

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZACION DE LAS VENTAS DE SEMEN DE LA RAZA
HOLANDO DE PROLESA**

por

**Andrés LLAGARIAS BOGGIO
Martín GRECCO GUCHIN**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Ana Espasandin

Ing. Agr. Gabriel Rovere

Ing. Agr. Enrique Favre

Dr. Daniel Alza

Fecha: 23 de noviembre de 2009

Autor:

Martín Andrés Grecco Guchin

Mario Andrés Llagarías Boggio

AGRADECIMIENTOS

- Sociedad de Criadores de la Raza Holando
- Dr. Daniel Alza (Prolesa)
- Dr. Gustavo Mangeney (MGAP)
- Ing. Agr. Gabriel Rovere
- Ing. Agr. Ana Espasandin
- A nuestras familias y amigos

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>.....	1
1.1. HIPOTESIS.....	3
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>.....	4
2.1. EVOLUCION DE LA LECHERÍA EN URUGUAY.....	4
2.2. LOS AMBIENTES DE PRODUCCIÓN.....	5
2.2.1. <u>Los sistemas de producción de leche en el mundo</u>.....	5
2.2.2. <u>Modelos tecnológicos de producción lechera en Uruguay</u>.....	13
2.3. LOS RECURSOS GENÉTICOS.....	18
2.3.1. <u>Biotipos para producción de leche</u>.....	18
2.3.2. <u>Comercialización internacional de leche, producción y consumo</u>.....	21
2.3.3. <u>La raza holando</u>.....	23
2.3.3.1. El proceso de selección de la raza.....	24
2.3.3.2. La consanguinidad de la raza holando.....	26
2.3.4. <u>La expresión de los potenciales de producción: interacción genotipo-ambiente</u>.....	33
2.4. HERRAMIENTAS DE APOYO A LA MEJORA GENÉTICA.....	35
2.4.1. <u>Desarrollo de la inseminación artificial</u>.....	35
2.4.2. <u>Semen sexado</u>.....	38
2.4.3. <u>Transferencia embrionaria</u>.....	39
2.4.4. <u>La biotecnología molecular aplicada a la mejora genética</u>.....	40
2.5. EVALUACIONES GENÉTICAS.....	43
2.5.1. <u>Evaluaciones genéticas internacionales</u>.....	43
2.5.2. <u>Sistema nacional de evaluaciones genéticas nacionales</u>.....	44
2.6. PROLESA.....	46
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>.....	49
3.1. INFORMACION DE IMPORTACIONES DE SEMEN EN URUGUAY.....	49
3.2. INFORMACION APORTADA POR PROLESA.....	49
3.3. INFORMACION COMPLEMENTARIA.....	49

3.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	50
3.4.1. <u>Comercialización de semen</u>	50
3.4.2. <u>Origen del semen comercializado</u>	50
3.4.3. <u>Precio de venta de semen</u>	51
3.4.4. <u>Distribución de las ventas; número de dosis y matriculas</u>	51
3.4.5. <u>Calificación de los toros a traves de su percentil</u>	52
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	53
4.1. <u>IMPORTACION DE SEMEN EN URUGUAY</u>	53
4.2. <u>COMERCIALIZACION DE SEMEN POR PROLESA</u>	54
4.2.1. <u>Origen del semen comercializado</u>	55
4.2.2. <u>Precio de venta del semen</u>	58
4.2.3. <u>Numero de dosis vendidas</u>	62
4.2.4. <u>Clasificación de los toros a través de su percentil</u>	66
4.2.5. <u>Ranking de los toros Americanos</u>	68
5. <u>CONCLUSIONES</u>	71
6. <u>RESUMEN</u>	73
7. <u>SUMMARY</u>	74
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	75

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Dosis Importadas de Semen Holando, Sexado Holando y Semen Total.....	2
2. Características de manejo y control ambiental de los sistemas lecheros: ventajas y desventajas comparativas de los pastoriles y los de confinamiento.....	12
3. Precio promedio de la leche pagado en el año 2004 por las industrias en la Unión Europea, Estados Unidos, Nueva Zelanda y Uruguay (promedio de cinco empresas).....	14
4. Resultados económicos de tres modelos productivos con Laboreo Convencional (LC) y del Modelo con siembra directa (SD).....	18
5. Producción de leche por vaca en la Raza Holando en diferentes países.....	22
6. Producción y Consumo mundial de Leche. Año 2007.....	23
7. Exportación e Importación de leche de los principales países a nivel mundial. Año 2007.....	24
8. Progreso genético para Leche, Grasa y Proteína en EE.UU. y Uruguay para el periodo 1985-2000...	26
9. Promedio de consanguinidad en los registros Holstein al parto.....	28
10. Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Holstein.....	30
11. Efectos de la consanguinidad en el comportamiento	

de la lactancia individual de vacas Holstein.....	30
12. Nivel actual y evolución de la endogamia media por raza.....	31
13. Correlaciones entre DYD y PA o GEBV.....	44
14. Número de dosis de semen vendido y promedio ponderado precio por número de dosis) de los principales orígenes.....	58
15. Variables significativas para número de dosis vendidas y orden jerárquico de las mismas para toros de EE.UU.....	67
16. Ranking del toro más vendido en cada año durante el periodo 2005-2008, para las principales características de interés.....	70
17. Interpretación del ranking para los toros evaluados en EE.UU.....	70

Figura No.

1. Sistemas de producción de leche del mundo.....	7
2. Tendencias de consanguinidad de la raza Holando y Jersey en EE.UU.....	29
3. Tendencia de endogamia de la raza Holstein Canadiense.....	32
4. Evolución de la Consanguinidad en el Uruguay.....	33
5. Evolución de genes comunes en el periodo 1991-1998.....	33
6. Importaciones de Semen para Leche y Carne.....	54
7. Importación total de semen para leche y ventas	

de semen de PROLESA.	55
8. Porcentaje de dosis comercializadas en PROLESA según el país de origen.....	56
9. Variación de Precio por Dosis proveniente de EE. UU.	59
10. Variación de Precio por Dosis de Otros Países.....	60
11. Evolución de Precios e ingreso neto de capital.....	61
12. Distribución porcentual de las ventas de semen en relación al precio promedio de las dosis de semen comercializadas por PROLESA.....	62
13. Variación del No. de Dosis por Toro de EE.UU. comercializadas por PROLESA.	64
14. Variación del No. de Dosis por Toro de otros países comercializadas por PROLESA.	64
15. Número de matrículas y Dosis por matrículas, del semen vendido por PROLESA.....	65
16. Percentiles de los cinco toros más vendidos en el período 2000-2004 a partir de las evaluaciones genéticas del año 2009 en EE.UU. y Uruguay.....	68

1. INTRODUCCION

La producción lechera representa el 1,6 % del PBI Nacional y 16,6 % del PBI Agropecuario con 379 millones de dólares Americanos generados en el año 2007 (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2007). En el mismo año se produjeron 1.622 millones de litros de leche en una superficie de 873.673 hectáreas ocupada por 4.625 explotaciones. Actualmente el stock lechero total es de unas 771.805 cabezas, de las cuales un 38% corresponde a vacas en ordeño y un 17,2 % a vacas secas (URUGUAY. MGAP. DICOSE, 2007)

En los últimos años el stock lechero no ha evolucionado cuantitativamente, fluctuando entre las 350 y 400 mil vacas desde la década de los '90 a diferencia de las remisiones de leche que han aumentado, registrando un crecimiento acumulativo anual hasta fines de los años 90 del 4% (URUGUAY. MGAP. DICOSE, 1999). De 1999 a 2002, las crisis financieras de la región, los eventos climáticos y la reaparición de la aftosa en el país, afectaron fuertemente al sector. A pesar de esto, entre los años 2002 - 2007 el crecimiento fue del 3,4% acumulativo anual.

El crecimiento se explica principalmente por el uso de tecnologías en las que se mejora la alimentación ofrecida a las vacas y la aplicación de mejora genética mediante aumentos en la intensidad de selección. No obstante, la superficie destinada al rubro lechero ha disminuido aproximadamente un 20% en los últimos 5 años debido principalmente a la importante expansión agrícola registrada en el país.

La expresión de los potenciales genéticos para producción de leche en el Uruguay, ha aumentado, gracias a la incorporación de tecnologías de manejo en la mayoría de los sistemas de producción, el uso masivo de la inseminación artificial, la importación de semen y la selección realizada por los productores; los niveles productivos actuales así lo confirman.

En el año 1990 la productividad de los tambos era de 740 l/ha, con una producción por vaca en ordeño y por año de 2300 litros, mientras que en el año 2007 la productividad alcanzó los 1857 l/ha, con producciones individuales de 5540 l/VO/año (URUGUAY. MGAP. DICOSE, 2007). Estos registros provienen de sistemas de producción donde el pastoreo directo aporta entre el 60 y 70% de la materia seca consumida por los animales y un 20 a 25% lo aportan reservas que han evolucionado del heno hacia los ensilajes (Artagaveytia y Giudice, 2005).

Las importaciones de semen mantuvieron un crecimiento continuo después de la recesión económica sufrida por el país en los años 2001 y 2002. Este aumento alcanzó su récord en el año 2007 para las importaciones totales y en el año 2008 en la raza Holando, se registra un gran aumento en el ingreso de dosis de semen sexado, datos que se visualizan en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Dosis Importadas de Semen Holando, Sexado Holando y Semen Total

Año	I. Semen Holando	I. Semen Sexado	I. Total Semen
2000	262.346	0	312.282
2001	226.757	0	312.706
2002	134.501	0	241.535
2003	191.353	0	304.093
2004	226.912	0	359.054
2005	287.718	0	481.398
2006	320.509	45	526.956
2007	329.705	250	583.636
2008	334.971	15254	580.854

Fuente: elaborado con datos obtenidos del MGAP¹

El 40% del semen bovino congelado que se importó en Uruguay en el año 2005 proviene de centros de toros de Estados Unidos, el 21% de Canadá, el 18% de Argentina, 6% de Australia, 4 % de Nueva Zelanda, 3% de Holanda, 1,8% de Brasil, 1,7% de Suecia, 1% de Italia y 0,4% de Francia (El País, 2006).

El productor uruguayo al momento de realizar la compra de semen para su rodeo presenta una gran cantidad de opciones, ya que hay en plaza animales de todas partes del mundo, con distintas características productivas y de tipo, distintos precios y con evaluaciones genéticas realizadas en el país de origen, y en menor escala en nuestro propio país. Esto permite a los productores seleccionar los animales según el sistema de producción del predio.

En base a lo anteriormente expuesto, se realizó un relevamiento de algunas variables que definen el rumbo de la mejora genética y su importancia en los rodeos comerciales del país.

El trabajo tiene por objetivo caracterizar las ventas de semen de la raza Holando en nuestro país, realizada por la empresa PROLESA en el periodo 2000-2008, mediante el estudio del número de dosis vendidas por cada toro, precio por dosis y origen del semen, y, analizar su relación con el valor genético de los principales toros vendidos, para diferentes características (leche, grasa, proteína y tipo).

¹ Mangeney, G. 2009. Com. personal.

1.1. HIPÓTESIS

El principal criterio de los productores al momento de seleccionar el semen a comprar, es el precio de venta de cada dosis.

El semen importado más vendido para el periodo de estudio por PROLESA, se caracteriza por presentar una DEP positiva y alta para producción de leche y proteína.

Los toros en la evaluación genética de su país de origen rankean en forma distinta, ubicándose en un percentil superior al de las evaluaciones genéticas nacionales para las principales características evaluadas (producción de leche, grasa, proteína y tipo).

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. EVOLUCIÓN DE LA LECHERÍA EN URUGUAY

El desarrollo de la ganadería lechera en Uruguay, surge como consecuencia del crecimiento industrial, a partir del aumento de la demanda doméstica concentrada en la ciudad de Montevideo. Hasta el último cuarto del Siglo XIX, la leche consumida por su población provenía de tambos situados en la planta urbana o en los suburbios. La extensión de las vías férreas permitió transportar la leche desde distancias mayores, comenzando a desarrollarse la cuenca lechera de Montevideo, que hacia 1911 abarcaba un radio de 100 Km alrededor de la ciudad y hacia fines de 1943 alcanzaba los 130 Km (Bertino y Tajam, 2000).

Hacia 1910 la mayoría de los tambos practicaban aún el pastoreo en pradera natural, sin realizar cultivos forrajeros, lo que hacía fuertemente sazonal a la producción, ya que disminuía mucho en invierno debido a la escasez de alimento y las pariciones de primavera. En 1913, el Departamento de Policía Sanitaria Animal, dependiente del Ministerio de Industria, realizó un censo lechero en los principales departamentos que abastecían a la capital (San José, Florida, Canelones, Montevideo y Lavalleja). Este relevamiento realiza una buena descripción del tambo de la época y de las rápidas mejoras que se van imponiendo en la segunda década del siglo. En ese entonces existían 1.930 establecimientos de lechería, muchos de ellos anexos a establecimientos agrícolas o ganaderos, con un total de 180.000 vacas lecheras. El tambo típico contaba con cien vacas, de las que se obtenían tres litros diarios por cabeza. Su funcionamiento requería de tres ordeñadores, un apoyador y entre 200 y 300 hectáreas para pastoreo. La ocupación de fuerza de trabajo por hectárea era 3 o 4 veces mayor que la empleada en la cría del ovino y 7 u 8 veces mayor que la empleada en la ganadería vacuna. En 1933, de acuerdo al Censo Estadístico de la Policía Sanitaria Animal, 1.200 establecimientos proveían de leche a la capital, de los cuales 150 eran urbanos y el resto suburbanos y rurales (Bertino y Tajam, 2000)

Según Hernández (2002), el sector lechero luego de la primer etapa de crecimiento en que se dedicó a cubrir el aumento del consumo interno (1935-1955), pasó por un período de estabilidad y de moderado aumento en la producción lechera, acumulando apenas un 14% en los decenios que van de 1955 a 1975. A mediados de la década del setenta se revierte la situación y la producción crece sostenidamente a una tasa promedio anual del 3%. El factor principal que explica esta expansión de la producción se encuentra en la fuerte transformación tecnológica de los tambos.

En el mismo trabajo se señala que el período comprendido entre 1975 y 1981 se caracterizó por un aumento en la oferta de leche, originado en el mejoramiento de pasturas a través de praderas plurianuales y un incremento de la remisión de leche para industrialización. De 1982 a 1991 se asiste a una fase que involucra decisiones de la

industria de invertir y diversificar productos, y que refiere a la inserción en el mercado internacional, generándose espacios más libres de los efectos agresivos de un comercio distorsionado, a través de acuerdos binacionales.

Según Barbato, citado por Hernández (2002), el mercado internacional de productos lácteos constituye un caso clásico de las transformaciones que han sufrido los mercados de alimentos en los últimos años. Los países de Oceanía, hegemónicos en la estructura de las exportaciones hasta mediados de los setenta, son relegados, y la Comunidad Económica Europea, que a principios de la década de los setenta era importadora, lidera hoy las exportaciones mundiales. Esta estructura de la oferta mundial tiene un componente tecnológico importante en la medida que implica el relegamiento de las lecherías pastoriles y el ascenso de las que adoptan tecnologías fuertemente intensivas que alcanzan elevada productividad. Es por otra parte, fruto de las políticas proteccionistas que garantizan un precio al productor y utilizan el poder negociador del Estado, para generar condiciones de competitividad externa a producciones distanciadas de los costos que alcanzan las tecnologías que se basan en las que otorgan el recurso natural.

El período comprendido entre 1992-2000, hace hincapié en el avance hacia una integración regional, con perspectivas promisorias para la lechería pautada por el acentuado déficit brasileiro, junto a la aparición de nuevos actores industriales, ya que desde 1936 la CONAPROLE lideraba el mercado nacional de lácteos con escasa competencia. Sin embargo, este período no es simplemente la continuidad de fenómenos ya sucedidos, pues se verifican hechos nuevos de diverso signo, algunos positivos como indicios en la reducción del comercio desleal, adecuación y renovación de plantas industriales y la consolidación del MERCOSUR (Hernández, 2002).

2.2. LOS AMBIENTES DE PRODUCCIÓN

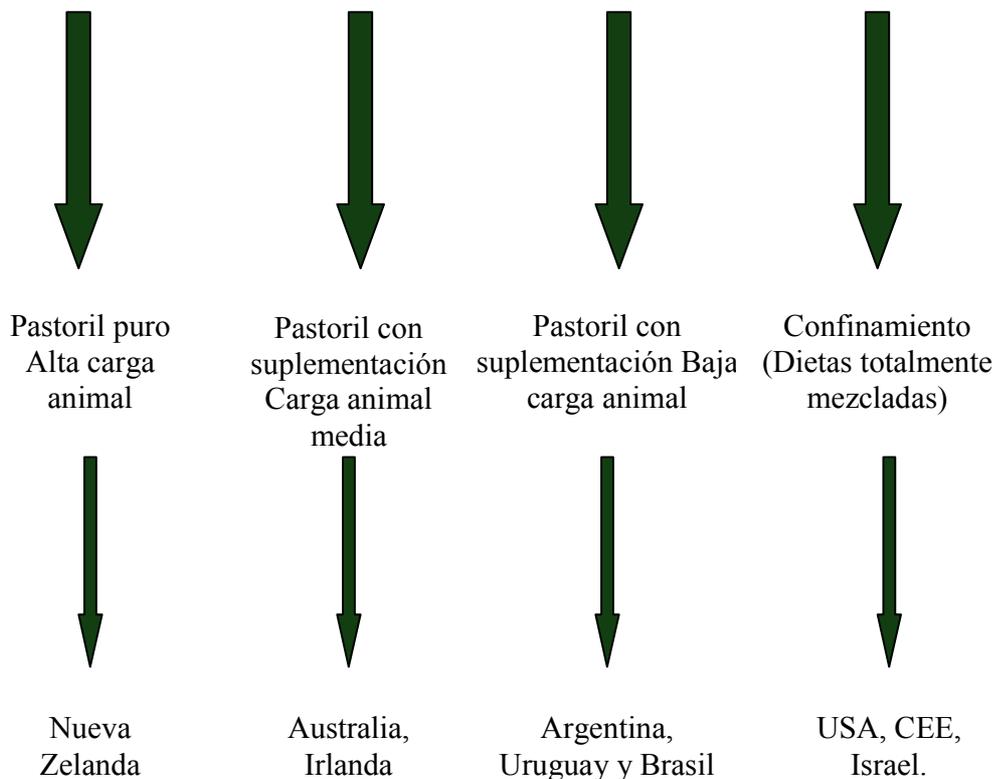
2.2.1. Los sistemas de producción de leche en el mundo

Existe una amplia gama de sistemas de producción, que van desde planteos 100% pastoriles hasta planteos 100% en confinamiento o feed lot, con sus intermedios. En consecuencia, las aptitudes y rasgos que se les demanda a las vacas son muy diferentes, de acuerdo al sistema en cuestión. Por ejemplo, a una vaca en un sistema pastoril que pretenda optimizar su producción, necesitaría: I) caminar 3 a 8 km y pastorear 10 horas por día; II) quedar preñada cada 365 días; III) ser ordeñada 1 o 2 veces por día; IV) soportar restricciones de consumo originadas por déficits de pasto, por la actividad de pastoreo y por el contenido de fibra del forraje. Estas condiciones pueden ocasionar lactancias reducidas, debido a secados tempranos por estado corporal. En el otro extremo, una vaca de un sistema estabulado: I) no pastorea, camina muy poco y

consume su ración en 5 horas; II) puede tener intervalos entre partos largos; III) es ordeñada 2 o 3 veces por día; IV) casi no soporta restricciones en el consumo.

En el mundo, la producción de leche se instrumenta bajo diversos y heterogéneos sistemas. En términos generales, los sistemas de producción de leche que existen en el mundo se pueden clasificar por el modelo de alimentación predominante; sus principales características se presentan en la Figura No. 1.

Figura No. 1. Sistemas de producción de leche del mundo



Fuente: Gallardo y Valtorta (2004)

Las diferencias principales entre los sistemas presentados radican en el tipo de alimento y la forma en que éste se ofrece a los animales. Existen diferentes niveles de intensificación en los sistemas pastoriles, cuya productividad (litros leche /ha) depende del nivel de la carga animal (número de cabezas por hectárea) y el clima como factor determinante en la producción de pasto. Este último representa más del 50% de la dieta ofrecida como pastoreo directo y reservas forrajeras. Así, se encuentra una gama que

varía desde sistemas pastoriles puros manejando altas cargas (más de 2.5 cabezas/ha) como los utilizados en Nueva Zelanda, pasando por sistemas con cargas medias (entre 2-2,5 cabezas/ha) como en Irlanda y Australia, hasta sistemas de baja carga (menos de 2 cabezas/ha) con suplementación, como es habitual encontrar en los países latinoamericanos (Gallardo y Valtorta, 2004).

En algunos países como Irlanda o Australia, la producción de leche se desarrolla principalmente mediante sistemas estacionales basados en el uso de pasturas a través de pastoreo directo, conservación de forraje y aporte estratégico de concentrado. El objetivo de dichos sistemas es optimizar el uso de la pastura, sincronizando las fechas de parto con el inicio del crecimiento activo de los pastos. De esta forma es posible ajustar los requerimientos del rebaño con la curva de aporte de nutrientes y optar por lactancias más prolongadas y de mayor productividad. La estabilización y sustentabilidad del sistema depende en gran medida del uso de biotipos adaptados a dichas condiciones de manejo. De esta forma, se logra transformar eficientemente el alimento en leche de buena calidad y simultáneamente son obtenidos buenos desempeños reproductivo (Berry et al., 2006).

Por su parte, Nueva Zelanda se caracteriza por su clima templado que permite el crecimiento de praderas permanentes (principalmente ballica perenne y trébol blanco) y el pastoreo durante los 12 meses del año. No se requiere en ningún momento de alojamiento para los animales aunque la alimentación suplementaria puede ser beneficiosa en algunas circunstancias. Las temperaturas del suelo y las horas de luz limitan los rendimientos de cultivos de cereales y cultivos forrajeros, lo cual, junto a altos costos de los combustibles y de maquinaria significa que la mayoría de los alimentos concentrados sean más caros que la pradera. El 90% de la leche, es exportada por cooperativas de los productores. Predominan tambos y rodeos de 340 vacas y 120 hectáreas en promedio, empleando una persona para 120 a 200 vacas (Clark, citado por Anrique y Latrille, 2002). Las vacas son de tamaño chico, el peso es de alrededor de 450 kg y la producción por lactancia/año es de 4.000 litros, promedian de 13 a 14 litros/día. Se ordeñan una o dos veces por día, las lactancias duran alrededor de 8 meses y el intervalo ente partos es de 12 meses (Holmes, 2001).

Se observa una preponderancia de sistemas de producción de leche sobre pasturas en climas templados, abarcando gran parte de las áreas lecheras de la Argentina, Brasil, Uruguay y parte de Australia. Los climas con veranos suaves abarcan Nueva Zelanda, Irlanda y pequeñas áreas de la Argentina y Brasil. Finalmente, los climas de veranos secos son típicos de algunas áreas de Australia. En Irlanda, al igual que en Holanda y regiones muy puntuales de Estados Unidos, la producción de leche es pastoril durante aproximadamente seis meses. Las lecherías de autoabastecimiento se concentran en general en los alrededores de las ciudades más pobladas, independientemente del clima (Gallardo y Valtorta, 2004).

El sistema en confinamiento presenta como premisa básica la reducción al máximo de los efectos ambientales como estrés térmico, y anula el gasto energético utilizado para locomoción hacia áreas de pastoreo, así como el costo de cosecha de forraje, maximizando de esta forma el potencial genético animal a partir de dietas especialmente formuladas. Es así que por lo general, en sistemas pastoriles el ganado Holstein de origen norteamericano experimenta limitaciones para cubrir sus requerimientos, afectándose notablemente su condición corporal y eficiencia reproductiva (Kolver, 2003).

Los sistemas de confinamiento para vacas de alta producción fueron desarrollados en EE.UU., Canadá y Japón, existiendo antecedentes anteriores de encierros estacionales por efecto de las condiciones climáticas en países miembros de la Comunidad Económica Europea. Un ejemplo de este tipo de sistemas es el desarrollado en Israel, que con un régimen pluviométrico que apenas alcanza los 250 mm al año y un clima inhóspito cuenta en sus rodeos lecheros con lactancias promedio de 12.000 kg de leche por vaca (lactancia ajustada a 305 días), con un intervalo ínter parto de 420 días en promedio (López, 2001).

En el caso de Estados Unidos los sistemas de producción principalmente confinados, se puede clasificar por el número de animales que existen en el predio, estos varían según la región. El rodeo promedio es de 147 vacas, con una producción por animal de 20.000 libras (9.000 Kg) de leche. En el noreste, el rodeo promedio es de 88 vacas, con una producción de leche de 8.490 Kg por vaca por lactancia, en el oeste los rodeos alcanzan en promedio los 627 animales con producciones de 9.760 kg por vaca por lactancia y en la región suroeste la el numero de vacas es de 157 en promedio y 7.200 kg por vaca (Blayney, 2002).

En sistemas más controlados, se han instrumentado varias medidas de manejo que intentan disminuir los efectos del clima, de las competencias entre animales y otros factores que afectan la producción de leche durante la lactancia. Para lograr lactancias más rentables es clave reducir al mínimo la influencia del calor en los meses de temperaturas más elevadas. Se utilizan sistemas de duchas, entre otras medidas, de modo que las vacas se alimenten bien y puedan producir leche sin riesgos de estrés térmico. Se divide el rodeo según la edad del animal o días de lactancia, para lo cual hay que hacerlo por categorías, a los fines de que cada uno de ellas se alimente lo máximo que deba alimentarse. La dieta de las vacas en producción básicamente es alta en proteína con la mejor fibra, es decir, la mejor alimentación posible, la cual se le suministra en comederos, usando los mixers horizontales y verticales, que pueden desmenuzar rollos o fardos de fibra larga para ser incorporados en una ración totalmente mezclada. En estos sistemas los márgenes son muy pequeños, la tierra, el agua y los insumos son muy caros, por lo cual es necesario ser lo más eficientes posible. Es prioritario maximizar el rendimiento de la hectárea y el rendimiento de la unidad de producción, la vaca. Produciendo a campo sin pastoreo, confeccionando silos y dándole todo el alimento en

el comedero y en comederos inteligentes, donde se puede controlar exactamente lo que se les da por medio de programas informáticos de manejo. Las hectáreas restantes, que no se usan para pastoreo, se destinan a otras explotaciones agrícolas, que pueden rendir más que ese pastoreo para el mismo productor (López, 2001).

El sistema de tipo pastoril se está introduciendo en diversas regiones del mundo, debido fundamentalmente a los problemas económicos y de contaminación ambiental que genera el confinamiento (White et al., 2002).

Dentro de los sistemas que se encuentran en la región (Brasil, Argentina, Chile y Uruguay) si bien son pastoriles de baja carga con suplementación, existen diferencias entre ellos. Así lo demuestra un exhaustivo trabajo realizado por Deblitz y Ostrowski (2001) en donde se evalúa la distribución regional de la producción. Se clasifican los establecimientos por tamaño, con la colaboración de productores y asesores de cada región y se determinan modelos económicos. En este estudio se diferencian los sistemas según el número de vacas en el predio. En Brasil el rodeo varía entre 15 y 60 vacas, en Argentina entre 150 y 600 vacas y Chile y Uruguay entre 150 y 300 vacas. Otro de los factores que diferencian estos sistemas es la productividad por vaca en relación con el nivel de alimentación, la que varía mucho dentro de la región. La amplitud se extiende desde 1.500 litros por Vaca adulta y por año en los sistemas más simples de Brasil a 7.300 litros por vaca adulta y por año en los sistemas más intensivos de Argentina. La superficie total de las empresas varían desde 16 há en los sistemas más pequeños de Brasil hasta 900 há en Uruguay, mientras que el área destinada a la actividad lechera tiene un rango de 13 há en Brasil y 640 en Argentina.

La tecnología de ordeño (máquina de ordeñar) es utilizada en Argentina, Chile, Uruguay y en parte de Brasil, por lo general en los predios de mayor tamaño y en los establecimientos menores el ordeño es manual; esto incluye a los 2 sistemas más frecuentes de Brasil que aportan el mayor volumen de leche. Otras diferencias entre los sistemas de la región se pueden visualizar en el anexo (Deblitz y Ostrowski, 2001).

Las principales limitantes de los sistemas pastoriles en comparación de los sistemas de alimentación en confinamiento se traducen en menores niveles de producción, debido a que durante el ciclo de crecimiento anual, la pradera presenta marcadas variaciones tanto en calidad como disponibilidad. En primavera, las pasturas alcanzan las máximas tasas de crecimiento, lo que asegura normalmente que los animales ingresen al potrero sin limitantes de disponibilidad. Respecto a la concentración de nutrientes, la pastura presenta elevados contenidos de agua, proteínas y energía, en contraposición a porcentajes de fibra relativamente bajos (Klein, 1995).

Bajo las condiciones descritas, las vacas a pastoreo pueden potencialmente llegar a consumir entre 16 y 17 Kg de Materia Seca/día. Considerando concentraciones de energía metabolizable de 2,8 a 2,9 Mcal/Kg de Materia Seca, este consumo logrado sería

suficiente para sustentar producciones de 20 a 25 litros de leche al día. No obstante, debido a los cambios en la composición nutricional del forraje, que ocurren en las diferentes estaciones, estas producciones sólo se alcanzan durante algunas semanas. De acuerdo a lo anteriormente señalado; el primer factor que impide alcanzar producciones de leche mayores a 25 litros por día, es el consumo de energía. Por otro lado, el aporte de proteínas (hasta 28-30% de la Materia Seca) excede ampliamente al aporte energético y supera en 70 a 100% los requerimientos de los animales. Este hecho se ve además agravado por la alta y rápida degradabilidad ruminal de la proteína, que supera a la velocidad de degradación de la materia seca (Anrique, 1993). La consecuencia es un déficit de energía disponible en el rumen, que limita una máxima transformación del nitrógeno en proteína microbiana. Finalmente, esto se traduce en un aporte insuficiente de aminoácidos absorbibles en el intestino delgado y en una pérdida significativa de nitrógeno, que pueden inclusive afectar negativamente el comportamiento reproductivo de las vacas (De Visser et al., 1993).

Si analizamos la variación estacional de la pastura, podemos observar que durante los meses de verano disminuye la digestibilidad y el contenido de proteína de los pastos, aumentando el contenido de fibra. Esto produce una disminución en el consumo a partir del pastoreo, disminuyendo marcadamente la producción de leche en vacas que son alimentadas solamente con pradera. En otoño, paralelo al aumento en las precipitaciones, se produce una respuesta en el crecimiento de las praderas, aumentando los contenidos de proteína y disminuyendo los de fibra. No obstante, la concentración energética no aumenta en forma paralela a la proteína debido a la presencia de material muerto residual de verano y al menor contenido de carbohidratos. Si además se considera el excesivo contenido de agua de las praderas, es fácil entender que existan diferencias nutricionales importantes que deben ser solucionadas para obtener altas producciones de leche. En invierno la composición de los pastos es similar que en otoño, con la diferencia que la disponibilidad de materia seca es muy baja y sólo puede ser considerada como un complemento a la ración, compuesta principalmente por forrajes conservados y concentrados (Lanuza, 1996).

De acuerdo a lo señalado, la suplementación es una herramienta imprescindible para corregir estas deficiencias y potenciar la producción de leche, además de lograr buenos niveles productivos que persistan en el período en que la disponibilidad y/o calidad de la pradera disminuyen. A través de la suplementación se cubre el déficit de producción de las praderas y es posible balancear correctamente la dieta, lográndose una mejor eficiencia productiva (Klein, 1995).

El Cuadro No. 2. Ilustra las características generales y de manejo sobresalientes, en forma comparativa, de los sistemas pastoriles y confinados de producción de leche.

Cuadro No. 2. Características de manejo y control ambiental de los sistemas lecheros: ventajas y desventajas comparativas de los pastoriles y los de confinamiento.

Características	Pastoreo	Confinamiento	Observaciones
Control de variables productivas	Escaso	Alto	Los sistemas pastoriles son, en general, de naturaleza extensiva y se ejerce menos control del desarrollo de los procesos
Mérito genético de las vacas	Regular a bajo	Muy alto	En confinamiento se mejora genéticamente con mucha presión para obtener elevados rindes individuales de leche
Producción y calidad de leche	Mediana a Baja	Alta	Las características de la genética utilizada, los manejos nutricionales aplicados y un ambiente con alto nivel de control, explican las diferencias a favor del sistema confinado
Estacionalidad de la producción	Marcada	Escasa	En condiciones de pastoreo, la principal fuente de alimentación cambia estacionalmente con los estados de crecimiento de los vegetales y determina grandes variaciones en los aportes de nutrientes. Los efectos directos del clima sobre el animal son marcados
Requerimiento de instalaciones	Muy bajo	Alto	En pastoreo no se necesitan grandes inversiones para suministro de los alimentos
Tamaño del hato (cantidad de vacas)	Medio (150-300)	Variable (70 – 1200)	En condiciones de pastoreo es muy complejo manejar grandes hatos. Además es poco rentable trabajar con baja carga animal.
Eficiencia de la mano de obra (vacas ordeñadas /hora/hombre)	Regular a Baja	Alta	En general, las instalaciones y las rutinas de manejo en condiciones de estabulación permiten un flujo mayor de vacas ordeñadas por unidad de tiempo

Susceptibilidad al clima	Muy alta	Baja	En condiciones de pastoreo existe poco control de las condiciones climáticas extremas de temperatura y precipitaciones.
Contaminación ambiental	Media a Baja	Alta	En los sistemas confinados el hacinamiento y el volumen y composición de los efluentes determinan un mayor grado de contaminación del aire, suelo y napas.
Riesgos sanitarios	Estrés por frío y enfermedades respiratorias en terneros. Estrés por calor, mastitis ambientales por falta de confort	Enfermedades infecciosas Insectos (moscas) Patologías pódalas Mastitis (microorganismos ambientales)	En condiciones de pastoreo, las categorías más jóvenes son altamente susceptibles a ciertas patologías derivadas del clima. En las vacas en ordeño la permanencia a la intemperie también genera problemas sanitarios de origen ambiental

Fuente: Gallardo y Valtorta (2004)

Como señalan los autores, los sistemas pastoriles son altamente vulnerables a los factores ambientales y de manejo. Por ejemplo, es común que la producción de leche disminuya marcadamente (en algunos casos hasta el 30%) después de un período de muy altas temperaturas o de lluvias que afecten el pastoreo. Esta respuesta se produce debido al estrés en que se encuentran los animales sometidos a condiciones ambientales adversas (NRC, 1981). Por otro lado, las variables climáticas afectan el patrón de crecimiento y calidad de las pasturas, lo que trae como consecuencia, permanentes desequilibrios en el balance de nutrientes de la dieta.

Tomando en cuenta otros criterios, Gemines (2000), define a los sistemas de producción lechera de acuerdo a la intensidad aplicada en la producción. Ésta es el resultado de la interacción de factores técnicos (alimentación, genética, reproducción y aspectos sanitarios) y de gestión, variables que junto al tamaño del rodeo son manejables por el productor. Estos elementos están directamente influenciados por los incentivos económicos (relación de precios), por la dotación de recursos naturales y de clima en una determinada región (no son manejados, estos últimos, por el productor). De acuerdo a lo señalado, puede existir una variada gama de sistemas con distintos niveles de producción.

Sin embargo, las condiciones ambientales y geográficas, relacionadas con la fuente de alimentación, y que constituye uno de los principales factores de producción, definen en términos generales dos macro zonas y sistemas de producción a nivel mundial. La

primera ubicada en el hemisferio norte, basada en alimentación suplementaria, que maximiza la producción por vaca y otra en el hemisferio sur, donde se privilegia la producción por hectárea y se utiliza la pradera como base de alimentación del rodeo lechero, con costos de producción inferiores.

Lo anterior se ve reflejado claramente en los precios de la leche pagados a los productores. Mientras a los productores del Hemisferio Norte el precio fluctúa entre los US\$ 0,29 el litro como promedio para los Estados Unidos y US\$ 0,31 para la Unión Europea. En el Hemisferio Sur, los precios promedio son claramente inferiores, del orden de US\$ 0,15 el litro, en Nueva Zelanda y Australia; US\$ 0,16 en Argentina; US\$ 0,18 en Uruguay y US\$ 0,19 para Chile (Gemines, 2000). Datos similares fueron encontrados por Bertini 2005 y se presentan el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Precio promedio de la leche pagado en el año 2004 por las industrias en la Unión Europea, Estados Unidos, Nueva Zelanda y Uruguay (promedio de cinco empresas).

PAIS	EUROS/LITRO
URUGUAY	0,1230
N. ZELANDA	0,1785
UNION EUROPEA	0,2923
ESTADOS UNIDOS	0,3110

Fuente: Bertini (2005).

Los resultados de la comparación internacional de precios muestran la brecha existente entre los precios pagados en nuestro país y aquellos pagados en los principales países/bloques exportadores, que presentan políticas proteccionistas al sector lechero, como lo son la Unión Europea y Estados Unidos. Menores son las diferencias cuando son comparados los precios pagados en Uruguay y aquellos pagados en Nueva Zelanda, que no presenta las distorsiones comentadas anteriormente (Bertini, 2005).

2.2.2. Modelos tecnológicos de producción lechera en Uruguay

Actualmente se identifican seis modelos tecnológicos principales que reflejan etapas sucesivas del avance del conocimiento aplicado al desarrollo tecnológico de la producción de leche Uruguaya. Dichos modelos proveen de un marco analítico racional para evaluar posibles caminos y grados de dificultad, para dar continuidad al proceso de intensificación en curso (Duran, 2007).

Los modelos se base a las siguientes cinco variables:

- 1) Rotación forrajera y sistemas de Laboreo,
- 2) Producción y uso de reservas forrajeras,

- 3) Uso de concentrados,
- 4) Dotación de vacas-masa (VM) por ha
- 5) Grado de uso del Potencial Genético Animal,

El primero de los modelos, denominado pastoril Extensivo, refleja los sistemas predominantes en las décadas del 30' al 60', basados en campo natural, un bajo porcentaje de cultivos anuales de invierno y verano, pocas reservas y muy baja productividad media por vaca masa (VM) y por hectárea: 0,35 VM/ha, 2200 l/VM y 770 l/ha. La leche era obtenida por el uso continuo y relativamente alto de concentrado, 0,3 kg/l, siendo el afrechillo de trigo el más usado. Este modelo, con sus variantes fue representativo del período en que Uruguay era importador de lácteos. El principal producto comercial era la leche pasteurizada, que representaba un 80% de la oferta total de productos lácteos. El precio era administrado políticamente para asegurar un ingreso al productor que garantizara un abastecimiento base durante los meses de invierno (Duran, 2007).

El segundo modelo, denominado pastoril Mejorado (2LC), involucra un cambio sustancial, al incorporar un sistema de agricultura forrajera con laboreo convencional (LC) del suelo, en base a la introducción de leguminosas viabilizadas por disponibilidad de inoculantes comerciales de calidad (*Rhizobium*) y la incorporación de fósforo (P) con fertilizantes minerales, ya que los suelos del país presentan un bajo nivel natural de este nutriente ($P < 5$ ppm, Bray). La fijación simbiótica de nitrógeno (N) permite asociar gramíneas anuales y perennes, lográndose praderas mixtas, con productividades anuales del orden de 6-9 toneladas de MS/ha si se aplica un manejo correcto del pastoreo. Sin embargo, la limitada adaptación de las leguminosas introducidas y junto a la fertilidad incrementada por la mayor disponibilidad Fósforo (fertilizante) y de Nitrógeno (fijación simbiótica) promueve la aparición de malezas, principalmente *Cynodon Dactylon*, una gramínea estival perenne introducida al país que limita la duración de las praderas mixtas a 3 o 4 años ocupando no más del 50% de la superficie del predio sin definir rotaciones. Esto determina un aumento de la oferta de pasturas, disminuye el uso de ración (0,110 kg/l), aumenta la dotación un 60%, llegando a 0,5 VM/ha, y crece la importancia del heno. La producción por vaca crece en forma importante, siendo valores representativos unos 3.800 l/VM y 2.000 l/ha. Este modelo con sus variantes, es el resultado de la propuesta técnica generada y difundida en las décadas del 70 y 80, y que comienzan a adaptarse en forma creciente a partir de mediados de los 80 (Durán, 2007).

El tercer modelo, denominado Organizado (3LC) representa un avance natural del modelo mejorado, en cuanto introduce y utiliza orgánicamente la planificación forrajera, nutricional y reproductiva. Se sigue un plan de rotaciones que optimiza el uso del suelo, y permite aumentar al máximo conocido sin riego, la producción de Materia Seca. Además de las pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas, incluye cultivos forrajeros anuales de verano (sorgos), de invierno (avena/raigrás) y para ensilaje (maíz). El ensilaje adquiere más importancia que el heno; la dotación aumenta en 40% (0,7 VM/ha), y

mantiene bajo el uso de concentrados por litro de leche producido (0,150 Kg/l) aunque gasta 670 Kg/VM. En este caso aumenta la producción a 4.500 l/VM/lactancia, y 3.100 l/ha (Durán, 2007).

El cuarto modelo, denominado Controlado, (4LC) surge como propuesta de la investigación a principios de los 90 y se fundamenta en aumentar la producción en base a la alta respuesta que se obtiene al usar los concentrados, para incrementar la dotación. Duplicando la ración por vaca (1200 kg), aumenta otro 40% la carga (1,0 VM/ha), mejora la utilización de forraje, mantiene o mejora la producción por vaca (4700 l/VM) pero permite superar los 4500 l/ha de leche. En este modelo el consumo de MS de ensilaje y ración por vaca y por año llega a 35 % y permite controlar las variaciones imprevistas (efecto clima) en la oferta mensual de pasturas, por la cual se alcanza una alta estabilidad en la producción de una misma época entre años diferentes. La concentración de la parición en otoño permite ganancias extras en eficiencia de manejo nutricional a través de la alta calidad de las pasturas durante otoño, invierno y primavera (Duran, 2007)

El siguiente modelo, denominado Avanzado (5LC), también se plantea y valida desde la investigación y tiene como única opción práctica capitalizar la producción animal aun inexplorado, ya que 4800 l/V implica no más del 60% de potencial genético de los rodeos Holando. Se plantea este concepto de única opción debido a que las variedades forrajeras disponibles en el mercado y las prácticas culturales conocidas, sin incorporar el riego, no existen posibilidades prácticas de aumentar sustantivamente el rendimiento de MS de las rotaciones forrajeras disponibles en el país. La opción de explotar el mejor el potencial genético del ganado Holando uruguayo necesariamente pasa por el uso de mayores cantidades de concentrado, dado que disminuir la dotación para favorecer la selectividad y el consumo, implica una menor producción de leche por hectárea. Tanto los resultados experimentales como de simulación fisco-económico, muestran que mejorando la calidad y cantidad de ración hasta un 30-35% de la dieta anual (1800 kg/VM) y elevando la dotación a 1,07 VM/ha, se obtiene con el mismo ganado un rendimiento de leche de 6500 l/VM y 6900 l/ha, lo que significa un incremento significativo y una mejora total del ingreso neto (Duran, 2007)

Una opción que surge a fines de los 90 es la sustitución de la agricultura forrajera convencional por la siembra directa (SD), con opciones forrajeras que permitan eliminar o disminuir el laboreo del suelo (menor erosión, mejora las propiedades del suelo) con mayor sustentabilidad de largo plazo, menores necesidades de insumos (Combustibles, mano de obra) y de capital en maquinaria (menor potencia de tracción al eliminar los laboreos y menos aperos de labranza) sin afectar la productividad de las pasturas y de los cultivos para ensilar. Dado el atractivo de esta opción se diseñó el modelo Avanzado con SD, usando la misma carga animal que en el avanzado (LC), similares prácticas de manejo y suplementación modificando solo la rotación para adaptarla a un sistema de SD e intentar mejorar la calidad de la oferta de pasturas y la cantidad de ensilaje de maíz

(Duran, 2007).

A los efectos de esta discusión interesa resaltar que los indicadores de productividad por vaca y por há, fueron totalmente similares a los del modelo avanzado con agricultura convencional presentados en el cuadro 1, confirmándose una total adaptación de la siembra directa a sistemas pastoriles con cargas tan importantes como 1,4 vacas masa por ha de vaca masa (Durán, 2007).

Es decir que no se presentaron problemas de implantación de praderas mezclas de gramíneas perennes con leguminosas, ni de cultivos de invierno o verano, obteniéndose los mismos rendimientos medios históricos de forrajes y leche por ha, que con agricultura con laboreo (Durán, 2007).

El Cuadro No. 4 muestra la estructura de costos y el ingreso del capital de los cuatro modelos mas tecnificados, en base la metodología mas usada en el Sector Lechero de Uruguay, dónde a los efectos de hacer factible la comparación de situaciones diferentes de propiedad de la tierra y nivel de endeudamiento, no se toma en cuenta en la estimación del costo del litro de leche, ni la renta de la tierra ni los intereses generados por créditos. Ambos componentes si se contabilizan en el análisis personalizado por empresa relativo al uso y fuentes de fondos.

Cuadro No. 4. Resultados económicos¹ de tres modelos productivos con Laboreo Convencional (LC) y del Modelo con siembra directa (SD).

	Modelo 3LC	Modelo 4LC	Modelo 5LC	Modelo 6SD
Costo medio, US\$ / l	0.148	0.144	0.127	0.112
Estructura del costo (%)				
Alimento comprado	12	19	35	36
Alimento producido	18	16	12	10
Reservas Producidas	3	10	8	10
Rodeo	21	20	17	18
Trabajo	35	26	21	19
Otros	11	9	9	7
Costo total , US\$/ ha	805	1069	1367	1274
Ingreso del Capital² / ha de VM³ según el precio del litro de leche.				
US\$/l	-----US\$/ha-----			
0.150	-12	-13	152	290
0.190	159	221	494	642

¹ Todos los valores están en dólares corrientes de EE.UU.

² Ingreso del Capital, definido como Producto Bruto Total menos Costo Total

³ VM, es el total de vacas en producción y secas, por día, mes ó año.

Los costos medios y su estructura reflejan los precios actuales de todos los insumos y la composición del capital y del trabajo para pequeñas empresas familiares de 40-50 ha totales de disponibilidad de tierra. En empresas de esta dimensión, la remuneración del trabajo propio, representa una parte principal del costo, como lo demuestra el modelo 3LC.

La primera disminución importante del costo medio no se produce en el primer escalón de intensificación, como sucedía con la estructura de precios de la década del 90 (menores precios del combustible, insumos y trabajo), sino en el segundo, es decir al pasar del modelo 4LC al 5LC, asociado básicamente a un importante cambio en la cantidad y calidad de los concentrados usados (alimento comprado pasa de 19 a 35 %), que con la misma base forrajera y uso de reservas, permite mejorar sustantivamente la producción por vaca (+35 %), que acompañado de un moderado aumento de carga (+ 7 %) permite un aumento del 44 % en la producción de leche por ha y el ingreso.

También se observa en el Cuadro No. 4 que al pasar del modelo 4LC al 5LC se produce una disminución de la participación de los demás componentes del costo, explicado básicamente por una dilución de los mismos en el mayor volumen de leche vendida por el impacto de la suplementación incremental.

La segunda disminución importante del costo medio se da al cambiar el sistema de producción de pasturas de laboreo convencional (5LC) al de siembra directa (modelo 6SD). Y esta disminución no surge de un efecto importante de dilución por aumento de la productividad, ya que la carga es igual y el rendimiento por vaca es solo marginalmente superior, sino que tiene que ver principalmente con la reducción en términos absolutos del costo total por ha del modelo 6SD (ver Cuadro No. 4), que refleja básicamente el menor gasto en producción de pasturas que supone la siembra directa, asociado a un menor requerimiento de potencia de tracción y a una reducción significativa de las horas de trabajo de la maquinaria, para realizar las mismas siembras de las pasturas y cultivos anuales.

Además, la siembra directa hace viable la oferta y contratación de servicios de aplicación de herbicidas y siembra, lo que además de bajar costos directos, disminuye los requerimientos de inversión en maquinaria propia, de mano de obra permanente, simplifica el proceso y libera tiempo del productor.

En resumen, el análisis de costos e ingresos del Cuadro No. 4, confirman que, con la actual estructura de precios de insumos y productos, los cambios tecnológicos claves del proceso de intensificación de la lechería uruguaya, no solo permiten aumentar la productividad física, sino también bajar costos y mejorar el ingreso del productor, aún en emprendimientos de muy baja disponibilidad de superficie, dónde no hay mayores márgenes para economías de escala a nivel individual.

Por último, un relevamiento realizado en el año 2006 sobre el origen del volumen de leche remitida a planta revela que el 17% proviene del modelo avanzado con siembra directa, el 15% del modelo avanzado con laboreo convencional, el 20% controlado y el 48% del modelo mejorado (Durán, 2007).

2.3. LOS RECURSOS GENÉTICOS

2.3.1. Biotipos para producción de leche

La raza Holstein Friesian es la de mayor importancia en producción de leche en países de clima templado, considerando su aporte a la productividad mundial y el número de individuos que la componen. Si bien está constituida por animales de origen

común, es factible identificar estirpes de aptitud productiva claramente diferentes (Cuevas et al., 2002)

Algunos de los requisitos básicos en los sistemas de producción de leche son el uso de animales especializados acompañados de adecuados manejos reproductivos, sanitarios, nutricionales y, principalmente, condiciones adecuadas de confort, especialmente térmico. Los principios generales de la crianza de los animales en sistemas sostenibles deben ser basados en la idea de que las razas o biotipos animales deben ser escogidas a partir de su capacidad de adaptación a las condiciones edafo-climáticas de cada localidad o región. El estudio de la relación animal-ambiente, define muy bien las limitaciones y el potencial de adaptación de los animales al medio ambiente. A partir de este conocimiento, es fundamental definir la raza y el manejo de la crianza, observando siempre el comportamiento natural de los animales con vista a obtener el máximo de confort y bienestar; atender sus necesidades en relación al ambiente y sus exigencias nutricionales. Dentro de las principales razas especializadas en producción de leche, las tres más importantes a nivel mundial son: Holstein Frisian, Pardo suizo y la Jersey (Avila et al., 2001).

La Holstein, perteneciente a la stirpe Europea con un incremento en características de tipo americano o lechero, es la raza que proporciona el mayor volumen de leche producida a nivel mundial y la más competitiva en rendimiento. La productividad de esta raza varía de un país a otro; sin embargo la superioridad pertenece al rebaño de Estados Unidos, seguido por el rebaño Canadiense, con productividades de 11081 y 9350 kg/lactancia, respectivamente. En estos países el sistema de producción intensivo se basa en elevados consumos de concentrados, a la inversa de lo que sucede en Nueva Zelanda en donde se alcanzan 4600 kg/lactancia con alimentaciones casi exclusivamente pastoriles (Gasque, 2002).

Las otras dos razas en importancia son la Pardo Suizo y Jersey que se destacan por producir la leche más rica en sólidos totales. La Pardo Suizo es la segunda raza más productiva del mundo, no sólo por su leche rica en nutrientes sino por su adaptabilidad a las condiciones tropicales. El Pardo Suizo americano se considera como la estirpe lechera del Pardo Suizo original (europeo), ya que su genotipo se ha conservado puro, diferenciado en un biotipo típicamente lechero. Por su parte, las líneas diferenciadas en el continente Europeo han mantenido su condición de doble propósito (9800 kg/lactancia en USA y 6100 kg/lactancia en Europa), mientras que en condiciones tropicales se registran producciones de 3000 kg/lactancia en dos ordeños diarios. Los atributos destacados en esta raza son la rusticidad, longevidad, baja incidencia de problemas metabólicos posparto, resistencia a ectoparásitos, facilidad de parto y adaptabilidad a extremos climáticos. La Jersey es la de menor tamaño entre las razas especializadas en producción de leche (con pesos adultos entre 430 y 450 kg), su leche es la más rica en sólidos totales y es la raza más precoz para reproducirse, con registros de productividad de 3600 kg/lactancia en Nueva Zelanda. Otras razas Europeas importantes son: Ayrshire,

Guernsey, Shorthorn lechera, Montbeliarde, Normando y las tres razas Rojas Escandinavas: Sueca, Noruega y Danesa (Gasque, 2002).

La posibilidad de obtener un animal con una producción satisfactoria de leche y/o carne, combinada con una buena resistencia al medio ambiente tropical ha sido demostrada en muchos países del trópico. Estas “nuevas razas” necesitan el esfuerzo constante de productores progresistas quienes han aplicado paquetes tecnológicos modernos, implementados a largo plazo. Algunas de estas nuevas razas conocidas también como razas sintéticas, son: Jamaica Hope lechero (Jamaica), la raza Pitangueiras y Girholando (Brasil), el Cebú lechero Australiano (Sahiwal), muy resistente a altas temperaturas y Humedad (considerada la mejor) y con producciones diarias entre 8 y 10 litros; la Taurindicus, ganado lechero tropical de Nueva Zelanda, el ganado Siboney (Cuba), la raza Carora y el ganado tipo Yaracal (Venezuela). Con la excepción de la raza Carora, la cual se formó mediante el cruce de vacas criollas y toros de la raza Pardo Suizo, las demás razas mencionadas se formaron mediante el cruce de especies *Bos taurus* x *Bos indicus* (Rodríguez, 2005).

Según Gasque (2002), dentro de las nuevas razas cruza (compuestas o sintéticas), las más interesantes son la Kiwi de Nueva Zelanda y la Girholando de Brasil. Se acepta bajo este nombre tanto animales 3/4 sangre Holstein, como 5/8 de la misma, siendo esta última proporción considerada como la que logra la fijación sintética.

Para las cruzas Euro-Cebú, se emplean el Holstein y el Pardo Suizo (grupo *Bos-taurus*) y cualquier raza local adaptada *Bos-indicus*, entre las que se destacan Brahman, Indubrasil y la cruza Gir y Nelore. De las razas involucradas en las cruzas Euro-Cebú, las del taurinas son auténticamente especializadas en producción de leche, no así las del cebuinas de las que se emplea cualquier raza disponible aunque no se cuente especialización lechera. En estas cruzas el mayor Vigor Híbrido se alcanza en las F1. A pesar de que en los animales 3/4 es menor el vigor híbrido en relación a los F1, esta proporción de sangre (3/4) es logra mejores resultados para el sistema de producción. En general las cruzas Euro-Cebú presentan gran variación en tipo y pelaje así como en productividad, la que oscila entre 1000 y 2500 Kg de leche por lactancia, siendo los primeros partos a los 35 meses de edad y suelen ordeñarse una vez al día.

A modo general, la productividad en el sector lechero a nivel mundial ha registrado grandes mejoras, en especial en lo que respecta a los potenciales genéticos para la producción de leche. El cuadro No. 5 muestra la evolución que han experimentado diferentes países instrumentando sistemas de producción que difieren en sus objetivos de selección.

Cuadro No. 5. Producción de leche por vaca en la Raza Holando en diferentes países.

PAÍS	Litros/vaca	
	1967	2005
Año		
Uruguay	1900	5540
Canadá	2640	9350
N. Zelanda	2700	4600
Estados Unidos	3000	11000
Holanda	4100	7600

Fuente: elaborado en base a datos publicados por Del Puerto (1968), Rovere (2006).

El indicador litros/vaca es un fiel reflejo del aumento en productividad que ha sufrido la raza Holando a nivel mundial. Por una parte, todos los países han aumentado su productividad lo que demuestra la evolución en la mejora genética, mientras que las diferencias en los aumentos registrados entre países son consecuencia de cada ambiente de producción y objetivos de selección de cada país en particular.

Resulta interesante analizar la evolución productiva de esta raza en los Estados Unidos debido a la impresionante respuesta a la selección obtenida en caracteres productivos, así como por la gran presencia que esta estirpe tiene en otros países en los que ha sido ampliamente utilizada. Su influencia ha llegado incluso a lugares donde se practican sistemas muy diferentes al imperante en Norte América, caracterizado por la búsqueda de altas producciones individuales, en sistemas de estabulación que permiten ajustar las raciones al potencial productivo.

De acuerdo a la información aportada por Shook (2006), durante los últimos dos decenios las producciones de leche, grasa y proteína se incrementaron en 3.500, 130 y 100 kg, respectivamente; correspondiendo alrededor de un 55% de dicho aumento al mejoramiento genético en la raza.

2.3.2. Comercialización internacional de leche, producción y consumo

En el año 2007 la producción mundial de leche fue de 678 millones de toneladas, 2,3 % más que el año anterior, con un stock de animales de 1.390 millones de cabezas liderado por Asia y la Unión Europea como los dos grandes bloques con aproximadamente el 60% de la producción mundial. Entretanto, los cinco principales países productores de leche fueron Estados Unidos, India, China, Rusia y Alemania (Sanches, 2007).

La producción, el consumo y la demografía determinan el comercio lácteo mundial, donde claramente se pueden distinguir tres zonas productoras y

exportadoras, en primer lugar Europa, primera productora y consumidora con un mercado lácteo muy intervenido y complejo, que realiza fundamentalmente intercambios comerciales entre sí tanto de leche fresca como en polvo para la industria. Las otras regiones grandes productoras de leche son Norte América y Oceanía (Nueva Zelanda y Australia), siendo esta última la gran exportadora de productos lácteos, leche en polvo fundamentalmente, En el cuadro No 6 se visualiza cuales son los principales países productores y consumidores de leche en el mundo.

Cuadro No. 6. Producción y Consumo mundial de Leche. Año 2007.

Producción Mundial de Leche		Consumo Mundial de Leche	
Principales Países	Producción (millones tm)	Principales Países	Consumo per capita/año. (equival.Lts. leche entera)
EEUU	84,2	IRLANDA	334
INDIA	42,1	FRANCIA	314
CHINA	32,8	EEUU	256
BRASIL	25,3	NUEVA Z.	244
NUEVA Z.	15,8	AUSTRALIA	219
AUSTRALIA	10,4	CANADA	203
CANADA	8,0	ESPAÑA	168

Fuente: Sanches (2007).

De otro lado, los grandes países importadores son principalmente países árabes con alto nivel de renta o gran población (Argelia, Arabia, Indonesia, Malasia), o bien países emergentes de cultura occidental muy poblados (México y Filipinas) con escasa capacidad productora. Consideración aparte merece el caso de China, que partiendo de una nula tradición en el consumo de leche, puede convertirse como se comentó anteriormente en el principal importador en los próximos años. Por otra parte, en el Cuadro No. 7 se presentan los países que más exportaron e importaron leche en el mundo en el año 2007.

Cuadro No. 7. Exportación e Importación de leche de los principales países a nivel mundial. Año 2007.

Principales Países	Exportaciones (miles tm de leche en polvo)	Principales Países	Importadores (miles tm de leche en polvo)
UE	1541	ARGELIA	249
NUEVA Z.	806	MEXICO	198
AUSTRALIA	323	CHINA	187
EEUU	302	INDONESIA	154

Fuente: Sanches (2007).

2.3.3. La raza holandó

La raza Holando se origina en Holanda (uno de los llamados Países Bajos) al norte y al sur del río Zuyder-Zee, en las actuales provincias de Frisia y Holanda del Norte. Esta es una región húmeda, de vegetación abundante y clima marítimo benigno. Las primeras referencias se remontan a 2.000 años atrás en donde esta raza presentó como sus ancestros más remotos los animales negros de los bávaros y los blancos de los frisios, tribus que se ubicaron en el delta del Rin y usando estos animales por su producción láctea superior al promedio normal de esa época. Después de la caída del Imperio Romano, pueblos de pastores empujados por los pueblos bárbaros invasores del oeste, llevaron estos animales a la zona de la actual Holanda. Hay documentos del siglo XIII que indican la existencia en la zona de estos bovinos mezclados con otros de diferentes pelajes (colorados, overos colorados y overos negros). A partir de este ganado, la selección fue el procedimiento que más influyó en la formación de la raza. Se produjeron algunos cruzamientos con razas cebuinas (siglo XVII), con ganado danés y con Shorthorn lechero, pero se abandonaron rápidamente y muy poco influyeron sobre lo que hoy constituye a la raza Holandesa. Los primeros pasos hacia la selección comenzaron cuando los productores comprobaron que los animales overos eran los mejores productores de leche, y dentro de éstos, los overos negros. Emplearon solamente toros de este pelaje, y guardaron las vaquillonas hijas de las vacas que más producían (Bavera, 2005).

En nuestro país la raza predominante ha sido la Holstein Frisian (Holanado), representando más del 90% del rodeo lechero Nacional, mientras que el resto lo ocupa la raza Jersey y la Normando, en menor proporción.

El 19 de octubre de 1889 se importa de Holanda y se inscribe con el No. 1 en el Registro Uruguayo, el primer reproductor de Pedigrí de la raza. Su introductor fue el Sr. Luís Lerena Lenguas, en ese momento presidente de la Asociación Rural del Uruguay. Hasta 1930 se importaron 250 animales entre machos y hembras, los que dieron el

puntapié inicial al desarrollo de la industria lechera en nuestro País. A partir de entonces, y con esa base, comienza a desarrollarse la cabaña y la cría del Holando. Nuevas importaciones desde Estados Unidos y Canadá dieron el impulso definitivo a la formación de nuestro Holando, el Holando Uruguayo.

Con el correr de los años se han ido seleccionado animales poseedores de características más lecheras. Luego la ciencia aplicada a la alimentación y la genética nos ha proporcionado la vaca actual.

La hembra Holando tiene una alzada mediana de 1,40 a 1,50 metros, con una gran capacidad en su arco costal y rumen, que le permite digerir el gran volumen de forraje ingerido. Su peso adulto está entre los 600 y 650 kg, lo que unido a una excelente conformación de patas y pezuñas le facilita deambular en busca del alimento en las pasturas (en nuestro país las vacas pueden llegar a recorrer hasta 5 kilómetros por día y luego trasladarse al tambo para ser ordeñadas dos veces diarias)

Posee netas características lecheras, como piel fina, huesos chatos, cuello fino, morro ancho y sistema mamario de excelente textura, con una ubre bien adherida al cuerpo, con un buen ligamento medio y los pezones ubicados en el centro de los cuartos. Nuestras vacas son a la vez longevas, y apuntan a lograr cinco partos promedio en su vida adulta, para mejorar su rentabilidad (Castignani et al., 2005).

2.3.3.1. El proceso de selección en la raza

La selección intensa comienza en los Estados Unidos cuando un barco llega a Boston en 1852 con vacas Holando destinadas para uso de la tripulación. Un comerciante llamado Winthrop Cheney criador de Massachussets, viendo su alta producción, compra una y luego importa otras. El entusiasmo de los ganaderos hacia los animales Holstein fue muy grande y para 1861 ya pastoreaban las praderas de este país unos 8.000 ejemplares. Es así que de este pie de cría original descienden más de 8.5 millones de cabezas registradas en Estados Unidos (Bavera, 2005).

Se comienzan a llevar registros de producción y a difundir la raza y en 1871 se funda una Asociación en Estados Unidos que lleva los Registros Genealógicos. Poco después, otro criador e importador (de apellido Whiting) funda una segunda Asociación, las que se unen en 1885. Whiting, en uno de sus viajes a Holanda, convence a los criadores que debían tener una asociación para orientar la crianza y fiscalizarla, sobre todo si querían conservar el mercado americano, la que se funda en 1873. Las Asociaciones permitieron uniformizar el aspecto de los animales (hoy llamado tipo). Luego se aplicaron métodos de selección basados en tipo y producción. Esto último se hizo más fácil después que Gerber y Babcock idearon sus métodos de análisis para la grasa butirométrica, con lo que se divulgó el “control lechero” (Bavera, 2005).

La mejora genética obtenida en la raza Holstein, ha sido basada en la aplicación de programas de selección a poblaciones de gran tamaño, y al uso generalizado de la inseminación artificial, que ha permitido la utilización de sementales de elevado valor genético. La selección en los programas de ganado lechero en los Estados Unidos se ha vuelto más eficaz con el tiempo, siguiendo los objetivos de selección para rasgos de rendimiento, que claramente tiene un impacto en la rentabilidad de la lechería. No obstante, los elevados niveles productivos de estos animales han provocado una modificación en los sistemas de producción, así como una caída en los índices reproductivos (San Primitivo, 2001)

Según Hansen (2000), la tendencia genética para producción de leche en vacas Holstein en los Estados Unidos se ha acelerado con el tiempo. Anualmente los incrementos en la producción media de leche fueron de 37 kg durante la década de 1960, 79 kg durante 1970, 102 kg en la década de 1980 y 116 kg entre 1990-1996. Información similar fue encontrada en publicaciones de la Animal Improvement Programs Laboratory (AIPL, 2009) para tendencias genéticas en EE.UU., la misma fue comparada con la tendencia genética en Uruguay, y se representa en el cuadro No. 8.

Cuadro No. 8. Progreso genético para Leche, Grasa y Proteína en EE.UU. y Uruguay para el periodo 1985-2000.

	EE.UU.	Uruguay
Características	Progreso Genético anual (Kg.)	Progreso Genético anual (Kg.)
Leche	96,8	17,3
Grasa	3,1	0,8
Proteína	3,0	0,6

Fuente: elaborado en base a datos publicados en: AIPL (2009), Aguiar et al. (2000).

Con el correr de los años la raza holando ha incrementado en forma importante la producción de leche y sólidos. Este incremento es cuantificado a través del progreso genético da cada país, como se observa en el cuadro anterior.

Otros rasgos como la conformación global o "tipo", forman un índice de tipo, con rasgos de la ubre, tamaño corporal, estatura, fuerza (anchura de pecho), profundidad del cuerpo, patas y pezuñas y angularidad. Estos rasgos fueron incluidos en programas de mejoramiento de ganado lechero a principios del siglo XX. Más recientemente se han adicionado rasgos no productivos entre los que se incluyen: la puntuación de células somáticas (SCS) como un indicador de resistencia a la mastitis, y la longevidad, como descriptor de la vida productiva de las vacas. Ambos indicadores representan una

combinación de rendimiento, salud, reproducción y funcionalidad de las vacas lecheras (Hansen, 2000).

En este sentido Shook (2006) señala que ha existido un marcado deterioro en caracteres reproductivos por efecto de aumentos en producción, señalando por ejemplo, un incremento en el lapso parto concepción de 24 días en los últimos 20 años. Mientras que en Chile, Meléndez y Pinedo (2007) reportan para el periodo comprendido entre 1990 y 2003, en rebaños de la zona centro-sur constituidos en un 90% por ganado Holstein, un incremento de 27,5 % en las producciones de leche por lactancia. Paralelamente, se observó un alargamiento de los lapsos íter parto y parto concepción en 76 y 13 días. De igual modo, por cada 100 kg de incremento en producción láctea el lapso parto- concepción aumentó en promedio 0,6 días y la tasa de preñez al primer servicio disminuyó un 0,9%.

Trabajos realizados por Freeman y Kelm (2000), en diferentes localidades de Estados Unidos donde se utilizó el índice de selección para producción de leche, encontraron problemas de fertilidad. Entre otros, los animales demoraron más días para entrar en el estro, y por tanto aumentando el período abierto (periodo parto-concepción) y por ende el intervalo inter-partos. Otro de los problemas es el de la salud, manifestándose en vacas de alta producción con problemas en los sistemas respiratorio, digestivo, y cutáneos, así como trastornos esqueléticos. Sin embargo, las heredabilidades medidas para fertilidad de las vacas han sido históricamente muy bajas (3% o menos). La mayor parte de la variación en la fertilidad de la vaca (97%) se debe a factores distintos a los genético aditivos (Hansen, 2000).

En este momento existen diferentes países con planes de selección perfectamente establecidos para el ganado vacuno frisón, con criterios diferentes en función de la estructura productiva de cada país. En Europa se pasó de seleccionar de triple propósito a doble propósito (carne y leche), siendo un animal más musculoso que el nuestro. En EE.UU., Canadá, Israel y Argentina se seleccionó para leche únicamente. Por lo tanto, el tipo original evolucionó hacia uno menos apto para la producción de carne, pero más productor de leche (Bavera, 2005).

2.3.3.2. La consanguinidad en la raza holando

Cuando dos individuos tienen uno o más antecesores comunes se dice que están emparentados. El cruzamiento de individuos emparentados da origen a individuos consanguíneos (Neira, 1985). Cuanto más cercana sea la relación de los padres de un individuo, tanto más alto será el grado de consanguinidad (Cassel, 1999).

Según Neira (1985), este tipo de cruzamiento debe tratar de evitarse porque produce efectos negativos en la capacidad reproductiva o eficiencia fisiológica de los individuos.

Este fenómeno se conoce como depresión endogámica o depresión debido a la consanguinidad.

Dentro de los factores que hacen al aumento de la consanguinidad se encuentra el uso de un menor número de toros en la búsqueda de los animales más productores. Herramientas como la inseminación artificial, la múltiple ovulación y la transferencia embrionaria, permitieron un gran uso simultáneo de los mismos reproductores en un gran número de poblaciones en el mundo.

El aumento de la consanguinidad es en gran parte debido a la alta intensidad en la selección por algunos rasgos como producción de leche y el tipo (Coffey et al., 2004).

La sobreutilización de animales “genéticamente superiores” se encuentra documentada en el trabajo de Seykora y Young (1996), quienes identificaron dos toros que en conjunto representaron aproximadamente una cuarta parte de los genes registrados en Estados. El cruzamiento consanguíneo intensivo ha sido asociado a disminuciones en la producción de leche y de grasa; así como también a incrementos en las tasas de mortalidad (Cassel, 1999).

Según un estudio realizado por Everett et al. (2000), con 1.805.773 registros de vacas Holstein, los niveles de consanguinidad medidos en el rebaño de esta raza en Estados Unidos, han aumentado entre los años 1975 a 1998. Los niveles de consanguinidad medios en la población en cada año se presentan en el Cuadro No. 9.

Cuadro No. 9. Promedio de consanguinidad en los registros Holstein al parto.

Año	Promedio F (%)
1970	1,1
1975	1,1
1980	1,4
1985	1,7
1990	2,6
1995	3,8
1998	4,2

Fuente: Everett et al. (2000).

Según este estudio, el nivel de consanguinidad desde el año 1970 en el ganado lechero Holando se ha incrementado a razón de 0,3% en promedio por año, produciéndose un mayor aumento a partir de 1980 en donde se alcanzó 0,63%, a continuación se presenta la figura No. 2 que describe la tendencia de la consanguinidad de las razas Holando y Jersey en EE.UU.

Figura No. 2. Tendencias de consanguinidad de la raza Holando y Jersey en EE.UU.



Fuente: Coburn (2003)

Como se observa en la figura anterior ambas razas han presentado un incremento importante en la consanguinidad, siendo superior dicho aumento en la raza Jersey debido a que la misma raza presenta una población de menor número de animales, variable que aumenta la probabilidad de apareamientos entre animales emparentados. Las dos razas representadas en la figura muestran que el mayor aumento en la consanguinidad se registró en la década de los 90, como lo expresa la pendiente en ambos casos.

Según Buchanan et al. (2001), la consanguinidad produce aumentos en las tasas de mortalidad al nacimiento. Con un 25% de consanguinidad se produce un incremento de un 3,5% de mortalidad aproximadamente, en relación a vacas no consanguíneas. Algunas de las consecuencias de la endogamia son una disminución de los rendimientos productivos, de los índices reproductivos y la exteriorización de caracteres letales, como terneros con cabeza de bulldog o subletales como criptorquidia, hernias y defectos de pezuña, que disminuyen su vitalidad y vida productiva (Mujica, 1992).

En el Cuadro No. 10 se presentan algunos resultados provenientes de estudios de registros en las poblaciones de la raza Holstein.

Cuadro No. 10. Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Holstein.

F (%)*	Leche (kg)	Grasa (kg)	Proteína (kg)
2,00	-36,24	-1,56	-0,22
4,00	-116,34	-4,21	-2,83
6,00	-180,68	-7,13	-4,46
8,00	-300,35	-10,00	-7,74
10,0	-395,53	-13,83	-10,81
16,9	-630,30	-21,54	-17,81
26,4	-707,78	-23,33	-19,93

Fuente: Everett et al. (2000).

*F (%)=Porcentaje de Consanguinidad

Los resultados muestran claramente como las pérdidas en producción (leche, grasa y proteína) van asociadas a un incremento de la consanguinidad. No obstante no se constatan tendencias claras (ni lineales ni logarítmicas) en la relación entre estos indicadores (Everett et al., 2000).

Cassel (1999), estudió cómo un incremento en el coeficiente de Consanguinidad de 1%, afecta a las características productivas y reproductivas de vacas lecheras Holstein. Los resultados de este estudio se presentan en el Cuadro No. 11.

Cuadro No. 11. Efectos de la consanguinidad en el comportamiento de la lactancia individual de vacas Holstein.

Características	Efectos por cada 1% de incremento de la consanguinidad
Edad al primer parto (días)	+0,36
Días de vida productiva	-13
Producción leche durante la vida productiva (kg)	-358
Producción de grasa durante la vida productiva (kg)	-13
Producción de proteína durante la vida productiva (kg)	-11
Producción de leche durante la primera lactancia (kg)	-37
Producción de grasa durante la primera lactancia (kg)	-1,36
Producción de proteína durante la primera lactancia (kg)	-1,36
Promedio células somáticas en la primera lactancia	-0,004
Primer intervalo de partos (días)	+0,26

Fuente: Cassel (1999).

Estos resultados demuestran claramente el efecto de la consanguinidad en las principales variables de interés productivas y reproductivas. Se observa un aumento de la edad al primer parto y en el intervalo entre partos. Como consecuencia se mantienen en los predios animales improductivos más tiempo del necesario, compitiendo por recursos muchas veces escasos (forraje y reservas principalmente), no logrando así el objetivo ideal de tener aproximadamente un parto por vaca por año.

Parece más relevante aún el efecto a nivel de las variables productivas (leche, grasa y proteína), en donde sí se observan reducciones importantes. En este sentido Freeman (1967) estimó una reducción en la primera lactancia para producción de leche de 23 Kg. y de 0,78 kg. la de grasa, valores similares a los publicados por Cassel (1999).

Uno de los investigadores que más ha profundizado en el tema es el Dr. Leslie Hansen, de la Universidad de Minnesota, quien junto con su grupo de trabajo ha tratado de esclarecer los porcentajes reales de consanguinidad que se pueda tener en los rodeos norteamericanos. Al estudiar los niveles de consanguinidad que se han alcanzado en las vacas Holstein de los Estados Unidos hasta el año 2005, los autores concluyeron que estos niveles se han duplicado en los últimos 15 años (pasando de 2.5% en 1990 a 5.1% en el año 2005).

En Canadá, la Canadian Dairy Network (CDN) presenta los niveles de endogamia dentro de la población canadiense de vacas de cada raza lechera. El cuadro No. 12 se basa en los animales registrados entre el año 1970 y el año 2007 inclusive (Doormaal, 2008).

Cuadro No. 12. Nivel actual y evolución de la endogamia media por raza.

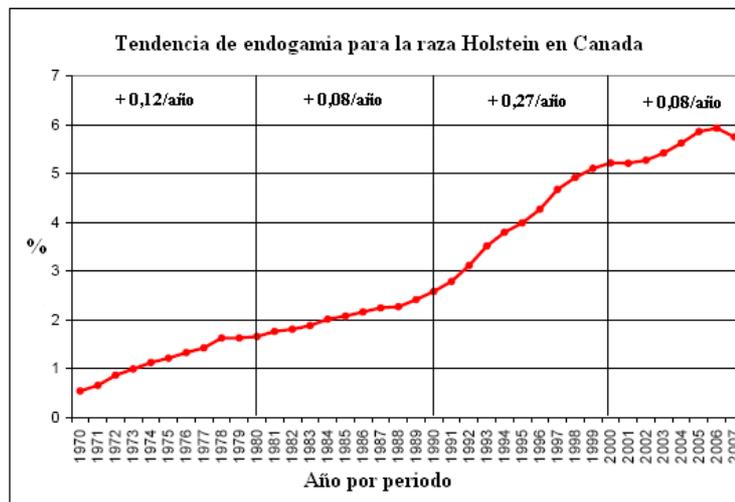
Raza	% de Endogamia año 2007	% anual de incremento de endogamia por periodo			
		1970-79	1980-89	1990-99	2000-07
Ayrshire	5,94	0,23	0,19	0,08	0,04
Pardo suizo	5,36	0,05	0,21	0,13	0,12
Guarnsey	5,65	0,04	0,08	0,19	0,15
Holstein	5,75	0,12	0,08	0,27	0,08
Jersey	5,82	0,13	0,05	0,15	0,10
Shorton	2,13	0,04	0,00	0,27	-0,13

Fuente: Doormaal (2008).

Entre las cinco razas principales de la lechería en Canadá, todos tienen un nivel medio de la endogamia entre 5.36% (pardo suizo) y 5.94% (Ayrshire). Las razas Ayrshire y Holstein, sin embargo, han controlado mejor el coeficiente de incremento en el nivel medio de la endogamia desde el año 2000, en +0,04 y +0,08 puntos de

porcentaje por año. La raza Guernesey experimentó un claro aumento en 2005 que ha continuado para las vaquillonas evaluadas en el año 2006 y 2007. Actualmente en Canadá, la raza Ayrshire tiene un alto nivel promedio de consanguinidad, pero la proporción de incremento en cada década ha ido disminuyendo. En la raza Holstein en particular el nivel promedio se ha ido incrementando a una proporción de 0.14 al año. (Doormaal, 2001). En la figura No. 3 se observa como es la tendencia genética de la raza Holando en Canadá a partir de 1970.

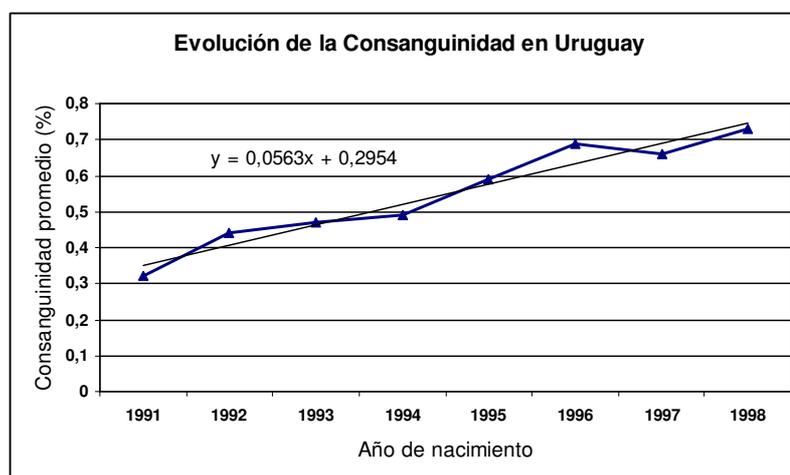
Figura No. 3. Tendencia de endogamia de la raza Holstein Canadiense.



Como se observa en el grafico, se registra un aumento en la tendencia del porcentaje de endogamia para todo el periodo, presentando el mayor aumento durante la década de los 90 y llegando a valores máximos de 6% en el año 2006, registrándose una leve reducción en el año 2007.

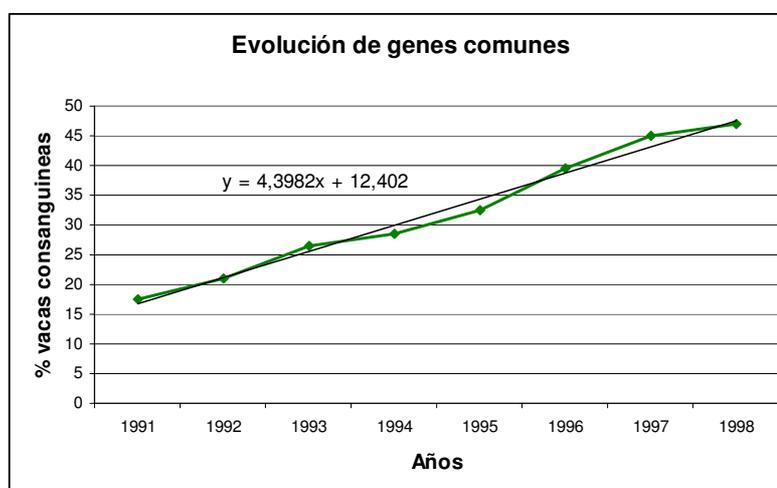
Para el caso de Uruguay, las figuras No. 4 y 5, muestran como ha evolucionado la consanguinidad en los rodeos lecheros y como evoluciona el porcentajes de genes comunes en el periodo comprendido ente los años 1991 y 1998.

Figura No. 4. Evolución de la Consanguinidad en el Uruguay.



Fuente: Aguilar et al. (2000).

Figura No. 5. Evolución de genes comunes en el periodo 1991-1998.



Fuente: Aguilar et al. (2000).

El porcentaje de animales consanguíneos presenta un incremento de 4,3% anual para el período considerado. La consanguinidad promedio aumentó por año a una tasa de 0,06%, valor menor al observado en Holando en Estados Unidos (0,23%, Everett et al., 2000) y Canadá (0,27%, Doormaal, 2008), para similar período.

La población de hembras, pertenecientes a rodeos comerciales del INML, nacidas en

1998, posee un 46% de animales consanguíneos, siendo la consanguinidad promedio de 0,73%. Estos valores son bajos con relación a los determinados en las poblaciones Holando de Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, la cantidad de información de pedigree completa, especialmente por la vía materna, así como la metodología de cálculo utilizada, estarían indicando una posible subestimación de los niveles de consanguinidad reales de la población (Aguilar et al., 2000).

A pesar de que la consanguinidad actual de la población es baja, la posible subestimación en estos cálculos y las tasas de incremento determinadas para la década del 90, llevan a pensar en no descuidar su evolución futura. En este sentido, se considera conveniente tener en cuenta las familias de donde provienen los toros, al momento de planificar los apareamientos y seleccionar los padres a introducir en los rodeos socios del INML (Aguilar et al., 2000).

2.3.4. La expresión de los potenciales de producción: interacciones entre genotipos y ambientes

El potencial genético de los animales se expresa en la medida que las condiciones ambientales lo permiten. El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí determina la extensión con que se expresa el mismo. Sin embargo, cuando se consideran gamas de ambientes y de genotipos, se detecta, además de los efectos genéticos y ambientales, un efecto adicional causado por la interacción de los mismos (Cruz y Regazzi, citados por Uribe, 1999).

La Interacción Genotipo-Ambiente se define como la alteración del desempeño del genotipo medido en dos o más ambientes. Este tipo de estudios son de mucha utilidad en programas de mejoramiento genético, pues existe la posibilidad de que los mejores genotipos en un ambiente no lo sean en otro (Bowman, citado por Uribe, 1999).

González y Magofke (1994), estudiaron el comportamiento de dos genotipos de producción de leche en dos ambientes diferentes. Las razas utilizadas fueron Overo Negros y un híbrido de Overo Negro y Holstein de origen Británico. En el primer periodo de estudio (ambiente 1) los híbridos superaron, en producción de leche, a los Overos negros en un 4,5%. Al mejorar el ambiente en un segundo periodo de estudio (ambiente 2) la diferencia a favor de los híbridos aumentó a un 13%. Se concluye que en un ambiente más desfavorable, la inclusión de un genotipo más especializado y con mayores requerimientos, no produce un impacto tan importante como el observado al comparar los genotipos en un ambiente mejor.

Por otra parte, algunos estudios han demostrado que la interacción entre genética y medio ambiente no es importante (Anderson et al., 1977). Sin embargo la no existencia de esta interacción en esos estudios puede deberse a que las comparaciones pudieron haber sido realizadas en ambientes no significativamente diferentes (Maijala, 1986).

En un estudio realizado en el departamento de ciencia animal en la Universidad de Cornell (Estados Unidos), en el cual se analizaron producciones de leche de 474 toros Holando con hijas en México y Estados Unidos, se observó que la correlación genética para producción de leche en ambos países era de 0.7 (Cienfuegos, citado por Uribe, 1999). Este valor indica que para un productor lechero Mexicano los valores genéticos estimados en Estados Unidos y disponibles en un catálogo de comercialización de semen, tendrán muy poca utilidad en predecir el comportamiento genético de un reproductor en su ambiente.

En vacas Holando, la correlación genética estimada para la producción de leche entre Estados Unidos y el sur de Brasil fue de 0.61. Este valor podría interpretarse como que solamente un 61% de los genes involucrados en la producción de leche en Brasil son los mismos que aquellos responsables de producir leche en Estados Unidos (Madalena, citado por Uribe, 1999).

Anteriormente se ignoraba la existencia de interacción entre valores genéticos y desviación ambiental en evaluaciones genéticas, a pesar de ser un problema conocido por los genetistas cuantitativos. En las últimas décadas con nuevos avances en teoría estadística y tecnología computacional, los efectos de interacción entre genética ambiente, a nivel de estimación de parámetros genéticos, han quedado más claros, siendo planteados algunos pasos para minimizar sus efectos (Uribe, 1999).

Por otro lado, las metodologías de evaluación genética han evolucionado considerablemente durante los últimos años, lo que ha permitido evaluar diferencias entre genotipos y ambientes en forma más precisa y detectar efectos de interacción que anteriormente pasaban desapercibidas (Butendieck, 1993).

En Colombia, Benavides et al. (2001), realizaron un exhaustivo trabajo que tuvo como objetivo investigar la existencia de Interacción Genotipo-ambiente en la producción de leche de bovinos Holstein en regiones de cuatro departamentos de ese país; Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquia y Nariño.

Para Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquia y Nariño, los promedios de producción fueron de 5855 ± 1736 ; 5248 ± 1719 ; 5423 ± 1481 y 6534 ± 2161 kg, respectivamente. Las regiones de Cundinamarca y Nariño presentaron mayor producción de leche y Valle del Cauca y Nariño mayor desviación estándar. Las diferencias en los promedios y en las desviaciones estándar entre regiones son el reflejo de las diferencias geográficas, meteorológicas y condiciones socioeconómicas propias de cada región. Por tanto, los objetivos de un programa de mejoramiento genético, deben estar enfocados a las condiciones, necesidades e intereses de cada región.

Las correlaciones genéticas fueron de 0.70, 0.83, 0.73, 0.95, 0.97 y 0.99 entre Cundinamarca-Valle del Cauca, Cundinamarca-Antioquia, Cundinamarca-Nariño, Valle del Cauca-Antioquia, Valle del Cauca-Nariño y Antioquia-Nariño, respectivamente. Estos valores de correlación genética, especialmente entre Cundinamarca con las otras tres regiones, evidencian que las progenies de los toros analizados no tuvieron el mismo desempeño en los diferentes ambientes.

En general los resultados encontrados en este trabajo confirman que la expresión fenotípica de la producción de leche es el resultado de la acción genética, ambiental y de la Interacción Genotipo-Ambiente en rebaños colombianos. Los autores sugieren que tanto las diferencias en la magnitud de las varianzas y correlaciones genéticas no unitarias de la producción de leche entre regiones, deben tenerse en cuenta en programas de mejoramiento genético.

2.4. HERRAMIENTAS DE APOYO A LA MEJORA GENÉTICA

La mejora genética animal constituye uno de los pilares básicos de la producción animal actual. La necesidad de incluir en la alimentación humana una adecuada proporción de proteínas de origen animal; la evolución de los hábitos de la población humana que abandona las zonas rurales buscando un modo de vida diferente en las grandes urbes y el incremento continuo de la población entre otros aspectos, demandan una cantidad de alimentos de origen animal, que sería imposible producir con las poblaciones animales de principios del siglo XX y en las condiciones de explotación tradicionales (San Primitivo, 2001).

Según este autor, la respuesta a estos problemas ha sido necesariamente multidisciplinar, jugando un papel esencial la mejora genética animal, mediante programas concretos de selección y cruzamientos. Esto ha sido posible mediante el uso de nuevas técnicas reproductivas como la inseminación artificial, el sexado de semen, la transferencia embrionaria, entre otras. Estas técnicas han incrementado en forma muy significativa los niveles productivos de la mayor parte de las especies de interés pecuario y se han adaptado los animales a métodos de explotación en muchas ocasiones altamente sofisticados.

2.4.1. Desarrollo de la inseminación artificial

Una de las razones principales de emplear la inseminación artificial (IA) en el ganado es incrementar la utilización de material genético superior, y de esta forma acelerar el mejoramiento de los rebaños (Olivares y Urdaneta, 1985). Esta tecnología nos permite utilizar reproductores genéticamente superiores sobre un mayor número de vientres respecto al método de monta natural. Esto se logra maximizando la cantidad de dosis de

semen congelado obtenidas de un toro, sin que esto provoque reducción en su fertilidad (Allende, 2007).

Las primeras investigaciones o comunicaciones del uso de la IA comenzaron en el año 1776, dirigidas el fisiólogo italiano Lázaro Spallanzani. Sin embargo, existen reportes que señalan que los árabes utilizaban ya esta técnica desde varios siglos antes (año 1300 d.C.) para la fecundar yeguas con semen robado de garañones.

En 1782, Rossi y Branchi, repitieron con éxito el experimento de Spallanzani en 1803. El mismo Spallanzani informó que los espermatozoides enfriados con nieve no morían, sino que apenas se tornaban inmóviles y que al exponerlos al calor nuevamente, recuperaban la motilidad por varias horas. Entre 1884 y 1887 Everett Milais inseminó 19 perras, logrando con éxito la preñez. En 1897, Walter Heape en Inglaterra, trabajó sobre la Inseminación Artificial en esta misma especie y concluyó que un sólo eyaculado podría ser suficiente para preñar a varias perras y que la inseminación podría ser una herramienta valiosa para estudiar los factores genéticos (tales como aditividad, dominancia e interacción) (Arias, 2007).

Al principio del siglo XX (1900) en Rusia se comenzó a aplicar la IA en animales de granja, e Ivanoff la aplicó en equinos, bovinos y ovinos obteniendo mejores resultados en las dos últimas especies. Pero no es hasta la década del 30, al descubrirse un diluyente que agregado al semen permite prolongar su vivencia practica mas allá de las 72 horas, que toma un fuerte y decidido impulso, principalmente en Europa y EE.UU. (Duran del Campo, 1981).

En 1936, Sörensen y Glylling-Holm organizaron la primera cooperativa de IA. En Dinamarca y en el año de 1952 alrededor del 55% de las vacas de ese país eran inseminadas artificialmente. En Estados Unidos de Norteamérica, la primera cooperativa de IA se estableció en el año de 1938, siendo uno de los pioneros el profesor Peny (Arias, 2007).

En 1952 investigadores ingleses logran congelar semen de toro, inmortalizando prácticamente la vida animal y produciendo una revolución tecnológica, económica, genética y comercial que repercute inmediatamente en el mundo del agro. Tanto es así, que al hablar de la inseminación tendrá que aludirse necesariamente al periodo precongelación y postcongelación (Duran del Campo, 1981).

En 1981, la mayor parte de las empresas en los Estados Unidos eran cooperativas regionales domésticas. En el 2006, las organizaciones miembro de la asociación de comercio e industria de la IA, Asociación Nacional de Criadores de animales (National Association of Animal Breeders, NAAB), produjeron 15.5 millones de unidades de semen, de las cuales 2 millones de unidades (el 13 %) fueron exportadas (Funk, 2006).

Hoy, las organizaciones miembros de NAAB producen 28 millones de unidades de semen, siendo exportados 9 millones de unidades (el 30 %). La industria en los Estados Unidos se desarrolló primero de regional a nacional y luego abarcó negocios internacionales. Simultáneamente a esta expansión, muchas empresas se asociaron. En la actualidad, el 90 % del semen producido y reportado a la NAAB, es de sólo 5 empresas. Estas empresas incluyen: tres cooperativas grandes (Select Sires, Genex Cooperative, y Accelerated Genéticos), una empresa privada (Alta Genetics), y una empresa pública (ABS Global) (Funk, 2006).

El empleo de esta técnica en los bovinos proporciona una serie de ventajas desde el punto de vista zootécnico, económico y sanitario. Desde el punto de vista zootécnico, la inseminación artificial permite utilizar al máximo los reproductores de alto valor genético. Así mismo, es posible determinar rápidamente el valor genético de los reproductores, mediante la fecundación de grandes números de hembras mantenidas en condiciones diferentes de explotación. En el aspecto económico, la inseminación artificial reduce considerablemente los gastos por concepto de instalaciones y mantenimiento de los toros utilizados para servir las hembras bovinas, así mismo, esta técnica permite utilizar un toro de alto valor genético mediante el pago de un bajo precio, que es el costo de la pajueta de semen. Desde el punto de vista sanitario, la inseminación artificial permite suprimir la monta natural y limita o frena la propagación de las enfermedades relacionadas con los órganos de reproducción, tales como brucelosis, vibriosis, tricomoniasis y otras (Olivares y Urdaneta, 1985).

En Uruguay, en 1933 nace el primer producto de inseminación que resulta ser un potrillo de carrera. En 1937 se presenta en el prado, los primeros animales nacidos de inseminación, siendo ellos borregos Lincoln que ganan el campeonato, habiendo realizado el trabajo el Ing. Thomaset. Por ese entonces tres veterinarios; Juansolo, Riet y Echenique llevan adelante los primeros trabajos de investigación e inseminación, posteriormente otro veterinario; Dr. Gutierrez Fabre, y el técnico Sr. Fernández Goyechea, trasladan la inseminación a la fase comercial (Duran del Campo, 1981).

Estamos ya en los albores de la década del los 40, y la IA en nuestro país, aun con técnicas precarias, comienza a desarrollarse bastante rápidamente entre los ovinos, pero muy escasamente en vacunos, ¿Cuál era la causa que más demoraba el desarrollo de la inseminación en vacunos? Seguramente, lo laborioso del proceso, no tanto en lo que a manejo del ganado e inseminación en si, sino en lo atinente a las extracciones de semen que deben hacerse día por medio y mas importante aun, la total inseguridad en cuanto a la iniciación y terminación de los trabajos.

Allá por los años 1952-1953, Polge, uno de los descubridores del método de congelación, visita Montevideo y ofrece una conferencia sobre el tema en la facultad de veterinaria, el método despierta el interés por profesionales y productores y comienza

lentamente a levantarse la infraestructura (primero mental y luego material) que prologa los grandes cambios tecnológicos.

Al terminar la década del 50, la inseminación a semen congelado a desplazado en todo el mundo adelantado, a la inseminación a semen fresco. En el correr del año 1957, junto a los químicos Srs. Álvarez y Navarro, se comienza los primeros ensayos y en el año siguiente nace en San Ramón el primer ternero nacido en Uruguay de semen congelado (Duran del Campo, 1981).

No obstante, esta técnica es efectiva si se lleva a cabo una correcta implementación de los programas. El éxito de un programa de inseminación artificial radica en saber valorar los pequeños detalles que la constituyen y en la realización de supervisión y evaluaciones continuas. Los principales factores a controlar son: Revisión ginecológica de las hembras (integridad física y anatómica del aparato reproductivo), control de enfermedades infecto-contagiosas (hembras libres de enfermedades tales como brucelosis, leptospirosis, vibriosis y tricomoniasis), detección del celo (la observación visual por personas adiestradas para tal fin). También son muy importantes el momento en que se realiza la inseminación (debiendo realizarse durante la segunda mitad del celo, es decir, que las hembras reconocidas en celo por la mañana serán inseminadas por la tarde del mismo día, y aquellas que presentan el celo por la tarde se inseminan durante las primeras horas de la mañana siguiente), las Técnicas aplicadas (la más utilizada es la recto-vaginal), el Equipo y los materiales usados (Termo descongelante, Guantes desechables, Catéteres o pistolas para inseminar con pajuelas, etc.), entre otros (Olivares y Urdaneta, 1985).

2.4.2. Semen sexado

Esta técnica fue desarrollada para utilizar el esperma *in vivo*, por el Dr. Larry A. Johnson. Está basada en que el esperma X que producirá terneras hembras, contiene 3,8% más ADN que el esperma Y, que produce terneros machos. Basado en esta última característica, un láser computarizado es capaz de realizar el sexado del semen, procesando 30.000 células por segundo, de las cuales sólo entre el 10 y el 13% son finalmente seleccionadas. Para ello, los espermios se someten a un proceso de tinción fluorescente, de modo que los que portan el cromosoma X brillan más intensamente cuando son expuestos al láser por el hecho de haber absorbido más colorante (Johnson, 1992).

La primer especie animal en que se utilizó semen separado por esta técnica fue en conejas en 1989. Desde ese momento, la técnica ha sido mejorada en varios aspectos permitiendo que nacieran terneros, corderos, cerdos y potrillos con un 90% de certeza en el sexo. Sin embargo, no ha sido fácil su implementación en rodeos comerciales hasta comienzos de este siglo, a pesar de las inmensas ventajas que traería tanto para el sector lechero como para el ganado de cría. No obstante, este procedimiento afecta la fertilidad

espermática en un rango de 15% a 20%. De acuerdo con estudios de la Universidad del Estado de Colorado, si en un predio la tasa de preñez en vaquillonas usando inseminación artificial es de un 60%, con semen sexado podría bajar a 48-51%. (Bo et al., 2007).

En el ganado bovino lechero, las vacas con mayor mérito genético se podrían destinar a la producción de crías hembras y el resto de las hembras a generar crías machos, usando por ejemplo una raza de carne.

El uso de semen sexado para incrementar el número de hembras de reemplazo es una tecnología muy interesante para su aplicación. Si bien los porcentajes de preñez son ligeramente inferiores al uso de semen convencional por causa de la propia técnica utilizada, el avance de los estudios sobre la concentración y el momento de inseminación adecuados, reducirán dichas diferencias.

2.4.3 Transferencia de embriones

La selección genética de los rodeos puede ser mejorada mediante el aumento en el número de descendientes por cada hembra superior. Esto hace que aumente la intensidad de la selección (una proporción menor de las hembras son seleccionadas para producir descendencia en la próxima generación) y también la exactitud de selección pues se dispone de más registros de determinados animales y sus familiares.

La técnica de TE, ampliamente difundida por todo el mundo nos permite superovular una vaca superior cada 40-60 días y así aumentar su progenie. La hembra bovina es monoéstrica continua, es decir ovula un óvulo en cada ciclo estral (17 – 24 días), pariendo si se preña una cría al año. Con el tratamiento de superovulación lo que se busca es lograr la mayor cantidad de óvulos posibles para obtener más embriones y por tanto progenie de cada hembra. Luego de super ovulada, la hembra donante se insemina con el toro seleccionado y siete días después se colectan los embriones por una técnica no quirúrgica. Los embriones son clasificados y desde aquí pueden seguir dos caminos: transferencia en fresco a receptoras aptas (ginecológica y sanitariamente) previamente sincronizadas, o se los puede congelar en etilenglicol (Transferencia Directa) para su comercialización o su transferencia en otro momento. De una donante promedio se pueden obtener 8 a 10 ovocitos totales y de éstos, 5 serán embriones de calidad transferible y podrán resultar en 3 preñeces, por lo que podemos obtener de una vaca deseada de 20 a 30 preñeces al año aproximadamente (Lagomarsino y Visca, 2006).

Las ventajas de esta técnica son múltiples, entre ellas podemos citar mayor cantidad de progenie de vacas superiores, mayor velocidad en el progreso genético logrado; acceso a genética superior, adaptación al medio ambiente, introducción de genética

superior en zonas marginales así como la comercialización nacional e internacional de material genético (Lagomarsino y Visca, 2006).

La transferencia embrionaria (TE) se ha realizado en el comercio de ganado desde la década de 1970. Desde ese momento, un importante conjunto de nuevas tecnologías ha sido incorporado en los sistemas de producción y en la transferencia de embriones. Estas tecnologías han dado lugar a nuevos métodos para la producción de embriones, para la mejora de la calidad de embriones, para el almacenamiento a largo plazo de los ovocitos y embriones, así como para la detección de los genes importantes para los embriones. En comparación con la IA, la transferencia de embriones, puede mejorar la fertilidad de las vacas en lactancia, siempre y cuando se realice una correcta sincronización de celo del rodeo, esto se da cuando la fertilidad del rodeo es muy baja o moderada (Hansen, 2007).

El éxito de un programa de transferencia de embriones se mide por el número de terneros que nacen vivos por hembra donante en un determinado lapso de tiempo. El resultado se encuentra influenciado por factores relacionados con el número de ovulaciones, la fertilización y la viabilidad de los embriones (Armstrong, citado por Bo, 2007). Sin embargo uno de los costos mayores de la transferencia de embriones es la variabilidad en la respuesta a los tratamientos superovulatorios, considerando que entre 25 y 30% de las vacas no producen ningún embrión de buena calidad (Armstrong, Looney et al., citados por Bo, 2007).

En nuestro país, luego de un primer éxito de trasplante en lanares, allá por 1968, se iniciaron experiencias importantes a nivel comercial, habiendo nacido en 1981 el primer ternero producto de esta técnica, trabajo realizado por los Drs. Veterinarios; Cuenca, García Lagos y Carballo (Duran del Campo, 1981).

2.4.4 La biotecnología molecular en la mejora genética

En la segunda mitad del siglo aparece lo que podemos denominar revolución molecular, responsable de la aparición de técnicas que ofrecen la posibilidad de analizar y manipular el ADN. La biotecnología molecular es la ciencia de manipulación del ADN (ácido desoxirribonucleico, que contiene las instrucciones genéticas para el desarrollo y funcionamiento de los organismos vivos) a través de la cual mejoradores genéticos y demás científicos pueden entender mejor y buscar soluciones a las limitantes de producción (ej: eficiencia alimenticia, reproducción). Asimismo es posible mejorar características nutricionales de varios productos agropecuarios que de lo contrario es difícil hacerlo desde el mejoramiento convencional; controlar, prevenir y diagnosticar enfermedades emergentes y actuales, caracterizar, conservar y manejar sustentablemente, así como utilizar estratégicamente la diversidad genética (Carriquiry et al., 2008).

Las diversas técnicas moleculares desarrolladas por la Genética Molecular, han permitido reiniciar la búsqueda de los genes implicados en muchos caracteres de interés económico en determinadas regiones del genoma denominadas QTLs (Quantitative Trait Loci), utilizando marcadores como las secuencias microsatélite, además de contribuir a un conocimiento más profundo de la base genética en la que se asientan los caracteres productivos y permitir un adecuado control genealógico. (San Primitivo, 2001).

Se han localizado un gran número de QTLs para caracteres productivos en especies animales y algunos de ellos han sido “mapeados” a distancias inferiores a un centi-Morgan (1 cM).

Gran parte de la información molecular es utilizada para la selección, denominando al proceso de Selección Asistida por Marcadores moleculares (MAS). Esta metodología consiste en la predicción del valor genético (breeding value o Valor de cría) total sumando la contribución poligénica más los efectos individuales de los QTLs que se ubican en la cercanía de un marcador molecular (Fernando y Grossman, citados por Cantet et al., 2008).

La genómica es la sub disciplina de la genética que tiene por objeto la caracterización molecular de genomas completos; así, desde hace algunos años se han llevado a cabo múltiples trabajos en casi todas las especies de animales domésticos con el fin de localizar regiones cromosómicas que pueden afectar los caracteres de mayor interés económico en la producción animal (Cañón, 2006).

Los polimorfismos de DNA, descubiertos en la década de los años 70, abrieron nuevas expectativas. Detectados en un principio a nivel de la secuencia del DNA, variaban en función del tipo de sonda utilizado, diferenciándose dos tipos, los RFLPs (polimorfismos de la longitud de los fragmentos de restricción), que utilizan como sonda fragmentos genómicos que corresponden a un solo gen y que precisan una combinación de sondas para obtener una alta probabilidad de exclusión y los DFPs o DNA fingerprints (comúnmente conocidos como huellas dactilares del DNA), que utilizan como sonda regiones híper variables del DNA y que con una o unas pocas sondas permiten obtener probabilidades de exclusión muy elevadas en las pruebas de paternidad (Georges et al., citados por San Primitivo, 2001).

En 1986 Mullis y colaboradores desarrollan la metodología más espectacular de los últimos años, la reacción en cadena mediante la polimerasa (PCR), que permitió identificar los denominados DNA-microsatélites, considerados como el marcador ideal debido a su alto polimorfismo, naturaleza codominante, fácil detección y amplia difusión en la mayoría de los genomas. Inmediatamente fueron empleados para el control genealógico (Fries et al., citados por San Primitivo, 2001) y su utilización como marcadores se generalizó en todas las especies. La identificación de genes que presentan efectos importantes sobre determinados caracteres de interés económico como el

Booroola y sobre todo, los resultados de la búsqueda de QTLs en varias especies de interés pecuario (Georges et al., Crawford, Grisart et al., citados por San Primitivo, 2001), ha puesto en marcha métodos de selección asistida por marcadores.

El ADN esta constituido por cuatro bases (nucleótidos), adenina, guanina, citosina y timina, que se recombinan de una manera única en cada organismo viviente. Los polimorfismos de una sola base (SNPs) son una variación de la secuencia de ADN que afecta a un sólo nucleótido del genoma, y explica la variación entre los individuos, pudiendo afectar la respuesta de los mismos a factores de nutrición, manejo, enfermedades, fármacos, etc. (Carriquiry et al., 2008).

Para una gran cantidad de características, fueron descubiertos grandes QTL, pero muchos fragmentos pequeños que contenían informaciones importantes no eran posibles detectarlas incluso con centenares de estos marcadores (Sonstegard et al., 2008). Muy recientemente se ha podido alcanzar la elevada densidad en el número de marcadores dispersos a lo largo del genoma que requiere la selección genómica debido al uso masivo de los marcadores SNPs.

En diciembre de 2007, la empresa Illumina, de origen estadounidense sacó al mercado un chip que contiene información de casi 58.000 SNPs, con un costo (a julio de 2008) de 245 U\$S/animal. Con este costo es posible predecir el BV (Valor de cría) del animal, usando todos los marcadores disponibles mediante la selección genómica.

Van Raden, citado por Cantet et al. (2008), comparó la exactitud al pre-seleccionar toros lecheros para la prueba de progenie empleando el promedio de los valores de cría paterno y materno predichos mediante la evaluación convencional (PA), con el valor de cría genómico predicho (GEBV). La población empleada para estimar los efectos de los QTLs consistió en 3.576 toros Holstein, nacidos entre 1952 y 1998. La población de prueba fueron 1.759 toros jóvenes nacidos entre 1999 y 2002. La exactitud de la prueba fue definida como la correlación entre el valor de cría verdadero (aproximado por el DYD 2008) y el predicho, sea mediante PA 2003 o por los GEBVs calculados con las estimaciones de los efectos de los SNPs obtenidos en la población de entrenamiento y proyectados en base a los genotipos de los toros jóvenes. Los resultados se muestran en el cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Correlaciones entre DYD y PA o GEBV.			
	Tradicional: PA	Genómico: GEBV	Diferencia G – T
Mérito neto	0.30	0.53	0.23
Leche	0.35	0.58	0.23
Grasa	0.35	0.68	0.33
Proteína	0.35	0.57	0.22
Grasa %	0.35	0.78	0.43
Proteína %	0.35	0.69	0.34

Fuente: Cantet (2008).

Nótese que los GEBVs constituyeron un criterio de selección mucho más exacto que los valores PA. Debe indicarse que estos últimos no contienen información sobre el residuo de segregación mendeliano de los toros jóvenes, hecho que si ocurre con los GEBVs. La predicción genómica para los 26 caracteres fue significativamente mayor ($P < 0.0001$) que para el PA, además la ganancia en exactitud equivalió en promedio a que un toro joven tuviese 11 hijas con información fenotípica. Este aumento en precisión de selección permite disminuir el intervalo generacional dado que los animales pueden seleccionarse a una edad significativamente inferior a la que actualmente se lo hace (5-6 años para la selección inicial). Asimismo, el hecho de tener que evaluar en la prueba de progenie unos pocos machos por camada (20 toros), comparado con los 100 a 500 toros por año, dependiendo del poderío económico del centro de inseminación artificial evaluados en un esquema convencional, conlleva una fuerte disminución de los costos de mantenimiento de toros y del esquema de selección en general (Cantet et al., 2008).

2.5. EVALUACIONES GENETICAS

2.5.1. Evaluación genética internacional

La dificultad en la comparación genética entre diferentes países, llevó a que se necesitara un modelo de evaluación genética internacional, razón por la cual en 1983, en Uppsala, Suecia, se fundara INTERBULL (“Servicio Internacional de Evaluación de Toros”) uniendo a la Comisión Genética de la Asociación Europea de Producción Animal (EAAP), la Federación Lechera Internacional (IDF) y el comité Internacional de Registro Animal (ICAR) (Fikse, 2007).

El objetivo inicial de Interbull era desarrollar procedimientos para recoger, estandarizar, y publicar la información sobre las evaluaciones de padres en distintos países. Más de 40 países actualmente son miembros de Interbull, quien proporciona las pruebas de Evaluaciones Múltiples a distintos Países (MACE) para producción, conformación y salud de la ubre en las razas: Holando, Jersey, Ayrshire, Pardo Suizo,

Guernesey y Simmental. Hoy los esfuerzos de Interbull son para proporcionar MACE para fertilidad, facilidad de parto, salud adicional y rasgos de salud (Funk, 2006).

En el intento de reducir los problemas derivados de los antiguos métodos de comparación internacional, fue desarrollado un procedimiento alternativo de comparación de mérito genético, conocido como MACE, que es usado actualmente en las evaluaciones internacionales de reproductores lecheros. A partir de los datos observados y sobre modelos pre-establecidos que ligan los datos con los valores genéticos que se pretende estimar, son obtenidas las estimaciones genéticas, resolviendo un sistema de ecuaciones resultante de las predicciones BLUP (Espasandin, 2002)

Una de las características del procedimiento de evaluación de la Interbull, es el uso de correlaciones genéticas estimadas entre las evaluaciones procedentes de diferentes países. Dado que ningún par de países tiene una correlación genética perfecta (1.00), los datos foráneos siempre sufren descuentos o regresiones de magnitud, lo cual disminuye el peso que se les asigna. La correlación genética para producción de leche entre Estados Unidos, Canadá e Italia fue la mayor (0.96) seguida de Holanda (0.93). La investigación realizada por el USDA ha demostrado que una gran parte de la falta de concordancia entre las evaluaciones genéticas de varios países se puede atribuir a errores en la identificación del toro (Banos et al., 2001). Independientemente de la sofisticación de los procedimientos y de la capacidad de las computadoras, no es posible corregir los errores de los datos mediante el procesamiento.

2.5.2. Sistema nacional de evaluaciones genéticas

En todos los niveles de la actividad productiva es importante contar con información objetiva derivada de mediciones precisas. En este sentido, las Evaluaciones Genéticas, miden el potencial genético transmisible de la población animal y su comportamiento en las condiciones particulares de nuestros sistemas productivos. Esta información, sobre todo en países como Uruguay con economías de mercado y sustento agroindustrial, cobra gran importancia a la hora de medir la eficiencia del sistema productivo en su conjunto (Rovere y Sotelo, 2006a).

A finales del siglo XIX, Uruguay ya contaba con libros genealógicos y se empezaba a crear una cultura de toma de registros genealógicos y productivos. En 1939 se crea la primera oficina de Control Lechero dependiente del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. En 1950 se crea el sistema de identificación única nacional para los ganados puros y puro por cruce de la raza Holando (Rovere, 2006b).

Sin embargo, a fines de los '80, coincidiendo con una fase de crecimiento de la lechería nacional se comienza a debatir acerca de la cobertura y calidad de los sistemas de control lechero, evaluación genética y programas de mejora.

En 1992, la Asociación Rural del Uruguay (ARU), realiza una primera evaluación genética para la raza Holando, utilizando predicciones BLUP a partir de un modelo padre. En 1994, el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero (INML) junto con la Facultad de Agronomía (FA) desarrollan la primera evaluación genética que utiliza un modelo animal.

En 1997, se firma un acuerdo entre la ARU y el INML que integra las bases de datos genealógicos y de producción administradas por ambas instituciones y las capacidades técnicas de la FA con el objeto de potenciar una evaluación genética nacional de la raza Holando. La incorporación a dicho alianza estratégica de las bases de datos de calificación morfológica, administradas por la Sociedad de Criadores de Holando del Uruguay (SCHU) y del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) ha conformado un marco institucional básico para el mantenimiento de evaluaciones genéticas técnicamente competitivas y el desarrollo de programas nacionales de mejora para el ganado lechero (Rovere, 2006).

Desde 2003, los animales son evaluados genéticamente para las características de Producción de Leche (kg), Grasa (kg y %) y Proteína (kg y %) a 305 días y para las características de Tipo (estructura y capacidad, grupa, patas y pezuñas, sistema mamario, carácter lechero y calificación final).

Las predicciones del valor genético de cada animal para las características de "Producción" se expresan como Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP), mientras que en el caso de las características de "Tipo" se expresan en Valor Genético Estandarizado (VGE).

La DEP, representa para cada animal evaluado, la diferencia que se espera presenten sus hijos comparada con el promedio general de los hijos de toda la población evaluada, mantenida en condiciones ambientales similares. Los valores en que se expresa la DEP para los rasgos de producción son en Kg o %. En el caso del VGE, es un valor que indica cuantos desvíos estándares se aparta del promedio genético la característica evaluada, de tal forma que el 99% de los animales presentan valores entre +3 y -3 para cada una de dichas características.

Características tales como la habilidad reproductiva, la resistencia a mastitis y la longevidad afectan en forma importante las empresas, si bien aún no se dispone de

evaluación genética para las mismas, se está generando la información que permita en un futuro disponer de ellas.

Si bien, Uruguay a través del Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero integra el Comité Internacional de Registración Animal (ICAR), los datos de la evaluación genética nacional aun no están convalidados para ser considerados en las evaluaciones genéticas internacionales que han sido implementadas y son desarrolladas por el subcomité Interbull de esta organización internacional. La convalidación de las evaluaciones y la integración a la evaluación genética internacional implica además una inversión económica importante para la escala de una sola institución. Estar dentro de la evaluación internacional sería importante para el país tanto para poder realizar comparaciones más ajustadas del nivel genético de los padres utilizados en nuestro rodeo, como la posibilidad de contar con evaluaciones preliminares ajustadas a nuestros modelos de evaluación de los padres que el país importa. En un país importador de semen este es un aspecto muy relevante que debiera ser considerado para integrarse a las evaluaciones genéticas internacionales.

2.6. PROLESA

En la década del setenta se produce un cambio significativo en las exportaciones lácteas uruguayas. Dichos cambios tuvieron sustento en cambios tecnológicos en los tambos que permitieron un rápido incremento de la producción de la eficiencia productiva de estos. Instituciones como el Plan Agropecuario y los Servicios de Extensión Agronómica y Veterinaria de CONAPROLE tuvieron un rol central en la difusión y promoción de las nuevas técnicas (Hernández, 2002).

Particularmente en el área reproductiva, a partir de 1985, los Servicios de Extensión Veterinaria del Departamento de Sanidad e Higiene comenzaron a dictar cursos de Manejo Reproductivo de la Vaca Lechera, los cuales se continuaron en años posteriores con planes de impulso al uso de la Inseminación Artificial. Entre 1986 y 1997, a través, de los Servicios de Extensión Veterinaria de CONAPROLE se realizaron en forma sistemática cursos de inseminación artificial destinados a productores, hijos de productores y personal del establecimiento con el compromiso de adoptar la técnica y brindar el servicio de inseminación en los establecimientos. La inseminación artificial se promovió como técnica reproductiva que generalmente va asociada a mejores prácticas sanitarias y que permite aumentar en forma importante la tasa de progreso genético, a través de una correcta selección de los padres del rodeo.

En la década de los ochenta, de acuerdo a la información manejada por los Servicios de Extensión Veterinaria de CONAPROLE, menos del uno por ciento de los tambos remitentes utilizaban la inseminación artificial en el manejo reproductivo de su rodeo. Una década después se estimaba que cerca del sesenta por ciento de ellos lo habían

incorporado como una práctica habitual en su rodeo. Según la misma fuente se estima que más del ochenta y cinco por ciento de los predios remitentes han utilizado la inseminación artificial durante el año 2009².

Como parte integral de promover la inseminación artificial y paralelo al incremento del número de vacas masa inseminadas, CONAPROLE promovió alternativas para asegurar a sus socios el acceso a material genético de calidad sanitaria certificada, así como, de evaluaciones genéticas que permitieran una medida objetiva del potencial genético del material utilizado. Es así, que a través de los Servicios de Extensión Veterinaria y en conjunto con las empresas de plaza se pre-seleccionaba un grupo de padres para asegurar el acceso comercial a estos, por parte de los productores socios. A partir del año 2000 esta actividad es derivada a PROLESA, empresa colateral de CONAPROLE que organiza la venta de insumos a los productores cooperarios. Desde ese momento, PROLESA comienza a organizar llamados a precios para acuerdos comerciales de abastecimiento de semen de toros evaluados genéticamente de diversos orígenes. Estos llamados han tenido una evaluación comercial y financiera y una evaluación técnica de la oferta de padres ofrecidos por casa empresa. Para evaluar el perfil genético de los padres ofrecido por parte de las empresas, cada año, se ha citado a un grupo técnico que representa a la Asociación Nacional de Productores de Leche, el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero, CONAPROLE y a productores considerados referentes².

A través de los distintos años las estrategias comerciales han variado, sin embargo se ha mantenido como criterio fundamental elegir los materiales genéticos en base a su evaluación genética, uruguaya si ella esta disponible para dicho padre, o en su defecto, su evaluación genética en origen.

Las ofertas recibidas de las empresas son analizadas económica y financieramente por los contadores de PROLESA y en base a ese estudio se listan los toros de acuerdo al precio potencial que puede llegar al productor y se organizan básicamente en tres estratos de precios (bajos hasta 7 u 8 dólares americanos, medios 7 u 8 dólares a 12 dólares americanos y mas de doce dólares aproximadamente). Dentro de cada estrato se seleccionan los mejores tomando como prioridad:

- 1) mas producción de proteína y producción de grasa,
- 2) sin defectos extremos en las características relacionadas a sistema mamario y patas y pezuñas. Se considera defectos extremos valores genéticos estandarizados mayores a 1, aceptándose en casos excepcionales valores hasta 1,5 desvíos.
- 3) Mejores que el promedio o levemente peores (en caso de que presenten excelentes valores en los ítems anteriores) para células somática y características relacionadas a la fertilidad.

² Alza, D. 2009. Com. personal.

- 4) Facilidad al parto promedio a la población o mayor. Si ninguno de los candidatos cumple con este criterio o los anteriores se procura algún candidato específico donde se prioriza este criterio para poder aportar un material destinado a las vaquillonas.

En base a los toros que cumplen con los criterios técnicos adoptados se vuelve a la parte comercial para elaborar el informe final al Directorio de PROLESA, quienes finalmente aprueban los acuerdos anuales. Una vez aprobada, PROLESA a través de sus agencias y las empresas vendedoras de semen elegidas realizan actividades conjuntas para difundir y promover el uso del material genético seleccionado²

3 MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración del trabajo se procedió a la recopilación de información, la cual se dividió en tres áreas a saber; información sobre las importaciones de semen en Uruguay, información sobre el semen ofertado y vendido por PROLESA, e información complementaria necesaria para el análisis del trabajo.

3.1. INFORMACION DE IMPORTACIONES DE SEMEN EN URUGUAY

Esta información se relevó mediante una entrevista con el director de la Dirección de Control y Comercio Internacional del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, con el objetivo de cuantificar el volumen total de semen importado en el país y el número de empresas importadoras, durante el periodo 2000-2008.

La información relevada consistió en el número total de dosis de semen importado y declarado por las empresas que comercializan semen en Uruguay, de razas bovinas carniceras y de la raza holando, diferenciando dentro de esta ultima, el número de dosis de semen sexado.

3.2. INFORMACIÓN APORTADA POR PROLESA

La información aportada por PROLESA consistió en la base de datos de los toros ofrecidos y las ventas de semen realizadas en cada año durante el periodo comprendido entre los años 2000-2008, en la cual se detalla para cada año: nombre y apodo de los toros, código de cada toro referido a la empresa propietaria, numero de dosis vendidas por toro, precio de venta de la dosis de semen fijado por PROLESA y código de cliente (matricula del productor socio de CONAPROLE).

También se contó con los catálogos de difusión para los productores que PROLESA publica cada año, en los mismos se presentan los toros disponibles y la información de la evaluación genética en su país de origen.

3.3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Como información complementaria relevante e imprescindible, se contó con la evaluación genética nacional de la raza holando del año 2009 y las publicaciones de la Holstein Association USA., de los años comprendidos entre el periodo 2005-2009 (febrero de cada año), estas publicaciones resumen el resultado de toda la población de toros evaluados en EE.UU. y como rankean los mismos. Esta información fue cedida por la Sociedad de Criadores de Holando del Uruguay.

También se utilizó información referida a precios de insumos y productos utilizados para el análisis comparativo de algunas variables, las mismas fueron extraídas del

proyecto de costos publicadas por CONAPROLE (Artagaveytia y Giudice, 2008), y de la Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2009).

3.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A partir de la base de datos aportada se procedió a organizar la información para su análisis de la siguiente forma: se agrupo la información de las ventas por año (para los años comprendidos entre 2000-2008) y el número de dosis por toro, adicionándole los valores de la evaluación genética de cada toro presentada en el catalogo (evaluación de origen de los toros para cada año de venta), las características fueron: país de origen, numero de rodeos e hijas, DEP para producción de leche y su percentil, DEP para producción de grasa y proteína en porcentaje (%) y en Kilogramos o libras dependiendo del origen del toro, DEP expresadas como desvío para tipo, patas y pezuñas, sistema mamario y células somáticas.

De igual forma se realizó una planilla similar a la descrita en el párrafo anterior con la diferencia en que se utilizó la evaluación genética nacional del año 2009, solo para los toros vendidos en el periodo 2000-2004, ya que para el periodo 2005-2008 no se encuentran evaluadas las hijas de dichos toros.

También se organizó la información para cada año de estudio (periodo 2000-2008) en el número de dosis vendidas según país de origen y dosis vendidas por matricula.

3.4.1. Comercialización de semen

Como forma de caracterizar la comercialización del semen importado se tomo la información brindada por el MGAP y las ventas de PROLESA para el periodo de estudio 2000-2008, con el fin de analizar la información en dos niveles diferentes; en primer lugar representar el volumen total de semen que ingresa al país (bovinos para producción de carne y leche) y en segundo lugar, que proporción representan las ventas de PROLESA en relación al total del semen importado para leche.

Esto permitió visualizar como fue la evolución tanto de las importaciones de semen en el país, como de las ventas de PROLESA y la posible relación existente entre ambas, así como también cuantificar como se vio afectada la comercialización en los diferentes escenarios, tanto en momentos de crisis, como de activo crecimiento del sector.

3.4.2. Origen del semen comercializado

En esta sección se pretende representar cuales fueron los principales orígenes del semen vendidos por PROLESA, con la salvedad que en los años 2000, 2002, 2003 y

2004, PROLESA realizo acuerdos comerciales con solo una empresa importadora, reduciendo de esta manera la oferta de semen por orígenes, por lo que los productores vieron limitada su elección, sin embargo luego del año 2004 PROLESA da participación a un mayor numero de empresas, como forma de aumentar la canasta de toros de diferentes orígenes.

Se buscara visualizar como varían en forma porcentual las dosis vendidas según origen, conocer como evolucionan las ventas para un mismo origen a través de los años y que relación guardan los precios de venta de semen en función de los orígenes ofertados.

3.4.3. Precio de venta del semen

Partiendo de la información generada en las planillas elaboradas a partir de la evaluación de origen de la raza holando (presentada en los catálogos de PROLESA), se procedió a separar los toros según el origen de los mismos.

Una vez agrupados los toros por origen se procedió a realizar un análisis estadístico del precio por dosis en ambos grupos para cada año del periodo de estudio (2000-2008). A través del procedimiento GLM del programa SAS (2006).

Se analizó la evolución del precio del semen en el periodo de estudio, en comparación con el precio de otros insumos y productos. Se seleccionó el precio de la vaquillona para reposición, el precio del litro de leche recibido por el productor y un indicador que describe el resultado económico de los sistemas de producción como el ingreso de capital.

3.4.4. Distribución de las ventas: número de dosis y matriculas

Para describir si los productores en el momento de la compra del semen presentaron preferencia según el precio de dosis se procedió a calcular el promedio ponderado, producto del número de dosis de cada toro por su precio, para cada año y para el total de toros vendidos por año.

A partir del precio promedio obtenido para cada año, se agrupo el número de dosis vendidas por encima del promedio y por debajo del mismo, esto permite visualizar rápidamente y cuantificar la preferencia del productor en la compra del semen en función del precio.

Otro aspecto importante a resaltar es como fue la venta de semen por toros y por año. Para mostrar esto se dividieron nuevamente las planillas en dos grupos (EE.UU. y otros

países) y se realiza la corrida estadística, de forma similar a lo realizado para determinar el precio promedio por dosis.

La información permitió ver como fue el desempeño anual de los toros en cuanto a número de dosis promedio vendidas por animal, número de dosis máximas y mínimas por toros, así como sus desvíos con respecto a la media.

Partiendo de la base de datos brindada por PROLESA, se confeccionó una planilla con el número de dosis por matricula y el total de matriculas que compraron semen en la empresa en cada año, durante el periodo 2000-2008. Con esta información se determino como fue la evolución anual de matriculas y cuantas dosis se compraron por matriculas.

Usando el procedimiento REG el programa SAS (2006) y utilizando el método stepwise se determinó que variables afectan significativamente el número de dosis vendidas por toro. Las variables consideradas fueron: DEP para producción de leche, DEP para producción de grasa y proteína en porcentaje (%) y en Kilogramos (otros países) o libras (EE.UU.), DEP expresadas como desvió para tipo, patas y pezuñas, sistema mamario y el precio por dosis por toro. El grado de significancia utilizado fue del 5%.

3.4.5. Calificación de los toros a través de su percentil

Se comparó el ranking de los valores genéticos estimados para las características productivas (producción de leche, producción de grasa y proteína) y de tipo, en el país de origen y en nuestro país, utilizando como indicador de ranking el percentil en donde se encuentra ubicado el valor genético estimado. Para esto, se seleccionó el toro mas vendido por PROLESA, para cada año en el periodo comprendido entre, 2000-2004, se registro en que percentil se ubicaba para las características de producción y tipo en la evaluación nacional de la raza holando 2009, y en que percentil se ubicaba, para las mismas características, en la evaluación genética del país de origen del año 2009.

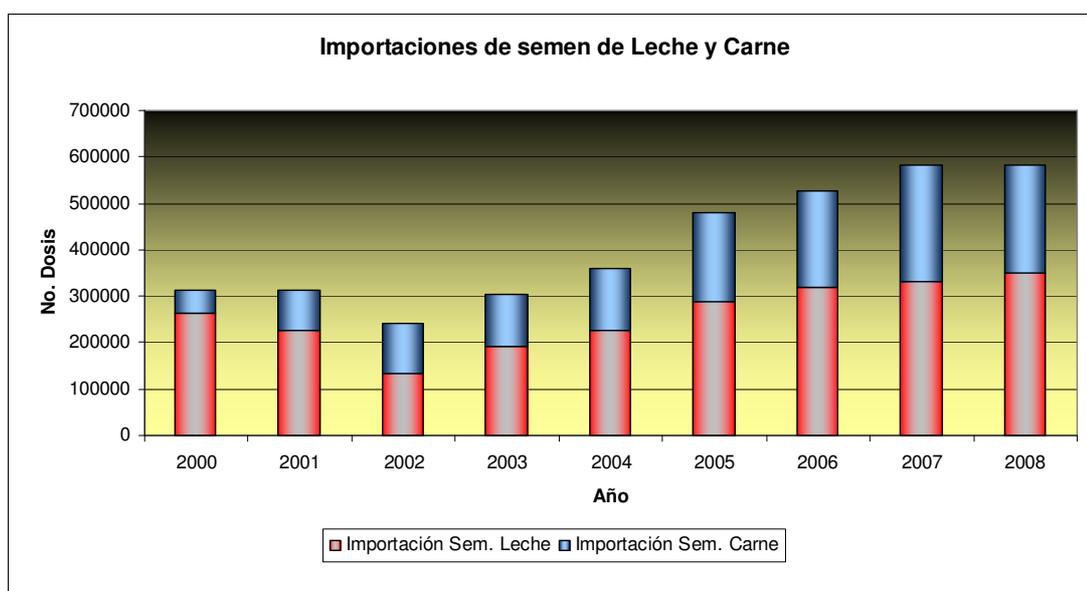
A partir de las publicaciones de la Holstein Assocation USA, del periodo 2005-2008 y seleccionando el toro americano mas vendido por PROLESA para el mismo periodo, se confeccionó un cuadro que permite ver como calificaron dichos toros en su población, en otras palabras; si los toros mas vendidos en el periodo 2005-2008 presentan un nivel genético bajo, medio o alto respecto a su población para características de producción y tipo, se agrego como información complementaria para cada toro, el numero de dosis vendidas y el precio de las mismas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. IMPORTACIONES DE SEMEN EN URUGUAY

A partir de los datos brindados por el Ministerio, sobre las empresas que importan y comercializan semen para ganado lechero en nuestro país, se estimó, que de un total de 10 empresas importadoras en el año 2008, cuatro de ellas concentran el 80% del volumen total de semen importado, En la figura siguiente se presentan las importaciones totales de semen, diferenciado entre semen de razas carniceras y semen de ganado holando.

Figura No. 6. Importaciones de Semen para Leche y Carne.



El volumen de semen importado en ganado lechero representó el 84% del volumen de semen total (312.282) que ingresó al país en el año 2000. Este porcentaje decreció un 28% en el año 2002 en donde el semen importado de razas lecheras pasó a representar aproximadamente el 60% del total importado, cifra que se mantuvo hasta el año 2008.

Lo anterior es producto de la crisis financiera de la región que comenzó en Brasil en el año 1999 hasta la devaluación Uruguaya en el año 2002, sumados los efectos de la aftosa y la sequía. Estos factores sumados, repercutieron en una reducción del 14% en el año 2001 y un 35% en el 2002 con respecto al año 2000 en las importaciones de semen para leche, mientras la reducción en las importaciones totales fue del 23% en el 2002.

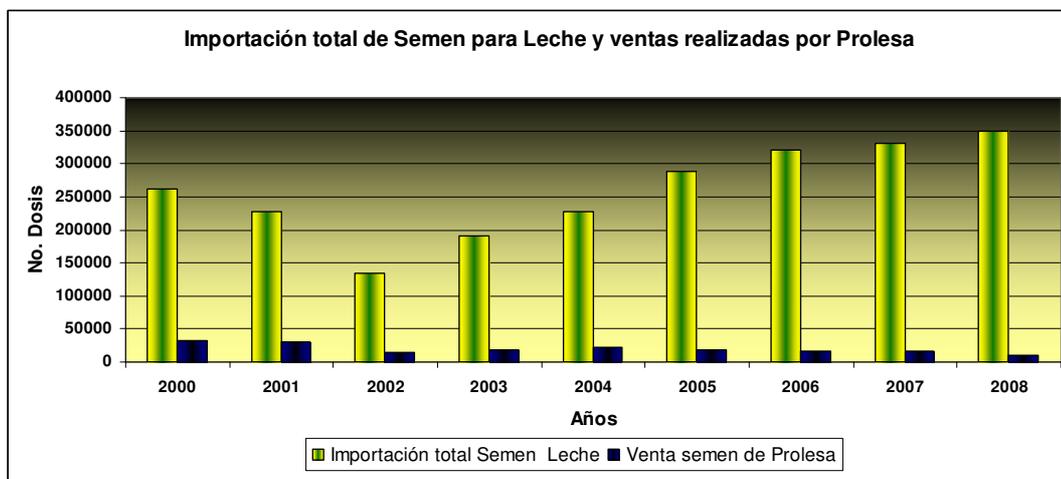
Luego de la crisis las importaciones aumentaron, acompañando el crecimiento del sector agropecuario; de esta forma las importaciones de semen para leche tuvieron un crecimiento anual de 18% en promedio, mientras que las importaciones para carne lo hicieron a un 15% anual.

4.2. COMERCIALIZACIÓN DE SEMEN POR PROLESA

La empresa PROLESA es la principal representante de la venta de insumos agropecuarios a los productores de la cooperativa CONAPROLE, empresa que agrupó el 68% de los productores remitentes a plantas industriales en el año 2005 en el Uruguay. En el año 2000 comienza la venta de semen a los socios de la cooperativa.

En la figura No 7. Se pueden ver las ventas de semen realizadas por la empresa PROLESA en comparación a las importaciones que se realizaron en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2008.

Figura No 7. Importación total de semen para leche y ventas de semen de PROLESA.



Las ventas de semen realizadas por la empresa PROLESA representaron en promedio un 8% del total de semen importado para razas lecheras. Este porcentaje en los primeros años de venta de semen por la empresa fue de 12 – 13%, (31.904 dosis), valores que en el correr de los años fue en descenso hasta llegar a un valor mínimo de ventas alcanzado en año 2008 que representó un 3% (10.765 dosis) de las importaciones totales para leche.

En el año 2002 se produce una caída de más de 50% en el número de dosis vendidas, tanto en las importaciones totales para leche como para las ventas por la empresa, las

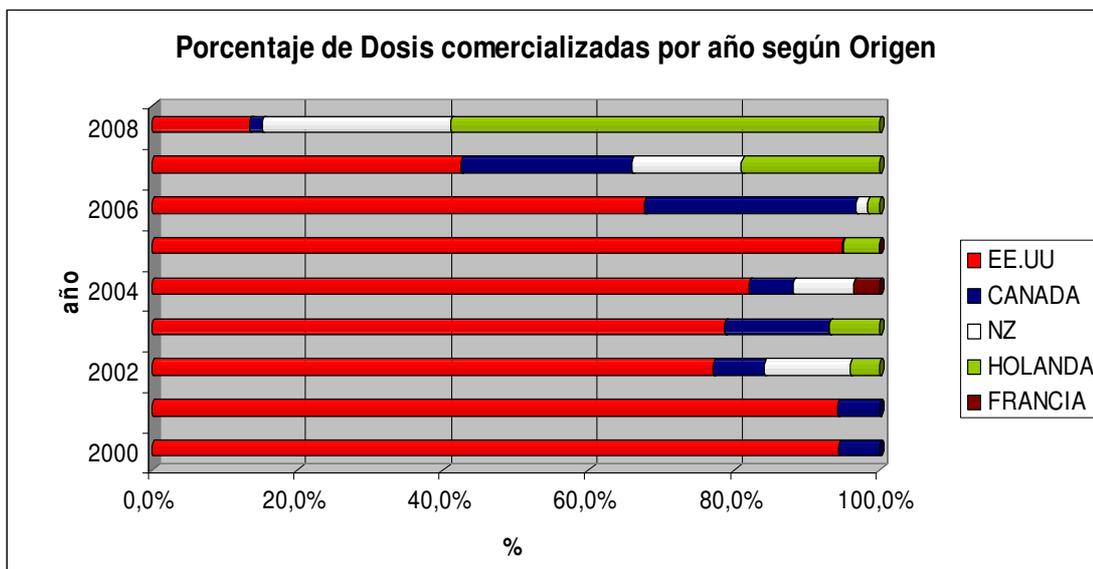
cuales no fue posible recuperar en los años sucesivos, a diferencia de las importaciones que se van recuperando año a año.

Este aumento en las importaciones acompaña la recuperación del sector luego de la crisis, el productor vuelve a invertir en genética, ya que los precios de la leche mejoran, pero esto no se ve reflejado en el estrato de productores al cual PROLESA vende semen. Esto puede deberse a que la empresa no realiza una correcta difusión del material que tiene para la venta, dejando en manos del agenciero regional la venta de semen. La comercialización del semen es un negocio donde existe una gran competencia entre las empresas importadoras las cuales cuentan con vendedores capacitados que llegan a todo el país y directo al productor, para ofrecer el semen. El productor no tiene que salir fuera del establecimiento para comprar el semen y si bien PROLESA presenta muy buenos precios, en los negocios particulares y con la compra de grandes volúmenes de semen, se pueden mejorar los precios fijados por la empresa

4.2.1. Origen del semen comercializado

En la Figura No 8, se presenta la proporción de semen vendido por PROLESA de los diferentes orígenes en cada año para el periodo de estudio 2000-2008.

Figura No. 8. Porcentaje de dosis comercializadas en PROELSA según el país de origen.



Como se puede observar en la figura No. 8, la venta de semen por parte de la empresa PROLESA en el periodo en estudio presentó cinco países diferentes, en donde Francia por ejemplo, se vendió solo durante un año. Hasta el año 2004 se mantuvo acuerdos comerciales con solo una empresa importadora de semen, que comercializaba semen de origen de EE.UU. principalmente. Las ventas de semen por parte de PROLESA fueron en la mayoría de los años dominada por EE.UU. En el año 2000 EE.UU. representó el 94,4% de las ventas, mientras que en el año 2008 fue de tan solo 13,5 %, representando para todo el periodo el 78% del total de las dosis vendidas (169.245 dosis).

Es a partir del año 2007 y 2008 se da una importante disminución porcentual de las ventas de semen de EE.UU., en cambio, se dan aumentos en el entorno de 15% y 26% para Nueva Zelada en los años 2007 y 2008 respectivamente y de 19% y 59% para Holanda en el mismo período de tiempo. Esto determina un nuevo escenario en la oferta de semen importado donde adquieren mayor importancia nuevos orígenes como Holanda y Nueva Zelanda.

Históricamente se ha dado en el país la importación de semen de origen americano, predominando el semen de EE.UU. lo que determina que en los rodeos de nuestro país exista una gran cantidad de genes de esos orígenes.

En el Cuadro No. 14, se puede observar como es el la distribución de número de dosis vendidas por país y su precio promedio para el año 2007 y 2008, años en el que se incrementa en forma significativa las ventas de semen de otros orígenes.

Cuadro No. 14. Número de dosis de semen vendido y promedio ponderado (precio por número de dosis) de los principales orígenes.

Año 2007		
Origen	No. Dosis	Promedio Ponderado
EE.UU.	6054	6,98
EE.UU. + sexado	6224	8,06
Holanda	2965	7,36
N. Zelanda	2375	5,77
Canadá	4111	6,00
Total	15675	
Año 2008		
Origen	No. Dosis	Promedio Ponderado
EE.UU.	1168	6,90
EE.UU. + sexado	1403	13,45
Holanda	5994	9,43
N. Zelanda	2610	10,16
Canadá	168	6,35
Total	10175	

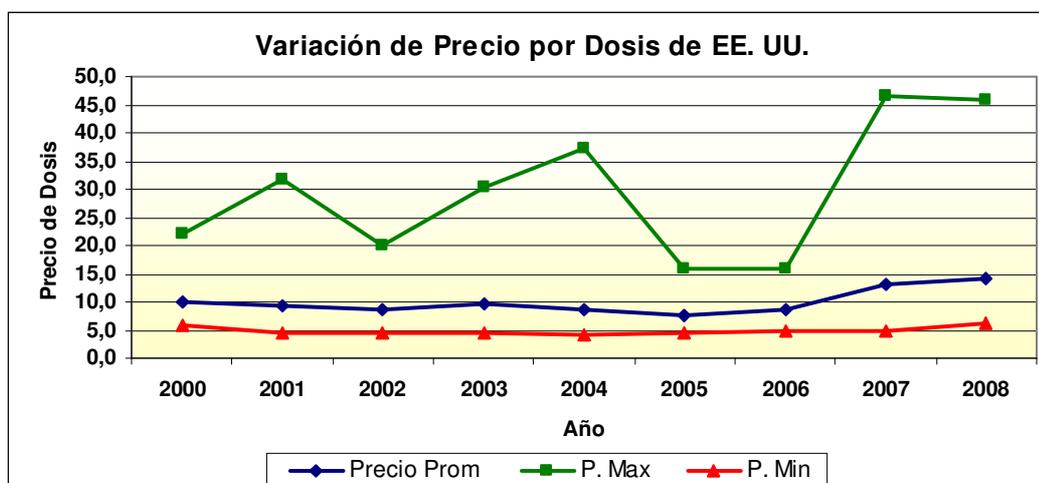
En los últimos años se ha registrado un aumento del semen vendido de orígenes no tradicionales para el país. Según el Cuadro No. 14 para ambos años se observa que EE.UU., presenta precios entorno al promedio para estos años (2007-2008), si no se consideran las ventas de semen sexado, por lo que se deduce que los productores lecheros no dejaron de comprar semen Americano por su precio, ya que el mismo es accesible y en la mayoría de los casos hasta por debajo de los precios del semen de Holanda y Nueva Zelanda.

Es importante destacar el efecto en el precio promedio del semen de EE.UU, cuando se incluye en el análisis el semen sexado, ya que un bajo número de dosis (170 dosis) que representa apenas un 3%, tiene un impacto de 16% en el precio promedio para el año 2007, mientras que en el año 2008 un 17% de aumento en las dosis de semen sexado (235 dosis) representó un impacto de 57% en el precio promedio.

4.2.2 Precio de venta del semen

En las Figuras No. 9 y 10. se visualiza como es el precio promedio de venta por PROLESA de la dosis de semen de origen EE.UU. y de los países de Canadá, Holanda, Nueva Zelanda y Francia y su variación anual.

Figura No. 9. Variación de Precio por Dosis proveniente de EE.UU.



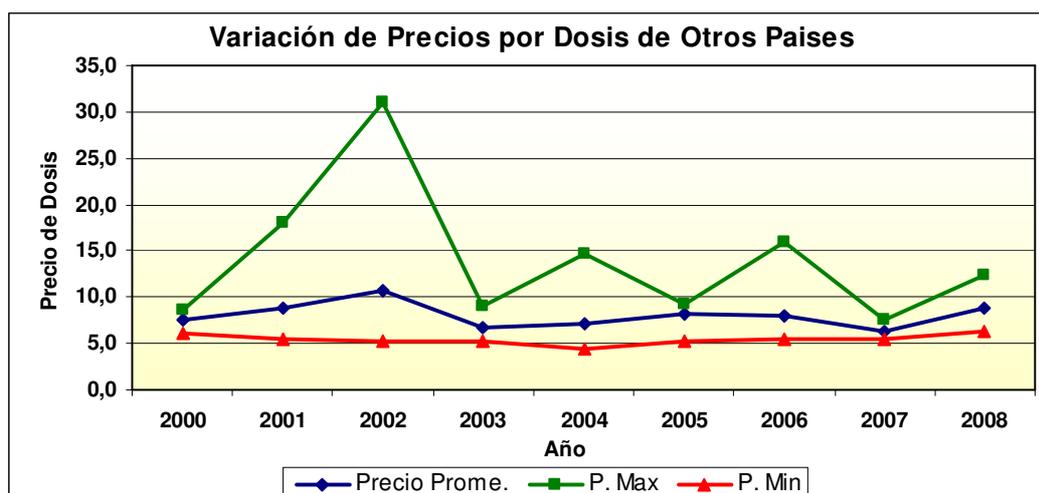
El precio promedio del semen vendido por PROLESA fue de 10 U\$\$/dosis, el cual presentó variaciones máximas de 2,6 U\$\$/dosis por debajo del promedio y 4 U\$\$/dosis por encima del promedio. El precio mínimo en promedio fue de 4,8 U\$\$/dosis y el máximo de 29,5 U\$\$/dosis de para todo el periodo. Se visualiza una gran variación en el precio máximo por dosis, producto esto de las empresas que ofrecen el semen y de las características de los toros disponibles. En el año 2005 y 2006 el número de empresas participantes en la oferta de semen a PROLESA es de 5 y 4 respectivamente, años en que se los valores más bajos en los precios máximos.

En los años 2007 y 2008 se registra un aumento de los precios promedio y un gran aumento del precio máximo, producto de la aparición del semen sexado. Esta nueva opción presenta precios de 46 U\$\$/dosis. Los altos valores que presenta este semen es producto de la compleja técnica del sexado del semen. Este semen presenta una certeza de 90 % en el sexo a obtener en la progenie nacida (Bo et al., 2007) pero su alto costo lo viabiliza para el productor apenas cuando el precio de la leche se encuentra muy encima de los precios promedios obtenidos en nuestro país.

Si bien existe una gran variación entre precios máximos y mínimos principalmente en los últimos años, los desvíos no superan el 16 %, esto es producto principalmente de que se venden muy pocas dosis de elevados precios. En relación a los otros países de origen

del semen vendido por PROLESA, en la Figura No. 10 se presenta la evolución de los precios del semen ofrecido para la raza Holando.

Figura No. 10. Variación de Precio por Dosis de Otros Países.



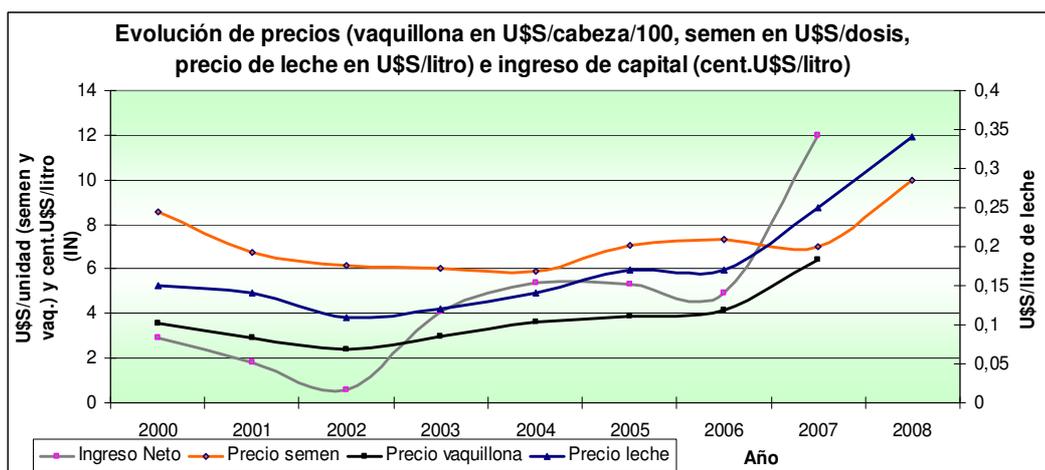
Para los otros países se puede observar en la Figura No. 10 que el precio promedio para el período en estudio fue de 8 U\$\$/dosis, con valores máximos en promedio de 14 U\$\$/dosis y los mínimos de 5,4 U\$\$/dosis. Los precios máximos que se pagaron se mantienen constantes con la excepción, en el año 2002, que aparece un toro de Canadá con un alto precio por dosis. En este año se registró el mayor desvío de todo el período el cual no supera el 9%.

Si comparamos conjuntamente ambas figuras observamos que tanto los precios máximos como los promedios para otros países son menores que en EE.UU. Esta diferencia de precios entre países probablemente sea debida a diferencias en los procesos de mejora genética entre los países de America de Norte y del resto del mundo. En EE.UU. se seleccionó durante años por producción de leche y tipo principalmente. Estas dos características entre otras aumentan el precio de venta por dosis. En el caso de Nueva Zelanda y Holanda la selección de la raza Holando fue realizada por sólidos y por rusticidad en condiciones de pastoreo principalmente (Holmes, 2001). Estas características comenzaron a adquirir importancia en la mejora del rodeo nacional en los últimos años, ya que el precio de la leche percibido por el productor es en base a sólidos producidos.

También parece importante visualizar que relación guarda el precio del semen con otros factores de producción y resultado económico en los predios lecheros, así como las relaciones existentes entre los mismos. Con tal fin, se presenta la figura No. 11, la

misma permite visualizar cómo evolucionan los precios de la dosis de semen, el litro de leche pagado al productor, el precio alcanzado para las vaquillonas de reposición y un indicador de resultado como el ingreso neto, para el periodo 2000-2008.

Figura No. 11. Evolución de precios e ingreso neto de capital.



En la figura anterior se puede ver la evolución conjunta entre las cuatro variables analizadas para el periodo de estudio, en todos los casos se puede observar una caída que llega a su máximo en el año 2002 por efecto de la crisis financiera nacional, así como un aumento acelerado a partir del año 2006 debido a un crecimiento general del sector agropecuario, representado en este caso por un aumento del precio de la leche que se refleja directamente en el aumento del ingreso neto de capital.

Dicho aumento del ingreso neto de capital es acelerado y continuo a partir de mediados del año 2006, este puede estar explicado por un aumento del precio de la leche anticipado al aumento del costo algunos insumos de producción, como lo es el precio del semen.

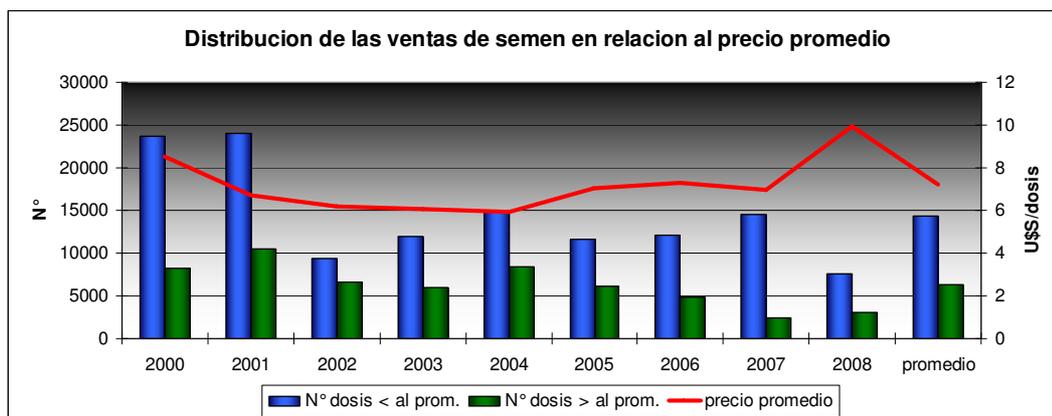
En cuanto a la relación existente entre las variables se observa que existe una correlación muy alta y positiva entre el precio de leche, precio de la vaquillona de reposición e ingreso neto de capital, siendo la misma mayor a 0,9. Para el caso de nuestra variable de interés (precio del semen), él mismo registra una correlación media-alta con el precio de leche (0,77), baja respecto al precio de la vaquillona (0,27) y muy baja e inexistente con el ingreso de capital (0,05).

Si bien puede llamar la atención la baja asociación entre el precio del semen y el ingreso de capital, se debe tener presente que la decisión de compra del semen por parte

del productor se toma en tiempo real, mientras que el resultado económico de la empresa se obtiene al término del ejercicio y el mismo resultado podría afectar el estado de ánimo del productor al definir una nueva inversión, como puede ser la inversión en genética. Según lo expresado anteriormente y observando la evolución de ambas variables en la figura, podría existir un defasaje aproximado de 6 a 12 meses entre el resultado económico que obtiene el productor y el precio del semen que esta dispuesto a invertir. De todas formas la correlación del precio del semen con el precio de leche (0,77) parecería actuar como termómetro mas acotado en el tiempo sobre la decisión de compra del semen.

Con el fin de visualizar cual es la preferencia de los productores a la hora de comprar semen según el precio (“caro o barato”) en los distintos momentos del sector lechero, ya sea en momentos de crisis (2001 – 2002) o auge del sector (2007 – 2008), se realizó la siguiente figura.

Figura No. 12. Distribución porcentual de las ventas de semen en relación al precio promedio de las dosis de semen comercializadas por PROLESA.



La Figura No. 12, muestra que en promedio para el período en estudio, el 70% de las dosis vendidas, (representando mismas unas 119.000 dosis), se encontraron por debajo del precio promedio, situándose el mismo en 7,2 US\$/dosis, y apenas el 30% del semen se comercializó con un precio superior al promedio.

Si analizamos las diferencias entre años podemos observar que el rango en la proporción de dosis por debajo del precio promedio fluctuó entre 59 y 86% para los años 2002 y 2007 respectivamente. También es importante destacar que en el 2002 (año de la mayor crisis y recesión nacional), los productores compraron la mayor proporción de semen con precios superiores al promedio (41%). En el año 2007 luego de superada la crisis y con un sector en activo crecimiento debido a una relación favorable de precios, los productores mostraron preferencias por semen de bajo costo (86%).

Según la información aportada por las Figuras No. 11 y 12, podemos afirmar que los productores que adquirieron semen por PROLESA tuvieron preferencias por ejemplares cuyos precios se situaban por debajo del promedio para todo el periodo de estudio, (semen “barato”), y que si bien existe una correlación positiva entre el precio de la leche y del semen, los productores optaron igual por semen de bajo costo aún en los momentos de mejor precio de leche.

Los productores en el Uruguay históricamente han percibido valores bajos por la leche comercializada, según Bertini (2005) los valores promedian 0,12 U\$S/l. En el periodo en estudio el precio promedio fue de 0,17 U\$S/l, de igual manera estos precios están muy por debajo de los que reciben los productores en otras regiones del mundo, como es el caso de Europa y America del Norte que el precio recibido es de 0,29 y 0,31 U\$S/l respectivamente. Esto puede estar explicando en parte, la preferencia de los productores por semen de bajo costo. No obstante esta preferencia deja expuesto que la inversión en semen no se realiza con un objetivo marcado en dirección de la mejora genética hacia algún carácter en particular.

4.2.3. Número de dosis vendidas

Respecto al número de dosis por toro comercializadas por PROLESA entre los años 2000-2008 las Figuras No. 13 y 14, muestran cuál fue el número de dosis promedio por toro y por año, así como el rango de dispersión mínimo y máximo en cada año de estudio, separadas por origen en EE.UU. y otros países.

Figura No. 13. Variación del número de dosis por Toro de EE.UU. comercializadas por PROLESA.

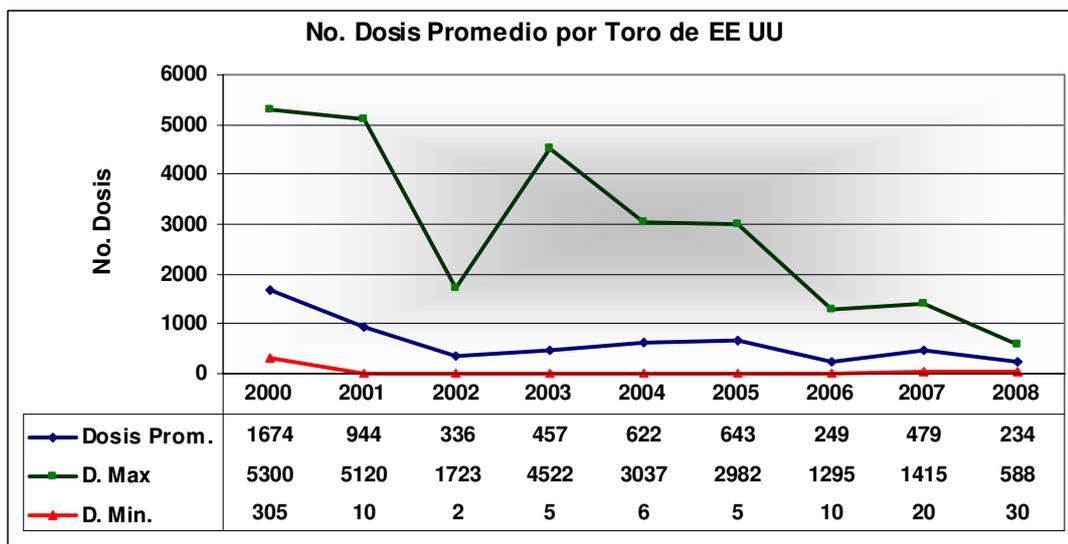
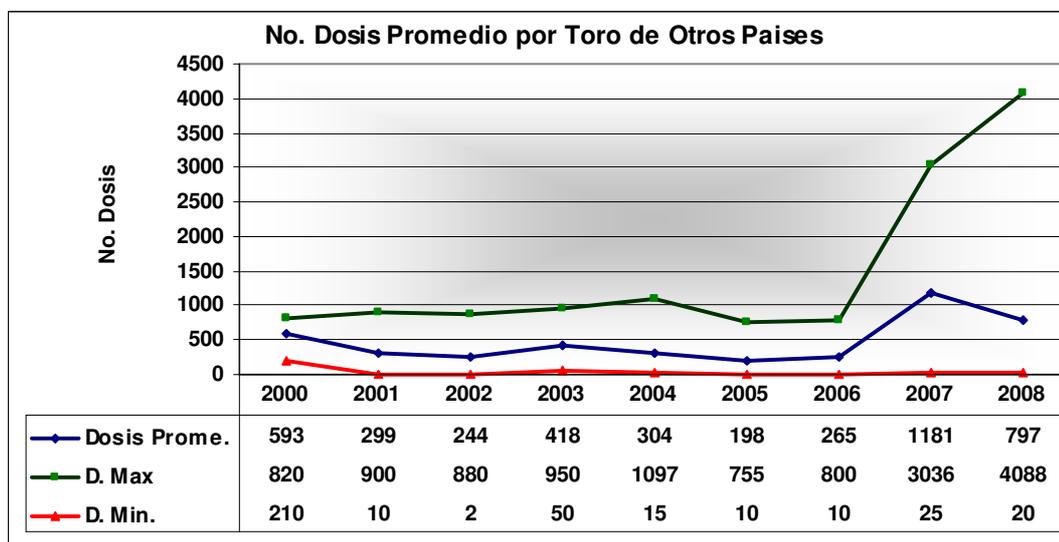


Figura No. 14. Variación del número de Dosis por Toro de otros países comercializadas por PROLESA.



Analizando en forma conjunta ambas figuras se observa que EE.UU. representó durante los primeros años de estudio el origen dominante, teniendo presente los acuerdos comerciales impuestos por PROLESA en esos años que determinara que los productores

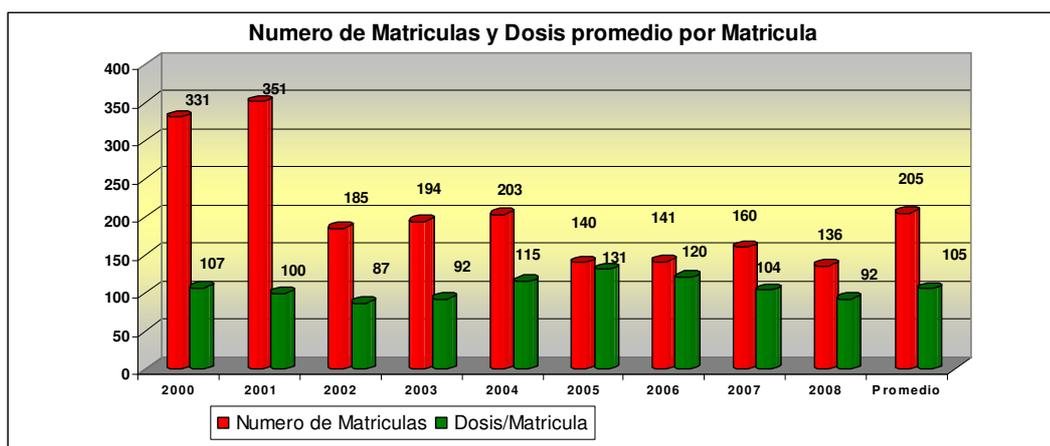
no presentaran muchas alternativas en la compra. De todas formas se registra una reducción en el número de dosis promedio para EE.UU., de 1440 dosis, equivalente a una caída del 86% entre los años 2000-2008, mientras que durante el mismo periodo el número de dosis promedio para otros países se incrementó en 34%.

En ambas figuras se observa el duro impacto de la crisis del año 2002, en EE.UU. este impacto determinó una caída en las tres variables representadas en la Figura No. 13, 80% para en número de dosis promedio por toro, 67% para el máximo numero de dosis vendidas por toro y un 99% del menor número de dosis vendidas por toro en relación al año 2000. Un escenario similar sucedió para el número de dosis provenientes de otros países, en donde el promedio de dosis por toro cayó un 59% y el mínimo número de dosis por toro un 99%, representando este ultimo valor tan solo 2 dosis por toro, el valor más bajo en todo el periodo de estudio, al igual que en EE.UU.

Superada dicha crisis, se visualiza claramente una marcada tendencia en la preferencia de los productores por semen de origen no tradicional, lo que denominamos “otros países”, representado por Canadá, Nueva Zelanda, Holanda y Francia, donde se observa un aumento del 80% en las dosis máximas vendidas por toro, paralelamente EE.UU. experimenta una caída de 89% para el mismo indicador, en el año 2008 respecto al 2000 en ambos casos.

En la Figura No. 15, se especifica como es la evolución de del número de matrículas que compraron semen por medio de PROLESA y las dosis promedio por matrículas.

Figura No. 15. Número de matrículas y dosis por matrículas, del semen vendido por PROLESA.



Si se tiene en cuenta que el número de matrículas remitentes a CONAPROLE en el año 2008, fue de 2400 aproximadamente, se encuentra q en promedio un 8 % de las

matrículas realizan la compra de semen por medio de la empresa PROLESA. El resto de las matrículas realizan la compra de semen por fuera de la empresa o bien utilizan toros en sus rodeos.

El número de matrículas descendió considerablemente (53 %) en año 2002 acompañando la caída en las dosis vendidas por la empresa en este año. Con el correr de los años frente a una mejora en el precio de la leche, el número de matrículas no se incrementa, e incluso sufre una caída en el año 2008 con respecto al año 2007.

El número de dosis por matrículas no presenta gran variación con el transcurso de los años como si lo hace el número de matrículas. En promedio el número de dosis por matrícula es de 103, la variación máxima entre años es de 27 y 11 % por encima y por debajo de la media respectivamente.

Como ya se ha discutido anteriormente hay una marcada disminución por parte de los productores de la compra de semen por medio de la empresa en el año 2002. Estos valores no se recuperan una vez superada la crisis en el sector. Con el fin de determinar si los clientes de PROLESA fueron los mismos durante todo el período analizado, se tomaron los años 2002 y 2007, y se compararon cuales matrículas seguían comprando semen después de 5 años. Los resultados indican que solamente el 14 % de las matrículas en el año 2007 repitieron la compra por medio de PROLESA, lo cual indica que los compradores variaron con el transcurso de los años.

Para determinar correctamente cuáles son los factores que afectan y con que importancia, en la determinación del número de dosis vendidas, se recurrió a un análisis de varianza en donde las variables utilizadas fueron: DEP para Leche, Proteína en libras y en %, Grasa en libras y %, DEP para Tipo, Patas y Pezuñas y Sistema Mamario.

Se clasificó la información para el análisis en dos: Estados Unidos y otros países debido a que en Estados Unidos las evaluaciones genéticas parten de diferentes bases de datos que en el resto de los países.

En el cuadro No. 15, se presentan las variables que resultaron significativas ($P < 0.05$) en el número de dosis vendidas por PROLESA para los toros importados de EE.UU. entre los años 2000-2008. Las variables elegidas por el método STEPWISE se presentan ordenadas según la importancia de su efecto en la variable dependiente (número de dosis vendidas).

Cuadro No. 15. Variables significativas para número de dosis vendidas de toros provenientes de EE.UU.

EE UU	R ² parcial en el Modelo	Pr > F
1 Precio por Dosis	0,0463	0,0096
2 Patas y Pezuñas	0,0518	0,0051
3 DEP Proteína Libras	0,0289	0,0331
Total	0,1270	

Si bien el coeficiente de determinación del modelo explica apenas el 12,7% de la variación total en el número de dosis vendidas, la variable que se presenta con mayor importancia es el precio requerido por dosis, cuando menor es el precio por dosis, mayor es el número de dosis vendidas y viceversa. La segunda variable en importancia es la DEP en la variable Patas y Pezuñas y en último lugar se encuentra la DEP para Proteína en libras. El modelo estadístico que explicaría el número de dosis vendidas en los toros de EE.UU. es:

No dosis vendidas = 233,76 - (58,77 * precio de dosis de semen) + (14,24 * DEP para proteína) + (264,02 * DEP para patas y pezuñas expresada como desvíos estándar)

No se encontró influencia significativa ($P > 0.10$) de las variables DEP para Leche, Porcentaje de Proteína Porcentaje y Libras de Grasa y DEP para Tipo y Sistema Mamario, en la determinación del número de dosis vendidas de origen estadounidense

En el caso de Otros Países, ninguna variable afectó significativamente el número de dosis vendidas, siendo las variables que más se aproximaron, las DEP para leche ($P < 0.11$), grasa en porcentaje, ($P < 0.13$).

4.2.4. Calificación de los toros a través de su percentil

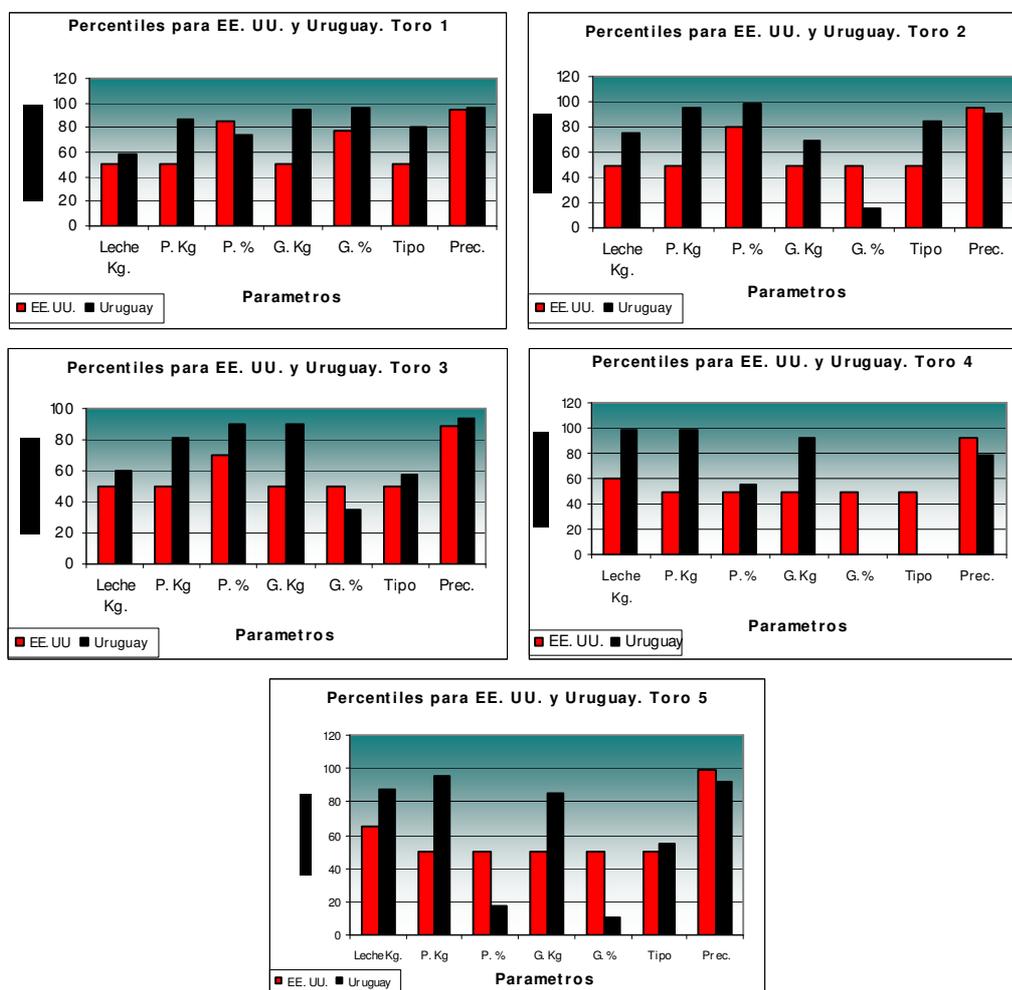
Para ayudar a ubicar la posición de los animales dentro de la población analizada se recurre al uso de los percentiles. El percentil ubica al animal dentro de la población (Animales considerados en la evaluación genética nacional y de origen de la raza holando), según su valor genético para producción de leche, grasa, proteína y tipo.

Teniendo como hipótesis que un toro de alto mérito genético en DEP para producción de leche o cualquier otra característica, debería ubicarse con un alto percentil en ambas evaluaciones, no obstante, en caso de existir interacción genotipo-ambiente, o diferencias en el progreso genéticos entre ambos países, los resultados cambiarían, manifestándose en DEP diferentes a las esperadas a consecuencia de menores adaptaciones de esos genotipos en nuestro país. Dicho de otra forma, un toro que ocupe

un percentil mayor a 90 en ambas evaluaciones genéticas (EE.UU. y Uruguay), se ubica en ambas poblaciones evaluadas entre el 10% de los mejores toros y es posible esperar un buen desempeño expresado a través de sus hijas.

En la Figura No. 16 se presentan los percentiles en los que se ubicaron en las evaluaciones genéticas de EE.UU. y Uruguay en el año 2009, los 5 toros más vendidos (de 2000 a 2004) por PROLESA de EE.UU. en Uruguay.

Figura No. 16. Percentiles de los cinco toros más vendidos en el periodo 2000-2004 a partir de las evaluaciones genéticas del año 2009 en EE.UU. y Uruguay.



Como puede observarse en las figuras, los toros ofrecidos por PROLESA no ocupaban los primeros puestos en su país de origen, siempre fueron superiores en nuestro país,

ubicándose en la mayoría de los casos entre el 30% de los mejores toros en nuestra evaluación (Percentil 70 en promedio) para las principales características de producción (leche, grasa y proteína en kilos) y Tipo.

Analizando mas en detalle los toros 4 y 5 estuvieron entre los percentiles 40 y 60 para todas las características evaluadas en EE.UU., mientras que en Uruguay para leche, grasa y proteína en kilogramos, se ubicaron por encima del percentil 80, lo que significa que en Uruguay estos toros se encuentran entre el 20% de los mejores toros evaluados para dichas características.

Los toros 1, 2 y 3 también presentaron mayores percentiles en Uruguay que en EE.UU., en la mayoría de las características, siendo superior EE.UU., solo en los toros 2 y 3 para grasa en porcentaje y el toro 1 para proteína en porcentaje.

En resumen, tanto para grasa como para proteína en kilos, todos los toros se ubicaron en el 50% inferior en EE.UU. y mayor al 70% en Uruguay, algo parecido sucede para características de tipo donde también en EE.UU. siempre se ubican debajo al 50%, mientras que en Uruguay en un caso estuvo en el 50% y en otro no se registró información. También se debe destacar que los toros 1 y 3 presentaron mejor precisión en la estimación de los datos evaluados en Uruguay que en EE.UU.

Si los resultados encontrados fueran representativos de lo que acontece con todos los padres utilizados en el rodeo nacional, el progreso genético constatado puede deberse a la mejora promedio lograda en la población de la que se importa, y no por tener un criterio de selección definido por parte de los productores. Existe una marcada diferencia en progreso genético logrado en EE.UU. y Uruguay, si comparamos a estos dos países para el periodo comprendido entre 1985 y 2000, el progreso genético para producción de leche fue 5,6 veces mayor en EE.UU. En cuanto a la producción de sólidos, se da una gran diferencia en el progreso a favor de EE.UU., esta fue 3,9 y 5,1 veces mas para grasa y proteína respectivamente.

4.2.5. Ranking de los toros americanos

Una interrogante sobre el semen importado es cual es el nivel genético en que se ubica cada animal en su población evaluada, para saber esto se estableció un ranking de las principales características para cada toro, de manera de confirmar si estamos importando los “mejores” toros, los “peores” o simplemente son toros de “mitad de tabla” respecto a su población.

En el cuadro No. 16 se presenta información que consistió en seleccionar el toro más vendido por PROLESA (de EE.UU.), para cada año durante el periodo 2005-2008 y hacer un ranking que muestre dentro de que porcentaje de los mejores, se ubica cada

toro respecto a su población en EE.UU., para las principales características de interés (DEP para leche, tipo, proteína y grasa en libras y porcentaje), se incluyó también el número de dosis vendidas y el precio por dosis para cada toro como información complementaria.

Cuadro No. 16. Ranking del toro más vendido en cada año durante el periodo 2005-2008, para las principales características de interés.

AÑO	TORO	DOSIS	LECHE	P. Lbs	P. %	G. Lbs	G. %	TIPO	US\$/dosis
2005	A	2982	30%	10%	20%	50%	30%	30%	5,9
2006	B	1295	5%	5%	50% inf.	20%	50% inf.	50%	6,8
2007	C	1415	20%	5%	30%	10%	50%	50% inf.	6,8
2008	D	588	10%	50% inf.	50% inf.	20%	50% inf.	50% inf.	6,8

Referencias: P. Lbs. = Proteína en Libras, P. % = Proteína en porcentaje, G. Lbs.= Grasa en Libras, G. % = Grasa en porcentaje.

En el cuadro No. 17 se expresa el % asignado en el ranking, de forma de facilitar su interpretación manteniendo el criterio original presentado por la “Holstein Association USA”.

Cuadro No. 17. Interpretación del ranking para los toros evaluados en EE.UU.

% Ranking	Rango en que se ubica
5	Mejor 5% de la población
10	Entre 6 y 10%
20	11 y 20%
30	21 y 30%
50	31 y 50%
50 inf.	50% inferior

Como se observa en el cuadro, los toros A, B y C estuvieron entre el 10% de los mejores toros evaluados para proteína en libras y entre el 30% de los mejores para producción de leche, lo que resulta importante para nuestro país, donde es relevante la producción de sólidos debido al sistema de pago de leche por la industria. Por otra parte resulta interesante señalar que en la mayoría de los casos (toros B, C y D), se ubicaron en el 50 % inferior para características de tipo, lo que se traduce en una limitante para las vacas en nuestros sistemas de producción en donde el ganado debe realizar largas caminatas hacia las áreas de pastoreo, muchas veces agravado por condiciones de barro y caminos en mal estado, generando problemas pódicos y mastitis limitando la vida productiva de las vacas.

Un caso particular merece el toro D, que si bien se vendieron tan solo 588 dosis, solo se ubicó en el 10% de los mejores toros para producción de leche y 20% para grasa en

libras, estando para el resto de las características entre los toros con percentil que lo posiciona en el 50% inferior.

Según el análisis estadístico realizado para el precio de venta de la dosis de semen para los toros de EE.UU., dando como resultado un precio promedio de 7,4; 8,6; 13,1 y 14 U\$S/dosis para los años 2005, 2006, 2007 y 2008 respectivamente, lo que demuestra que los toros analizados anteriormente estuvieron en todos los casos por debajo del precio promedio.

Por ultimo, conocemos el merito genético de estos toros en las evaluaciones genéticas de EE.UU. y en que posición del ranking se ubican para las principales características estimadas, queda pendiente para trabajos posteriores, cuando las hijas de estos toros presenten evaluación genética Nacional, cual es el desempeño genético logrado en nuestras condiciones de producción para conocer con mayor certeza la adaptación a nuestros sistemas.

5. CONCLUSIONES

En el año 2000 las importaciones de semen fueron de 312.282 dosis, representado el semen para bovinos de leche el 84%. La crisis del año 2002 determino una caída de las importaciones totales de semen de 23%, superada dicha crisis se registro un crecimiento del sector que determino un aumento de las importaciones a una tasa del 15% anual del semen para bovinos de carne y 18% para bovinos de leche, pasando a representar esta última el 60% de las importaciones totales.

Las ventas de semen realizadas por PROLESA representaron en promedio para el periodo 2000-2008 un 8% en relación a las importaciones de semen para leche. Este porcentaje, representó al principio, un 13%, sufriendo una caída sostenida en el correr de los años hasta alcanzar el 3% en el año 2008.

Las ventas realizada por PROLESA estaba dominada en un principio por semen de EE.UU. sin embargo luego del año 2004 PROLESA amplía la oferta de semen, registrándose una preferencia de parte de los productores por nuevos orígenes, principalmente Holanda y Nueva Zelanda. Igualmente EE.UU. represento el 78% del total de las dosis vendidas (169.245 dosis) en todo el periodo.

El 70% de las dosis vendidas en el periodo analizado se ubicó por debajo del precio promedio ponderado por el numero de dosis por toro (7,2 U\$\$/dosis), esto demuestra que los productores mostraron preferencia por semen “barato”, mientras que en relación al precio/dosis según origen del semen, EE.UU., presentó un precio promedio de 10 U\$\$/dosis mientras que en el caso de otros países fue de 8 U\$\$/dosis.

El 8% de las matrículas que remiten a CONAPROLE forman parte de los destinatarios del semen comercializado por PROLESA, esto equivale a 205 matrículas y 105 dosis en promedio por matrícula para el período en estudio. En el año 2002 el número de matrículas cae un 53%, valor que no fue posible recuperar una vez superado la crisis del sector.

El principal factor que determina el número de dosis vendidas de EE. UU. es el precio por dosis, seguido de la DEP para patas, pesuñas y proteína, todos estos con niveles significativos, a diferencia de Otros Países donde las variables no estuvieron dentro de los niveles de significancia.

Los cinco toros más vendidos por PROLESA en el periodo 2000-2004, evaluados en EE.UU. en el año 2009 presentaron un desempeño medio para las principales características estimadas (leche, grasa, proteína y tipo), expresadas a través del percentil, dichos toros presentaron un desempeño superior en nuestras evaluaciones genéticas en el año 2009, ubicándose en la mayoría de los casos entre el 30% de los mejores toros evaluados. Esto determina una diferencia en el progreso genético entre ambos países,

producto de la mejora genética existente en EE. UU, y no por tener un criterio de selección definido por parte de los productores.

Los toros mas vendidos por PROLESA en el periodo 2005-2008 calificaron en las evaluaciones genéticas de EE.UU. entre el 10% de los mejores toros para proteína en libras y entre el 30% de los mejores para producción de leche, mientras que para características de tipo se ubicaron en el 50% inferior, respecto a la población de toros evaluados.

6. RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo caracterizar las ventas de semen de la raza Holando en nuestro país, realizada por la empresa PROLESA, durante el período 2000-2008, mediante el estudio del número de dosis vendidas por cada toro y su precio, así como analizar su relación con el valor genético de los toros vendidos para diferentes características (leche, grasa, proteína y tipo). PROLESA es la encargada de la comercialización de insumos agropecuarios a productores de la CONAPROLE, quien agrupa aproximadamente unas 2400 matrículas. A partir del año 2000 se comienza a vender semen por medio de PROLESA, atendiendo en promedio el 8 % de los productores que forman parte de la cooperativa durante el periodo analizado. En el año 2000 las importaciones eran de 260.000 dosis aproximadamente y cayeron a 134.501 dosis en el año 2002, siendo este el valor mas bajo del período. A partir de la crisis del año 2002 las importaciones retomaron el crecimiento, pasando de 134.501 dosis importadas de semen Holando a 350.225 dosis en el año 2008, representando este aumento un 61,6%, mientras que para el mismo periodo las ventas de PROLESA pasaron de representar el 12% a un 3% del volumen total importado. El semen ofrecido por PROLESA inicialmente en su mayoría era proveniente de EE.UU.; sin embargo luego del año 2004 es ampliada la oferta con otros países. Las ventas registradas demuestran preferencias por parte de los productores por nuevos orígenes, principalmente Holanda y Nueva Zelanda. Igualmente EE.UU. represento el 78% del total de las dosis vendidas (169.245 dosis) en todo el período. En relación al precio de venta los compradores optaron principalmente por semen de bajo precio en relación al precio promedio. El semen proveniente de EE.UU. fue más caro que el semen de otros orígenes. El principal factor que determina el número de dosis vendidas de EE. UU. es el precio por dosis, seguido de la DEP para patas y pezuñas y proteína en libras. Para los otros países no se observaron variables dentro de los niveles de significancia. Los cinco toros más vendidos por PROLESA en el periodo 2000-2004, evaluados en EE.UU., en el año 2009 presentaron un desempeño medio (percentiles 40 a 80) para las principales características evaluadas genéticamente (leche, grasa, proteína y tipo). No obstante, estos toros presentaron un desempeño superior en nuestras evaluaciones genéticas en el año 2009, ubicándose en la mayoría de los casos entre el 20% de los mejores toros evaluados. Por otra parte, los toros más vendidos por PROLESA en el periodo 2005-2008 calificaron en las evaluaciones genéticas de EE.UU. entre el 10% de los mejores toros para proteína en libras y entre el 30% de los mejores para producción de leche, en la mayoría de los casos, mientras que para características de tipo se ubicaron en el 50% inferior, respecto a la población de toros evaluados.

Palabras clave: PROLESA; Importación; Semen; Holando.

7. SUMMARY

The aim of this work was to characterize the sells of race holstein's semen in our country, made by PROLESA enterprise from 2000 to 2008. It was made by studying the number of doses sold by each bull and its price, and also by analyzing the relationship between their genetic values of the sold bulls and the different purposes of them (milk, fat, protein and type). PROLESA is in charge of the selling of farming consumptions to producers of CONAPROLE, which group approximately 2.400. Since 2000 the selling of semen starts by PROLESA, taking into account the 8% of the producers who part of the cooperative. In 2000 the importations were 260.000 of doses approximately, whereas in 2002 they were 134.501 doses representing the smallest number of the period. Since 2002 crisis the importations started to grow, being 134.501 doses in 2002 and 350.225 in 2008 doses, representing a growth of the 61.6%. While in PROLESA the sells changed from the 12% to the 3% in the same period. The semen offered by PROLESA was from the USA at the beginning, and after 2004 the offer from other countries was high. The registered sells show that the producers prefer other countries, principally Holland and New Zealand; although, the USA represented the 78% of the sold doses (169.245) during the mentioned period. In relation with the price, the customers opted mainly for the cheapest semen in relation to the average price. The semen from the USA was more expensive than the price from other countries. The main variable that determines the sold doses is the price of each dose, followed by the DEP for the legs and hooves and protein in pounds. No significant variables were registered for the rest of the countries. The five bulls but sold by PROLESA in period 2000-2004, evaluated in EE.UU in year 2009 presented displayed an average performance (percentiles 40 to 80) for the main considered characteristics (milk, fat, protein and type). Those bulls represented a higher performance in our genetic evaluations during 2009, representing the 30% of the best bulls evaluated. Also, the majority of the bulls sold by the PROLESA from 2005 to 2008 got 10% of the best bulls for proteins and pounds, and 30% of the best bulls for milk production, whereas for type characteristics they were located in 50% inferior, in USA' genetic evaluations.

Keywords: PROLESA; Importation; Semen; Holstein.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, I.; GRIGNOLA, F.; NAVAJES, E.; ROVERE, G. 2000. Consanguinidad en rodeos comerciales de ganado Holando en Uruguay. In: Reunión Latinoamericana de Producción Animal. (16^a, 2000. Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
2. ALLENDE, R. 2007. ¿Por que hacer inseminación artificial en los tambos? (en línea). Buenos Aires, Cámara Argentina de Biotecnología e IA/CIAVT. s.p. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
3. ANDERSON, M. J.; LAMB, R. C.; MICKELSEN, C. H.; MILLER, R. H.; PLOWMAN, R. D.; WALTERS, J. L. 1977. Effects of sire and interaction of sire with ration on efficiency of feed utilization by holsteins.(en línea). Journal of Dairy Science. 60: 1755-1767. Consultado 16 may. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/60/11/1755>
4. ANRIQUE, R. 1993. Base para la alimentación de la vaca lechera de alta producción en pastoreo. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Producción Animal. pp. 211-234.
5. _____.; LATRILLE, L. 2002. Análisis comparativo de sistemas nacionales y extranjeros. La lechería en Nueva Zelanda. (en línea). Santiago, Universidad Austral de Chile. 20 p. Consultado 30 may. 2009. Disponible en <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR30041.pdf>
6. ARIAS, F. 2007. Inseminación artificial en bovinos. (en línea). Barranquilla, s.e. s.p. Consultado 5 mar. 2009. Disponible en <http://franciscoarias.geoscopio.net>
7. ARTAGAVEYTIA, J.; GIUDICE, G. 2005. Algunos números para analizar los resultados económicos del año 2004 y perspectivas para el 2005. In: Jornada para Técnicos Asesores (12^a, 2005, San Jose). Resultados económicos de los sistemas de producción de leche. s.n.t. s.p..
8. ÁVILA, M.; PATO, L.; TORRES, A. 2001. Razas lecheras: ambiente y comportamiento animal en los trópicos. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 6 abr. 2009. Disponible en <http://secnetpro.com/fepale/foro3/modulo%203.pdf>

9. BAVERA, G. A. 2005. Holando Argentino. (en línea). In: Curso de Producción Bovina de Carne (2005). Trabajos presentados. Cordoba, UNRC. FAV. s.p. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
10. BANOS, G.; POWELL, R.; WIGGANS, G. 2001 Impact of paternity errors in cow identification on genetic evaluations and international comparisons. (en línea). Journal of Dairy Science. 84: 2522-2528. Consultado 22 may. 2009. Disponible en http://aipl.arsusda.gov/publish/other/2004/cigal_rlp.pdf
11. BENAVIDES, F.; CERÓN, M.; COSTA, C.; TONHATI, H. 2001. Interacción genotipo-ambiente en ganado holstein colombiano. (en línea). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 9: 74-78. Consultado 18 may. 2009. Disponible en <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2009-2/Arch%200102074.pdf>
12. BERRY, D. P.; BUCKLEY, F.; DILLON, P.; EVANS, R. D.; HORAN, B. 2006. Consequences of genetics selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. (en línea). Livestock Science. 99: 141-158. Consultado 28 may. 2009. Disponible en http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B7XNX-4J989G97&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d51accdf96f62afecce2761efd8c571f#cor1
13. BERTINI, A. 2005. Relevamiento y análisis de los sistemas de pago de la leche en Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.
14. BERTINO, B.; TAJAM, H. 2000. La agroindustria láctea en el Uruguay 1911-1943. (en línea). Montevideo, s.e. 35 p. Consultado 17 mar. 2009. Disponible en <http://www.iecon.ccee.edu.uy/publicaciones/DT4-00.pdf>
15. BLAYNEY, D. 2002. The changing landscape of U.S. milk production. (en línea). s.l., USDA. Economic Research Service. 19 p. Consultado 2 jun. 2009. Disponible en <http://www.ers.usda.gov/publications/sb978/sb978.pdf>

16. BO, G.; CUTAIA, L.; VENERANDA, G. 2007. Semen sexado, una herramienta tecnológica para el tambo. (en línea). Producir XXI. 15: 52-57. Consultado 14 mar. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
17. BUCHANAN, D.; CLUTTER, A.; NORTHCUTT, L. 2001. Inbreeding in cattle. (en línea). s.l., Oklahoma State University. s.p. Consultado 12 abr. 2009. Disponible en <http://www.skally.net/alot/genetic.html>
18. BUTENDIECK, N. 1993. Consideraciones generales para orientar la selección del tipo animal para la producción de leche en el sur de Chile. (en línea). Santiago, INIA. pp 111-127. (Serie Remehue no. 33). Consultado 14 abr. 2009. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/publicaciones/online/serie_remehue/33/cap3.1.pdf
19. CANTET, R.; GUALDRÓN, J.; MUNILLA, S. 2008. Selección genómica. (en línea). Buenos Aires, UBA. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. s.p. Consultado 6 abr. 2009. Disponible en <http://www.boletinaapa.com.ar/archivos/06/resumenes%20conferencias/Seleccion%20genomica%20Cantet.doc>
20. CAÑÓN, J. 2006. Utilización de información molecular en programas de mejoramiento animal. (en línea). Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 7(1): 5-15. Consultada 3 abr. 2009. Disponible en http://www.corpoica.gov.co/SitioWeb/Archivos/Revista/1_Animal_Improvement_by_Molecular_Techniques.pdf
21. CARRIQUIRI, M.; MEIKLE, A.; NICOLINI, P.; RUPRECHER, G. 2008. Marcadores moleculares de hormonas de crecimiento (GH) y factor similar a la insulina-I (IGF-I), como predictores del comportamiento productivo en vacas holando bajo condiciones de pastoreo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (36^a, 2008, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
22. CASSELL, B. 1999. Inbreeding. extension dairy scientist. (en línea). Virginia State University. Publicación no. 404-080. s.p. Consultado 5 mar. 2009. Disponible en <http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-080/404-080.html>
23. CASTIGNANI, H.; GAMBUZZI, E.; CHIMICZ, J.; ZEHNDER, R. 2005. Caracterización de los sistemas de producción lecheros argentinos, y de

- sus principales cuencas. (en línea). Santa Fe, Asociación Argentina de Economía Agraria. 14 p. Consultado 12 mar. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/economia/sistemas_produccion_lechera.pdf
24. COBURN, A. 2003. Consanguinidad – realidad y ficción. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 23 jun. 2009. Disponible en <http://www.reproduccionanimal.com.mx/consanguinidad%20realidad%20y%20ficcio.pdf>
25. COFFEY, M.; KEARNEY, J.; VILLANUEVA, B.; WALL, F. 2004. Inbreeding trends and application of optimized selection in the UK holstein population. (en línea). Journal of Dairy Science. 87: 3503–3509. Consultado 23 may. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/87/10/3503>
26. CUEVAS, A.; GARCÍA, X.; GONZÁLEZ, V. H.; MAGOFKE, J.C. 2002. Comparación de diferentes cruzamientos entre frisón negro chileno con frisón Neozelandés y holstein Americano. (en línea). Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Producción Animal. s.p. Consultado 16 mar. 2009. Disponible en http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_21_36_02gonzalez.pdf
27. DEBLITZ, C; OSTROWSKI, B. 2001. La competitividad en la producción lechera en los países de Chile, Argentina, Uruguay y Brasil. (en línea). Roma, FAO. 101 p. Consultado 22 may. 2009. Disponible en http://www.rlc.fao.org/es/ganaderia/pdf/PP_Nr4_Final.pdf
28. DEL PUERTO, O. 1968. La cuenca lechera de Montevideo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 148 p.
29. DE VISSER, H; VAN DER KOELEN, C. J; VALK, H; VAN VUUREN, A. M. 1993 Effects of partial replacement of ryegrass by low protein feeds on rumen fermentation and nitrogen loss by dairy cows. (en línea). Journal of Dairy Science. 76: 2982-2993. Consultado 12 may. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/76/10/2982.pdf>
30. DOORMAAL, B. 2001. Inbreeding in Canadian breeds. (en línea). s.l., Canadian Dairy Network. s.p. Consultado 3 abr. 2009. Disponible en http://www.cdn.ca/Articles/inbreeding_in_canadian_dairy_bre.Htm

31. DOORMAAL, B. 2008. Inbreeding update. (en línea). s.l. Canadian Dairy Network. s.p. Consultado 30 jul. 2009. Disponible en <http://www.cdn.ca/articles.php>
32. DURAN DEL CAMPO, A. 1981. Pasado, presente y futuro de la inseminación artificial en el Uruguay. Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay. 17(75): 45-48.
33. DURAN, H. 2007. Impactos productivos, económicos y ambientales de la intensificación de los sistemas pastoriles de producción de leche en el Uruguay. In: Congreso Holstein de las Américas (9º., 2007. Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
34. EL PAIS. 2006. Crece importación de semen bovino para todos los rodeos. (en línea). Montevideo, UY: s.p. Consultado 4 ago. 2009. Disponible en http://www.elpais.com.uy/06-02-06-pecono_199155.asp
35. ESPASANDIN, A. 2002. Avaliacao internacional do mérito genético para características de crescimento nas populacoes da raza angus do mercosul. Tesis PhD. San Pablo, Brasil. Universidad Estatal Paulista. pp. 3–8.
36. EVERETT, R. W.; HAMMERSCHMIDT, N. L.; THOMPSON, J. R. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. (en línea). Journal of Dairy Science. 83(8): 1856-1864. Consultado 10 mar. 2009. Disponible en <http://www.dairy-science.org/cgi/reprint/83/8/1856>
37. FIKSE, W. 2007. Interbull centre activity report 2006/2007. (en línea). Roma, ICAR. s.p. Consultado 26 mar. 2009. Disponible en http://www-interbull.slu.se/contacts/ITBC_report_Dublin_2007.pdf
38. FREEMAN, A.; KELM, S. 2000. Direct and correlated responses to selection for milk yield: results and conclusions of regional project NC-2, “improvement of dairy cattle through breeding, with emphasis on selection”. (en línea). Journal of Dairy Science. 83: 2721–2732. Consultado 21 may. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/83/12/2721>

39. FUNK, D. A. 2006. Major advances in globalization and consolidation of the artificial insemination industry. (en línea). Journal of Dairy Science. 89(4): 1362–1368. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/89/4/1362>
40. GALLARDO, M.; VALTORTA, S. 2004. Estrategias de manejo nutricional y ambiental para el verano. (en línea). Santa Fe, INTA Rafaela. s.p. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/inta_expone/AuditorioCarlosLSauidet/Estrategia
41. GASQUE, R. 2002. Razas lecheras. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 6 abr. 2009. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/BvS1pdf/gasque/cap2b.pdf>
42. GEMINES. 2000. El sector lácteo chileno. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 11 feb. 2009. Disponible en <http://www.gemines.cl>
43. GONZÁLEZ, H.; MAGOFKE, J. 1994. Evolución del comportamiento Productivo y reproductivo del plantel lechero de la estación experimental oromo. producción animal. (en línea). Santiago, INIA. pp. 66–95. Consultado 16 mar. 2009. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=017510>
44. HANSEN, L. 2000. Symposium selection for milk yield. Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. (en línea). Journal of Dairy Science. 83: 1145–1150. Consultado 26 mar. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/83/5/1145.pdf>
45. HANSEN, P.J. 2007. Current status and application of new embryo technologies in dairy herd management. (en línea). s.l., Departament of Animal Sciences. s.p. Consultado 11 mar. 2009. Disponible en <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2007/Manuscripts/Peter.pdf>
46. HERNANDEZ, A. 2002. El cambio técnico en el proceso de construcción de las ventajas competitivas en el sector lácteo (1975/2000). Facultad de Agronomía. Nota Técnica no. 48. 60 p.

47. HOLMES, C. 2001. Managing fertility in the New Zealand dairy herd. (en línea). s.l., Massey University. Institute of Veterinary. pp. 276-287. Consultado 30 abr. 2009. Disponible en http://www.side.org.nz/IM_Custom/ContentStore/Assets/6/2/26b1d9f9100765d69b83b0138c175f04/SDFHolmes.doc
48. JOHNSON, L. A. 1992. Gender preselection in domestic animals using flow cytometrically sorted sperm. (en línea). Journal of Dairy Science. 70: 8-18. Consultado 22 ago. 2009. Disponible en http://jas.fass.org/cgi/reprint/70/suppl_2/8.pdf
49. KLEIN, F. 1995. Raciones totalmente mezcladas. conceptos, tipos de mezclado integración con sistemas de producción de leche a pastoreo. (en línea). Osorno, INIA. 21 p. (Serie Remehue no. 241). Consultado 12 mar. 2009. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/publicaciones/online/serie_remehue/241/cap1.pdf
50. KOLVER, E. S. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. (en línea). Proceedings of the Nutrition Society 62: 291-300. Consultado 22 mar. 2009. Disponible en <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=14979050>
51. LA MANNA, A. 2008. El enfoque de INIA en investigación para el sector lechero. Montevideo, INIA. pp. 27-32. (Actividades de Difusión no. 529).
52. LAGOMARSINO, H.; VISCA, H. 2006. La reproducción en el tambo del futuro. (en línea). Buenos Aires, s.e. s.p. Consultado 22 mar. 2009. Disponible en <http://rentambo.com.ar>
53. LANUZA, F. 1996. Requerimientos de suplementación para vacas lecheras a pastoreo. (en línea). Osorno, INIA. 17 p. (Serie Remehue no. 64). Consultado 22 mar. 2009. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/publicaciones/online/serie_remehue/64/cap2.4.pdf
54. LOPEZ, V. 2001. Lechería en Israel, agudizar el ingenio. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 22 may. 2009. Disponible en <http://www.infortambo.com.ar>

55. MAIJALA, K. 1986. Possible role of animal gene resource in production, natural environment conservation, human pleasure and recreation. (en línea). Roma, FAO. s.p. Consultado 24 mar. 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/ah806e/AH806E22.htm>
56. MUJICA, F. 1992. Hibridismo en producción animal. (en línea) s.l., INIA. pp. 179–199. (Serie Técnica 16 B). Consultado 5 mar. 2009. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=017319>
57. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington, D.C., National Academy Press. s.p.
58. NEIRA, R. 1985. Introducción al estudio de la consanguinidad en animales. Santiago, Chile, s.e. 198 p. (Serie publicación docente no. 11).
59. OLIVARES, R.; URDANETA, R. 1985. Uso de la técnica de inseminación artificial en Bovinos. (en línea). Caracas, FONAIAP. s.p. (Boletín de Divulgación no. 17). Consultado 30 may. 2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd17/texto/uso.htm>
60. RODRÍGUEZ, A. 2005. Criterios para la formación de razas lecheras tropicales. (en línea). Caracas, s.e. pp. 82-83. Consultado 6 abr. 2009. Disponible en http://abpa.ula.v/docupdfs/libros_online/manual-ganaderia/secciónodos/articulodos-s2.pdf
61. ROVERE, G.; SOTELO, F. 2006a. Resultados de la evaluación genética 2006. (en línea). Montevideo, Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero. s.p. Consultado 23 mar. 2009. Disponible en http://www.engormix.com/raza_holando_resultados_evaluacion_s_articulos_707_GDL.htm
62. _____. 2006b. Sistema nacional de evaluación genética, una década construyendo realidades. (en línea). Montevideo, Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero. s.p. Consultado 23 mar. 2009. Disponible en <http://www.mejoramientolechero.org.uy/articulos/sistemanacionalevaluacion%F3ngen%E9tica>.

63. SANCHES, M. 2007. El sub sector del ganado bovino de leche, censos producciones e importancia a nivel mundial, de la Unión Europea y de España. (en línea). Santiago de Compostela, Universidad de Santiago de Compostela. s.p. Consultado 15 may. 2009. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/20_13_45_tema_3a.pdf
64. SAN PRIMITIVO TIRADOS, F. 2001. La mejora genética en la segunda mitad del siglo XX. (en línea). Leon, Universidad de León. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal. s.p. Consultado 23 mar. 2009. Disponible en <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/articulos/2001/192/pdf/06sanprimitivo.pdf>
65. SAS INSTITUTE. 2006. SAS/STAT; user's guide, version 9.1. Cary, N.C. s.p.
66. SEYKORA, A. J.; YOUNG, C. W. 1996. Estimates of inbreeding and relationship among registered holstein females in the United States. (en línea). Journal of Dairy Science. 79(3): 502-505. Consultado 12 may. 2009. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/reprint/79/3/502.pdf>
67. SHOOK, G. E. 2006. Major advances in determining appropriate selection goals.(en línea). Journal of Dairy Science. 89: 1349-1361. Consultado 28 may. 2009. Disponible en <http://www.dairy-science.org/cgi/content/full/89/4/1349>
68. SONSTEGARD, T.; TASSELL, C.; VANRADEN, P.; WIGGANS, G. 2008. Using genomic data to improve dairy cattle genetic evaluations. (en línea). In: National Swine Improvement Federation Symposium (2008). Proceedings. Beltsville, USDA pp. 2-5. Consultada 20 mar. 2009. Disponible en <http://aipl.arsusda.gov/publish/proceed.htm>
69. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2009. Trend in Milk BV for Holstein or Red and White. (en línea). Animal Improvement Programs Laboratory. s.n.t s.p. Consultado 17 ago. 2009. Disponible en http://translate.google.com/translate?u=http%3A//www.aipl.arsusda.gov/&langpair=en%7Ces&hl=en&ie=UTF-8&oe=UTF-8&prev=%2Flanguage_tools

70. URIBE, H. 1999. Concepto y aplicación de interacción genético ambiental. (en línea). Osorno, INIA. s.p. (Serie Remehue no. 70). Consultado 6 feb. 2009. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/publicaciones/online/serie_remehue/70/cap3.pdf
71. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 1999. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gob.uy/diea>
72. _____. _____. _____. 2006. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gob.uy/diea>
73. _____. _____. _____. 2007. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. Consultado 10 feb. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gob.uy/diea/default.htm>
74. _____. _____. DIVISIÓN CONTRALOR DE SEMOVIENTES. 2007b. Declaración jurada. (en línea). Montevideo. Consultado 9 feb. 2009. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/DGSG/DICOSE/informe2007/DJ_Lecheria2007_2.pdf
75. _____. _____. OFICINA DE PROGRAMACIÓN Y POLÍTICAS AGROPECUARIAS. 2009. Indicadores de precios de la leche y productos lácteos. (en línea). Montevideo. Consultado 25 jul. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/opypa/DocumentosdeTrabajo/INFORME%20%20MENSUAL%20A%20PUBLICAR%20ABRIL%202009.htm>
76. WHITE, L.; BENSON, G.; GREEN J. R.; WASHBURN, A. 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved holstein and jersey cows. (en línea). Journal of Dairy Science. 85: 95-104. Consultado 23 may. 2009. Disponible en <http://www.dairy-science.org/cgi/content/abstract/85/1/95>