

SERVICIO PRECOZ Y SERVICIO TRADICIONAL EN VAQUILLONAS DE RAZA CRIOLLA ARGENTINA

Early and traditional bred in argentine creole heifers

Topayan MV*, Erneta L, Abbiati N, Género ER, Estévez DY y Martínez RD

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina.

*E-mail de contacto: vtopayan@agrarias.unlz.edu.ar

Resumen

En Argentina, la mayor concentración de vientres productores de terneros para carne está en la Cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires. La raza bovina Criolla Argentina, actualmente, es minoritaria en esta región. Habitualmente se recomienda el entore precoz de las vaquillonas a los 15 meses de edad para mejorar la productividad. A efectos de verificar esta recomendación, se evaluaron dos grupos de hembras Criollas, uno con edad al primer parto de 24 meses (EPP24, equivalente a un entore precoz; n=92) y otro con edad al primer parto de 36 meses (EPP36, equivalente a un entore tradicional a los 27 meses; n=100). Asimismo, se diferenciaron tres categorías: cabeza (CA), cuerpo (CU) y cola (CO) de parición. Las variables estimadas para cada vientre fueron: longitud de vida productiva (LVP), número de crías totales (NCT), producción total de carne (PTC) y peso al destete del primer ternero (PD1). En promedio las EPP36 superaron a las EPP24 en todas las variables: LVP: 105,64 meses vs 89,44 meses ($P=0,07$); NCT: 8,97 crías vs 7,67 crías ($P=0,08$); PTC: 2198,09 Kg vs 1858,34 Kg ($P=0,06$) y PD1: 237,48 kg vs. 236,15 Kg ($P=0,72$). La prueba estadística no detectó diferencias significativas entre grupos para ninguna de las características por la variabilidad intrínseca de los datos, detectándose estas diferencias únicamente entre categorías para las variables PTC y PD1, siendo las vaquillonas CO las más productivas. Las vacas menos productivas, identificadas por $NCT \leq 3$ para EPP24 fueron el 28% y para EPP36 el 23%; y las más productivas, que tuvieron $NCT \geq 10$ fueron el 37% de las EPP24 y el 50% de las EPP36. El coeficiente de parentesco aditivo promedio (a_{zy}) de las 192 vacas fue 0,037 y el de las vacas con un $NCT=1$ fue 0,13, casi cuatro veces mayor. Los vientres más improductivos fueron los de mayor uniformidad genética y los más productivos los que exhibieron mayor diversidad. En general, las EPP24 frente a las EPP36, no mejoraron la productividad del rodeo.

Palabras clave. primer parto, producción, fertilidad, cría bovina

Abstract

The highest concentration of calf-producing bellies in Argentina is in Cuenca del Salado, Buenos Aires province. Argentine creole cattle are, nowadays, a minority in that region. It is recommended the application of early bred in 15 months old heifers (EPP24) in order to improve productivity. Aiming to test this statement, two groups of Creole Breed calf-producing bellies, one with age at first calving of 24 months (EPP24, *i.e.* early bred; n=92) and the other with age at first calving of 36 months (EPP36, *i.e.* traditional bred; n=100) were evaluated. In addition, three categories according to calving point within the calving season were differentiated (head -CA, body -CU and tail-CO). The variables length of productive lifespan in months (LVP), total number of calves (NCT), total meat production (PTC) and weaning weight for first calf (PD1) were estimated. The statistical test did not detect significant differences between groups for none of the variables due to the intrinsic data variability. Nevertheless, differences in means between categories were found for PTC and PD1 being the CO-heifers the most productive. The less productive cows, identified with $NCT \leq 3$ was the 28% for EPP24 and for the 23% for EPP36, whereas the most productive, those with $NCT \geq 10$, were the 37% for EPP24 and for EPP36, the 50%. The average additive relationship coefficient (a_{zy}) for the 192 cows were 0.037 being 0.13 for those cows with $NCT=1$, almost four times higher than the first one. The more unprofitable calf-producing bellies were those more genetically uniform while the most profitable shown more diversity. In general, early bred heifers did not improve the overall herd productivity in comparison with traditional bred heifers.

Key words. first calving, production, fertility, bovine breeding

Recibido: Junio 2023

Aceptado: Noviembre 2023

Introducción

La Cuenca del Salado, la zona de mayor producción de terneros de Argentina, tiene una extensión de nueve millones de hectáreas y representa el 30% de la superficie de la provincia de Buenos Aires. Se caracteriza por la presencia de un horizonte arcilloso, que limita la penetración radical y deficiencia de fósforo en toda la región (Cieza 2006). A su vez, es la región de cría con mayores índices de procreo, con alto impacto en la producción de carne a nivel nacional. Las razas mayoritarias utilizadas en la región son, Aberdeen Angus, Hereford y sus cruza; aunque también hay otras razas y cruza (Rearte 2011). La raza bovina criolla, fundadora de la ganadería argentina (Martínez 2008), actualmente tiene una presencia minoritaria en esta región. Dada la situación de competitividad a que se enfrentan los sistemas de cría, resulta evidente la necesidad de aumentar la eficiencia de los rodeos mediante la reducción en las mermas reproductivas (Maresca et al. 2011). Una técnica muy recomendada para mejorar la eficiencia de los rodeos es la de realizar el primer entore de las vaquillonas a los 15 meses de edad, en reemplazo del entore tradicional a los 27 meses. La principal ventaja de esta estrategia de manejo es que permite obtener un ternero más a lo largo de la vida útil de la vaca (Cauhepe y Cafaro La Menza 2014), aumenta la relación del número de vientres respecto del número total de animales del rodeo y disminuye el porcentaje de reposición anual (Carrillo 1988). Sin embargo, la longevidad productiva es un factor importante en la rentabilidad, por lo cual es necesario reducir al máximo el número de vacas que se sacrifican a edades tempranas (Mousel et al. 2012). Además, la longevidad es un indicador indirecto de la salud, la resiliencia y el bienestar de los animales (Brito et al. 2020). A pesar de las ventajas del entore precoz enumeradas por varios autores (Carrillo 1988; Morris 2003; Flores et al. 2016; Viñoles 2016), no hemos encontrado trabajos que comparen adecuadamente ambas estrategias de manejo y sus efectos en la vida productiva total de los vientres. En este trabajo nos proponemos evaluar las consecuencias productivas de realizar el entore precoz de las vaquillonas a los 15 meses, frente al servicio tradicional realizado a los 27 meses de edad, en un rodeo de cría de vacas de raza Criolla Argentina en la Cuenca del Salado.

Materiales y Métodos

Se utilizó una base de datos de 35 años (1986-2021) de la raza Bovino Criollo Argentino perteneciente al Establecimiento Cruz de Guerra, ubicado en la localidad de 25 de Mayo, provincia de Buenos Aires (Argentina); registrado en la Asociación Argentina de Criadores de Ganado Bovino Criollo Argentino (ACGBCA). La base completa cuenta con datos de 314 vientres, de los cuales se excluyeron 42, la mayoría de ellos fundadores, que no contaban con fecha de nacimiento acreditada; por lo que no se pudieron considerar al construir las variables estudiadas, resultando entonces 272 vientres totales. De éstos, solo 192 ya finalizaron su vida productiva, para los cuales se construyeron las siguientes variables: Longitud de Vida Productiva (LVP), definida como el número de meses transcurridos desde la fecha del primer parto hasta la fecha del último destete para cada vientre. Esta forma de cálculo de la variable nos permitió comparar animales con distintas edades en su primer entore. No se utilizó la fecha de nacimiento de la vaca como en algunos

trabajos (Fernandes Júnior et al. 2019), debido a que de esta manera se favorece a las vacas entoradas a menor edad y se obtienen valores de LVP más abultados; Número de Crías totales (NCT), determinada por el número de crías que cada vientre logró destetar a lo largo de toda su vida productiva; Producción total de carne por vientre (PTC), medida como el peso promedio al destete, ajustado por sexo y días, por el número total de crías de cada hembra; y, finalmente, Peso al destete de la primera cría de cada vientre (PD1), ajustado a 240 días de edad y por sexo. A las vacas evaluadas se las clasificó en dos grupos según la Edad al primer parto (EPP), que se define como la edad de las vacas, en meses, al momento de parir su primera cría, indicador inequívoco de la edad del animal al momento de recibir el primer entore. Los dos grupos fueron: EPP=24 meses (EPP24) o Servicio precoz (n=92) (Figura 1) y EPP=36 meses (EPP36) o Servicio tradicional (n=100). Este agrupamiento fue determinado de acuerdo con la distribución de frecuencias de los valores de EPP, en la cual se observaron dos curvas bien marcadas. Se definió como criterio de separación al valor 30 meses, agrupando así a las hembras cuya EPP fuera menor o igual a 30 meses en el grupo EPP24; mientras que aquellas con una EPP mayor a 30 meses, fueron agrupadas en la categoría EPP36. Adicionalmente, se procedió a diferenciar tres categorías de acuerdo con el momento del primer servicio. En esta región, los servicios se realizan entre octubre y diciembre; generando una temporada de partos que va de julio a septiembre, del año siguiente. Por lo tanto, las hembras entoradas en octubre, serán aquellas que parieron temprano, Cabeza de parición (CA); las hembras entoradas en noviembre serán aquellas que parieron en forma intermedia o Cuerpo de parición (CU) y, finalmente, las entoradas en diciembre serán las tardías o de Cola de parición (CO). La distribución de las vacas en cada grupo, de acuerdo con el nacimiento de su primer ternero fue para EPP24: CA paridas a los 22 y 23 meses (n=12; 13%); CU paridas a los 24 y 25 meses (n=72; 78,3%) y CO paridas a los 26 y 27 meses (n=8; 8,7%). Mientras que para EPP36: CA paridas a los 34 y 35 meses (n=10; 10%), CU paridas a los 36 y 37 meses (n=82; 82%) y CO paridas a los 38 y 39 meses (n=8; 8%). Cabe destacar que, como rutina de manejo del establecimiento, todos los años se descartan del rodeo aquellas vacas que no registran preñez al momento del tacto, por lo cual las vacas incluidas en el análisis han parido todos los años durante su vida productiva.

Se estimaron los estadísticos descriptivos para cada variable, por grupo y categoría. Luego se realizó un análisis exploratorio multivariado de componentes principales (ACP) y un *biplot* junto con un análisis de correlación de Pearson. Posteriormente, se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) individuales para un modelo con arreglo factorial desbalanceado para un diseño completamente aleatorizado (DCA):

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk} \text{ con } i = 1,2; j = 1,2,3 \text{ y } k = 1, \dots, n_{ij}$$

Donde y_{ijk} representa la k-ésima observación de la j-ésima categoría CA, CU, CO dentro del i-ésimo grupo EPP para cada una de las variables LVP, NCT, PTC, PD1; μ representa a la media general; α_i representa el efecto del i-ésimo nivel del grupo sobre cada observación; β_j , representa el efecto de la j-ésima categoría; $\alpha\beta_{ij}$, representa la interacción entre el i-ésimo nivel



Figura 1. Vaquillona de servicio precoz (EPP24) con ternero al pie.
Figure 1. Heifer of early service (EPP24) with its calf.

del grupo y la j -ésima categoría y e_{ijk} el error asociado a la k -ésima observación de la j -ésima categoría y el i -ésimo grupo. Se estudiaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad para los errores. En el caso de no cumplirse, se consideró la utilización de los algoritmos de modelos lineales mixtos (heterocedasticidad) o modelos lineales generales mixtos (heterocedasticidad y falta de normalidad). Al verificarse el cumplimiento de los supuestos se efectuó un ANOVA tradicional. Cuando se detectó efecto de interacción significativo, se compararon las medias de las categorías dentro de cada grupo. Para las comparaciones de medias se empleó la prueba DGC de Di Rienzo, Guzmán, Casanoves (Di Rienzo *et al.* 2016). Se trabajó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). Se utilizaron los registros genealógicos para calcular la matriz de parentescos, a partir de la cual, se calculó la relación aditiva de Wright (a_{zy}) o grado de parentesco aditivo promedio entre las 192 vacas evaluadas para estimar la proporción de genes que dos animales comparten en común (Da Gama 2002). Además, se calculó la a_{zy} promedio con la función *makeA* del paquete *pedigree* (Coster, 2022) entre las vacas con mayor productividad ($NCT \geq 10$) y con menor productividad ($NCT \leq 3$). Se utilizaron los softwares InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2016) y R (R Core Team 2019).

Resultados y Discusión

La LVP promedio de las 192 vacas Criollas estudiadas fue de $97,88 \pm 63,36$ meses o $8,15 \pm 5,28$ años con un valor promedio para EPP de $30,25 \pm 6,01$ meses o $2,52 \pm 0,5$ años. Este valor supera al promedio registrado en Hungría ($7,65 \pm 4,04$ años) sobre 2115 vientres pertenecientes a los genotipos Hungarian Grey, Hereford, Aberdeen Angus, Limousin, Charolais, Simmental x Hereford y Simmental x Limousin, cuya EPP fue de $2,59 \pm 0,65$ años; a pesar de que, en este caso, la LVP fue calculada desde la fecha de primer parto hasta la fecha de sacrificio del animal y no hasta el último destete como en nuestro caso con las vacas Criollas (Dakay *et al.* 2006). El NCT

promedio fue de $8,35 \pm 5,16$ con una mediana de 8 terneros por vaca, valor superior al registrado en el oeste de Canadá ($NCT=5,4 \pm 0,32$) sobre el mejor grupo de 211 vacas de raza Black Angus y mestizas Angus (Damiran *et al.* 2018). La PTC por vientre promedio fue de $2035,3 \pm 1273,33$ kg, superando también a la PTC $1157,1 \pm 70,0$ kg registrada en las vacas Black Angus y mestizas Angus (Damiran *et al.* 2018). El PD1 ajustado a 220 días y a sexo, registro una media de $236,8 \pm 25,64$ kg. El resultado del ACP mostró que las dos primeras componentes explican el 100% de la variabilidad de los datos. En el biplot se observa que la primera componente (CP1) está relacionada a las variables LVP, NCT y PTC; mientras que la segunda (CP2), a PD1 (Figura 2). Esto pone de manifiesto que LVP, NCT y PTC se encuentran asociadas positivamente entre ellas, mientras que PD1 mantiene cierta independencia de estas. El cálculo de las correlaciones de Pearson entre todas las variables reafirma estos resultados, ya que tanto LVP y NCT como LVP y PTC se encuentran altamente asociados de manera positiva ($r=0,99$, $P<0,0001$). La igualdad de estas correlaciones se debe a que la asociación entre NCT y PTC es máxima ($r=1,00$). Por su parte, existe una asociación positiva, pero muy baja, entre PD1 con el resto de las variables (con LVP $r=0,17$ y $P=0,0209$; con NCT $r=0,17$ y $P=0,0215$; con PTC $r=0,21$ y $P=0,0036$). En la Figura 2, también podemos observar la variabilidad de los datos con relación al grupo de pertenencia (EPP24 y EPP36) y categoría de parición (CA, CU y CO), representada mediante elipses. Las EPP36-CA, EPP36-CO, EPP24-CA y EPP24-CO, son las elipses con mayor variabilidad, lo cual coincide con que son las vacas menos frecuentes respecto de EPP36-CU y EPP24-CU, que son las que se encuentran en mayor número y al mismo tiempo las que presentan menor variabilidad.

Los estadísticos descriptivos para las variables LVP, NCT, PTC y PD1 agrupados según la EPP de las hembras, se muestran en la Tabla 1. Para las cuatro variables puede observarse que los valores medios, para el grupo de hembras que recibieron entore precoz (EPP24) fueron menores respecto a aquellos de las hembras con entore tradicional (EPP36). Es decir, las

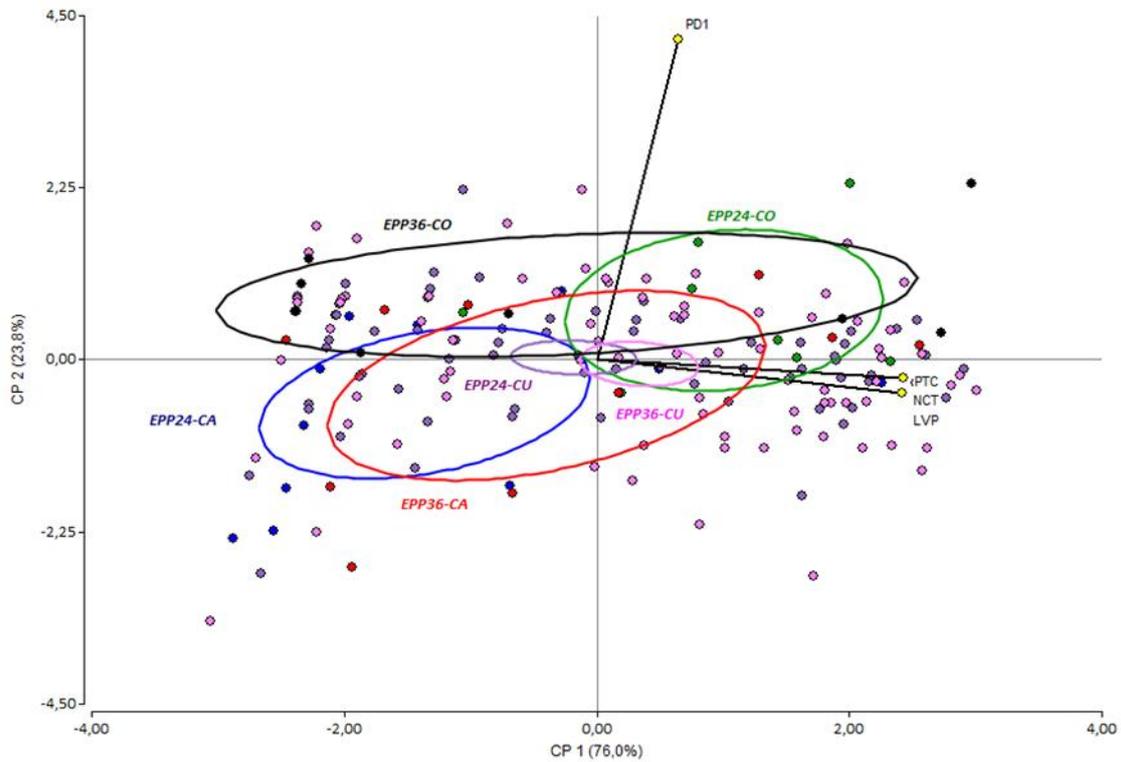


Figura 2. Biplot para las variables Longitud de vida productiva, en meses (LVP); número de crías totales (NCT); producción de carne total por vientre, en kg (PTC) y peso al destete de la primera cría, en kg (PD1) según edad al primer parto, en meses (EPP) y categoría de parición (cabeza CA, cuerpo CU, cola CO) de las hembras (CP 1: componente principal 1; CP 2: componente principal 2). EPP36-CA (elipse roja), EPP36-CU (elipse rosa), EPP36-CO (elipse negra), EPP24-CA (elipse azul), EPP24-CU (elipse violeta), EPP24-CO (elipse verde).

Figure 2. Biplot for length of productive lifespan, in months (LVP), total number of calves (NCT); total meat production in kg. (PTC) and first calf weaning weight, in kg (PD1) according to age at first bred, in months (EPP) and category (head CA, body CU, tail CO) of the heifers. (CP 1: principal component 1; CP: principal component 2). EPP36-CA (red ellipse), EPP36-CU (pink ellipse), EPP36-CO (black ellipse), EPP24-CA (blue ellipse), EPP24-CU (purple ellipse), EPP36-CO (green ellipse).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para las variables Longitud de vida productiva, en meses (LVP); número de crías totales (NCT); producción de carne total por vientre, en kg (PTC) y peso al destete de la primera cría, en kg (PD1) según edad al primer parto, en meses (EPP) de las hembras. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias de grupos para cada variable (P<0,05).

Table 1. Descriptive statistics measurements for length of productive lifespan (LVP), total number of calves (NCT), total meat production (NCT) and weaning weight for first calf (PD1) for early bred (EPP24) and traditional bred (EPP36) heifers. Different letters indicate significant differences between means by group for each variable (P<0,05).

	EPP	n	Media	Mediana	Error estándar
LVP (meses)	24	92	89,44	80,85	6,39
	36	100	105,64	110,75	6,46
NCT (n°)	24	92	7,67	7,00	0,52
	36	100	8,97	9,50	0,53
PTC (kg/vientre)	24	92	1858,34	1757,88	128,21
	36	100	2198,09	2304,62	129,70
PD1 (kg/cría)	24	92	236,15	240,16	2,44
	36	100	237,48	242,82	2,77

diferencias de medias fueron de 16,2 meses para LVP; 1,3 terneros para NCT; 339,74 kg para PTC y 1,33 kg para PD1. Sin embargo, para ninguna de las variables (LVP, NCT, PCT y PD1) las pruebas estadísticas detectaron diferencias significativas entre medias por grupo (P>0,05), debido a la variabilidad intrínseca de los datos.

Tomando como ejemplo el NCT podemos observar la magnitud de la variabilidad de esta característica mediante la amplitud que muestra la misma. En EPP24 es de 1 a 17 terneros

y en EPP36 de 1 a 18 terneros (Figura 3). En el caso de PD1, la variabilidad es mucho menor y los intervalos de confianza están claramente separados. Con respecto al peso al destete, Bavera (2005), afirma que los vientres entorados precozmente por primera vez tienden, en el promedio de todos sus partos, a destetar terneros más pesados que las vacas que paren por primera vez a los tres años. Esto se debe a que las hembras entoradas precozmente producen más leche en sus lactancias posteriores. Así, el mayor peso de los terneros en las sucesivas

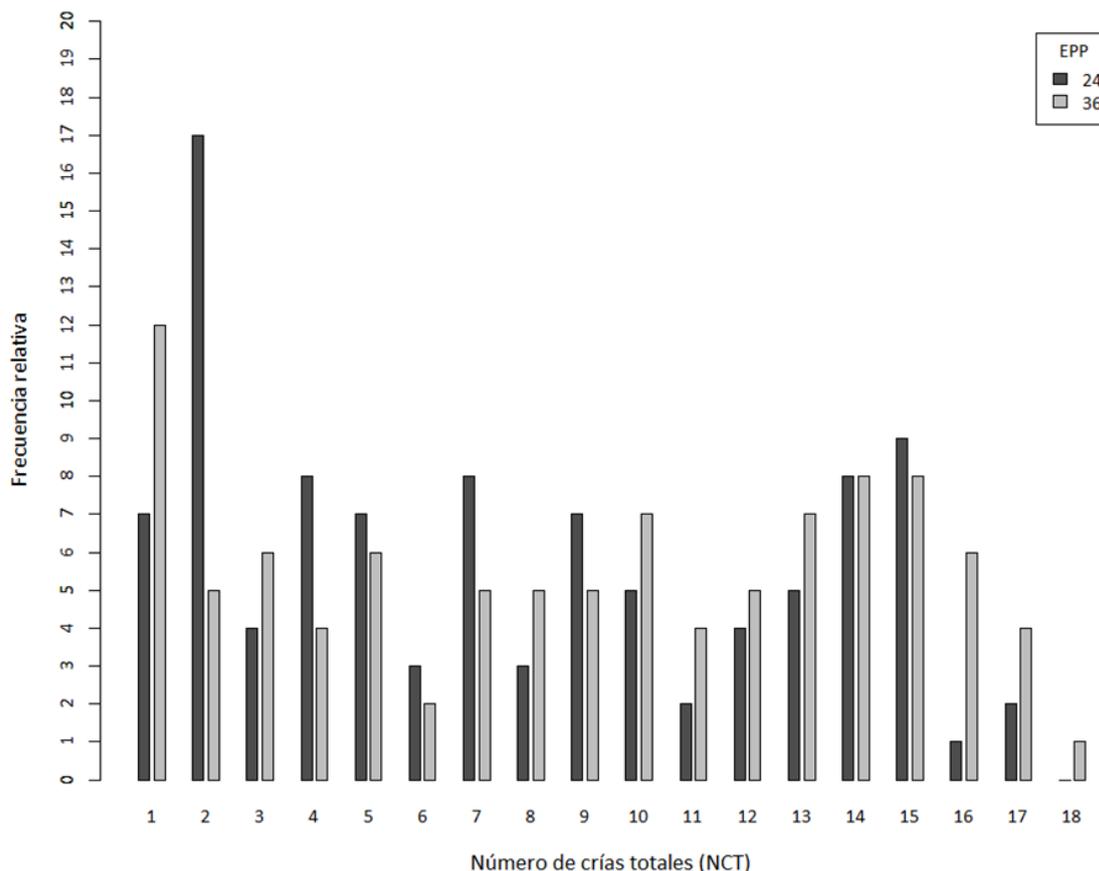


Figura 3. Distribución de frecuencias relativas para la variable número de crías totales (NCT), según grupo de entore por edad al primer servicio (EPP): precoz EPP24 (color negro) y tradicional EPP36 (color gris).

Figure 3. Relative frequency distribution for total number of calves (NCT) according to group by age at first bred (EPP): early EPP24 (in black) and traditional EPP36 (in grey).

lactancias compensa el menor peso al destete del primer ternero. Sin embargo, esta respuesta biológica no se observó en las vacas Criollas, puesto que no se hallaron diferencias significativas entre grupos ($P>0,05$) para el valor medio de PD1 (236,15 kg para EPP24 y 237,48 kg para EPP36) y además las diferencias en PTC son favorables a EPP36 (PTC=2198,09 kg) vs EPP24 (PTC=1858,34 kg), es decir hay 340 kg o un ternero y medio de diferencia a favor de las de las vaquillonas con entore tradicional.

Como hemos expresado en la introducción, varios autores afirman que el servicio precoz de 15 meses permite obtener un ternero más a lo largo de la vida de cada vaca respecto al entore tradicional a los 27 meses de edad (Carrillo, 1988; Morris, 2003; Bavera, 2005; Cauhepe, 2014; Flores *et al.* 2016; Viñoles 2016), sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo contradicen esa afirmación. Algunos trabajos revelan que ese postulado se cumple, pero con la condición de que la LVP sea calculada a una fecha fija, como ocurre en un trabajo realizado sobre vacas Hereford en el Uruguay, donde se limita la LVP a 6,5 años a ambos grupos, entonces las entoradas precozmente obtuvieron una media 4,2 terneros y las entoradas tradicionalmente una media de 3,3 terneros (Rovira 1973), es lógico que así sea, debido a que un grupo fue entorado un año antes que el otro. La misma situación fue registrada para la raza Blonde d'Aquitaine en un estudio sobre 7655 vacas

pertenecientes a 301 rodeos que fueron clasificadas en cinco grupos, según su edad al primer parto fuese entre 20 y 48 meses de edad. En este caso la LVP también fue limitada a una fecha fija que consistió en determinar el número de partos logrados por las vacas hasta seis años después de su primer parto, es decir aproximadamente a los ocho o nueve años de edad. En este caso las hembras entoradas entre los 20 y 27 meses de edad lograron un promedio de $4,8 \pm 0,1$ terneros y las entoradas por primera vez entre los 36 y 48 meses lograron una media de $4,4 \pm 0,1$ terneros, detectándose diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) (López Paredes *et al.* 2018). Por su parte, Aranciaga y Nösinger (2020), en un rodeo de vacas Aberdeen Angus, en la Cuenca del Salado, concluyen que, el primer servicio de las vaquillonas de reposición realizado a los 15 meses de edad no logró obtener un ternero más en la vida útil de los vientres, siendo el promedio de vida productiva (equivalente a LVP), de las vacas entoradas a los 15 meses de 5,06 años, mientras que la LVP promedio, para la misma categoría en las vacas Criollas fue de 7,45 años. En la Tabla 1 también podemos observar que la mediana, muestra diferencias más amplias que la media a favor de las vacas EPP36 para las tres variables más representativas: 29,9 meses para la LVP; 2,5 terneros para el NCT y 576,74 kg para PTC, esta medida de posición realza las diferencias entre ambos grupos de EPP,

que las pruebas de medias no pueden detectar debido a la variabilidad de los datos.

En la Tabla 2 se muestran las medidas de posición y dispersión para las variables LVP, NCT, PCT y PD1 según grupo (EPP24 y EPP36) y categoría (CA, CU, CO). En EPP24 se observa que los vientres de la cola de parición (CO), que, si bien son solo el 8,7%, presentan mejor comportamiento productivo con diferencias significativas respecto de las CA y CU en todas las variables estudiadas, excepto PD1. Además, las CU también muestran valores superiores a las CA. Es conocido que el éxito del entore precoz de las vaquillonas (EPP24), depende de varios factores asociados, como la edad, el peso, la ganancia diaria de peso, la nutrición, el genotipo y la bioestimulación (Panissa Germano 2009). Aquí se muestra que las vaquillonas con mayor tiempo para desarrollarse, es decir las que tuvieron su primer ternero como cola de parición CO, son las que luego a lo largo de toda su vida superaron ampliamente al resto, en todas las variables estudiadas, excepto en PD1. Siendo el NCT el carácter de mayor interés, se observa que, en promedio, las hembras CO superaron en 3 y 6,3 terneros más a lo largo de toda su vida productiva a las hembras CU y CA, respectivamente, y considerando la mediana las diferencias se acentúan, siendo que las CO superan en 5 terneros a las CU y en 9 a las CA. En las de entore tradicional (EPP36), ocurre el fenómeno inverso a lo observado en las EPP24, los vientres cola de parición (CO) que son el 8%, presentan los peores valores para LVP, NCT y PCT, aunque la prueba estadística no detecta diferencias significativas entre medias por las razones expuestas anteriormente. Solo en PD1, las CO muestran valores superiores y con significado estadístico. Las vacas más productivas fueron las CU que representan el 82% y superaron a las CA y CO para las tres variables más representativas LVP, NCT y PCT. Teniendo en cuenta, solo el NCT como la variable más definitoria de la productividad, las vacas CU superaron en promedio a las CA y a las CO en 2,1 terneros a lo largo de su vida y considerando la mediana esta diferencia se acrecienta a 4 terneros respecto a las CA y a 5,5 terneros respecto de las CO. Considerando que las vacas de entore tradicional (EPP36), tienen en promedio un año más de desarrollo fisiológico hasta llegar a su primer parto que las EPP24 y que este hecho favorece un mejor comportamiento reproductivo futuro, cuando esto último no ocurre y solo logran producir uno, dos o tres terneros en toda su vida productiva, es legítimo pensar que la causa de su baja producción puede obedecer principalmente a razones de índole genético. En el otro extremo están las vacas más productivas que podríamos definir las como aquellas que son capaces de destetar diez o más terneros a lo largo de su vida, siendo este hecho, más destacado en aquellas que han sido entoradas precozmente (EPP24).

En el análisis de la variable LVP se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas y no se detectaron efectos significativos de la interacción entre grupo y categoría ($P=0,10$) ni de los factores grupo ($P=0,87$) y categoría ($P=0,09$). Para la variable NCT, se verificó el cumplimiento de los supuestos y tampoco se detectaron efectos significativos de interacción ($P=0,12$), ni de ninguno de los factores principales grupo ($P=0,88$) y categoría ($P=0,06$). En cambio, en las variables PTC y PD1 se detectó heterocedasticidad en la combinación grupo y categoría. Para las dos variables se detectó efecto significativo únicamente de la categoría ($P=0,03$ y $P=0,0004$ para PTC y PD1, respectivamente). En la Tabla 3, se muestran

los resultados de la prueba DGC para la comparación entre medias por categoría.

Para PTC, la categoría CA (1423,63 kg) resultó la de menor productividad, no detectándose diferencias significativas entre CU (2085,35 kg) y CO (2312,22 kg). En el caso de PD1, la categoría CO fue la de mayor productividad (257,35 kg); y por el contrario a PTC, CA (222,08 kg) no se diferenció de CU (257,45 kg). Para ambas variables, la categoría CO es la que presenta mayor variabilidad tal como se observó en la Figura 2.

Considerando que la NCT es la característica más importante para definir la productividad en la vida de una vaca de cría, vamos a analizar detalladamente los resultados que se observan en las Figuras 3 y 4. En ésta última observamos para cada grupo de EPP, las frecuencias relativas para las categorías CA, CU y CO. Para ambos grupos de EPP, la categoría más frecuente es CU (86% para EPP24 y 82% para EPP36) donde, además, se registran todos los valores posibles de la variable, siendo NCT=2 el valor más frecuente para EPP24 y NCT=1 y NCT=15 para EPP36. La categoría CA, registró mayores frecuencias en el grupo EPP24 (13%) respecto a EPP36 (10%). Se destaca, que la mayoría de las EPP24 de esta categoría (8,6%) corresponden a vacas de baja productividad, que solo han tenido en toda su vida productiva 1 ó 2 terneros, mientras que en EPP36, solo el 1% tuvo 2, o menos de 2 terneros en su vida. Finalmente, para la categoría CO, se observó igual frecuencia en ambos grupos (8%). Contrariamente a lo ocurrido para la categoría CA, en el grupo EPP24 el mayor porcentaje (7%) corresponde a vacas muy productivas, con 9 o más de 9 terneros logrados en su vida y en el grupo EPP36 el 3% fue de baja productividad obteniendo solo 1 ternero en su vida productiva. En la Figura 3 podemos observar que en las EPP24 la frecuencia más alta (17%) corresponde a aquellas vacas que solo obtuvieron en su vida productiva 2 terneros, mientras que en las EPP36 la frecuencia más alta (12%) corresponde a aquellas vacas que solo tuvieron 1 ternero en su vida. Estos resultados son los principales responsables de disminuir el promedio de la característica en el rodeo, por lo cual se hace necesario trabajar en sus causas, para mejorar la productividad general. Para el caso de las EPP24, la causa de solo obtener un NCT=2, podría estar relacionada principalmente a un déficit en el desarrollo fisiológico de los vientres, debido a razones ambientales-nutricionales, que no les han permitido quedar preñadas en el tercer servicio. En cambio, en el caso del 12% de las EPP36 que solo logran un NCT=1, es más difícil de justificar desde el punto de vista ambiental y podría estar relacionado principalmente con aspectos de índole genético. Por otro lado, y en el otro extremo, están las vacas más productivas del rodeo, que han logrado obtener un NCT \geq 8 y que para el caso de las EPP24 son el 46% y para las EPP36 representan el 60% y que son las principales responsables de mantener alta la productividad general del rodeo.

A efectos de indagar posibles razones genéticas, tanto de la baja como de la alta productividad, hemos obtenido la matriz de parentesco para las 192 vacas, siendo el grado de parentesco aditivo (a_{zy}) promedio de todas ellas de 0,037. Luego, se procedió a identificar a aquellas hembras, presentes en ambos grupos (EPP24 y EPP36), que tuvieron 3 o menos crías a lo largo de su vida clasificándolas como vacas de baja productividad (NCT \leq 3) y, por otro lado, identificamos a aquellas

Tabla 2. Medidas de posición y dispersión para las variables longitud de vida productiva (LVP), número de crías totales (NCT), producción total de carne (PTC) y peso promedio al destete de la primera cría (PD1) por categoría (CA: cabeza; CU: cuerpo; CO: cola) para las vacas de servicio precoz (EPP24) y de servicio tradicional (EPP36). Letras diferentes indican diferencias entre medias por categoría para cada variable ($P<0,05$).
Table 2. Position and dispersion measurements for length of productive lifespan (LVP), total number of calves (NCT), total meat production (NCT) and weaning weight for first calf (PD1) by category (CA, head; CU: body; CO: tail) for early bred heifers (EPP24) and traditional bred heifers (EPP36). Different letters indicate significant differences between means by category for each variable ($P<0,05$).

EPP	Estadísticos	CA	CU	CO	CA	CU	CO	CA	CU	CO	CA	CU	CO
		LVP (meses)			NCT (n°)			PTC (kg/vientre)			PD1 (kg/cría)		
24	Media	53,1 ^a	91,2 ^{ab}	127,9 ^b	4,5 ^a	7,8 ^{ab}	10,8 ^b	1079,4 ^a	1884,8 ^{ab}	2787,8 ^b	217,3 ^a	236,9 ^a	257,1 ^b
	Mediana	25,6	80,9	132,6	2	7	11	469,2	1726,7	2870,5	230,6	239,7	248,6
	EE	15,95	7,25	14,46	1,26	0,59	1,09	309,4	144,3	272,7	9,21	2,29	8,45
36	Media	87,5	110,2	81,1	7,2	9,3	7,2	1767,8	2285,8	1836,4	226,8	236,8	257,5
	Mediana	74,4	116,9	49,6	6,0	10,0	4,5	1424,3	2433,6	1051,1	240,2	239,0	254,5
	EE	20,5	6,9	28,9	1,56	0,57	2,45	387,8	138,16	636,5	11,3	2,92	7,7

EE: error estándar.

Tabla 3. Medias por categoría para las variables producción total de carne (PTC) y peso al destete del primer ternero (PD1). Letras diferentes indican diferencias entre medias por categoría para cada variable ($P<0,05$).

Table 3. Means for total meat production (NCT) and weaning weight for first calf (PD1) by category. Different letters indicate significant differences between means by category for each variable ($P<0,05$).

	PTC (kg/vientre)		PD1 (kg/cría)	
	Media	EE	Media	EE
Cabeza	1423.63 ^A	248.08	222.08 ^A	7.3
Cuerpo	2085.35 ^B	99.92	236.89 ^A	1.85
Cola	2312.22 ^B	346.28	257.35 ^B	5.74

EE: error estándar.

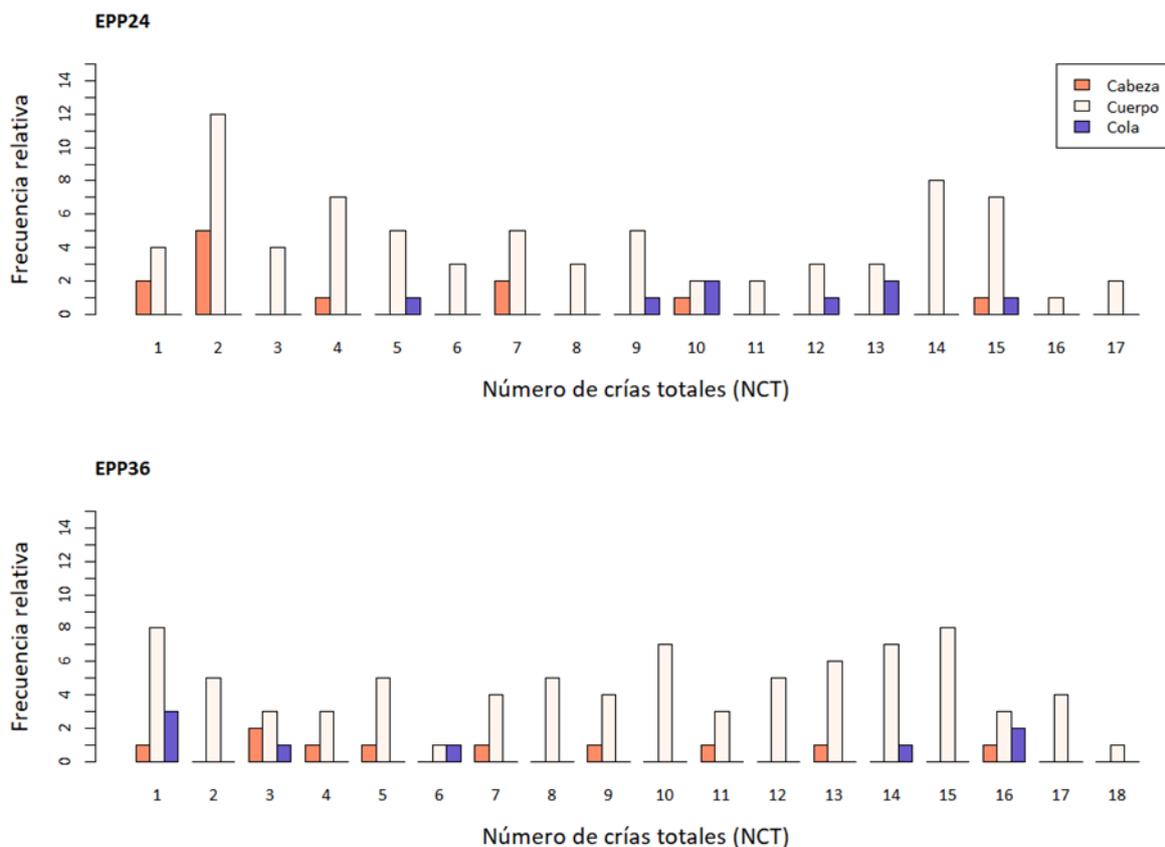


Figura 4. Distribución de frecuencias relativas para la variable número de crías totales (NCT) para cada grupo por edad al primer servicio (EPP24, arriba) y tradicional (EPP36, abajo) según categoría de parición: Cabeza (naranja), Cuerpo (blanco) y Cola (violeta).

Figure 4. Relative frequency distribution for total number of calves (NCT) for each group by age at first bred, early (EPP24, top) and traditional (EPP36, bottom) according to category: head (orange), body (white) and tail (purple).

que tuvieron 10 o más crías a lo largo de su vida y se clasificaron como vacas de alta productividad ($NCT \geq 10$); resultando un total de 133 madres y 8911 relaciones aditivas. En este caso, el a_{ZY} promedio de los dos grupos, el de baja más el de alta productividad ($n=133$) fue de 0,040, similar al de la población total. Las vacas de baja productividad ($n=49$), con $NCT \leq 3$ tuvieron un $a_{ZY}=0,071$ y las vacas de alta productividad ($n=84$), con un $NCT \geq 10$, tuvieron un $a_{ZY}=0,047$ (Tabla 4). En primer lugar, es interesante destacar que las vacas de baja productividad $NCT \leq 3$, comparten entre sí mayor proporción de genes que el promedio de la población total, casi el doble. Las de alta productividad $NCT \geq 10$, mantienen valores más cercanos al promedio, manifestando así mayor diversidad genética entre ellas, frente a las de menor productividad. Dentro de las 133 se detectaron 8 vacas consanguíneas, todas corresponden a la categoría de baja productividad, 6 pertenecen al grupo EPP24 y 2 al EPP36. De las vacas consanguíneas, tres tuvieron un $NCT=1$ y las otras cinco un $NCT=2$, y se destaca que ninguna vaca consanguínea estuvo en la categoría de alta productividad. Luego se identificaron aquellas hembras menos productivas, que solo obtuvieron un $NCT=1$ para ambas categorías, en EPP36 ($n=12$), y en EPP24 ($n=6$) resultando en 171 relaciones aditivas, cuyo coeficiente de parentesco (a_{ZY}) promedio fue de 0,13, casi cuatro veces mayor al promedio general. Para las doce

vacas EPP36, el a_{ZY} promedio resultó 0,17 y en las EPP24 el a_{ZY} promedio fue 0,33. Nuevamente, se observa una relación estrecha entre baja productividad y la mayor relación de parentesco entre los animales, lo cual indica que la componente genética cumple un papel importante en la expresión fenotípica de este carácter. En líneas generales se observa que, a mayor relación de parentesco entre los animales, es decir a mayor uniformidad genética menor productividad. Varios autores destacan los cuidados y el manejo, principalmente nutricional, que se debe tener para lograr buenas respuestas productivas al implementar el entore precoz de vaquillonas a los 15 meses de edad (Morris 2003), sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, pareciera que no basta solo con ofrecer buenos cuidados ambientales, sino que existe una componente genética que limita o favorece la productividad de los vientres y es necesario considerarla al momento de elegir las vaquillonas candidatas a recibir su primer entore, no solo precoz, sino también y principalmente a las de entore tradicional, que son las que tienen mayor tiempo para lograr un buen desarrollo fisiológico hasta su primer parto y si luego su NCT es bajo, perjudican la productividad media del rodeo, siendo su costo de mantenimiento en el rodeo muy alto.

Tabla 4. Frecuencia de vacas de baja productividad ($NCT \leq 3$; $n=49$) y de alta productividad ($NCT \geq 10$; $n=84$) según tengan servicio precoz (EPP24) o tradicional (EPP36) y sus respectivos coeficientes de parentesco promedio (a_{ZY}).

Table 4. Frequency of low productivity cows ($NCT \leq 3$, $n=49$) and high productivity ($NCT \geq 10$, $n=84$) for group according to age at first bred, early (EPP24) and traditional (EPP36) and their average additive relationship coefficient (a_{ZY}).

Categoría	Número de Crías Totales (NCT)												
	Baja productividad			Alta productividad									
	1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
EPP24	6	16	4	5	2	4	5	7	8	1	2	0	60
EPP36	12	5	6	7	4	5	7	8	8	6	4	1	73
a_{ZY} medio	0,071			0,047									
a_{ZY} general	0,04												

Conclusiones

Las vacas de la raza bovina Criolla Argentina en promedio, mostraron muy alta productividad a lo largo de su vida. En términos generales, la implementación del entore precoz (*i.e.* EPP24) frente al entore tradicional (*i.e.* EPP36), no mejoró la productividad del rodeo y tampoco se obtuvo un ternero más a lo largo de la vida productiva de la vaca, sino todo lo contrario. Las vaquillonas cola de parición fueron las más productivas. Se destacaron algunos vientres por su alta productividad, mientras que otros son muy improductivos en ambos grupos de manejo. Los más improductivos presentaron mayor uniformidad genética y los más productivos, exhibieron mayor diversidad. La productividad general podría mejorarse en ambos grupos de manejo reproductivo, identificando de antemano las candidatas menos emparentadas entre sí y reduciendo la temporada de servicios, de tal manera de postergar la fecha del primer parto, particularmente en las vaquillonas de entore precoz. El tema reviste gran interés biológico y productivo, no solo para la raza bovina Criolla, sino para todas las razas

productoras de carne, principalmente aquellas que se utilizan mayoritariamente.

Contribuciones de los autores

Todos los autores participaron de igual manera en el trabajo Intelectual y técnico-experimental.

Agradecimientos

A la familia Garcarena, particularmente a Martín padre e hijo, quienes fundaron el rodeo de la raza bovina Criolla en la Estancia Cruz de Guerra en el año 1986 y mantuvieron el registro de sus datos genealógicos y productivos hasta la actualidad.

Bibliografía

Aranciaga C, Nösinger Alvez PA (2020) 'Influencia del servicio anticipado en la vida útil de los vientres en el rodeo de cría'. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

- Brito LF, Oliveira HR, McConn BR, Schinckel AP, Arrazola A, Marchant-Forde, JN, Johnson JS (2020) Large-scale phenotyping of livestock welfare in commercial production systems: A New Frontier in Animal Breeding. *Frontiers in genetics* **11**, 793.
- Carrillo C (1988) Capítulo IX Entore de vaquillonas y manejo de vaquillonas antes y después del parto. En 'Manejo de un rodeo de cría'. (Editorial hemisferio sur S.A, Buenos Aires, Argentina) pp. 115-133
- Cauhepe MA, Cafaro La Menza N (2014) Servicio precoz en vacunos en la Pampa Inundable y base científica de prácticas corrientes. Revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal* **34**, 23-31.
- Cieza RI (2006) Rescatando el potencial agroecológico en la Cuenca del Salado. *Theomai* **13**, 1-15.
- Coster A (2022) `_pedigree: Pedigree Functions`. R package version 1.4.2, <<https://CRAN.R-project.org/package=pedigree>>
- Da Gama LT (2002) Consanguinidade Capítulo 4. En *Melhoramento genético animal*. (Escolar Editora, Lisboa, Portugal. ISBN: 972-592-151-8) pp. 61-84
- Dakay I, Marton D, Bene S, Kiss B, Zsuppán Z, Szabó F (2006) The age at first calving and the longevity of beef cows in Hungary. *Archives Animal Breeding* **49**, 417-425.
- Damiran D, Larson K, Pearce L, Erickson, N, Lardner HA (2018) Effects of heifer calving date on longevity and lifetime productivity in western Canada. *Sustainable Agriculture Research* **7**, 11-17.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini, MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW (2016) InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fernandes J, GA. Garcia DA, Hortolania B, Albuquerque, LG (2019) Phenotypic relationship of female sexual precocity with production and reproduction traits in beef cattle using multivariate statistical techniques. *Italian Journal of Animal Science* **18**, 182-188.
- Flores J, Aguilar D, Hug G, Gomez M (2016) Primer servicio de la vaquillona a los 15 meses. Noticias y Comentarios 533, 1-4. INTA EEA Mercedes, Argentina. (INTA Ediciones).
- López-Paredes J, Pérez-Cabal MA, Jiménez-Montero JA, Alenda R (2018) Influence of age at first calving in a continuous calving season on productive, functional, and economic performance in a Blonde d'Aquitaine beef population. *Journal of Animal Science* **96**, 4015-4027.
- Martínez RD (2008) 'Caracterización genética y morfológica del bovino criollo argentino de origen patagónico'. Tesis Doctoral, Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Maresca S, Quiroz García JL, Plorutti, F (2011) 'Eficiencia reproductiva en rodeos de cría de la Cuenca del Salado'. (Ediciones INTA).
- Morris ST (2003) Entore de vaquillonas de 15 meses. *Revista Hereford* **67**, 86-87.
- Mousel EM, Cushman RA, Perry GA, Kill LK (2012) Effect of heifer calving date on longevity and lifespan productivity in 'Proceedings applied reproduction strategies in beef cattle'. p. 23-31 (*Angus Journal, Sioux Falls, SD, USA*)
- Panissa Germano GM (2009) Caracterización del peso vivo y la edad a la pubertad en terneras de diferentes biotipos de razas para carne. Tesis de Grado, Universidad de la República, Uruguay.
- R Core Team (2019) A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rearte D (2011) Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal* **19**, 46-49.
- Rovira J (1973) Capítulo III Edad a la primera parición. En 'Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Reimpresión. (Editorial Hemisferio Sur, Montevideo Uruguay) pp. 43-64.
- Viñoles C (2016) Desafíos del entore de 14 meses. *Revista INIA* Nro 44. Pag 6-9.