

Efecto de los factores zootécnicos en la producción en primera lactación de vacas Frisonas en N.O. de España

M.J. Sánchez¹, R. Fouz², E. Yus³, F. Camino³ y F.J. Diéguez^{1,*}

¹ Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, 27002, Lugo, España

² AFRICOR Lugo, Ronda de Fingoi, 117, 27002, Lugo, España

³ Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Universitario, 27002, Lugo, España

Resumen

Existen numerosos factores que afectan a la rentabilidad de la producción lechera; uno de los más importantes es el nivel productivo en primera lactación, que ha sido relacionado con parámetros del rendimiento futuro del animal, como la longevidad. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la producción normalizada en la primera lactación de novillas de leche y los siguientes parámetros zootécnicos asociados a la novilla (estación de nacimiento, valor genético para la producción de leche, edad al primer parto, problemas al parto, sexo de la cría nacida) y de la madre (número de parto y dificultad del mismo cuando parió a esa novilla y duración de la gestación; producción lechera al secado y duración del periodo seco previos al parto de la novilla). Se obtuvieron datos de 12.029 novillas Frisonas que finalizaron su primera lactación en el año 2015 y se emplearon modelos de regresión para identificar aquellos factores que se relacionaban con la producción normalizada. De los parámetros analizados, aquellos que parecían tener mayor influencia, fueron la estación de nacimiento y la dificultad de parto de la novilla, así como su valor genético para producción de leche, además de la dificultad de parto y producción al secado de su madre.

Palabras clave: Vacuno lechero, primera lactación, producción lechera, regresión.

Effect of zootechnical factors on first lactation milk yield of Friesian cows from N.W. Spain

Abstract

There are many factors affecting profitability in dairy production; one of the most important factors is milk yield during the first lactation since it has been related to the future performance traits or the longevity of the animal. The aim of this study was to determine the relation between normalized yield in the first lactation of dairy heifers and traits from the heifer (birth season, genetic value for milk production, age at first calving, calving difficulty and sex of the calf) and their dam (calving number when the dam calved this heifer and calving difficulty along with gestation length, milk production at drying-off and duration of the dry period prior to calving). For this purpose, data were obtained from 12,029 Friesian heifers that finished their first lactation in 2015. Regression was used to identify factors related to normalized milk yield. Of the analyzed parameters, those that seem to have more influence on this trait were the birth season and the calving difficulty of the heifer along with its genetic value for milk production, besides the calving difficulty and production at drying-off of the dam.

Keywords: Dairy cattle, first lactation, milk production, regression.

* Autor para correspondencia: franciscojavier.dieguez@usc.es

Introducción

La selección genética en ganado vacuno, así como las mejoras en manejo y alimentación han conducido a un importante incremento de la producción lechera durante las últimas décadas junto con una reducción de vida útil de los animales (Atsbeha *et al.*, 2015; Olechnowicz *et al.*, 2016). La asociación existente entre producción lechera y riesgo de enfermedades de la producción o descensos de la fertilidad se ha documentado ampliamente; como ejemplo, según datos de AFRICOR (2016), la producción media normalizada a 305 días se ha incrementado en Galicia de 7.406 kg en el año 2000 a 10.101 kg en el año 2016; mientras que, en el mismo periodo, el intervalo entre partos ha aumentado de 418 a 434 días y la edad media de sacrificio se ha reducido de 75,7 meses a 66,3.

Por otro lado, la reposición es una de las principales inversiones a realizar en granjas de producción de leche. Una estrategia empleada para reducir costes y conseguir un retorno más rápido de la inversión realizada en estos animales ha sido acelerar su crecimiento mediante programas de alimentación más eficaces que permitan inseminarlas a una edad más temprana y de esta forma alcanzar cuanto antes su vida productiva.

Varios estudios previos han valorado factores que podrían influir en la producción lechera de vacuno en primera lactación (PPL), y un importante número de ellos han insistido sobre la importancia de la edad al primer parto (EPP). A este respecto existe mucha diversidad en los resultados obtenidos dependiendo del nivel productivo y el manejo (especialmente nutricional) en la población de estudio, así como la fecha de realización de los mismos, ya que las prácticas de manejo y programas nutricionales han cambiado significativamente con los años. En cualquier caso, Nor *et al.* (2013) indicaron que, de forma general, primeros partos a los 23 meses

en lugar de 24 reducían la producción por lactación en 143 kg por término medio, considerando estos 23 meses como punto crítico por debajo del cual continuar adelantando el primer parto dejaría de ser rentable para la granja. Igualmente, un primer parto por encima de 25 meses parece tener un impacto negativo sobre la producción vitalicia de los animales y generaría un exceso de capital invertido (Cooke y Wathes, 2014; Salazar-Carranza *et al.*, 2014, Van Pelt *et al.*, 2016, Boulton *et al.*, 2017).

La PPL tiene gran importancia como indicador en la gestión y toma de decisiones en granja ya que se ha probado su correlación genética y fenotípica con otros parámetros como la longevidad o la producción vitalicia (Sadek *et al.*, 2016). Por otro lado, las vacas de primer parto representan cada vez un mayor porcentaje de los animales que se ordeñan en el conjunto del rebaño, estando actualmente, en la población de estudio, en el 31,6%, lo que las convierte el grupo por paridad más frecuente. Por otra parte, este grupo es el que promedia un valor genético más alto y por tanto se espera de él un elevado potencial productivo (AFRICOR, 2016). El hecho de que sea el grupo de animales de la explotación sin amortizar (junto con parte de los de segundo parto), hace que el conocimiento de los factores que influyen en su producción adquiera mayor relevancia dentro del conjunto del rebaño, en la medida en que se debe maximizar su productividad, incluyendo en este término, la prolongación de su vida productiva a partos posteriores.

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de los factores zootécnicos en la producción en primera lactación en Frisonas en Galicia (N.O. de España). Para alcanzarlo se valoró la relación entre la PPL normalizada de novillas lecheras y parámetros de la propia novilla (incluyendo estación de nacimiento, valor genético para la producción de leche, edad al primer parto, dificultad

de ese parto, y sexo de la cría nacida) así como de su madre (número de parto y dificultad del mismo cuando parió a esa novilla y duración de la gestación, producción lechera al secado y duración del periodo seco previos al parto de la novilla).

Material y métodos

Descripción del área y rebaños estudiados

El estudio se llevó a cabo en Galicia (N.O. de España). Galicia es la región con mayor producción de leche de vacuno en España con aproximadamente el 55% de las granjas y el 40% de la producción total del país (1,3% de la producida en la UE). El tamaño medio por explotación en la Comunidad Autónoma es de 42 vacas siendo inferior a la media nacional (que se sitúa 59,3 vacas) (MAPAMA, 2018) y predominando todavía explotaciones de tipo familiar. El sector, en Galicia, tiene una relevancia significativa alcanzando el 1,5% del Producto Interior Bruto de la región (IGE, 2017). En Galicia, el 35% de los rebaños están involucrados en el programa oficial de mejora genética, pero estos representan un 70% de la leche total generada en esta región.

Los datos empleados en el estudio fueron obtenidos de 12.029 novillas Frisonas que finalizaron su primera lactación en 2015. Estas pertenecen a 1.752 ganaderías incluidas en el programa de mejora genética. El tamaño medio de las granjas del estudio era de 45 vacas en lactación (mínimo de 8 y máximo de 379). Los registros fueron obtenidos a partir de los datos de control lechero oficial, en los cuales el técnico responsable visita cada granja mensualmente para medir la producción diaria de leche y recoger una muestra combinada de los cuatro cuarterones con el fin de determinar los porcentajes de grasa y proteína (entre otros parámetros) siguiendo un patrón de visitas mensuales alternativo am-

pm a lo largo de todo el periodo de lactación de cada animal. Cuando una vaca llega a la fase de secado se estiman los parámetros de la lactación completa (incluyendo la producción total y las medias de grasa y proteína durante la lactación completa) y se normalizan a 305 días empleando el método Fleischmasnn (ICAR, 2016). Para el estudio, la producción por lactación también se normalizó por energía (LCE) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{LCE} = (\text{leche producida} * (0,383 * \% \text{grasa} + 0,242 * \% \text{proteína} + 0,7832) / 3,1138) \quad (\text{IFCN, 2018})$$

Las lactaciones de duración inferior a 240 días no se incluyeron en el análisis.

En el estudio, para cada novilla, se incluyeron las siguientes variables asociadas a la PPL normalizada: fecha de nacimiento de la novilla, EPP, dificultad del primer parto (DP) y sexo de la cría nacida (macho, hembra o gemelar) así como el valor genético para la producción de leche (VGPL). Además, se recogieron los siguientes datos de sus respectivas madres: número de parto cuando parió a esa novilla y dificultad del mismo, así como duración de la gestación, producción de leche al secado y duración del periodo seco previo al parto de la novilla.

Con respecto a los partos, la dificultad de los mimos tanto para las novillas como sus madres se valoraron categóricamente en una escala desde 1 en los partos normales hasta 5 en aquellos con mucha dificultad, con presentación anormal del ternero, incluidas las cesáreas y las fetotomías, de acuerdo a la clasificación del Real Decreto 368/2005 (BOE, 2005).

Análisis estadístico

Todos los datos fueron procesados con STATA (STATA 11.1, StataCorp LP., College Station, TX, USA). Inicialmente se emplearon coeficientes de correlación de Pearson (r) para detectar variables que pudieran relacionarse

con la PPL normalizada y eliminar aquellas correlacionadas. Para el caso particular de la dificultad de parto de la novilla y de su madre, así como el sexo de la cría que parió la novilla –variables categóricas y nominal, respectivamente–, así como la fecha de nacimiento de la novilla –que se codificó como primavera, verano, otoño e invierno, y por lo tanto también se procesó como nominal–, se emplearon test ANOVA para valorar su relación con la PPL normalizada en lugar de coeficientes r . Aquellas variables que tuvieran un nivel de significación $P \leq 0,05$ en estos análisis fueron ofrecidos a un modelo lineal mixto. Se empleó un modelo mixto ya que, además de los datos individuales de cada novilla y de sus respectivas madres, se incluyó adicionalmente el tamaño de rebaño al que pertenecía cada

novilla como variable de control. Asimismo, el factor de inflación de la varianza (FIV) se empleó para cuantificar colinealidad entre variables (mayor proximidad a 1 indica menor correlación entre variables).

Resultados

Aquellas variables cuyos coeficientes r con la PPL normalizada tenían valores $P \leq 0,05$ fueron la EPP, VGPL, además del número de parto de la madre cuando parió a la novilla y duración de la gestación, producción de leche al secado y duración del periodo seco previos al parto de la novilla. Las correlaciones bivariadas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre variables cuantitativas empleadas en el estudio.
Table 1. Correlation matrix among the quantitative variables involved in the study.

		PPL	EPP	VGPL	NPM	DGM	PSM
EPP	R	-0,057					
	P	<0,001					
VGPL	R	0,454	-0,088				
	P	<0,001	<0,001				
NPM	R	-0,117	0,042	-0,163			
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
DGM	R	-0,054	0,006	-0,057	0,063		
	P	<0,001	0,543	<0,001	<0,001		
PSM	R	0,370	-0,124	0,178	-0,198	-0,013	
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,149	
DSM	R	-0,050	0,015	-0,115	0,202	0,167	-0,134
	P	<0,001	0,089	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Producción normalizada en primera lactación (PPL, variable dependiente) junto con edad al primer parto (EPP), valor genético para producción de leche de la novilla (VGPL), número de parto de la madre cuando parió a la novilla (NPM) y duración de la gestación (DGM), producción de leche al secado (PSM) y duración del periodo seco (DSM) previos al parto de la novilla (potenciales variables explicativas).

R: Coeficiente de correlación Spearman. P: nivel de significación estadística.

Igualmente, el test ANOVA indicaba que existían diferencias significativas en la PPL cuando se comparaban novillas cuyo primer parto fue fácil (1) con aquellas cuyos primeros partos tuvieron algún nivel de dificultad (2-5). Del mismo modo se observaron diferencias significativas al comparar novillas nacidas de partos fáciles (1) con aquellas naci-

das con algún grado de dificultad (2-5). También existían diferencias en la PPL al comparar novillas nacidas en primavera/verano con aquellas nacidas en otoño/invierno. Sin embargo, no se observaron diferencias al comparar la producción en primera lactación en función del sexo de la cría que parió la novilla (Tabla 2).

Tabla 2. Media producción lechera normalizada en primera lactación de novillas de vacuno de acuerdo a diferentes parámetros de la propia novilla (dificultad del primer parto y estación de nacimiento) así como de su madre (dificultad de parto cuando parió a la novilla).

Table 2. Mean normalized first lactation milk yield in heifers by different traits from the heifer (first calving difficulty and birth season) and their dam (calving difficulty when the dam calved the heifer).

	Producción normalizada (kg)
Dificultad de parto	
1 ¹	8.465,32 (22,12)
2 ²	8.275,87 (27,50)
3 ²	8.134,26 (81,64)
4 ²	8.187,26 (332,26)
5 ²	7.880,40 (210,92)
Tipo de parto	
Macho	8.390,70 (23,66)
Hembra	8.398,03 (23,76)
Gemelar	8.463,72 (178,18)
Estación de nacimiento	
Primavera ¹	8.242,95 (33,66)
Verano ¹	8.330,92 (33,78)
Otoño ²	8.526,74 (32,77)
Invierno ²	8.410,60 (32,56)
Dificultad de parto de la madre	
1 ¹	8.422,27 (20,28)
2 ²	8.221,22 (31,01)
3 ²	8.233,72 (163,13)
4 ²	8.433,27 (1060,62)
5 ²	7.935,85 (268,70)

^{1,2}Categorías con diferente superíndice difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$)

De acuerdo al modelo lineal mixto, la PPL normalizada aumentaba por término 1,2 kg por cada punto que aumentaba el VGPL de la novilla. Además, novillas nacidas en otoño/invierno producían, de media, 78,8 kg más que las nacidas en primavera/verano; las novillas cuyo primer parto tuvo algún nivel de dificultad (codificados de 2 a 5) producían 65,7 kg menos que las que tuvieron partos fáciles (Tabla 3). La producción también aumentaba 5,8 kg por cada kg que se incrementaba la producción de la madre al secado. Novillas nacidas de partos no clasificados como fáciles (2-5) producían de media 122,8 kg menos (Tabla 3). Por último, las novillas pertenecientes a granjas de mayor tamaño tenían mayor producción (26,6 kg más por cada vaca más en el rebaño al que pertenecían) (Tabla 3). Otras variables como la EPP, el número de parto de la madre,

la duración de la gestación o del período seco previo al parto de esa novilla no fueron significativas en el análisis de regresión.

El valor medio del FIV para las variables independientes recogidas en el modelo fue de 1,06 (máximo 1,15). El valor del estadístico -2 logaritmo de verosimilitud ($-2LL$) del modelo lineal mixto completo era de 50.685,85. Si se excluía del modelo el VGPL el valor resultante del $-2LL$ era de 68.879,72. Igualmente, cuando se incluía el VGPL, el número de parto de la madre, inicialmente significativo, desaparecía del modelo; los datos indican que las madres de menor edad paren novillas con mayores VGPL lo que explicaría este hallazgo. El VGPL medio fue de 380,6; 346,7 y 238,8 para novillas nacidas de madres de 2º, 3º y 4º parto o mayor, respectivamente.

Tabla 3. Resultado de un modelo lineal mixto para determinar el efecto de diferentes parámetros sobre la producción lechera normalizada en primera lactación de novillas de vacuno.

Table 3. Results of a linear mixed model to assess the effect of different farm traits on normalized first lactation milk yield of heifers.

	Coefficiente	SE	P	Intevalo de confianza 95%	
Constante	6653,903	66,766	<0,001	6523,043	6784,764
Valor genético (producción de leche)	1,242	0,303	<0,001	1,665	1,849
Dificultad de parto	-65,68	28,282	0,023	-121,116	-10,243
Estación de nacimiento (otoño-invierno vs primavera-verano)	78,782	24,685	0,001	30,398	127,165
Dificultad de parto de la madre	-122,816	31,646	<0,001	-184,835	-60,796
Producción al secado de la madre (kg/día)	5,856	1,832	<0,001	2,264	9,448
Tamaño de rebaño	26,592	1,551	<0,001	23,551	29,632

ES: Error estándar. P: Nivel de significación estadística.

Discusión

El presente estudio identificó varios factores relacionados con la PPL, tanto de la propia novilla como su madre, en un enfoque multivariable. Aunque algunos de ellos han sido ampliamente estudiados, otros apenas han sido valorados con anterioridad, como el VGPL o algunas características de la madre como la duración de la gestación o su DP cuando parió a esa novilla. Igualmente hay pocos estudios realizados en esta zona concreta, que es representativa del sistema de producción de leche en la cornisa cantábrica (zona de mayor producción en España) y que se caracteriza por un perfil de explotación familiar que se basa en el forraje producido en la explotación como el principal aporte de materia seca de la ración, con granjas de pequeño-mediano tamaño (50% con menos de 53 reproductoras); la mayoría de la reposición se hace en base a la recria en la propia explotación, con incorporaciones puntuales, principalmente en ganaderías en expansión (AFRICOR, 2016; MAPAMA, 2018). Esta sería la principal fortaleza del estudio, además del relativamente alto tamaño de muestra ($n = 12.029$) que asegura la validez del análisis estadístico.

Una limitación del estudio sería el potencial papel de otros factores explicativos no analizados y que no deben ser subestimados. Estos incluirían principalmente el alojamiento, manejo y alimentación durante el periodo de recria o durante la primera lactación (Soberton y Van Amburgh, 2013; Korst *et al.*, 2017; Santiago *et al.*, 2017; Van Eetvelde y Opsoomer, 2017; Jiménez-Calderón *et al.*, 2017). Igualmente, se ha sugerido que la existencia de patologías en la madre, relacionadas con la transición entre final de parto e inicio de lactación, podrían afectar a la ternera nacida (Larson, 2016). Si se incluyó en el modelo, como variable de control, el tamaño de rebaño al que pertenecía la novilla ya que de forma

indirecta puede ser indicativo de estos aspectos y permite corregir los coeficientes de las variables a estudiar. Rebaños de mayor tamaño suelen estar más predispuestos a la adopción de nuevas tecnologías en cuanto instalaciones, así como realizar programas de manejo más eficientes (Brotzman *et al.*, 2015). Este trabajo podría servir como base a estudios posteriores que analizaran los riesgos de distintos factores sobre patologías y producción en conjunto.

Durante los últimos 60 años, los programas de cría se han enfocado en mejoras para parámetros de producción, como la cantidad producida o el contenido en proteína. En el presente estudio el VGPL se incluyó como variable independiente y esta explicaba una parte substancial de las variaciones observadas en la PPL; su exclusión modificaba de forma importante los coeficientes del modelo, así como el valor del $-2LL$. Además, al añadir esta variable se eliminaba del modelo el número de parto de la madre. Es una práctica común de manejo inseminar a las vacas más jóvenes del rebaño con los toros de mayor valor genético (y generalmente de mayor precio por dosis seminal) ya que las vacas más jóvenes tienen por término medio mejor fertilidad; de esta forma, su descendencia tiende a tener un mayor valor de genético en comparación con las crías de vacas de mayor edad.

Con respecto a la DP, se ha demostrado previamente que novillas y vacas Holstein que experimentaron partos difíciles mostraban una reducción en la producción total, la normalizada a 305 días y en pico de lactación cuando se comparaban con aquellas que tuvieron partos fáciles (Ghavi, 2014; El-Tarabany, 2015). Sin embargo, la posibilidad de que novillas nacidas de partos distócicos tengan un menor rendimiento productivo en el futuro ha sido menos estudiada. Algunos estudios previos indicaron que terneros nacidos de partos distócicos tendrían afectada su viabilidad, salud y bienestar, mostrando estos

mayores niveles de cortisol (utilizado como indicador de estrés fisiológico), y que los efectos negativos podrían prolongarse en el tiempo (Barrier *et al.*, 2013; Murray y Leslie, 2013). En relación al rendimiento en la fase adulta, Eaglen *et al.* (2013) sugirieron que, genéticamente, individuos predispuestos a nacer con mayor dificultad también mostraban menores producciones de leche en primera lactación. Estos resultados y el observado en el presente estudio muestran diferencias en el rendimiento futuro de las novillas, lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de realizar estimaciones económicas del coste de la distocia en vacuno lechero.

Por otro lado, los datos indicaban que aquellas novillas nacidas en otoño o invierno tendrían mayores producciones en su primera lactación. Esto se ha relacionado recientemente con situaciones de estrés calórico, tanto en la fase final de gestación que dio lugar a la novilla como en el momento de su concepción. Así, el estrés por calor durante la última etapa de gestación se relacionó con bajos pesos al nacimiento, así como con alteraciones metabólicas y de la función inmune, aspectos que podrían condicionar el desarrollo y rendimiento futuro del animal (Tao *et al.*, 2014; Monteiro *et al.*, 2014). Igualmente, animales concebidos en verano parecerían tener menor rendimiento tanto productivo como reproductivo que lo concebidos en invierno (Brown *et al.*, 2015; Pinedo y de Vries, 2017).

Otro factor que ha sido extensamente evaluado es la EPP. Aunque la mayoría de los estudios previos muestran que existe un óptimo entre EPP y PPL (Froidmont *et al.*, 2013; Nor *et al.*, 2013; Salazar-Carranza *et al.*, 2014) en el presente estudio solo se encontró una correlación negativa y significativa entre ambos parámetros en el análisis univariable. Esta asociación desaparecía tras aplicar el modelo multivariable. Esto podría relacionarse en parte con la dificultad del primer parto, que tiende a ser mayor cuanto menor sea la

edad de la novilla. Así, novillas que paren más jóvenes podrían tener más dificultades en el parto y como consecuencia ver afectada su producción (Cortés-Lacruz *et al.*, 2017).

Conclusiones

De los parámetros analizados, aquellos que parecen tener mayor influencia en la PPL normalizada fueron la estación de nacimiento de la novilla, su dificultad en el primer parto, y su VGPL además de la dificultad de parto y la producción al secado de su madre. El estudio resalta algunos aspectos que han sido menos estudiados con anterioridad, como la importancia de incluir el valor genético para producción de leche como factor corrector cuando se analiza la PPL, o factores zootécnicos asociados con la madre de cada novilla.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a AFRICOR Lugo por su colaboración en el estudio.

Referencias bibliográficas

- Asociación Provincial de Gandeiros de Lugo para o Control de Rendementos (AFRICOR) (2016). Memoria AFRICOR Lugo 2015. Ed. AFRICOR, Lugo, España. 120 pp.
- Atsbeha DM, Kristofersson D, Rickertsen KJ (2015). Broad breeding goals and productions cost in dairy farming. *Journal of Productivity Analysis* 43: 403-415.
- Barrier AC, Haskell MJ, Birch S, Bagnall A, Bell DJ, Dickinson J, Macrae AI, Dwyer CM (2013). The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *The Veterinary Journal* 195: 86-90.

- Boletín Oficial del Estado (BOE) (2005). Real Decreto 368/2005, de 8 de abril, por el que se regula el control oficial del rendimiento lechero para la evaluación genética en las especies bovina, ovina y caprina. Boletín Oficial del Estado, núm. 97, de 23 de abril de 2005, pp. 13918-13937.
- Boulton AC, Rushton J, Wathes DC (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal* 11: 1372-1380.
- Brown BM, Stallings JW, Clay JS, Rhoads ML (2015). Periconceptional heat stress of Holstein dams is associated with differences in daughter milk production and composition during multiple lactations. *PLoS One* 10: e0133574.
- Brotzman RL, Döpfer D, Foy MR, Hess JP, Nordlund KV, Bennett TB, Cook NB (2015). Survey of facility and management characteristics of large, Upper Midwest dairy herds clustered by Dairy Herd Improvement records. *Journal of Dairy Science* 98: 8245-8261.
- Cooke JS, Wathes DC (2014). Rearing heifer calves for optimum lifelong production. *Cattle Practice* 22: 66-71.
- Cortés-Lacruz X, Revilla R, Casasús I, Sanz A, Ferrer J, Banzo P, Villaba D (2017) Evaluación genética de la facilidad de parto en la raza bovina Parda de Montaña usando los modelos lineal y umbral. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 113: 158-175.
- El-Tarabany M (2015). Effects of calving difficulty on the subsequent reproductive performance and milk production of Holstein, Brown Swiss and their crosses. *Livestock Science* 180: 263-267.
- Eaglen SAE, Coffey MP, Woolliams JA, Wall E (2013). Direct and maternal genetic relationships between calving ease, gestation length, milk production, fertility, type, and lifespan of Holstein-Friesian primiparous cows. *Journal of Dairy Science* 96: 4015-4025.
- Froidmont E, Mayeres P, Picron P, Turlet A, Planchon V, Stilmant D (2013). Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. *Animal* 7: 665-672.
- Ghavi Hossein-Zadeh N (2014). Effect of dystocia on the productive performance and calf still-birth in Iranian Holsteins. *Journal of Agricultural Science and Technology* 16: 69-78.
- International Farm Comparison Network (IFCN) (2018). IFCN methods. Disponible en: <https://ifcndairy.org/about-ifcn-neu/ifcn-dairy-research-center-method/> (Consultado: 11 abril 2018).
- International Committee for Animal Recording (ICAR) (2016). Section 2.1: ICAR rules, standards and guidelines for recording milk and milk constituents. En: *International agreement of recording practices* (Ed. ICAR), pp. 25-57. International Committee for Animal Recording General Assembly, ICAR, Berlin, Germany.
- Instituto Galego de Estadística (IGE) (2017). Series socioeconómicas de conxuntura de Galicia. Disponible en: http://www.ige.eu/dba/Controlador?operacion=mostrarseries&subgrupo=B_2008_O_02 (Consultado: 11 abril 2018).
- Jiménez-Calderón JD, Vicente F, Carballal A, Martínez-Fernández A (2017). Estado reproductivo de las ganaderías de vacuno lechero en el Principado de Asturias (España). ITEA-Información Técnica Económica Agraria 113: 347-358.
- Korst M, Koch C, Kesser J, Müller U, Romberg FJ, Rehage J, Eder K, Sauerwein H (2017). Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy calves: Part 1: Effects on performance and production from birth over the first lactation. *Journal of Dairy Science* 100: 3096-3108.
- Larson JM (2016). Metabolic status of late gestation beef cows and neonatal calves. Tesis doctoral. Universidad de Missouri – Columbia.
- Murray CF, Leslie KE (2013). Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *The Veterinary Journal* 198: 322-328.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2018). Panel situación sector lácteo España. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/pizarrabril18_tcm30-444377.pdf (Consultado: 11 abril 2018).

- Monteiro AP, Tao S, Thompson IM, Dahl GE (2014). Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors. *Journal of Dairy Science* 97: 6426-6439.
- Nor NM, Steeneveld W, Van Werven T, Mourits MCM, Hogeveen H (2013). First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96: 981-992.
- Olechnowicz J, Kneblewski P, Ja kowski, Wlodarek J (2016). Effect of selected factors on longevity in cattle: a review. *The Journal of Animal & Plant Science* 26: 1533-1541.
- Pinedo PJ, de Vries A (2017). Season of conception is associated with future survival, fertility, and milk yield of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 100: 6631-6639.
- Sadek MH, Halawa AA, Ashmawy AA, GLIL MA (2016). Genetic and phenotypic parameter estimation of first lactation, life-time yield and longevity traits in Holstein cattle. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology* 38: 127-136.
- Salazar-Carranza M, Castillo-Badilla G, Murillo-Herrera J, Hueckmann-Voss F, Romero-Zúñiga JJ (2014). Effect of age at first calving on first lactation milk yield in Holstein cows from Costa Rican specialized dairy herds. *Open Journal of Veterinary Medicine* 4: 297-203.
- Santiago C, Vicente F, Jiménez-Calderón JD, Soldado A, Martínez-Fernández A (2017). Caracterización de los actuales modelos de alimentación para la producción de leche de vaca en Asturias (España) y su influencia sobre la producción de leche. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 113: 335-346.
- Soberon F, Van Amburgh ME (2013). Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science* 91: 706-712.
- Tao S, Monteiro APA, Hayen MJ, Dahl GE (2014). Short communication: Maternal heat stress during the dry period alters postnatal whole-body insulin response of calves. *Journal of Dairy Science* 97: 897-901.
- Van Eetvelde M, Opsomer G (2017). Innovative look at dairy heifer rearing: Effect of prenatal and post-natal environment on later performance. *Reproduction in Domestic Animals* 52: 30-36.
- Van Pelt ML, de Jong G, Veerkamp RF (2016). Changes in the genetic level and the effects of age at first calving and milk production on survival during the first lactation over the last 25 years. *Animal* 10: 2043-2050.

(Aceptado para publicación el 17 de julio de 2018)