

Una visión sobre la genética bovina para sistemas criadores en condiciones pastoriles

Guillermo de Nava¹, DMV, MAgrSc

¹Médico veterinario, miembro de la Academia Nacional de Medicina Veterinaria y profesor honorario de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de la República (UDELAR) - Uruguay. e-mail: gtdens@adinet.com.uy

Introducción

Los kilos de terneros destetados por unidad de superficie en un sistema criador pueden considerarse como una función del pasto que comen los vientres por hectárea y de la eficiencia de conversión de ese pasto en terneros. Los recursos básicos del suelo, las especies botánicas presentes, el manejo del pastoreo, la carga animal, el nivel de nutrición, la sanidad, el manejo reproductivo y la genética de los animales determinan, en mayor o menor medida, la productividad por hectárea en esos sistemas criadores. Este artículo pretende discutir específicamente cómo el componente genético del ganado puede influir en el proceso de transformación de pasto a terneros.

Objetivos para una cría pastoril

El objetivo teórico universal establecido para la cría de obtener un ternero por vaca por año no toma en cuenta la productividad del sistema en pastoreo. Por esa razón, se ha propuesto una meta diferente para los rodeos de cría manejados sobre pasturas. El objetivo que buscamos es lograr una gran cantidad de terneros destetados por unidad de superficie, producidos por un rodeo de cría manejado con una carga animal lo suficientemente alta y con un programa reproductivo lo suficientemente controlado, como para alcanzar un equilibrio sustentable entre un alto aprovechamiento de forraje y una alta eficiencia de conversión de pasto en terneros (de Nava, 2000). Con esta meta, pasamos de considerar la producción individual a poner foco en la productividad por unidad de superficie del sistema criador, un aspecto relevante para definir el retorno económico de la empresa ganadera manejada en condiciones pastoriles.

Evolución de la genética de las vacas en los sistemas criadores

La tarea básica de una vaca de cría, que es la de transformar el pasto de menor calidad en terneros, no ha cambiado en los últimos cien años. Sin embargo, las razas más populares de ganado están en un permanente cambio en su genética y en su composición corporal en la mayoría de los países en donde la actividad ganadera es relevante (de Nava y Rodríguez, 2023). Nunca ese cambio genético estuvo tan acelerado como en las últimas décadas debido a la disponibilidad de herramientas modernas de selección y de técnicas artificiales de reproducción animal, tales como la IATF y la fertilización in vitro. Esos cambios genéticos han determinado un mayor potencial de crecimiento, con carcasas más pesadas, asociados a un documentado incremento en el peso adulto de las vacas en diversos países del mundo (Olson et al, 2011; Farrell et al, 2021; de Nava, 2022). Para

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

tomar el ejemplo de Uruguay, el peso de faena entre 1996 y 2020 se ha incrementado 68 kg (2,72 kg/año) y 93 kg (3,72 kg/año) en vacas y toros, respectivamente (de Nava, 2022).

Respuestas indirectas a la selección

Se han reportado correlaciones genéticas desfavorables entre el peso de la vaca y la fertilidad, y entre el peso de la vaca y la habilidad de permanencia de los vientres en el rodeo (Buttram y Willham, 1989; Mwansa et al, 2002; Molinuevo, 2005; Berry y Evans, 2014). La producción vitalicia de peso de terneros destetados también se correlacionó negativamente con el peso adulto de la vaca (Snelling et al, 2019). El aumento de peso de las vacas de cría puede llevar a una reducción en la eficiencia en la función de transformación de pasto en terneros (Olson et al, 2011; Scasta y col, 2015) y a aumentar los costos anuales de producción en una empresa criadora (Lalman, 2019). Por ello, hay muchos trabajos publicados internacionalmente que, en ambientes y manejo de pastoreo muy diversos, asocian un mayor tamaño de la vaca de cría con menos productividad y menores retornos económicos por unidad de superficie de pastoreo (Els, 2000; Molinuevo, 2005; Doye y Lalman, 2011; Nasca y col, 2015; Bir y col, 2018; Thompson y col, 2020; Ziegler et al, 2020; Ringwall et al, 2021). Un mayor peso adulto lleva al aumento en los requerimientos nutricionales de los vientres y, para que estos puedan ser satisfechos, se deben incrementar los costos por suplementación o reducir la carga animal con que se manejan las vacas en los sistemas criadores, lo que puede tener consecuencias productivas y económicas negativas a nivel predial.

¿Hay avances documentados de mejoras genéticas en la vaca de cría?

Mientras se registran avances extraordinarios en el mejoramiento genético en rasgos productivos individuales del ganado de carne tales como crecimiento, peso de faena, características de la carcasa o eficiencia alimenticia, no existen evidencias documentadas de que se están haciendo avances en el mejoramiento genético en las vacas de cría que mejoren la productividad de los sistemas criadores en condiciones pastoriles para la mayoría de los países. No hay evidencias sólidas de que las vacas modernas transformen el pasto en terneros más eficientemente, que tengan más precocidad sexual, que sean más fértiles, más adaptadas a los ambientes pastoriles, o más resistentes a algunas enfermedades. Ni siquiera hay evidencias concluyentes de que las vacas modernas logren destetar terneros más pesados cuando son manejadas en las condiciones comerciales más corrientes, o de que un eventual mayor peso al destete pueda compensar el incremento de costos anuales por manejar vacas con mayores requerimientos nutricionales de mantenimiento. La discusión en la Sección anterior permitiría inferir, incluso, que se podrían estar dando retrocesos en la eficiencia con que las vacas de carne transforman el pasto en terneros por los antagonismos descritos con sus pesos adultos. Esto es lo que parece indicar un análisis de una importante base de datos de rodeos irlandeses que reportó que el mérito genético en el intervalo entre partos de las vacas de carne ha ido empeorando con los años (Barry y col, 2014), lo que según los autores puede estar ocasionando un deterioro genético en la habilidad de las vacas para preñarse y un perjuicio en la rentabilidad de los predios ganaderos.

Redefinir la genética bovina superior en condiciones pastoriles

Molinuevo (2005) afirma que no basta con que los animales seleccionados sean genética o individualmente más productivos, sino que es el sistema que los utiliza el que debe expresar una mayor productividad. Si ponemos el foco en aumentar la productividad y el retorno económico de los sistemas en pastoreo, debemos conciliar la tarea básica de la vaca de cría de transformar el pasto de menor calidad en terneros con programas genéticos que permitan obtener animales fértiles, rústicos, adaptados al ambiente y al manejo del pastoreo. Para ello, debemos plantearnos un cambio de paradigma en los objetivos y criterios de selección en los programas de mejoramiento genético para los sistemas criadores en condiciones pastoriles, buscando constante y asertivamente hembras bovinas de reemplazo con madurez sexual temprana, que sean fértiles y adaptadas a su ambiente de pastoreo, funcionales en todo el proceso que lleva de la concepción al destete, que tengan la habilidad de mantenerse en el rodeo por una larga vida productiva y posean una alta producción de peso de destete acumulado. Para ello, las vacas tendrán que ser muy moderadas en tamaño y tener la fortaleza para sortear las restricciones de forraje que suelen encontrarse en diversas épocas del año, así como también tendrán que ser resilientes como para poder superar diferentes estresores ambientales.

Manejo del riesgo de daño genético

En este último escenario, se deberá manejar el riesgo del daño genético (Bourdon, 1988), en el que la introducción de material genético al rodeo puede, muchas veces imperceptiblemente, reducir la habilidad de los vientres para transformar pasto en terneros. En nuestra práctica profesional, hemos encontrado (de Nava, 2020; de Nava, 2022) que la elección de los toros en programas de inseminación ya puede afectar la tasa de preñez desde el inicio mismo de la primera estación reproductiva de una generación de hijas. Por ejemplo, en un predio se analizó la tasa de preñez hallada en un grupo contemporáneo de vaquillonas hijas de dos toros Angus norteamericanos que habían sido usados al azar en un programa de IATF, cuyo mérito genético no variaba en los EPDs para circunferencia escrotal o grasa, pero sí en otros rasgos. El toro A y el toro B tenían en su momento una estimación de mérito genético para peso adulto de la vaca de +41 (ubicado en el 65% de la población de USA) y -83 (ubicado en el 95% de la población de USA), y de preñez de vaquillonas de +7,3 (10% peor de la población de USA) y +12,8 (25% mejor de la población de USA), respectivamente. La tasa de preñez global en un entore de 90 días fue de 80% (24/30) y 100% (12/12) para las vaquillonas hijas del toro A y B, respectivamente.

Otro ejemplo similar se muestra en la Figura 1, en donde el comportamiento reproductivo de vaquillonas hijas de diferentes toros usados al azar en un rodeo también tendió a ser diferente. La tasa y la calidad de preñez tendió a ser mejor en aquellas hijas de toros con indicios de mérito genético favorables en fertilidad y positivos en grasa, y en aquellas hijas de padres con mérito genético en peso adulto de la vaca bajo, hallazgos que aportan evidencia adicional al concepto descrito por Bonsma (1983) en el sentido de que hay toros que mejoran la fertilidad de una raza, mientras otros la deterioran. El riesgo de introducir material genético en el rodeo que perjudique rasgos de conveniencia en los sistemas criadores es real y constante, aunque permanezca imperceptible en muchas circunstancias. En ese sentido, la Figura 2 muestra la ciclicidad previo al servicio de 377 vaquillonas de 18 meses, hijas de 17 padres distintos, nacidas en un solo

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

predio y concebidas en un solo programa de IATF. En este estudio, solo se tomaron en cuenta los padres que tuvieran al menos 4 hijas. Puede verse en esos datos, que la tasa de ciclicidad en las hijas, y por ende la capacidad para quedar preñadas tempranamente en la estación reproductiva, varió con los diferentes padres utilizados.

Todos estos hallazgos permiten además cuestionar la difundida creencia de que se puede llevar a cabo una selección efectiva por fertilidad de las vacas solamente eliminando del rodeo las hembras que fallan en destetar un ternero. La eliminación de los vientres que no destetan un ternero es una condición necesaria para esa selección por rasgos de fertilidad, pero no resulta suficiente, precisamente por el riesgo genético que existe cada vez que se introducen genes a un rodeo mediante monta natural o inseminación sin tomar en cuenta el eventual daño que estos germoplasmas pueden ocasionar en la función de la progenie para cada ambiente de pastoreo en particular. Por un lado, el concepto del control del daño genético en el rodeo de cría apunta a evaluar permanentemente las respuestas indirectas a la selección por otros caracteres de performance en la población, mientras que la búsqueda de animales más fértiles y adaptados en los programas de mejoramiento en la cría supone, por su parte, identificar los mejores reproductores en estos otros rasgos de conveniencia (Zietsman, 2014), tomando en cuenta aspectos tales como el balance hormonal, la condición corporal inherente, así como el comportamiento reproductivo de sus ancestros.

Para la obtención de vientres funcionales se requiere comprender que, en condiciones pastoriles, a menudo se manejan los animales con recursos alimenticios restrictivos que limitan la expresión del potencial genético en caracteres como crecimiento, y que las mermas en los indicadores reproductivos del predio serán tanto mayores en la medida que las hembras sean menos robustas (Friggens et al, 2017) y resilientes (Berghof et al, 2019; Llonch et al, 2020). La Figura 3 muestra las tasas de preñez obtenidas en un plantel de vacas Angus y Hereford adultas de un establecimiento ganadero en el que los vientres acceden a él con dos orígenes: vacas a las que para entrar al plantel se les exige cumplir con el requisito de haber quedado preñadas por inseminación en el primer día de sus primeras dos estaciones reproductivas y vacas que, sin necesariamente cumplir con esos requisitos de fertilidad, entran al plantel simplemente por ser de pedigree. En esta Figura se muestra que, manejadas en los mismos potreros y con el mismo manejo del pastoreo, las vacas que cumplieron con requisitos de fertilidad para entrar al plantel tienden a tener mejores tasas de preñez que sus contrapartes.

El manejo del riesgo de daño genético supone también comprender que hay relaciones genéticas potencialmente antagonistas entre caracteres llamados productivos y de fertilidad (Cushman y Perry, 2012). Uno de esos ejemplos de rasgos antagonistas con la fertilidad es el consumo residual de alimento (RFI), un parámetro de eficiencia alimenticia medido generalmente sobre animales en crecimiento manejados en feedlots. El Cuadro 1 proporciona información sobre los diferentes reportes que asocian líneas más eficientes en RFI (RFI negativos) con peores rasgos reproductivos, tanto en hembras como en machos, un hecho que también ha sido reportado recientemente por investigadores canadienses (Delver et al, 2023) que encontraron que las vacas con mejor comportamiento reproductivo tienden a comer una mayor cantidad de materia seca que sus contrapartes que, sin embargo, tienen menor RFI. Muchos de los efectos negativos sobre la fertilidad que se reportan con líneas genéticas con una supuesta mayor eficiencia alimenticia a corral que se muestran en el Cuadro 1 se dan por una menor deposición

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

grasa de estos animales. Sin embargo, en condiciones pastoriles, donde hay tantas fluctuaciones estacionales en la calidad y cantidad del pasto ofrecido, la habilidad de depositar grasa por parte de las vacas puede estar asociada con mayores niveles de productividad y eficiencia en las vacas de cría (Walmsley et al, 2016; Delver et al, 2023). El mérito genético positivo en grasa es valorado negativamente en las evaluaciones genéticas de algunos países, pero una mayor grasa mejora la tasa y calidad de preñez en vaquillonas (Jones y col, 2018), está asociada con más cantidad de vacas paridas temprano (Berry y Evans, 2014; Delver et al, 2023) y a una mayor habilidad de permanencia de las vacas en el rodeo (Berry y Evans, 2014; Boldt et al, 2018).

¿Qué características buscar para la obtención de una vaca de cría eficiente?

Para que el programa de selección sea efectivo, debemos tener presente las características que hacen que una vaca sea eficiente en nuestros sistemas de cría. Los rasgos que se buscan pueden sintetizarse en la siguiente lista (de Nava, 2020):

- Precocidad (madurez sexual temprana)
- Alta Fertilidad
- Ausencia de partos distócicos
- Resistencia a enfermedades
- Requerimientos nutricionales de mantenimiento bajos
- Habilidad de permanencia en el rodeo (Longevidad)
- Habilidad para convertir el pasto en una gran cantidad de kilos acumulados de terneros destetados (Producción vitalicia)
- Que produzca terneros “suficientemente buenos”

Aunque el dato de la producción acumulada de kg destetados de una vaca requiere tiempo y registros adecuados para su determinación, tiene una heredabilidad de entre 0,40 y 0,50 para vacas de 10 años de edad (Snelling et al, 2019), lo que determina que se pueden hacer progresos genéticos cuando se toma en cuenta este rasgo de selección.

¿Cómo buscamos fertilidad en el programa de selección?

Considerando esas características que definen a una vaca eficiente, las prácticas que hemos encontrado útiles para conseguirlas son:

1. Refugo sin excusas de todos los vientres que fallan en destetar un ternero en el sistema. En algunos escenarios se refuga incluso aquellas que paren tardíamente.
2. Se desafían las vacas al ambiente de producción. Esto es particularmente necesario para el caso de los planteles.
3. Se producen o se introducen toros de reposición solamente hijos de vientres que paren temprano en la estación reproductiva, que preferentemente lo hayan hecho así por muchos años, y que hayan tenido una producción de terneros destetados

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

acumulada en su vida productiva alta, que además sean estructuralmente correctos (ausencia de problemas).

4. Un ternero no puede ser usado como reposición de toros si su nacimiento fue de un parto distócico.
5. Si se introduce genética externa al rodeo, debe provenir de programas que también tengan énfasis en los rasgos de función materna ya descritos y cuyo biotipo sea robusto, adaptado al ambiente de producción.
6. Si están disponibles, se utilizan herramientas como estimaciones de mérito genético o datos genómicos en preñez de vaquillonas, espesor de grasa, días al parto o habilidad de permanencia para selección de germoplasma a introducir en el sistema, como ayuda de selección.

Con este planteo, contribuimos a lograr fertilidad práctica, al adaptar la hacienda a nuestro ambiente y sistema de producción, y también fertilidad inherente al buscar, dentro de cada biotipo elegido, aquellos animales con mayor capacidad reproductiva. La aplicación de estos principios en los programas de mejoramiento genético en rodeos de cría durante más de dos décadas ha llevado a la obtención de indicadores reproductivos altos con vacas funcionales, produciendo hijos con datos genómicos muy buenos en habilidad de permanencia (ver Figura 4), un rasgo que potencia la cantidad de hijos que pueden tener las madres en el rodeo (Culberston y Atkins, 2021).

Comentarios Finales

La tarea básica de una vaca de cría es la de transformar el pasto de menor calidad en terneros, posibilitando una alta producción de carne por unidad de superficie en el sistema criador. A pesar de que esa habilidad de las vacas para transformar el pasto en terneros es una tarea que permanece relevante e incambiada desde hace más de un siglo, los ganados de cría están en un permanente cambio en su composición genética y corporal, cambios que son mucho más acelerados en los últimos tiempos debido a la disponibilidad de las herramientas modernas de selección y de tecnologías reproductivas de avanzada. Hay evidencia publicada de que las tendencias y los cambios genéticos que están teniendo lugar en la mayoría de las razas más populares, aunque positivos y valiosos para determinados segmentos de la cadena cárnica, pueden estar reduciendo la productividad, incrementando los costos e impactando negativamente en el retorno económico de los sistemas criadores. Por todo ello, se considera necesario que los programas de mejoramiento genético pongan especial énfasis en la selección de aquellos rasgos de importancia económica para los sistemas criadores, tales como la fertilidad, la rusticidad, la adaptación al ambiente de pastoreo, la habilidad de permanencia y la producción acumulada de kilos de terneros destetados. Los responsables de estos programas de mejoramiento genético deberán entender los eventuales antagonismos entre los diferentes caracteres y las respuestas indirectas a la selección, así como deberán tener un control del riesgo genético al introducir material genético en la población. Las madres de los toros de reposición deben ser vientres que se destaquen en la función materna y deben ser apareadas con toros que también provengan de líneas genéticas que contribuyan en estos rasgos.

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Referencias

Arthur, P. F., Herd, R. M., Wilkins, J. F., & Archer, J. A. 2005. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for post-weaning residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(8), 985-993.

Awda, B. J., Miller, S. P., Montanholi, Y. R., Voort, G. V., Caldwell, T., Buhr, M. M., & Swanson, K. C. 2013. The relationship between feed efficiency traits and fertility in young beef bulls. *Canadian Journal of Animal Science*, 93(2), 185-192.

Basarab, J. A., McCartney, D., Okine, E. K., & Baron, V. S. 2007. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. *Canadian Journal of Animal Science*, 87(4), 489-502.

Basarab, J. A., Colazo, M. G., Ambrose D. J., Novak S., McCartney D., Baron V. S. 2011. Residual feed intake adjusted for backfat thickness and feeding frequency is independent of fertility in beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science*. 91(4): 573584.

Berghof T.V.L., Poppe M., Mulder H.A. 2019. Opportunities to Improve Resilience in Animal Breeding Programs. *Front Genet*. 2019 Jan 14 9:692.

Berry, D.P.; Evans, R.D. 2014. Genetic of reproductive performance in seasonal calving beef cows and its association with performance traits. *Journal of Animal Science*. 92:1412-1422.

Berry, D.P.; Wall, E.; Pryce, J.E. 2014. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal* 8 s1:105-121.

Bir, C.; DeVuyst, E.A.; Rolf, M.; Lalman, D. 2018. Optimal beef cow weights in the U.S. Southern Plains. *Journal of Agricultural and Research Economics* 43:103-117.

Boldt, R. J., S. E. Speidel, M. G. Thomas, and R. M. Enns. 2018. Genetic parameters for fertility and production traits in Red Angus cattle. *Journal of Animal Science*. 96:4100– 4111.

Bonsma, J. 1983. *Man Must Measure*. Ed. Applied Genetics Publishing Inc. Agi Books. 256 pag.

Bourdon, R. 1988. Bovine Nirvana-from the perspective of a modeler and purebred breeder. *Journal of Animal Science*. 66:1892-1898.

Copping, K., Accioly, J., Deland, M., Edwards, N., Graham, J., Hebart, M., R. M. Herd, F. Jones, M. Laurence, S. J. Lee, E. J. Speijers, Pitchford, W.. 2018. Divergent genotypes for fatness or residual feed intake in Angus cattle. 3. Performance of mature cows. *Animal Production Science*, 58:55-66.

Crowley, J. J., Evans, R. D., Mc Hugh, N., Kenny, D. A., McGee, M., Crews Jr, D. H., & Berry, D. P. 2011. Genetic relationships between feed efficiency in growing males and beef cow performance. *Journal of Animal Science*, 89:3372-3381.

Culbertson, R., Atkins, J. 2021. Stayability EPD. Does it work?

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

<https://www.internationalgeneticsolutions.com/site/index.php/component/content/article/95-igs-news/104-stayability-epd-does-it-works?Itemid=437>.

Cushman, R.A.; Perry, G.A. 2012. What we know about the genetic of reproduction. *Applied Reproductive Strategies in Beef cattle* 2012:165-173.

Delver, J.J.; Lardner, H.A.; McKinnon, J.J.; Ribeiro, G.O.; Asai-Coakwell, M.; Penner, G.B. 2023. Development of an efficiency ranking system for beef cows and effects on feed intake, ruminal fermentation, NDF turnover, and apparent total tract digestibility. *Can. J. Anim. Sci.* 00: 1–14 (2023) | [dx.doi.org/10.1139/cjas-2023-0004](https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0004)

de Nava, G.T. 2000. Un programa de asesoramiento técnico para rodeos de cría del Uruguay. *Seminario de la Vaca de Cría. Salto Setiembre 2000.* 56-72.

de Nava, G. 2011. Reproducción en los rodeos de cría pastoriles: En enfoque de un veterinario de campo. *Proc. Jornadas Uruguayas de Buiatría* 39:68-77.

de Nava, G. 2020. De pasto a terneros: La importancia de considerar la genética de las vacas. *Revista Plan Agropecuario* 175:42-47.

de Nava, G. 2022. De pasto a terneros: Una visión global sobre la cría. *Anuario Sociedad de Criadores de Angus de Uruguay.* 2022:90-97.

de Nava, G.; Rodríguez, M. 2023. La mejora genética de la productividad materna en rodeos de cría del Uruguay. *Anuario Sociedad de Criadores de Angus de Uruguay.* 2023:68-78.

Els, J.F. 2000. The influence of frame size/breed and stocking rate on the reproduction and production of beef cattle. *Preliminary results. Agrícola* 2000:29-32.

Doyle, D.; Lalman, D. 2011. Moderate versus big cows: Do big cows carry the weight on the ranch? *Proc Annual Meeting Southern Agricultural Economics Association* 2011: 120.

Friggens NC, Blanc F, Berry DP, Puillet L. 2017. Review: Deciphering animal robustness. A synthesis to facilitate its use in livestock breeding and management. *Animal.* 11:22372251.

Hafla, A. N., Lancaster, P. A., Carstens, G. E., Forrest, D. W., Fox, J. T., Forbes, T. D. A., ... & Holloway, J. W. 2012. Relationships between feed efficiency, scrotal circumference, and semen quality traits in yearling bulls. *Journal of Animal Science*, 90: 3937-3944.

Jones, F., Accioly, J., Copping, K., Deland, M., Graham, J., Hebart, M., Herd, R., Laurence, M., Lee, S., Speijers, J., Pitchford, W. 2018. Divergent breeding values for fatness or residual feed intake in Angus cattle. 1. Pregnancy rates of heifers differed between fat lines and were affected by weight and fat. *Animal Production Science*, 58(1):33-42.

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Lalman, D. 2019. Matching beef cows to forage resources. Proceedings, Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle; August 20-21, 2019; Knoxville, TN 2019:279-285.

Llonch, P.; Hoffmann, G.; Bodas, R.; Mirbach, D.; Verwer, C.; Haskell, M.J. 2020. Opinion paper: Measuring livestock robustness and resilience: are we on the right track? *Animal* 14:667-669.

Molinuevo, H. 2005. Genética Bovina y Producción en Pastoreo. INTA. 347 pag.

Mu Y., Vander Voort G., Abo-Ismael M. K., Ventura R., Jamrozik J., and Miller S. P. 2016. Genetic correlations between female fertility and postweaning growth and feed efficiency traits in multibreed beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 96:448–455.

Mwansa, P.B.; Crews, D.H.; Wilton, J.W.; Kemp, R.A. 2002. Multiple trait selection for maternal productivity in beef cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 119:391-399.

Nasca, J.A.; Feldkamp, C.R.; Arroquy, J.I.; Colombatto, D. 2015. Efficiency and stability in subtropical beef cattle grazing systems in the northwest of Argentina. *Agricultural Systems* 133:85-96.

Olson, K.; Waggoner, J.; Jaeger, J. 2011. Cow side of producing a 1,000 lb. feeder, cow size and expenses. Proceedings, The Range Beef Cow Symposium XXII. Mitchell, NE.

Parnell, P. 2008. Improving the efficiency of your breeding herd. CRC. The Maternal Journal Issue 1:3-5.

Ringwall, K.; Hulsman Hanna, L.L.; Ramsay, J.M.; Ottmar, W. Ottmar, G. 2021. Incremento de la producción del rodeo por unidad de superficie pareando recursos forrajeros con tamaño de vaca considerando la eficiencia biológica y económica. *Jornadas Uruguayas de Buiatría* 48:73-83.

Scasta, J.D.; Henderson, L.; Smith, T. 2015. Drought effect on weaning weight and efficiency relative to cow size in semiarid rangeland. *Journal of Animal Science*. 93:58295839.

Shaffer, K. S., Turk, P., Wagner, W. R., & Felton, E. E. D. 2011. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. *Journal of Animal Science*, 89:10281034.

Snelling, W.M.; Kuehn, L.A.; Thallman, R.M.; Bennett, G.L.; Golden, B.L. 2019. Genetic correlations among weight and cumulative productivity of crossbred beef cows. *Journal of Animal Science*, 97: 63-77.

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Thompson, L.R.; Beck, M.R.; Buskirk, D.D.; Rowntree, J.E.; McKendree, M.G.S. 2020. Cow Efficiency: modeling the biological and economic output of a Michigan beef herd. *Transl. Animal Science*. 4:1-14.

Walmsley, B.J., S.J. Lee, P.F. Parnell and W.S. Pitchford. 2016. A review of factors influencing key biological components of maternal productivity in temperate beef cattle. *Animal Production Science*. 58(1):1-19.

Ziegler, R.L.; Musgrave, J.A.; Meyer, T.L.; Funston, R.N.; Dennis, E.J.; Hanford, K.J.; MacDonald, J.C. and Mulliniks, J.T. 2020. The impact of cow size on cow-calf and postweaning progeny performance in the Nebraska Sandhills. *Translational Animal Science*. 4:1-11

Zietsman, J. 2014. *Man, Cattle and Veld*. 287 pag.

IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Figura 1: Tasa de ciclicidad previo al servicio y tasa de preñez al día 60 y 90 de vaquillonas Angus hijas de toros con mérito genético en peso adulto de la vaca alto, bajo en grasa y sin indicador de fertilidad de las hijas (toro 1, n=39), con estimaciones de peso adulto de la vaca alto pero positivo en grasa y en fertilidad de las hijas (toro 2, n=29) y toros con estimaciones de mérito genético bajo en peso adulto de la vaca y positivas para grasa y fertilidad de las hijas (toros F+, n=12). (Fuente: de Nava, 2020).

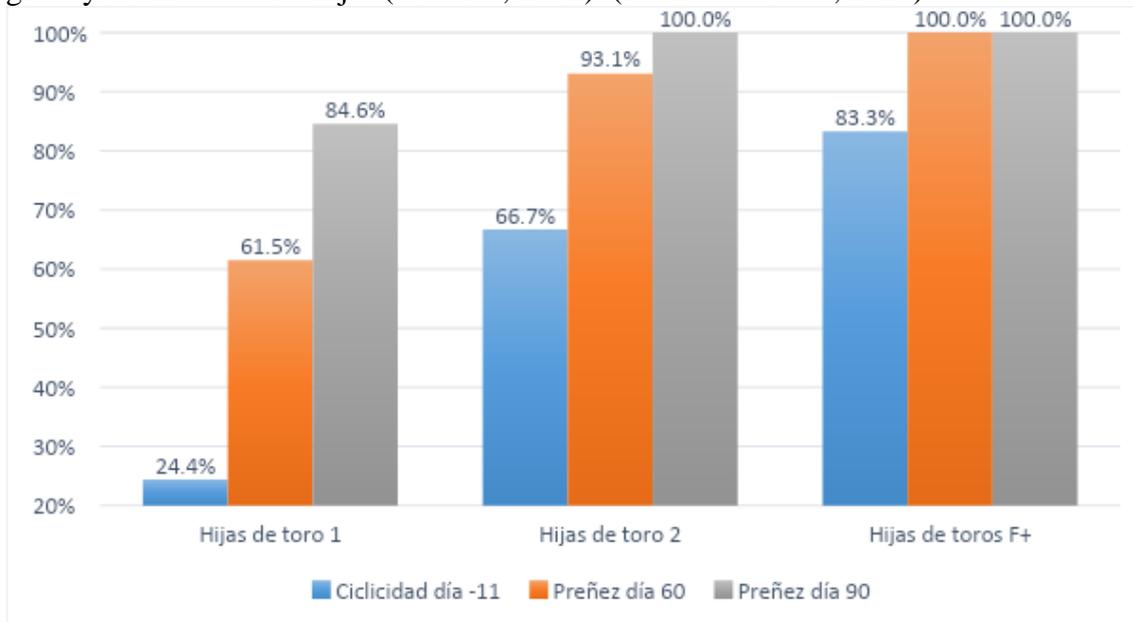
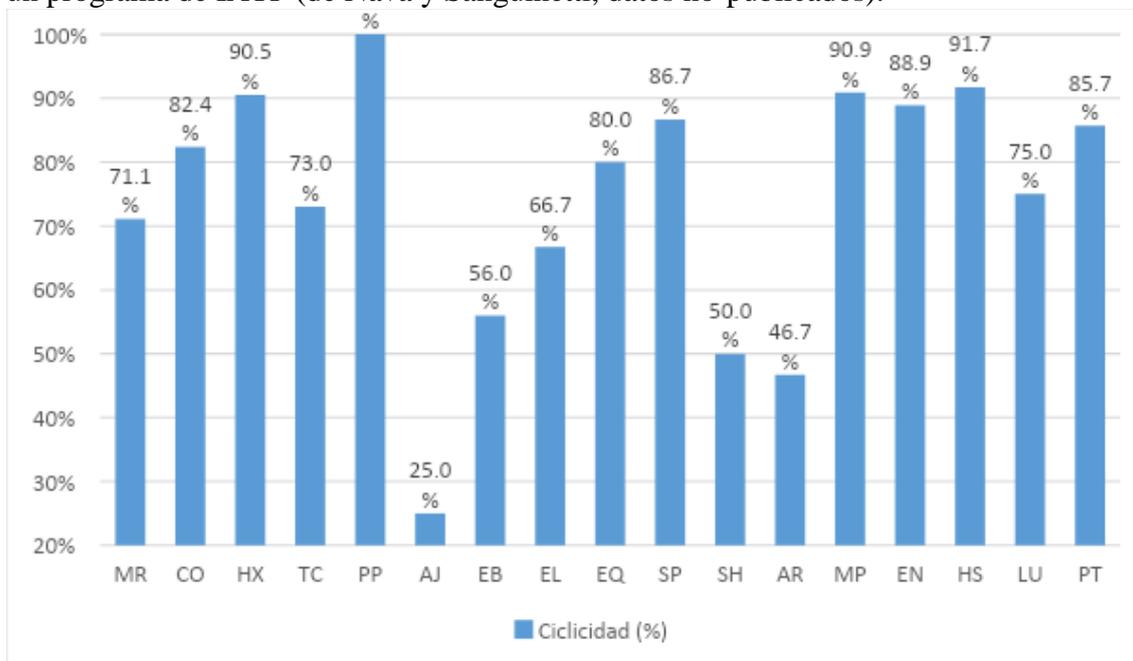
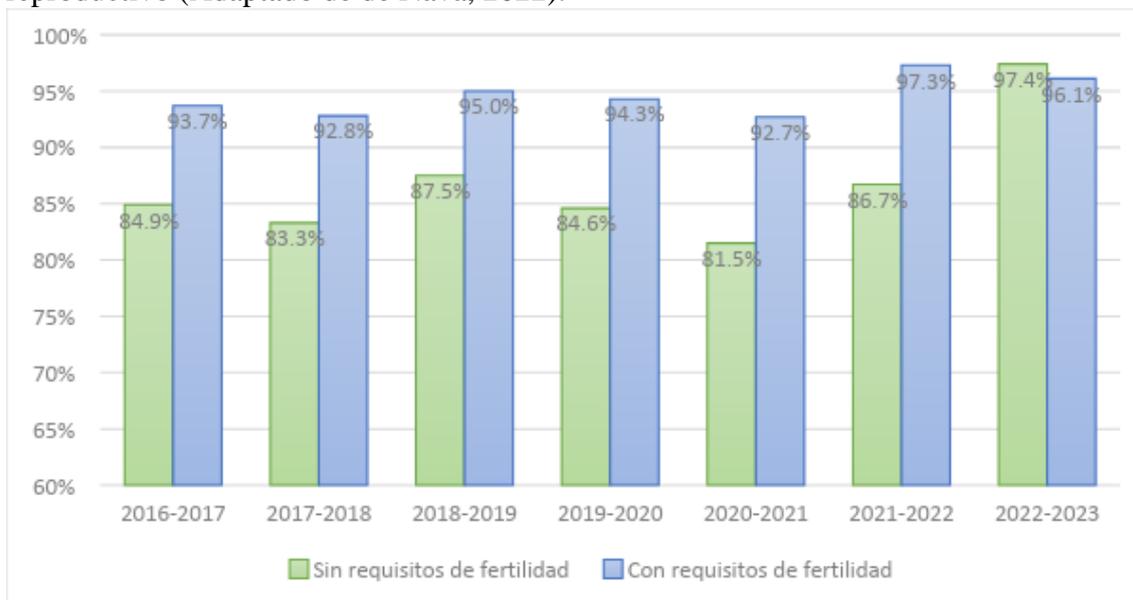


Figura 2: Tasa de ciclicidad (%) previo al servicio según los padres (n=17, representados con letras en eje X) de vaquillonas de 18 meses (n=377), nacidas en la misma época de un programa de IATF (de Nava y Sanguinetti, datos no-publicados).



IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Figura 3: Tasas de preñez final obtenidas en un plantel de vacas adultas Angus y Hereford según origen de los vientres con diferente presión de selección por comportamiento reproductivo (Adaptado de de Nava, 2022).



IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.

Figura 4: Scores genômicos em habilidade de permanência (1 mínimo, 10 máximo) de toros de reposição em 3 rodeos de cría selecionados por função materna durante más de 25 años (barras verdes) y su comparación con los escores de la población de referencia de Ingenuity Beef (línea contínua; de Nava, datos no-publicados).



IV ENCONTRO PAN-AMERICANO SOBRE MANEJO AGROECOLÓGICO DE PASTAGENS
FLORIANÓPOLIS – BRASIL, 24 A 26 DE OUTUBRO DE 2024.



Cuadro 1: Trabajos publicados sobre efecto de eficiencia alimenticia (consumo residual de alimento, RFI) en fertilidad bovina (de Nava y Rodriguez, 2023).

Autores	Año	País	Raza	N	Hallazgos/Reportes	Referencia
Arthur y col	2005	Australia	Angus	185	No reportan diferencias en productividad de las vacas. Sin embargo, hubo una tendencia ($P<0.10$) a que las vacas de bajo RFI (más eficientes) pararan 5 días más tarde que las vacas de alto RFI (menos eficientes). Las vacas con alto RFI eran más gordas que las de bajo RFI	Aust. J. of Exp. Agr. 45:985-993
Basarab y col	2007	Canadá	Cruzas	136	La performance reproductiva entre vacas con diferente RFI es similar, pero las vacas con menor RFI (más eficientes) pararon más tarde	J. of Anim. Sci. 87:489-502
Shaffer y col	2011	USA	Cruzas Her x An	137	Vaquillonas con mayor RFI (menos eficientes) alcanzan la pubertad antes: 1 unidad de aumento de la RFI lleva a 7,5 d de reducción edad a la pubertad Mayores RFI fueron asociados con mayores medidas de grasa corporal	J. of Anim. Sci. 89:1028-1034
Crowley y col	2011	Irlanda	Cruzas	94 mil ^a	No encuentran efectos deletéreos en otras características reproductivas, salvo retraso al primer parto. Correlación genética entre RFI y edad al primer parto (-0,29)	J. of Anim. Sci. 89:3372-3381
Basarab y col	2011	Canadá	Cruzas	190	Las vaquillonas con menor RFI (más eficientes) tuvieron menor tasa de preñez (76,8% vs 86,3%) y tasa de parición ($P<0.05$) comparada con aquellas con mayor RFI (menos eficientes). Estas últimas tendieron a parir antes. Hubo más pérdidas de terneros en vaquillonas con alto RFI	Can. J. of Anim. Sci. 91:573-584
Awda y col	2013	Canadá	Cruzas	110	La motilidad ($P<0.01$) y la viabilidad ($P<0.05$) espermática, y la circunferencia escrotal ($P<0.05$) fueron mayores para toros con mayor RFI (menos eficientes) que para los toros con menor RFI (más eficientes)	Can. J. of Anim. Sci. 93:185-192
Hafla y col	2012	USA	Angus Bosmara S. Gertru	204	Hay una asociación entre RFI y morfología espermática: toros con menor RFI tienen un mayor porcentaje de anomalías. Toros con bajo RFI son más magros que toros con alto RFI	J. of Anim. Sci. 90:3937-3944
Mu y col	2016	Canadá	Varias	1469	El RFI tiene una correlación genética desfavorable con días al parto (-0,37)	Can. J. Anim. Sci. 96:448-455
Copping y col	2018	Australia	Angus	500	La selección por menor RFI estuvo asociado con menores tasas de destete (81,5% vs 93,3%, bajo vs alto RFI, respectivamente ($P<0.05$)).	Anim. Prod. Sci. 58:55-66

^aNota: Refiere a una base de datos de vacas de carne en Irlanda