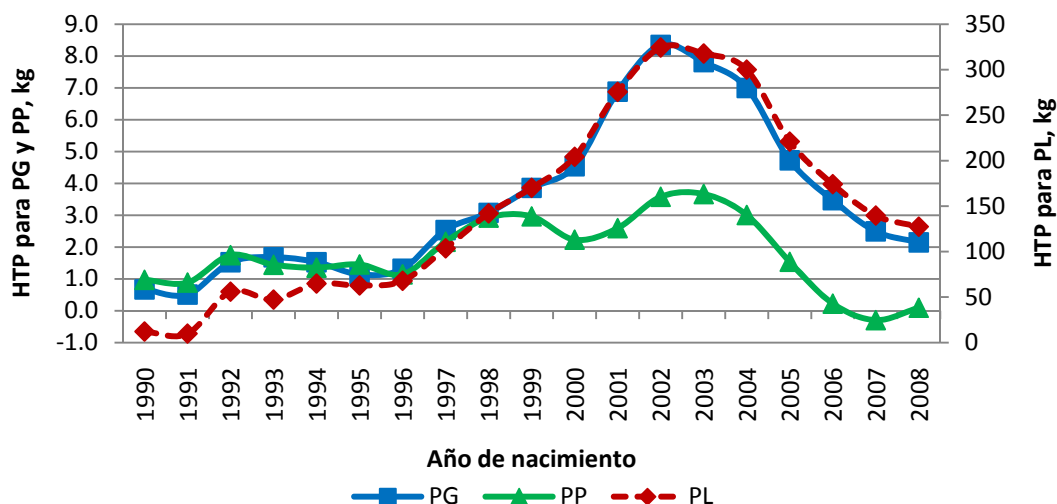


Figura 2. Tendencias genéticas para las producciones de leche (PL), grasa (PG) y proteína (PP) en la población Jersey de registro en México.

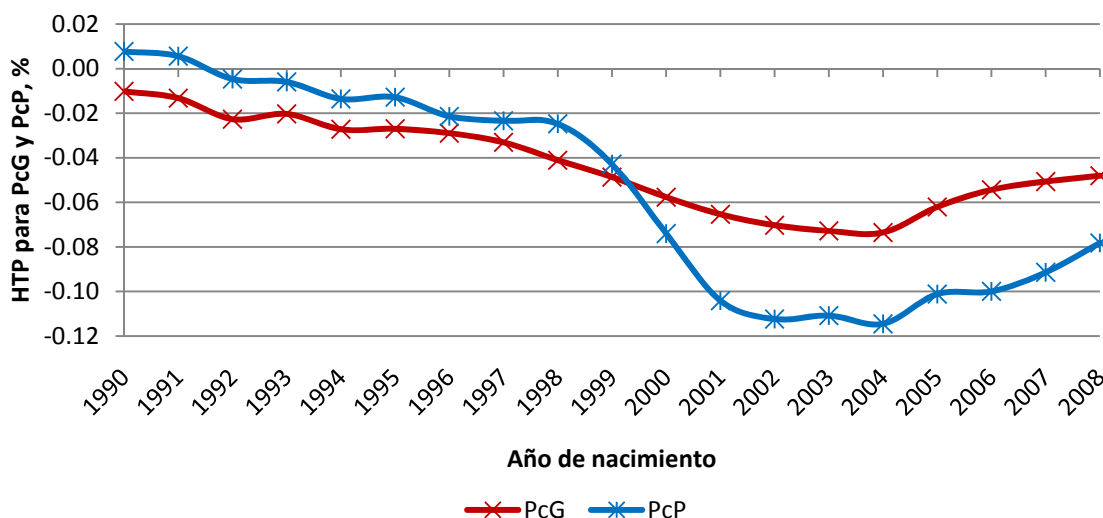


Figura 3. Tendencias genéticas para porcentajes de grasa (PcG) y proteína (PcP) en la población Jersey de registro en México.

Las magnitudes de los cambios genéticos a través de los años, así como el porcentaje que representan de la media fenotípica, para diferentes periodos, se

presentan en el Cuadro 37. La ganancia genética obtenida durante el periodo estudiado (1990 a 2008) ha sido prácticamente de cero para las variables analizadas. Cambios genéticos anuales negativos y pequeños para los porcentajes de grasa y proteína (-0.06 y -0.20% como porcentaje de las respectivas medias fenotípicas) fueron estimados para el periodo total estudiado, prácticamente sin cambio para producción de proteína (-0.02%), y positivos y pequeños para las producciones de leche y grasa (0.14 y 0.06%).

Cuadro 37. Cambio genético anual y porcentaje de la media fenotípica^z para las características productivas en la raza Jersey, por periodos analizados.

Característica	Periodos		
	1990-2002	2003-2008	1990-2008
Producción de leche, kg	28.84 (0.38)	-42.75 (-0.57)	10.67 (0.14)
Producción de grasa, kg	0.71 (0.20)	-1.25 (-0.36)	0.21 (0.06)
Producción de proteína, kg	0.21 (0.07)	-0.85 (-0.30)	-0.06 (-0.02)
Porcentaje de grasa	-0.006 (-0.12)	0.006 (0.13)	-0.003 (-0.06)
Porcentaje de proteína	-0.016 (-0.41)	0.007 (0.18)	-0.007 (-0.20)

^zEntre paréntesis.

Cuando se analizó por periodos, de 1990 a 2002 se observaron cambios genéticos anuales positivos y pequeños para las producciones de leche, grasa y proteína, y negativos y pequeños para los porcentajes de grasa y proteína. Una respuesta opuesta a lo anterior fue estimada para el periodo de 2003 a 2008, donde los cambios negativos fueron observados para las características de producción y los positivos para las de porcentajes.

Los cambios antes expuestos reflejan los efectos de las decisiones de los criadores en el momento de seleccionar semen, embriones o reproductores para ser utilizados en sus hatos. Las tendencias genéticas observadas en la población Jersey de México para producción de leche, fueron similares a las obtenidas en la población Jersey de Costa Rica, pero menores que las estimadas para las poblaciones Jersey de los EE. UU. y Canadá. En Costa Rica, Vargas y Solano (1995), y Vargas y Gamboa (2008) estimaron cambios genéticos anuales en producción de leche de 12.1 y 7.9 kg, respectivamente

(0.28 y 0.17% de las respectivas medias fenotípicas). En Canadá (CDN, 2009) y los EE. UU. (Blanchard *et al.*, 1983; Nizamani y Berger, 1996; AIPL, 2009) los cambios genéticos anuales en producción de leche fluctuaron entre 42 y 77 kg y los porcentajes de las respectivas medias fenotípicas de 0.57% en Canadá (CDN, 2009) a 0.66% en los EE. UU (AIPL, 2009).

Asimismo, un cambio genético anual mayor para las producciones de grasa y proteína fue reportado en los EE. UU. (Blanchard *et al.*, 1983; Nizamani y Berger, 1996; AIPL, 2009) y Canadá (CDN, 2009) que en México. Para producción de grasa los cambios genéticos anuales fluctuaron entre 1.6 y 3.1 kg (Blanchard *et al.*, 1983; Nizamani y Berger, 1996; AIPL, 2009; CDN, 2009) y los porcentajes de las respectivas medias fenotípicas de 0.62% a 0.82% (CDN, 2009; AIPL, 2009). Para producción de proteína los cambios fluctuaron entre 1.7 y 2.5 kg (Nizamani y Berger, 1996; AIPL, 2009; CDN, 2009) y los porcentajes de las medias fenotípicas de 0.61% a 0.70% (CDN, 2009; AIPL, 2009).

Niveles y tendencias de la consanguinidad

Los niveles de consanguinidad estimados en la población mexicana Jersey de registro (Cuadro 38) fueron bajos (1.8 y 2.8% para la población total y para los animales consanguíneos). Respecto a las estimaciones previamente reportadas por Santos (2007) para esta misma población, no mostraron cambios importantes; así, los niveles de consanguinidad continúan bajos (tanto para la población como para los animales consanguíneos), pero con una alta proporción de animales consanguíneos (63%).

Los niveles de la consanguinidad del hato Jersey mexicano de registro son similares a los estimados para otras poblaciones Jersey en el mundo. Vargas y Gamboa (2008) estimaron 1.3% de consanguinidad para la población de vacas Jersey en Costa Rica. Utilizando información del siglo pasado para diferentes poblaciones Jersey en los EE. UU., Hudson y Van Vleck (1984) obtuvieron 0.5 y 2.0% de consanguinidad para la población completa y los animales

consanguíneos, mientras que Thompson *et al.*, (2000) estimaron 2.8% de consanguinidad en una población completa. Estimadores similares fueron publicados para poblaciones Jersey de Canadá, con valores de 1.2 y 3.3% de consanguinidad para la población completa y los animales consanguíneos (Miglior *et al.*, 1992), mientras que Hansen *et al.* (2003) y Sewalem *et al.* (2006) estimaron un 2.4 y 3.1% de consanguinidad en otras dos poblaciones. Para los años recientes, estudios en los EE. UU. y Canadá han mostrado un incremento acelerado en la consanguinidad de sus poblaciones Jersey. Por ejemplo, en los EE. UU. y Canadá, Gulisija *et al.* (2007) y Sewalem *et al.* (2006) estimaron niveles de consanguinidad de 6.8 y 4.8% en las respectivas poblaciones.

Cuadro 38. Estadísticos descriptivos para la consanguinidad (F) del ganado Jersey de registro en México.

Concepto	Valor
Total de animales	16,165
Número de animales consanguíneos	10,220
Animales consanguíneos, %	63.2
F en el total de la población, %	1.7 ± 2.6
F en los animales consanguíneos, %	2.8 ± 2.9
F máximo, %	38.7

La proporción de animales consanguíneos de este estudio fue mayor que las estimadas en poblaciones Jersey de los EE. UU. (22.8%; Hudson y Van Vleck, 1984), Canadá (36.2%; Miglior *et al.*, 1992) y de Costa Rica (23.2; Vargas y Gamboa, 2008); pero menor al 95.3% reportado por Sewalem *et al.* (2006) en Canadá y al 100% reportado por Gulisija *et al.* (2007) en EE.UU. La proporción alta de animales consanguíneos detectadas en este estudio, en conjunto con las consanguinidades relativamente bajas en la población y los animales consanguíneos, sugieren la presencia de coeficientes de consanguinidad pequeños en los animales individualmente.

Aunque el nivel de la consanguinidad en la población fue bajo, se observa también (Figura 4) aumento en los niveles de consanguinidad a través del tiempo (0.11 y 0.10% por año para la población total y para los animales

consanguíneos). En comparación con lo reportado para otras poblaciones Jersey, los resultados han sido variables. Los incrementos anuales de consanguinidad de este estudio fueron mayores al 0.05% estimado de 1987 a 2007 en Costa Rica por Vargas y Gamboa (2008), y al 0.06% obtenido en Canadá para el periodo 2000-2004 por Sewalem *et al.* (2006). Valores similares al de este estudio fueron estimados para poblaciones en los EE. UU. (0.10; AIPL, 2009) y Canadá (0.10; CDN, 2008) de 2000 al 2008 y 2007 respectivamente. Incrementos anuales menores que los de este estudio fueron publicados por Thompson *et al.* (2000) en los EE. UU. (0.30%, de 1989 a 1998) y Sorensen *et al.* (2005) en Dinamarca (0.20%, de 1993 a 2003).

Los valores anteriores (incluyendo el de este estudio) fueron menores al mínimo aceptable en programas de mejoramiento genético animal (0.5%), sugerido por Nicholas (1989). Sin embargo, si se considera el uso intensivo de material genético de otros países (EE. UU. y Canadá, principalmente), lo cual no es considerado en el pedigrí completo analizado, implicaría que los valores del presente estudio podrían ser mayores. Por tanto, podría deducirse que prácticamente todos los animales nacidos en la actualidad presentan algún grado de consanguinidad, y que ésta podría estar subestimada en este estudio.

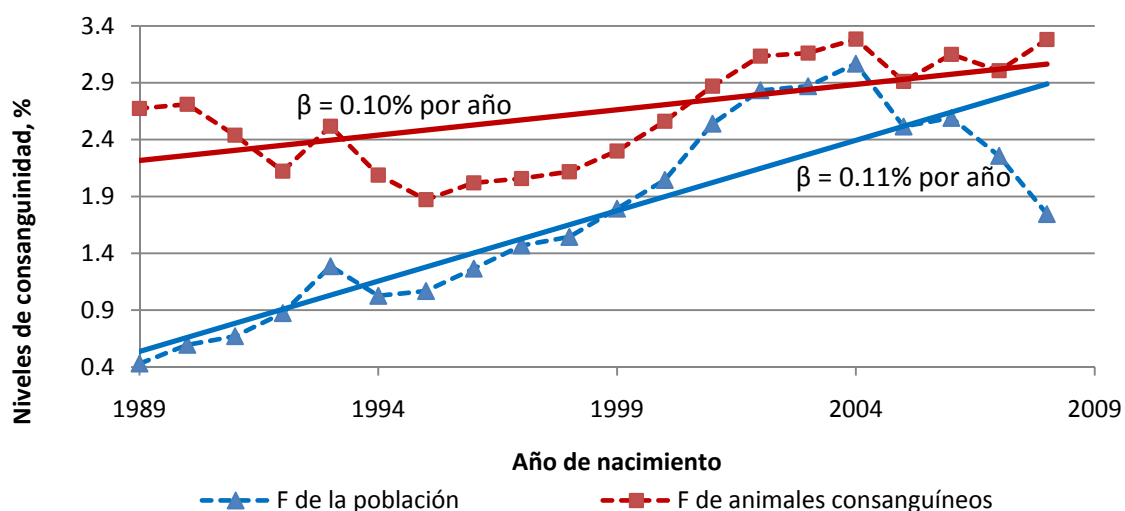


Figura 4. Tendencias en los niveles de consanguinidad (F, %) en la población y en los animales consanguíneos a través del tiempo para el ganado Jersey de registro en México.

Aunque las estimaciones de la consanguinidad en este estudio fueron relativamente bajas, y que su incremento anual fue de baja magnitud y positiva, es conveniente continuar el monitoreo de los niveles y considerar estrategias para el control de la consanguinidad del ganado Jersey en México. Lo anterior, con el fin de evitar detrimento del comportamiento y en la variabilidad genética; dado el tamaño pequeño de la población mexicana Jersey y el uso amplio de inseminación artificial en los hatos, además de los altos niveles de la consanguinidad y su incremento en los años más recientes para las principales poblaciones proveedoras de genes.

3.6 Conclusiones

Los criadores mexicanos de ganado Jersey de registro tienen experiencia, educación y potencial para organizarse e implementar innovaciones tecnológicas en el corto plazo. La población de bovinos Jersey de registro es pequeña, se distribuye principalmente en el centro del país y la mayoría de los hatos fueron creados recientemente. Prácticamente la mitad de las unidades de producción se manejan en estabulación, y la otra mitad en pastoreo o semiestabulación. El uso de inseminación artificial es generalizado, y la transferencia de embriones y monta natural son raramente utilizadas. En general las unidades de producción tienen suficiente capacidad instalada en animales, terrenos, e infraestructura y equipo, para implementar programas nacionales de mejoramiento genético.

La selección de animales en los hatos es reducida, las actividades de mejoramiento genético se concentran principalmente en identificar animales y coleccionar registros productivos. El mejoramiento genético de sus hatos es principalmente vía importación de semovientes de los EE. UU. y Canadá. La venta de material genético no es la actividad principal de los criadores de Jersey en México, lo que sugiere poca influencia directa en el mejoramiento genético de la ganadería comercial, por lo que se requiere promover estrategias

para aplicar mejoramiento genético en los hatos mexicanos y fomentar la comercialización del material genético sobresaliente.

La variabilidad genética aditiva para características de producción es baja, pero suficiente para obtener progreso genético importante; sin embargo, la ganancia genética estimada durante 1990 a 2008 ha sido positiva, pero de pequeña magnitud para las producciones de leche grasa y proteína, y negativa para los porcentajes de grasa y proteína. Los niveles y los aumentos anuales de consanguinidad en la población a través del tiempo son relativamente pequeños. El tamaño pequeño del hato nacional plantea la necesidad de establecer programas de mejoramiento genético que consideren la conservación de la variabilidad genética y el control de la consanguinidad.

3.7 Literatura citada

- ADHIS (Australian Dairy Herd Improvement Scheme). 2008. Australian Dairy Herd Improvement Report 2008. <http://www.adhis.com.au/v2/downv2.nsf/0/63CC13B3B1B99D9ECA25755400814391?open>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Ahlborn, G., and L. Dempfle. 1992. Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livestock Production Science* 31: 205-219.
- AIPL (Animal Improvement Programs Laboratory). 2009. Genetic evaluations available from AIPL. <http://aipl.arsusda.gov/eval.htm#summary>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- AMCGJR (Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C.) 1997. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Jersey de Registro A. C. *In: Memorias del Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina*. 17 al 19 de noviembre. México, D. F. pp: 81-87.
- Biscarini, F., S. Biffani, and F. Canavesi. 2003. Genetic analysis of type traits for the Italian Jersey breed. *Interbull Bulletin* 31: 80-83.
- Blanchard, P. J., R. W. Everett, and S. R. Searle. 1983. Estimation of genetic trends and correlations for Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 66: 1947-1954.
- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell, and S. D. Kachman. 1995. A Manual for Use of MTDFREML. A set of programs to

- obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. USDA, ARS. 114 p.
- Bormann, J., G. R. Wiggans, T. Druet, and N. Gengler. 2002. Estimating effects of permanent environment, lactation stage, age, and pregnancy on test-day yield. *Journal of Dairy Science* 85: 263. Online. <http://jds.fass.org/cgi/data/85/1/263/DC1/1>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Campos, M. S., C. J. Wilcox, C. M. Becerril, and A. Diz. 1994. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. *Journal of Dairy Science* 77: 867-873.
- Carranza-Trinidad, R. G., R. Macedo-Barragán, J. Cámara-Córdoba, J. Sosa-Ramírez, A. J. Meraz-Jiménez, y A. G. Valdivia-Flores. 2007. Competitividad en la cadena productiva de leche del estado de Aguascalientes, México. *Agrociencia* 41: 701-709.
- CDIC (Canadian Dairy Information Centre). 2009. Dairy Herd Improvement. http://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=mrr-pcle&s3=dhi-agbl. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2007. Heritability estimates used for genetic evaluation in Canada - Dec 2007. <http://www.cdn.ca/document.php?id=141>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2008. Inbreeding update - Aug 2008. <http://www.cdn.ca/document.php?id=150>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- CDN (Canadian Dairy Network). 2009. General articles / reports & lists - Aug 2009. http://www.cdn.ca/files_ge_articles.php. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Cervantes E., F. 2001. Modernización de la ganadería lechera familiar en Los Altos de Jalisco. Problemática y perspectivas. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 205 p.
- Cervantes E., F., A. Cesín V., y S. L. Pérez S. 2007. El abandono de la ganadería lechera y reconversión productiva en Chipilo, Puebla. *Técnica Pecuaria en México* 45(2): 195-208.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., P. A. Oltenacu, R. W. Blake, S. J. Schwager, H. Castillo-Juarez, 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.
- Cuevas R., V., J. A. Espinosa G., A. B. Flores M., F. Romero S., A. Vélez I., J. L. Jolalpa B., y R. Vázquez G. 2007. Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. *Técnica Pecuaria en México* 45(1): 25-40.

- Del Valle R., M. C., y A. G. Álvarez M. 1997. La producción de leche en México en la encrucijada de la crisis y los acuerdos del TLCAN. Reunión de LASA. 17 al 19 de abril. Guadalajara, Jal., México. 17 p. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lasa97/delvrivalvarez.pdf>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Do Toit, J., J. B. Van Wyk, and J. Van Der Westhuizen. 1998. Genetic parameter estimates in the South African Jersey breed. *South African Journal of Animal Science* 28: 146-152.
- Espinosa G., J. A., S. Wiggins, A. T. González O., y U. Aguilar B. 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresas: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. *Técnica Pecuaria en México* 42(1): 55-70.
- FIRA. 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. *Boletín informativo XXXIII* (317): 1-131.
- García M., E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Cuarta Edición. UNAM, México, D. F. 217 p.
- Gasque G., R., y M. A. Blanco O. 2005. Sistema de Producción Animal I. Volumen 1. UNAM, México, D. F. 149 p.
- Gómez C., H., y A. Tewolde. 1999. Parámetros genéticos para producción de leche, evaluación de sementales y caracterización de fincas lecheras en el trópico húmedo de Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 7(1): 19-37.
- Gulisija, D., D. Gianola, and K. A. Weigel. 2007. Nonparametric analysis of the impact of inbreeding on production in Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 90: 493-500.
- Guo, Z., M. S. Lund, P. Madsen, I. Korsgaard, and J. Jensen. 2002. Genetic parameter estimation for milk yield over multiple parities and various lengths of lactation in Danish Jerseys by random regression models. *Journal of Dairy Science* 85: 1596-1606.
- Hansen, C., J. N. B. Shrestha, R. J. Parker, G. H. Crow, and J. N. Derr. 2003. Genetic base and inbreeding of Canadienne, Brown Swiss, Holstein and Jersey cattle in Canada. *Animal Genetic Resources Information* 33: 11-20.
- Hudson, G. F. S., and L. D. Van Vleck. 1984. Inbreeding of artificially bred dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science* 67: 161-170.
- ICAR (International Committee for Animal Recording). 2005. Recording Guidelines. Appendices to the International Agreement on Recording Practices. Guidelines approved by the General Assembly held in Austria, 18 June 1992. Roma, Italia. 160 p.

- Lara-Covarrubias, D., J. S. Mora-Flores, M. A. Martínez-Damián, G. García-Delgado, J. M. Omaña-Silvestre, y J. Gallegos-Sánchez. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. *Agrociencia* 37: 85-94.
- LIC (Livestock Improvement Corporation). 2008. New Zealand Dairy Statistics 2007-2008. http://www.lic.co.nz/lic_Publications.cfm. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Miglior, F., B. Szkotnicki, and E. B. Burnside. 1992. Analysis of levels of inbreeding and inbreeding depression in Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 75: 1112-1118.
- Nicholas, E. W. 1989. Incorporation of new reproductive technology in genetic improvement programmes. *In: Evolution and Animal Breeding*. Hill W. G., and T. F. C. MacKay (eds). CAB International, Wallingford. pp: 203-209.
- Nizamani, A. H., and P. J. Berger. 1996. Estimates of genetic trend for yield traits of the registered Jersey population. *Journal of Dairy Science* 79: 487-494.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y J. Domínguez V. 2004. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2004. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 44 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y R. Chin C. 2005. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2005. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 44 p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y R. Gallegos R. 2008. Resumen de evaluaciones genéticas de ganado Jersey 2008. Boletín Técnico. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 56 p.
- Ochoa G., P. 1997. Estructura genética de la ganadería. Papel de los criadores de ganado bovino de registro en el mejoramiento genético. *In: Memorias del Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina*. 17-19 de noviembre. México, D. F. pp: 9-11.
- Oleggini, G. H., L. O. Ely, and J. W. Smith. 2001. Effect of region and herd size on dairy herd performance parameters. *Journal of Dairy Science* 84: 1044-1050.
- Osorio-Arce, M. M., J. C. Segura-Correa, D. A. Osorio-Arce, y A. A. Marfil-Acevedo. 1999. Caracterización de la ganadería lechera del estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica* 10: 217-227.
- Rosales A., R., y A. Tewolde M. 1993. Estimación del progreso genético en hatos de bovinos Holstein mexicanos. *Veterinaria México* 24(3): 185-188.

- Roso, V. M., and F. S. Schenkel. 2006. AMC- A computer program to assess the degree of connectedness among contemporary groups. *In: Proceedings the of 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Brazil. August 13-18.
- Ruiz L., F. J., J. Moro M., y E. Castañeda G. 2000. Evaluaciones genéticas de ganado Holstein en México. *In: Memoria del Ciclo de Conferencias Sobre Evaluación, Comercialización y Mejoramiento Genético*. 31 de marzo al 4 de abril. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México. pp: 86-97.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Leche en México, 1990-2000. http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/Estudios_SAP.aspx. Consultada el 28 de agosto de 2008.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios de México. *Claridades Agropecuarias* 111: 3-39.
- Santos C., A. 2007. Niveles y tendencias de consanguinidad del ganado Jersey de registro en México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 41 p.
- SAS User's Guide: Statistics. 2002. Version 9.1.3 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria), 2009. Situación zoonosanitaria en los estados de la República Mexicana (30 de julio de 2009). <http://www.senasica.gob.mx/default.asp?id=529>. Consultada el 28 de agosto de 2009.
- Sewalem, A., G. J. Kistemaker, F. Miglior, and B. J. Van Doormaal. 2006. Analysis of inbreeding and its relationship with functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 2210-2216.
- Sharma, A. K., L. A. Rodriguez, G. Mekonnen, C. J. Wilcox, K. C. Bachman, and R. J. Collier. 1983. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. *Journal of Dairy Science* 66: 119-126.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 2009. Boletín de Leche. México, D. F. Abril-Junio. <http://www.siap.gob.mx/index.php?idCat=267&idSegCat=1>. Consultada el 28 agosto de 2009.
- Sorensen, A. C., M. K. Sorensen, and P. Berg. 2005. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science* 88: 1865-1872.
- Thompson, J. R., R. W. Everett, and C. W. Wolfe. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *Journal of Dairy Science* 83: 2131-2138.

- 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.
- Vargas L., B., y C. Solano P. 1995. Tendencias genéticas en producción de leche en vacas lecheras de Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos en Producción Animal* 3(2): 165-176.
- Vargas L., B., y G. Gamboa Z. 2008. Estimación de tendencias genéticas e interacción genotipo x ambiente en ganado lechero de Costa Rica. *Técnica Pecuaria en México* 46(4): 371-386.
- Visscher, P. M., and M. E. Goddard. 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability and type traits for Australian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 78: 205-220.

APÉNDICES

Apéndice 1. Estimadores de heredabilidad (h^2) para características de conformación en poblaciones Jersey.

Característica	h^2	Registros ^z	País	Autor
Puntos finales	0.23	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.13	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.12	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.19	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.23	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.23	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.29	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.37	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.15	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.23	4,539	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1978
Estatura	0.46	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.41	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.44	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.37	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.37	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.39	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.40	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.27	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.23	3,967	Nueva Zelanda	Ahlborn y Dempfle, 1992
	0.36	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.34	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.43	4,539	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1978
Profundidad corporal	0.32	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.20	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.17	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.18	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.25	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.25	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.27	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
Anchura de pecho	0.17	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.08	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.22	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003

Apéndice 1. Continuación...

Característica	h^2	Registros ^z	País	Autor
Altura a la cruz	0.26	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.20	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.32	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.42	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
Fortaleza	0.21	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.23	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.25	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.26	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.23	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
Punta del anca	0.29	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.14	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.15	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.22	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.16	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.29	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.22	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.31	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.31	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.23	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.30	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.29	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Anchura del anca	0.15	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.17	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.18	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.09	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.17	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.17	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.20	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.22	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.18	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.21	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.20	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.20	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Ángulo de la pezuña	0.06	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.10	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.14	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.11	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.11	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.09	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.15	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.10	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999

Apéndice 1. Continuación...

Característica	h ²	Registros ^z	País	Autor
Ángulo de la pezuña	0.13	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.11	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.07	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Aplomos	0.07	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.07	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.07	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.19	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.12	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
Vista lateral de patas posteriores	0.14	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.07	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.10	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.05	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.10	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.13	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.08	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Vista posterior de patas posteriores	0.13	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.04	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.06	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
Profundidad de la ubre	0.30	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.13	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.13	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.27	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.14	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.41	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.22	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.38	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.32	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.27	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.27	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Ligamiento medio suspensorio	0.19	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.11	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.11	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.17	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.09	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.12	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.22	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.20	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.20	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.22	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996

Apéndice 1. Continuación...

Característica	h^2	Registros ^z	País	Autor
Ligamiento medio suspensorio	0.36	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.15	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.14	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.11	3,296	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1978
Inserción anterior de la ubre	0.22	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.26	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.27	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.19	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.07	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.17	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.22	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.22	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.24	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.21	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.15	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Posición de tetas	0.14	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.23	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.20	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.17	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.19	3,296	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1978
Posición de tetas anteriores	0.22	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.11	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.11	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.20	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.17	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.29	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.30	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.31	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
Longitud de tetas	0.29	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.35	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.26	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.19	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.27	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.20	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.26	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.31	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
Anchura posterior de la ubre	0.22	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.17	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.29	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003

Apéndice 1. Continuación...

Característica	h ²	Registros ^z	País	Autor
	0.27	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.23	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.26	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.16	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.14	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.29	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.28	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.12	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
Altura de inserción posterior de ubre	0.22	NR	Canadá	CDN, 2007
	0.11	1,297	México	Núñez <i>et al.</i> , 2005a
	0.07	1,098	México	Núñez <i>et al.</i> , 2004a
	0.26	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
	0.15	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.17	3,012	Italia	Biscarini <i>et al.</i> , 2003
	0.26	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.26	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.28	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.25	45,396	Nueva Zelanda	Cue <i>et al.</i> , 1996
	0.23	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.15	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.14	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.21	38,999	EE. UU.	Wiggans <i>et al.</i> , 2004
Carácter lechero	0.13	7,959	Sudáfrica	Theron y Mostert, 2004
	0.27	9,447	Sudáfrica	Van Niekerk <i>et al.</i> , 2000
	0.23	32,468	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1999
	0.28	34,999	EE. UU.	Gengler <i>et al.</i> , 1997
	0.48	3,269	Australia	Visscher y Goddard, 1995
	0.17	67,644	EE. UU.	Thomas <i>et al.</i> , 1985
	0.15	20,406	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1983
	0.20	3,296	EE. UU.	Norman <i>et al.</i> , 1978

^zNR = número de registros no reportado.

Apéndice 2. Cuestionario aplicado a los productores socios de la AMCGJR.

CUESTIONARIO

Número de folio _____

EL OBJETIVO DE ESTA ENCUESTA ES CARACTERIZAR LA ESTRUCTURA Y MANEJO PRODUCTIVO DEL HATO, INFRAESTRUCTURA, USO DE TECNOLOGÍAS Y ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE CON VACAS JERSEY EN MÉXICO.

LOS PRODUCTORES ENCUESTADOS DEBEN TENER LA SEGURIDAD QUE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA ES **CONFIDENCIAL** Y CON FINES DE ESTUDIO, Y SÓLO SE UTILIZARÁ EN FORMA AGREGADA SIN IDENTIFICAR A ALGUIEN EN PARTICULAR.

INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del encuestador: _____
2. Fecha de encuesta: _____ (día/mes/año)
3. Nombre del rancho: _____
4. Localidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____
5. Nombre del productor/empresa.
 Productor: _____
 Empresa: _____
6. Edad del productor: _____
7. Escolaridad (último grado de estudio): _____
8. ¿Cuántos años lleva como criador de ganado Jersey? _____
9. ¿Cuántos años lleva como criador de ganado bovino? _____

TAMAÑO Y USO DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

10. Uso de la tierra	Riego	Temporal	Total
Agrícola (ha)			
Ganadero (ha)			

11. ¿Qué tipo de sistema de riego utiliza (marque con una X)?

Riego por gravedad	☐
Riego con cañón	☐
Riego por aspersión	☐

INFORMACIÓN DEL HATO

12. Procedencia del hato Jersey:	Año

13. Especifique el número de animales para cada uno de los siguientes grupos:	De raza Jersey	Jersey con registro	Cruzas de Jersey con otras razas	De otras razas y/o cruzas
1. Vacas en ordeña (hembras con al menos un parto)				
2. Vacas secas (hembras con al menos un parto)				
3. Vaquillas (hembras del primer servicio al primer parto)				
4. Novillonas (hembras del destete al primer servicio)				
5. Becerras y becerros (del nacimiento al destete)				
6. Toretes (machos enteros destetados)				
7. Sementales				

14. ¿Con que razas cruza el ganado Jersey (marque con una X)?

Cebú	☐
Holstein	☐
Pardo Suizo	☐
Otra (especifique): _____	

MANEJO ALIMENTICIO DEL HATO

15. Sistema de producción

Estabulado	☐
Semiestabulado	☐
Pastoreo	☐

16. ¿Qué tipo de alimentos concentrados utiliza para su ganado (marque con una X)?

		Proporción (%) de ingredientes	
		Producido	Comprado
Concentrado comercial	☐		
Prepara su concentrado	☐		

17. ¿Qué tipo de forrajes ensilados, henificados o de corte utiliza (marque con una X)?

		Producido (%)	Comprado (%)
Ensilado _____	☐		
Henificado _____	☐		
Residuos de cultivos _____	☐		
Forrajes de corte _____	☐		
Otro (especifique): _____			

18. ¿Qué tipo de pastos, praderas o forraje cultiva para su ganado (marque con una X)?

		Superficie (ha)
Alfalfa	☐	
Orchard	☐	
Rye grass	☐	
Pasto estrella	☐	
Pradera mixta (gramínea/leguminosa) _____	☐	
Otro (especifique): _____		

19. ¿Qué sistema de pastoreo practica (marque con una X)?

Continuo	☐
Rotacional	☐
En franjas	☐

20. ¿Qué fertilizante usa y cómo lo aplica?

Tipo de fertilizante o abono (especifique):	Cantidad aplicada/ha	Frecuencia (aplicaciones/año)

21. ¿Qué método de control de malezas utiliza (marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente)?

Manual	☐ ☐ ☐
Mecánico	☐ ☐ ☐
Químico	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

22. ¿Qué tipo de suplementos suministra (marque con una X)?

Alimento concentrado	☐
Sal común	☐
Sales minerales	☐
Otro (especifique): _____	

MANEJO REPRODUCTIVO DEL HATO

23. ¿Qué método de servicio utiliza (% de uso)?

Monta natural	%
Inseminación artificial	%
Otro (especifique): _____	%

24. ¿En qué meses paren la mayoría de las vacas (marque con una X)?

E F M A M J J A S O N D

25. ¿Cuántas vacas desecha al año? _____

26. ¿Cuáles son las principales causas de desecho de vacas del hato

(marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente)?

Mastitis	☐ ☐ ☐
Problemas reproductivos	☐ ☐ ☐
Patas	☐ ☐ ☐
Baja producción	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

27. ¿Realiza partos químicos? No ____ Sí ____, ¿Con que frecuencia? _____

CRIANZA

28. Producción de becerros (as)	♂	♀
¿Cuántas crías nacen al año?		
¿Cuántas crías desteta anualmente?		
¿Cuántas becerros (as) deja para reemplazo?		
¿A qué edad desteta sus terneros (as)?		
¿A qué peso desteta sus terneros (as)?		

29. ¿Qué sistema de crianza de terneros utiliza (marque con una X) y cuántos amamantamientos efectúa al día?

		Número
Artificial con leche	☐	
Artificial con sustituto de leche	☐	
Otro (especifique): _____		

30. ¿Qué método de identificación utiliza (marque con una X)?

Tatuaje	☐	Aretes SINIIGA	☐
Aretes propios	☐	Otro (especifique): _____	

MEJORAMIENTO GENÉTICO

31. ¿Cuenta con un programa definido de mejoramiento genético? No ____ Sí ____

32. ¿Con qué frecuencia realiza las siguientes actividades (marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente)?

Método de identificación	☐ ☐ ☐
Toma de registros productivos	☐ ☐ ☐
Selección fenotípica de indicadores productivos	☐ ☐ ☐
Selección fenotípica de características de tipo y conformación	☐ ☐ ☐
Selección con base en el pedigrí	☐ ☐ ☐
Selección con base en evaluación genética	☐ ☐ ☐
Cruzamiento	☐ ☐ ☐

33. ¿Qué criterios toma en cuenta para seleccionar (o comprar) hembras de reemplazo (marque la frecuencia con X, XX ó XXX)?

Evaluación genética (HTP)	☐ ☐ ☐
Pedigrí	☐ ☐ ☐
Comportamiento productivo de sus parientes	☐ ☐ ☐
Características de tipo	☐ ☐ ☐
Prestigio de la ganadería (en el caso de compras)	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

34. ¿Qué criterios toma en cuenta para seleccionar (o comprar) sementales y semen (marque la frecuencia con X, XX ó XXX)?

	Sementales	Semen
Evaluación genética (HTP)	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Pedigrí	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Comportamiento productivo de sus parientes	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Características de tipo	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Prestigio de la ganadería (en el caso de compras)	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

35. Para las evaluaciones genéticas, ¿Qué características considera que son las más importantes (calificar importancia con X, XX y XXX)?

Producción de leche	☐ ☐ ☐
Kilogramos de componentes (grasa y proteína)	☐ ☐ ☐
Calidad de leche (porcentajes de sólidos)	☐ ☐ ☐
Tipo	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

36. Para características de tipo, ¿Qué características considera que son las más importantes (calificar importancia con X, XX y XXX)?

Sistema mamario	☐ ☐ ☐
Patas y pezuñas	☐ ☐ ☐
Tamaño	☐ ☐ ☐
Carácter lechero	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

37. Para pedigrí, ¿Qué líneas y familias considera que son las más importantes (calificar importancia con X, XX y XXX)?

	♂	♀
Canadiense _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Estadounidense _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Nueva Zelanda _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Nacional _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

38. ¿Por qué considera que estas líneas y familias son las más importantes (marque con una X)?

	♂	♀
Precio (baratas)	☐	☐
Disponibilidad	☐	☐
Calidad	☐	☐
Prestigio	☐	☐
Otro (especifique): _____	☐	☐

39. Flujo de material genético (marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente):	Compra	Produce	Vende
Toros	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Semen	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Embriones	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Novillonas y vaquillas	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
Vacas (no de desecho)	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐

40. ¿Cuál es la procedencia del material genético?	Material genético (%)		
	Animales	Semen	Embriones
1.-			
2.-			
3.-			
	100%	100%	100%

41. ¿Cómo decide qué toro y/o semen específico debe utilizar para servir a cada vaca (marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente)?	
Los mejores toros se asignan a las mejores vacas	☐ ☐ ☐
Los toros identificados se asignan aleatoriamente a las vacas	☐ ☐ ☐
Ciertos toros se asignan a vaquillas	☐ ☐ ☐
Ciertos toros se asignan a repetidoras	☐ ☐ ☐
Cada toro se asigna a cada vaca, en función de las características de la vaca	☐ ☐ ☐
Los toros se asignan evitando que estén emparentados con las vacas	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

42. Grado de conocimientos sobre la utilización de catálogos (marque el grado con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente):	
Habilidades de Transmisión Predichas (HTPs o PTAs)	☐ ☐ ☐
La confiabilidad o reliability	☐ ☐ ☐
¿Conoce en que percentil (lugar) está ubicado un animal en términos de su HTP?	☐ ☐ ☐
Año base	☐ ☐ ☐
Tendencias genéticas	☐ ☐ ☐
Índices para varias características (LPI, TPI, etc.)	☐ ☐ ☐

43. ¿Utiliza los resultados de las evaluaciones genéticas de ganado Jersey en México? No ____ Sí ____	
44. ¿Tiene confianza en utilizar las evaluaciones genéticas realizadas en ganado Jersey en México? No ____ Sí ____	
45. ¿Cuáles son sus principales razones de desconfianza (marque con una X)?	
Veracidad de la información	☐
Poca cantidad de información	☐
En México no se sabe hacer esto	☐
Las condiciones de manejo entre los ganaderos son muy diferentes	☐
Otro (especifique): _____	

MANEJO DE LA ORDEÑA

46. ¿Cuántas veces ordeña al día? Una ____ Dos ____ Tres ____
47. ¿Qué tipo de ordeño realiza? Manual ____ Mecánico ____
48. ¿Cuenta con sala de ordeña? No ____ Sí ____
49. Tipo de sala de ordeña: _____ Núm. de plazas ____ Núm. de unidades ____
50. ¿Cuántas vacas ordeña en promedio? _____
51. ¿Cuántos litros diarios de leche ordeña en promedio? _____

52. Tiempo de ordeño o capacidad de la ordeñadora (vacas por hora): _____

53. ¿Qué actividades realiza en la rutina de ordeño (marque con una X)?

Lavado de ubres	☐
Presello en los cuartos antes del ordeño	☐
Despunte	☐
Sellado después del ordeño	☐

54. ¿Presenta estacionalidad en la producción de leche? No ____ Sí ____

55. ¿En qué meses se presenta mayor producción de leche (marque con una X)?

E F M A M J J A S O N D

56. ¿Cuenta con sistema de enfriamiento de leche? No ____ Sí ____

57. ¿Con qué tipo de sistema de enfriamiento de leche cuenta (marque con una X)?

Tanque, ¿Capacidad? _____	☐
Chiller (banco de hielo)	☐

MANEJO SANITARIO

58. ¿Desparasita internamente a sus animales? No ____ Sí ____

59. ¿Cuántas veces al año realiza desparasitaciones internas? _____

¿Qué productos utiliza? _____

60. ¿Desparasita externamente a sus animales? No ____ Sí ____

61. Control de ectoparásitos (marque con una X):

		Frecuencia
Mosca	☐	
Piojo	☐	
Garraza	☐	
Otro (especifique): _____		

62. ¿Qué método de control de ectoparásitos utiliza

(marque con una X):

Baño de inmersión	☐
Aspersión	☐
Pour on	☐
Otro (especifique): _____	

63. ¿Cuáles son los principales problemas sanitarios en el hato (marque la frecuencia con X, XX ó XXX a poco, regular o mucho, respectivamente)?

Brucelosis	☐ ☐ ☐
Tuberculosis	☐ ☐ ☐
Mastitis	☐ ☐ ☐
Gabarro	☐ ☐ ☐
Otro (especifique): _____	☐ ☐ ☐

64. Tipo de vacunas y frecuencia de aplicación:

		A qué tipo de animal le aplica	Frecuencia
Clostridios	☐		
Brucella	☐		
Virales (IBR, DVB)	☐		
Leptospirosis	☐		
Pasteurellosis	☐		
Gramm positivos (contra mastitis)	☐		
Otro (especifique): _____			

65. Programas de control de enfermedades (marque con una X):

¿Su hato participa en el programa de control de brucelosis y tuberculosis?	☐
¿Cuenta con certificado de hato libre de Brucelosis y Tuberculosis?	☐
¿Aplica alguna prueba para detección de mastitis?	☐
¿Con qué frecuencia aplica la prueba para detección de mastitis? _____	
¿Cuenta con algún otro programa de control de enfermedades? No ____ Sí ____	
¿Cuál? _____	

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO

66. ¿Cuenta la unidad de producción con infraestructura, maquinaria y equipo de manejo (marque con una X)?

Corrales para los grupos de animales, ¿Cuántos? _____	☐
Corral de manejo	☐
Área de crianza	☐
Pozo profundo	☐
Termo criogénico	☐
Báscula ganadera	☐
Equipo de energías alternas, ¿Cual? _____	☐
Oficina para situar los registros	☐
Computadora	☐
Software para la administración del rancho	☐

67. ¿Cuenta la unidad de producción con equipo y maquinaria para producción y conservación de forrajes (marque con una X)?

Cercos eléctricos	☐	Ensiladora	☐
Tractor	☐	Bodega	☐
Remolque	☐	Silos	☐
Sembradora	☐	Mezcladora	☐
Picadora de forraje	☐	Molino de martillos	☐
Empacadora	☐		

68. ¿Cuenta la unidad de producción con un sistema de manejo de excretas (marque con una X)?

Compostas	☐
Lombricompostas	☐
Biodigestor	☐
Otro (especifique): _____	

RECURSOS HUMANOS

69. ¿Cuántos trabajadores emplea (número)?

En la ordeña	
En el establo	
En el campo	

70. ¿Cuántos técnicos trabajan de tiempo completo en el rancho? _____

71. Presencia del dueño en la unidad de producción (marque con una X).

Diariamente	☐	Semanalmente	☐
Cada tercer día	☐	Esporádicamente	☐

72. ¿Recibe capacitación y asistencia técnica? No ____ Sí ____

73. ¿Qué tipo de servicios le ofrece y con qué frecuencia (marque con una X)?		Frecuencia
a) Registros financieros (contabilidad)	☐	
b) Alimentación y nutrición	☐	
c) Genética	☐	
d) Reproducción y clínica	☐	
e) Sanidad	☐	
f) Comercialización	☐	
g) Organización y gestión	☐	
h) Otro (especifique): _____		

FINANCIAMIENTO

74. ¿Ha recibido apoyos de programas gubernamentales? No ____ Sí ____
75. ¿De qué programas gubernamentales y durante cuántos años ha recibido los apoyos (marque con una X)?

Alianza para el Campo: Fomento Ganadero	☐
Alianza para el Campo: Salud Animal	☐
PROCAMPO (Programa de Apoyos Directos al Campo)	☐
PROGAN (Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera)	☐
Ordeña por Contrato	☐
Subsidios al Diesel	☐
Otro (especifique): _____	

76. ¿Qué tipo de apoyos ha recibido de Alianza para el Campo (marque con una X)?

1.- Maquinaria, equipo y herramientas	☐	5.- Hembras	☐
2.- Infraestructura e instalaciones	☐	6.- Semillas para pasto	☐
3.- Sementales	☐	7.- Tanque de enfriamiento	☐
4.- Semen, embriones	☐	8.- Acopio de productos pecuarios	☐
9.- Otro (especifique): _____			

77. ¿Cuenta con financiamiento externo para su producción? No ____ Sí ____

78. ¿Cuál es el origen (marque con una X)?

Crédito bancario	☐
Otro (especifique): _____	

COMERCIALIZACIÓN

79. ¿Cuál es el grado de integración de la unidad de producción?

	Proporción (%)
Vende leche bronca (no está integrado)	
Vende el producto procesado al intermediario	
Vende el producto procesado al consumidor	

80. ¿Cuál es el destino (%) inmediato de la leche?

	Proporción (%)	Precio/litro (\$)
Venta al consumidor como leche bronca		
Entrega a la industria para transformación, ¿Nombre(s)? _____		

81. ¿Le compran toda la producción independientemente de la época del año? No ____ Sí ____

82. ¿Recibe premios o castigos por calidad? No ____ Sí ____

¿Por qué lo premian? _____ ¿Cuál es el monto? _____

¿Por qué lo castigan? _____ ¿Cuál es el monto? _____

ORGANIZACIÓN

83. Además de la AMCGJR, ¿Usted pertenece o está integrado a alguna otra organización formalmente constituido? No____ Sí____

84. ¿A qué tipo de organización es a la que pertenece y qué servicios le ofrece (marque con una X)?

		Servicios que le ofrece*				
Asociación Ganadera Local	☐	1	2	3	4	5
SPR (Sociedad de Producción Rural)	☐	1	2	3	4	5
SSS (Sociedad de Solidaridad Social)	☐	1	2	3	4	5
GGAVATT (Grupo de Ganaderos de Validación y Transferencia de tecnología)	☐	1	2	3	4	5
Sociedad Cooperativa	☐	1	2	3	4	5
Otro (especifique): _____		1	2	3	4	5

*Tipo de servicios le ofrece

1. Venta de alimentos y medicamentos

2. Facturación

3. Comercialización conjunta

4. Capacitación y asistencia técnica

5. Otro (especifique): _____

85. Aparte de la actividad lechera, ¿tiene otra fuente de ingresos en la actividad agropecuaria? No____ Sí____

86. Aparte de la actividad agropecuaria ¿Tiene otra fuente de ingresos? No____ Sí____

COMENTARIOS DEL PRODUCTOR

87. ¿Cuáles considera que son las principales ventajas de la raza Jersey?

88. ¿Cuáles considera que son las principales desventajas de la raza Jersey?

89. ¿Cuáles son sus sugerencias para mejorar la calidad genética de la raza Jersey?

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COOPERACIÓN!

Apéndice 3. Descripción de las características de conformación estudiadas.

Característica	Descripción	Mín ^z (1)	Óptimo	Máx ^y (9)
Estatura	Altura a la grupa.	Muy baja	7 a 9	Muy alta
Profundidad corporal	Anchura del cuerpo en la última costilla.	Muy superficial	7	Muy profunda
Punta del anca	Altura de la punta del anca con relación a los huesos de la cadera.	Muy altos	5	Muy bajos
Anchura del anca	Distancia entre las puntas del anca.	Muy angosta	9	Muy ancha
Angulo de la pezuña	Inclinación de la pezuña, vista lateralmente.	Muy bajo	7	Muy alto
Vista posterior de patas posteriores	Dirección de las patas, vistas desde atrás.	Estrecha	9	Muy ancha
Profundidad de ubre	Distancia de la parte baja de la ubre con respecto al corvejón.	Muy profunda	5	Muy superficial
Ligamento medio suspensorio	Profundidad de la hendidura en la base de la ubre trasera.	Muy débil	9	Muy fuerte
Inserción anterior de la ubre	Fortaleza de la inserción al abdomen de la parte anterior de la ubre.	Muy débil	9	Muy fuerte
Posición de tetas anteriores	Posición de las tetas anteriores con respecto al centro del cuarto.	Muy afuera	6	Muy adentro
Longitud de tetas anteriores	Longitud de las tetas delanteras.	Muy corta	4 a 5	Muy larga
Altura de inserción posterior de ubre	Distancia entre la base de la vulva y la inserción de la ubre.	Muy baja	9	Muy alta

Fuente: ICAR, 2005.

^zMín = mínimo; ^yMáx = máximo.