

Short communication: U.S. dairy selection programs impact in Argentina

Comunicación corta: impacto de los programas de selección de ganado lechero estadounidense en Argentina

P. R. Marini¹, R. G. López² and R. J. Di Masso³

¹*Cátedra de Producción de Bovinos Lecheros. Facultad de Ciencias Veterinarias - UNR, Ovidio Lagos y Ruta 33, 2170 Casilda, Argentina.*

²*Instituto de Ciencia Animal – ICA. Cuba*

³*Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Veterinarias – UNR, Argentina*
Email: pmarini@fveter.unr.edu.ar

The aim of this study was to evaluate the milk index as an indicator of productive efficiency for dairy cows on pasture systems, compared with the usual indicator based solely on accumulated individual production. Age, total milk production and milk index from 127 dairy cows, classified by the Holstein Argentino Breeders Association (ACHA), were used, showing a cumulative production greater than 50,000 liters. Data were obtained from a commercial herd kept in the city of Totoras, province of Santa Fe, Argentina, during the period 1990-2009. The evidence confirm previous results showing that greater individual production at the end of the productive life of cows do not always guarantee a better result in terms of productive efficiency. The milk index, as an indicator of productive efficiency, allows a better assessment of the performance of dairy cows kept on pasture systems. It is concluded that this indicator has intrinsic advantages as it quantifies the level of adjustment between the genetic potential of the herd for milk production and the particular characteristics of the production system in which that potential is expressed.

Key words: milk index, genotype x environment interaction, artificial selection, imported semen

Introduction

In a paper written as a contribution for the Symposium: Selection for milk yield, Hansen (1999) discusses the consequences of this procedure from the point of view of a geneticist, and argues that because of the global replacement of native populations of dairy cows all over the world, the consequences of selection programs in the United States would have evident international implications. North American Holsteins have been selected for increased body size for many years (Van Raden *et al.* 2010). Scores gathered by the Holstein Association USA (Brattleboro, VT) continue to place more favorable ratings on cows with larger body size through the use of body size composite, which is calculated from the 4 linear traits of stature, strength, body depth, and rump width (Holstein Association USA Inc. 2011). This statement seems to be applicable to dairy production in Argentina, taking into account that most of the semen used to inseminate Argentinean Holstein cows is from American origin. In 1997, Argentina was the second largest importer of bull semen in the world (Beltramino 1997). Argentine

El objetivo de este estudio fue evaluar el índice lechero como un indicador de eficiencia productiva para vacas lecheras en sistemas de pastos, comparado con el indicador usual que se basa solamente en la producción individual acumulada. Se utilizaron la edad, producción de leche total e indicador lechero de 127 vacas lecheras clasificadas por la Holstein Argentino Breeders Association (ACHA), que mostraron una producción acumulativa mayor a 50 000 litros. Los datos se obtuvieron de un rebaño comercial ubicado en la ciudad de Totoras, provincia de Santa Fe, Argentina, durante el período de 1990-2009. La evidencia confirma resultados anteriores que demuestran que una mayor producción individual al final de la vida productiva de las vacas no siempre garantiza un mejor resultado en la eficiencia productiva. El índice lechero, como indicador de la eficiencia productiva, permite una mejor evaluación del comportamiento de vacas lecheras en sistemas de pastos. Se concluye que este indicador tiene ventajas intrínsecas debido a que cuantifica el ajuste entre el potencial genético del rebaño para la producción de leche y las características específicas del sistema productivo en el que se expresa este potencial.

Palabras clave: índice lechero, interacción medio ambiente x genotipo, selección artificial, semen importado

Introducción

En un artículo publicado como aporte para el Symposium: Selection for milk yield, Hansen (1999) discute las consecuencias de este procedimiento desde el punto de vista de un genetista, y argumenta que, debido a la sustitución de poblaciones nativas de vacas lecheras alrededor del mundo, las consecuencias de los programas de selección de los Estados Unidos tendrían evidentes implicaciones internacionales. La raza North American Holstein se ha seleccionado por muchos años debido al gran tamaño corporal que presenta (Van Raden *et al.* 2010). Los resultados registrados por la Holstein Association USA (Brattleboro, VT) continúan colocando índices más favorables a vacas con mayor tamaño corporal a través del uso de la combinación del tamaño del cuerpo, la cual se calcula con cuatro características lineales de estatura, fuerza, profundidad corporal y amplitud del cuarto trasero (Holstein Association USA Inc. 2011). Esta afirmación parece ser aplicable a la producción lechera en Argentina considerando que la mayoría del semen utilizado para inseminar vacas Holstein argentinas es de origen

imported a total of 2.3 million semen doses in 2001 and 83% of them were from bulls of dairy breeds from the U.S. and Canada. As this situation has not change nowadays (CABIA 2008), it allows speculating that the genetic progress observed in the countries of origin of these bulls moved to a large extent to the herd of Holstein cows in Argentina, a concept that is generally shared by importers, sellers and advisers. The consequences of such assertion clash with the purposes stated in a totalizing vision of national milk production (Molinuevo, 2005) that emphasizes the adjustment that must exist between the genetic potential of a productive species and characteristics of the environment in which that species should express this potential. This mismatch is reflected on a deterioration of the reproductive performance of cows of high productive performance, when reared in an environment not able to fulfill their nutritional requirements. To characterize more accurately the performance of dairy cows in these grazing systems, a new indicator called milk index (MI) was defined (Marini and Oyarzabal 2002ab). Milk index includes the total milk production accumulated by one cow over all the lactations by the time required for the same cow to achieve this production (MI: total milk production in liters/number of days required to produce them, i.e.: age in days at the end of the last lactation minus age in days at the first calving). Its use allows the comparison among cows with different number of lactations, including the impact of eventual reproductive failures not considered by total milk production, and the traditional value is used as productive indicator.

The main aim of this study was to empirically test the hypothesis that the use of semen of Holstein bulls selected in the United States resulted in a mismatch of local populations commonly used for milk production in pasture systems, and to discuss the implications of the practice of inseminating cows with semen from bulls selected in a different productive system.

Materials and Methods

Data from 127 dairy cows classified by ACHA (Argentine Holstein Breeders Association) were used, as belonging to a particular category because of their cumulative production of more than 50,000 liters. They were obtained from a commercial herd establishment located in the city of Totoras, Santa Fe, Argentina, during the period 1990-2009. Milk index values for each cow were plotted against average milk production per lactation of the same cow. The property comprises official milk control Totoras Rural Society, official agency No. 13 official entity and presents management guidelines (health, food and technical assistance) which places in these areas above the overall average of that basin. Food

estadounidense. En 1997 Argentina fue el segundo mayor importador de semen de toros en el mundo (Beltramino 1997). Argentina importó un total de 2 mil 300 millones de dosis de semen en 2001 y el 83% de ellas pertenecían a toros de razas lecheras de EE.UU. y Canadá. Como esta situación no ha cambiado (CABIA 2008), esto permite suponer que los progresos genéticos observados en los países de origen de estos toros se transfirieron en gran medida a rebaños de vacas Holstein en Argentina, concepto que generalmente comparten los importadores, vendedores y supervisores. Las consecuencias de tales afirmaciones están en desacuerdo con los propósitos de una visión totalizadora de producción nacional de leche (Molinuevo, 2005) que enfatiza el ajuste que debe existir entre el potencial genético de una especie productiva y las características del medio ambiente en el que esa especie debe expresar este potencial. Este desajuste se refleja en el deterioro del aspecto reproductivo de las vacas con gran comportamiento productivo cuando se crían en un ambiente que no satisface sus requerimientos nutricionales. Se definió un nuevo indicador llamado índice lechero (IL) para caracterizar con mayor precisión el comportamiento de vacas lecheras en estos sistemas de pastoreo (Marini y Oyarzabal 2002ab). El índice lechero incluye la producción lechera total acumulada por una vaca sobre todas las lactancias por el tiempo que le toma a la misma vaca para lograr esta producción (IL: producción total de leche en litros/número de días para producirla, por ejemplo, edad en días al final de la última lactancia menos la edad en días desde la primera parición). Su uso permite la comparación entre vacas con diferente número de lactancias, incluyendo el impacto de posibles fallos reproductivos, no considerados por la producción de leche total, y se utiliza el valor tradicional como indicador productivo.

El objetivo principal de este estudio es evaluar empíricamente la hipótesis de que el uso del semen de toros Holstein, seleccionados en los Estados Unidos, resultó en un desequilibrio de las poblaciones locales utilizadas comúnmente para la producción de leche en sistemas pastoriles, y discutir las implicaciones de inseminar vacas con semen de toros seleccionados en un sistema productivo diferente.

Materiales y Métodos

Se utilizó la información de 127 vacas lecheras, clasificadas por la ACHA (Argentine Holstein Breeders Association) como pertenecientes a una categoría particular debido a su producción acumulativa que exceden los 50 000 litros. Estos se obtuvieron de un establecimiento de rebaños comerciales ubicado en la ciudad de Totoras, Santa Fe, Argentina, desde 1990 hasta 2009. Los valores del índice lechero de cada vaca se determinaron a través de la producción media de leche por lactancia de la propia vaca. La propiedad incluye el control oficial lechero Totoras Rural Society, la agencia oficial No. 13, institución oficial y presenta las líneas de manejo (salud, alimento y asistencia técnica) que

is basically pasture (alfalfa) with supplementation (corn grain, corn silage and rolls) provided in different proportions according to the seasonal availability of alfalfa pastures. Gynecological examination was periodically performed and the cows were inseminated with semen from American and Canadian origin. As the relationship between milk index and average milk production per lactation, within each group, was consistent with a linear model, characterized by the value of the two parameters (slope and intercept) of the linear function, they were estimated by linear regression. The group effect on the values of both estimates was assessed by mean of an analysis of covariance. Cows belonging to each of the mentioned groups were also characterized in terms of the values of the following traits: AGE (cow age, in days), PROD1 (total milk production, in liters), PROD2 (daily milk production, in liters per day), MI (milk index, in liters per day), CALV (number of calving), SERV (total number of services per pregnancy), INT (calving interval, in months), and FAT (milk fat content, in %). The group effect on each response variable was assessed by means of a one way analysis of variance, followed by Bonferroni multiple comparisons test as in the case of using the parametric alternative and the nonparametric variable number de calving (Kruskal-Wallis rank test) followed by Dunn multiple comparisons tests as in the case of using the nonparametric alternatives.

Results and Discussion

Visual inspection of the resulting scatter diagram (figure 1) allowed to identify four groups of animals which were characterized according to the following description:

Group 1: Cows similar to those belonging to a commercial dairy farm in a pasture system.

Group 2: Cows with high milk production within the trend showed by Group 1

Group 3: Cows with similar variation in milk index values but displaced to the right, i.e. with higher milk production per lactation

Group 4: Cows with high productivity.

A statistically significant difference between the slopes of the regression lines ($F=2.87$, $P=0.0395$), prevented to compare their intercept values (table 1). This result revealed differences in the pattern of change of milk index values in terms of increased average daily production of milk in each of the four groups of cows. As table 2 shows, cows of Group 1, with the lowest milk index values, can be characterized from a productive point of view as those with the lowest average milk production per lactation, the lowest milk production per day and the highest milk fat content. From a reproductive point of view, they have less number of services per pregnancy and lower calving interval. Cows in Group 4 showed the highest average milk

se ubica en estas áreas sobre la media de esa cuenca. Los alimentos fueron básicamente pastos (alfalfa) con suplementación (granos de maíz, ensilaje de maíz y pellets) que se suministraron en diferentes proporciones de acuerdo con la disponibilidad estacional de los pastos de alfalfa. El examen ginecológico se realizó periódicamente y se inseminaron con semen de origen canadiense y estadounidense. Como la relación entre el índice lechero y la producción de leche por lactancia en cada grupo estuvo acorde con un modelo lineal, caracterizado por el valor de los dos parámetros (pendiente e intercepts) de la función lineal, se estimaron por regresión lineal. El efecto del grupo en los valores de ambos estimados se evaluó a través del análisis de covarianza. Las vacas pertenecientes a cada grupo mencionado también se caracterizaron en cuanto a los valores de los siguientes rasgos: EDAD (edad de la vaca en días), PROD1 (producción total de leche en litros), PROD2 (producción diaria de leche, en litros por días), IL (índice lechero, en litros por día), CALV (número de partos), SERV (número total de servicios por gestación), INT (intervalo entre partos por meses), y FAT (contenido de grasa en la leche, en %). El efecto del grupo en cada variable de respuesta se evaluó con el análisis de varianza de una dirección, seguido por la dócima de comparaciones múltiples de Bonferroni, como en el caso del uso de la alternativa paramétrica y la variable no paramétrica número de partos (dócima de categoría Kruskal-Wallis) seguido de las dócimas de comparaciones múltiples de Dunn como en el case del uso de alternativas no paramétricas

Resultados y Discusión

La inspección visual del diagrama de dispersión resultante (figura 1) permitió identificar cuatro grupos de animales que se caracterizaron de acuerdo con la siguiente descripción:

Grupo 1: Vacas similares a aquella pertenecientes a una granja lechera comercial en un sistema de pastos

Grupo 2: Vacas con alta producción lechera con la misma tendencia mostrada por las del Grupo 1

Grupo 3: Vacas con variación similar en los valores del índice lechero pero desplazadas a la derecha. Por ejemplo, con mayor producción de leche por lactancia

Grupo 4: Vacas con alta productividad

Una diferencia estadísticamente semejante entre las pendientes de las líneas de regresión ($F=2.87$, $P=0.0395$) evitó la comparación entre los valores de intercepción (tabla 1). Este resultado demostró diferencias en el patrón de cambio de los valores del índice lechero en cuanto a aumento de la producción media diaria de leche en cada uno de los cuatro grupos de vacas. Como se muestra en la tabla 2, las vacas del Grupo 1, con los más bajos valores del índice lechero, se pueden caracterizar, desde el punto de vista de productividad, como las de menor producción media de leche por lactancia, menor producción de leche diaria y mayor contenido de grasa en la leche. Desde el punto de vista reproductivo, estas tienen el menor

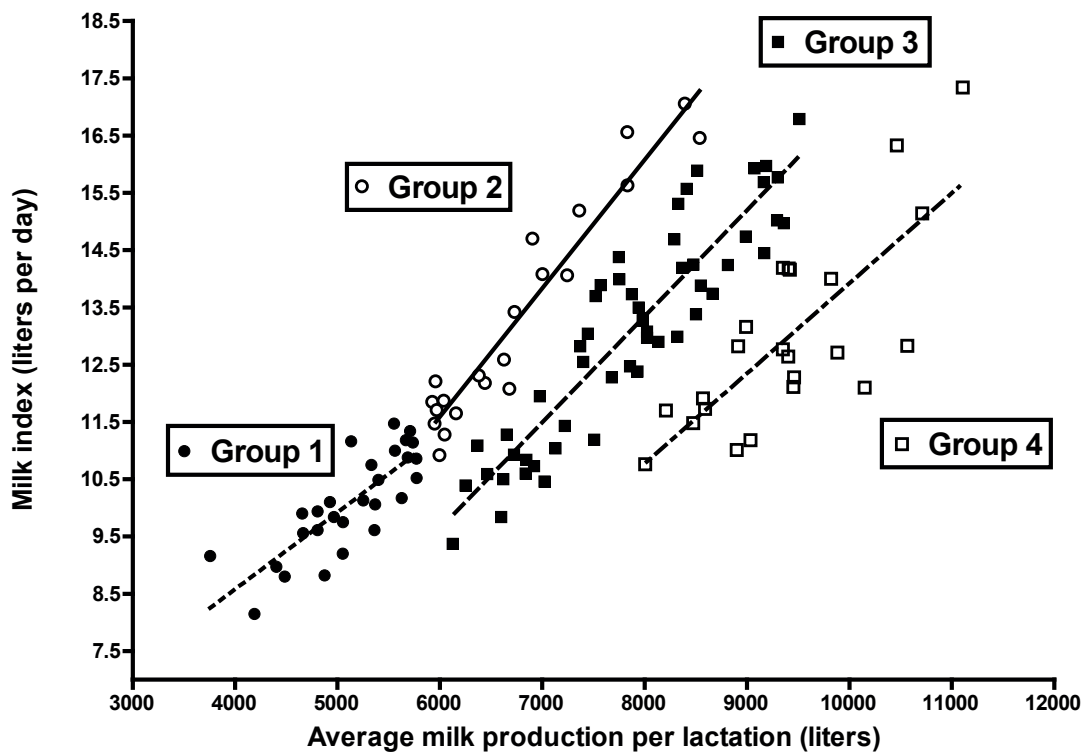


Figure 1. Groups of cows discriminated by the relationship between milk index and average milk production per lactation

Table 1. Linear regression of Milk Index on average milk production per lactation for each of the four groups of cows

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
N	30	21	53	23
Slope (b ± Sb)	0.00134 ± 0.000192	0.00224 ± 0.000152	0.00185 ± 0.000117	0.00157 ± 0.000289
Coefficient of determination (R ²)	0.6528	0.9201	0.8301	0.5846
Ho) β = 0	F = 49 P < 0.0001	F = 219 P < 0.0001	F = 249 P < 0.0001	F = 30 P < 0.0001

Table 2. Productive and reproductive traits in four groups of cows discriminated by their behavior in terms of the relationship between Milk Index and average milk production per lactation

Trait	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
CALV	8.0 (7-10.5) ^a	8.0 (7.5-9) ^a	6.0 (6-7) ^b	5.0 (4-5) ^c
SERV	1.35 ± 0.072 ^a	1.40 ± 0.059 ^a	1.65 ± 0.054 ^b	1.64 ± 0.084 ^b
INT	13.9 ± 0.14 ^a	13.6 ± 0.18 ^a	15.0 ± 0.08 ^b	16.2 ± 0.13 ^c
AGE	4456.0 ± 152 ^a	4266.0 ± 116 ^{ab}	3918.0 ± 75 ^b	3462.0 ± 73 ^c
PROD1	5256.0 ± 131 ^a	6761.0 ± 180 ^b	7864.0 ± 126 ^c	9401.0 ± 169 ^d
PROD2	18.7 ± 0.38 ^a	22.3 ± 0.51	23.4 ± 0.38 ^b	25.4 ± 0.53 ^c
MI	10.1 ± 0.30 ^a	13.3 ± 0.42 ^b	13.1 ± 0.26 ^b	13.0 ± 0.35 ^b
FAT	3.46 ± 0.046 ^a	3.45 ± 0.057 ^{ab}	3.32 ± 0.0316 ^{ab}	3.28 ± 0.058 ^b

^{abcd}Means in rows with unlike superscript differ, P < 0.05.

CALV (number of calving), SERV (total number of services per pregnancy), INT (calving interval in months), AGE (cow age in days), PROD1 (total milk production in liters), PROD2 (daily milk production in liters per day), MI (milk index in liters per day), FAT (milk fat content in %)

production per lactation, the highest milk production per day and the lowest milk fat content. They were also those that required more services per pregnancy and showed the highest calving interval. This group includes the youngest cows, and although it presents, in average, milk index values significantly higher than Group 1, it does not differ from cows located in Group 2 and Group 3 in terms of MI values. Cows in Group 2 did not differ from those located in Group 1 either in age and number of calving or in the mean values of the other reproductive traits. So, their high milk index values did not demonstrate differences in reproductive traits, but in their best productive performance due to a higher average milk production per lactation and per day, without significant differences in milk fat content. Cows in Group 1 represent those with normal production levels in dairy farms of the region, which do not affect their reproductive performance when reared on pasture. Cows in Group 2 would represent the type of cow to be expected if the productive level of those in Group 1 is increased by improving basically the nutritional environment. In contrast, cows in Group 3 present the same average milk index values than those in Group 2, but their increased milk production was achieved at the expense of deteriorating their reproductive performance, in correspondence with the results of Henández *et al.* (2014). Cows in Group 4 would be the most extreme case of this trend observed in the information collected, with higher production, greater reproductive impairment and equal rate of milk. With the current evaluation criteria that prioritize the productive aspects, cows belonging to Group 4 first, and then Group 3 would be best to present both the best productions of average daily milk per lactation. But when they are evaluated based on their rates of milk, and they are no longer better than those in Group 2, with lower production values but better reproductive rates exhibited the same rate of milk. An index of 13 liters of milk/day can be obtained with 6,800 (Group 2), 7,800 (Group 3) and 9,400 (Group 4) liters and its value reveals reproductive impairment concomitant with better growth performance. On the other hand, the same reproductive performance may be accompanied by productions of 5,200 (Group 1) or 6,800 (Group 2) liters per lactation, and, in this case, the difference in terms of production shows a better milk index value (10 vs. 13 liters / day). These data confirm previous results showing that increased individual production at the end of the productive life of the cow does not always guarantee better production efficiency (Marini and Oyarzabal, 2002 a b). In these production systems based on direct grazing, there would be a limit on the expected production of a cow above which reproduction suffers. Since the cow to produce milk must be reproduced, there is a clear antagonism to be taken into account when deciding the criteria to be applied in improving such systems. Therefore, it is important to have

número de servicios por gestación y el menor intervalo entre partos. Las vacas del Grupo 4 mostraron la mayor producción media de leche por lactancia, la mayor producción de leche diaria y el menor contenido de grasa en la leche. Estas necesitaron más servicios por gestación y mostraron el mayor intervalo entre partos. Este grupo incluye las vacas más jóvenes, y, aunque presenta, como promedio, valores del índice lechero significativamente mayores que el Grupo 1, no difiere de aquellas ubicadas en los grupos 2 y 3 en cuanto a valores del IL. Las vacas del Grupo 2 no difirieron de aquellas del Grupo 1 en edad y número de partos, ni en los valores medios de otros rasgos reproductivos. Por lo tanto, su alto índice lechero no reflejó diferencias en rasgos reproductivos, sino en su mejor comportamiento productivo debido a un alto promedio de producción de leche por lactancia y por día, sin diferencias significativas en el contenido de grasa en la leche. Las vacas del Grupo 1 representaron las de niveles productivos normales en las vaquerías de la región, que no afectaron su comportamiento reproductivo cuando se criaron en pastos. Las vacas del Grupo 2 representarían el tipo de vaca que se espera si el nivel productivo de las del Grupo 1 aumentara con una mejora del ambiente nutricional. Por el contrario, las vacas del Grupo 3 presentan los mismos valores medios del índice lechero que las del Grupo 2, pero su alta producción de leche se logró a expensas del deterioro de su comportamiento reproductivo, de acuerdo con Henández *et al.* (2014). Las vacas del Grupo 4 serían el caso más extremo de esta tendencia que se observa en la información recolectada, con mayor producción, mayor impedimento reproductivo e igual índice de leche. Con los actuales criterios de evaluación que priorizan los aspectos productivos, primero las vacas del Grupo 4 y después las del Grupo 3, presentan las mejores producciones medias diarias de leche por lactancia. Sin embargo, cuando se evalúan sobre la base de sus índices de leche y dejan de ser mejores que las del Grupo 2, con menores valores productivos pero mejores indicadores reproductivos, estas muestran el mismo índice lechero. Un índice de 13 litros de leche/día se puede obtener con 6 800 (Grupo 2), 7 800 (Grupo 3) y 9 400 (Grupo 4) litros, y este valor revela un impedimento reproductivo unido a un mejor comportamiento del crecimiento. Por otra parte, el mismo comportamiento reproductivo puede estar acompañado de producciones de 5 200 (Grupo 1) o 6 800 (Grupo 2) litros por lactancia y, en este caso, la diferencia productiva manifiesta un mejor índice lechero (10 vs. 13 litros/día). Esta información confirma resultados anteriores que muestran que el aumento de la producción individual al final de la vida productiva de las vacas no siempre garantiza una mejor eficiencia productiva (Marini y Oyarzabal 2002ab). En estos sistemas de producción basados en pastoreo directo debe existir un límite en la producción esperada de una vaca sobre la que sufre la reproducción. Debido a que la vaca debe reproducirse para producir leche, existe un antagonismo que debe considerarse para decidir los

information on the implications of directional selection for production, first, for using the selection criteria that do not depress other characters such as reproductive, and, second, for contributing to the discussion on how to determine which is the most suitable and profitable grazing system leading to greater sustainability of such systems. Figure 1 shows a clear evolution of the animal that was included to these systems in Argentina since the beginnings of the biotypes in 1992, with the massive importation of semen of American and Canadian origin. The quest for greater individual production massively imposed as a general criterion for all drums. The use of milk yield as a selection criterion allowed a significant genetic progress in the countries that lie at the forefront of dairy breeding. In the U.S., for example, the accumulated genetic progress of the bulls used in artificial insemination increased in 37 kg per year in the 60's, 79 kg per year in the 70's, 102 kg per year in the 80's and 116 kg per year in the early 90's (Hansen 1999). Genetic improvement is one, but not the unique, tool for achieving an efficient and competitive dairy production. In developed countries, the association of selection objectives, adequate to their production conditions with the successful use of genetic resources, has allowed to accumulate a genetic progress for milk production from 0.8 to 1.5% per year. In Argentina, genetic improvement of dairy cattle has been interpreted as synonymous of the use of imported semen. This approach ignores that the biological and economical efficiency of dairy farms depend not only on the higher production per lactation, but also on a set of components like cow longevity, its reproductive efficiency and the efficiency of the rearing process of heifers for replacement. The existence of genotype-environment interactions made evident the necessity of restricting the use of imported semen for the insemination of cows kept under intensive confined systems with a high level of supplementation that ensure the fulfill of their nutritional requirements. For the maintenance of traditional outdoor production systems on pasture it is necessary to use semen from bulls which had been selected under similar local environmental conditions, it is usually done in beef production systems.

In this context, the milk index is presented as an indicator of productive efficiency that enables a comprehensive assessment of the performance of dairy cows kept in grazing systems because it comprises the degree of fit / mismatch between the genetic potential of producing each individual and the characteristics of the production system in which this potential must be expressed.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge MV Gustavo Magnano for contributing data to this study.

criterios a aplicar para mejorar estos sistemas. Por lo tanto, es importante tener información sobre las implicaciones de la selección direccional para la producción, primero, para utilizar los criterios de selección que no supriman otros elementos, como el reproductivo, y segundo, para contribuir al debate para determinar cuál es el sistema de pastoreo más adecuado y rentable que conduzca a la mayor sostenibilidad de estos sistemas. La figura 1 muestra una clara evolución del animal que fue incorporado a estos sistemas en Argentina desde los inicios de los biotipos en 1992, con la masiva importación de semen de origen canadiense y estadounidense. La búsqueda de una mayor producción individual se impuso masivamente como criterio general para todos los "drums". La utilización del rendimiento lechero como criterio de selección permitió un significativo progreso genético en los países que están a la vanguardia en la cría de ganado lechero. En los Estados Unidos, por ejemplo, el progreso genético acumulado de toros utilizados para la inseminación artificial aumentó con 37 kg por año en la década de los 60, 79 kg por año en los 70, 102 kg por año en los 80 y 116 kg por año a inicios de los 90 (Hansen 1999). El mejoramiento genético es una herramienta, aunque no la única, para lograr una producción lechera eficiente y competitiva. En los países desarrollados, la asociación de objetivos de selección, adecuados a sus condiciones de producción con la utilización exitosa de los recursos genéticos, ha permitido acumular un progreso genético para la producción de leche de 0.8 a 1.5% por año. En Argentina, el mejoramiento genético del ganado lechero se ha interpretado con sinónimo del uso de semen importado. Esta perspectiva ignora que la eficiencia biológica y económica de las vaquerías depende no solo de una mayor producción por lactancia, sino también de un grupo de componentes como longevidad de las vacas, su eficiencia reproductiva y la eficiencia en el proceso de criar novillas de reemplazo. La existencia de interacciones genotipo-medio ambiente evidencia la necesidad de restringir el uso de semen importado para la inseminación de vacas en sistemas intensivos confinados con un alto nivel de suplementación que satisfaga los requerimientos nutricionales de estos animales. Para mantener los sistemas tradicionales de producción en pastos es necesario utilizar semen de toros que hayan sido seleccionados en condiciones ambientales locales similares, esto se realiza generalmente en sistemas de producción de carne.

El índice lechero se presenta en este contexto como un indicador de eficiencia productiva que posibilita una evaluación abarcadora del comportamiento de vacas lecheras en sistemas de pastoreo debido a que contempla el grado de ajuste/desajuste entre el potencial genético para producir cada individuo y las características del sistema productivo en el que este potencial debe expresarse.

Agradecimientos

Se le agradece al MV Gustavo Magnano, por su contribución con datos para este estudio.

References

- Beltramino, F.E. 1997. Eficiencia de razas lecheras. En: Temas de Producción Lechera. Publ. Misc. N° 84, INTA, EEA Rafaela pp.59-65.
- CABIA. 2008. Cámara Argentina de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación Artificial. Available: <http://200.49.155.36/cabia/estadistica.aps>
- Hansen, L.B. 1999. Consequences of selection for milk from a geneticist's view point. *J. Dairy Sci.* 83:1145
- Hansen, L.B. 2005. Vacas lecheras funcionales. Universidad de Minnesota, EE.UU pp. 3
- Hernández, A., Ponce de León, R., García López, R., Marini, P.R, Guerra, D., Padrón, Y., García, S. M., López, M., Gonzáles, S. Quiñones, D., López, O. & Pacheco, R. A. 2014. Relación genética entre la producción de leche, la reproducción y la longevidad en vacas Mambí de Cuba. XV Jornadas de Divulgación Técnico Científicas en Ciencias Veterinarias y II Jornada Latinoamericana p. 191-192.
- Holstein Association USA Inc. 2011. Holstein type-production sire summaries. Holstein Association USA Inc., Brattleboro, VT.
- Marini, P.R. & Oyarzabal, M.I. 2002a. Patrones de producción en vacas lecheras. 1 Componentes de la producción y sus características según nivel de producción. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22: 29.
- Marini, P.R. & Oyarzabal, M.I. 2002b. Patrones de producción en vacas lecheras. 2 Descripción de la vaca promedio y estimación de los ingresos según categorías de producción. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22:47
- Molinuevo, H.A. 2005. Genética bovina y producción en pastoreo. Ed. INTA p.348.
- Van Raden, P.M., Cole, J.B., Tooker, M.E. & Cooper, T.A. 2010. Genetic base changes for January 2010. Available: <http://aipl.arsusda.gov/reference/base2010.htm>. Consulted: Oct 8

Received: January 26, 2014