



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

“Impacto de la Inseminación Artificial A Tiempo Fijo sobre el resultado productivo de un establecimiento de cría en Gonzales Chaves, Prov. de Bs. As.”

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo

Autor: Facundo Block

Tutor: M.V. Sergio Marcantonio

Año: 2023

RESUMEN

El hecho de que solamente el 13% de los vientres carniceros en la Argentina sean inseminados artificialmente muestra un desconocimiento o una desconfianza general en la herramienta entre los productores. Puede ser que los establecimientos desconozcan los beneficios que brinda la tecnología o que simplemente consideren que los mismos no pueden ser trasladados a su propio esquema productivo. Sea cual sea la razón, este trabajo pretende mostrar cómo la Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF) puede ayudar al resultado productivo de un rodeo de cría, teniendo ventajas contra un servicio natural tanto en los kilogramos destetados, como en los kilogramos logrados al año de edad. El hecho de que el trabajo pueda mostrar la proyección de los resultados pasado el destete representa una fortaleza clave, ya que no es algo que se suele encontrar entre los diferentes estudios sobre el tema. Se contó con los datos de 640 animales en dos años diferentes, 2020 y 2021, provistos por un establecimiento productor de carne del partido de Gonzales Chaves. El mismo se dedica a vender terneros al destete y cuenta con una reposición anual aproximada del 20%, dentro de la cual se obtuvieron los datos para llegar a los resultados comparativos al año de edad. La implementación de la IATF mostró beneficios tanto en los kilogramos de los animales destetados (+9,4%), como en los de los animales de aproximadamente un año (+7%). La mejora fue atribuida completamente a que la herramienta obtuvo una mayor cabeza de parición, ya que logró obtener resultados positivos aún cuando los animales provenientes de servicio natural poseían una mejor base genética. El hecho de aumentar la cantidad de animales que nacen más temprano en la temporada se traduce en que los mismos puedan tener más tiempo para desarrollarse, resultando en más kilogramos destetados y finales.

Palabras clave: Inseminación Artificial A Tiempo Fijo, rodeo de cría, kilogramos destetados, kilogramos logrados al año

Tabla de Contenido:

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	6
1. Descripción de la tecnología.....	6
2. Características de la Cuenca del Salado y Depresión de Laprida.....	10
3. Cría vacuna en la Depresión de Laprida: Modelo Productivo	11
3.1. Densidad Ganadera Regional.....	13
3.2. Coeficiente de Orientación Productiva	14
3.3. Stock bovino	14
3.4. Eficiencia Reproductiva: <i>Relación Ternero/Vaca</i>	15
4. Fisiología Reproductiva de la hembra bovina	16
5. IATF vs IA a Celo Detectado	20
6. Vacas vs Vaquillonas	20
7. Procedimiento de IATF.....	22
OBJETIVOS	25
DESARROLLO.....	26
1. Presentación del caso y Resultados.....	26
1.1. Información general de los toros y datos REPRODUCTIVOS	26
1.2. Análisis de datos PRODUCTIVOS	29
DISCUSIÓN.....	39
CONCLUSIÓN.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

Índice de Tablas

Tabla 1: Ventajas que aporta el uso de la inseminación artificial en los rodeos de cría.	6
Tabla 2: Incidencia de la inseminación artificial y la sincronización de celos en el rendimiento productivo y económico del rodeo de cría.	7
Tabla 3: Efecto de la fecha de parto sobre los kg de terneros destetados (USA).	8
Tabla 4: Efecto de la fecha de parto sobre los kg de terneros destetados (Arg.).	8
Tabla 5: Efecto de la fecha de parto sobre la eficiencia reproductiva (porcentaje de preñez) (USA).	8
Tabla 6: Distribución de cabezas bovinas en diferentes años y estratos.	15
Tabla 7: Relación Ternero/Vaca para diferentes años y estratos.....	16
Tabla 8: Organización temporal del protocolo en base a progesterona, estradiol y prostaglandina.	23
Tabla 9: Organización temporal del protocolo Ovsynch.....	24
Tabla 10: Resultado reproductivo de la IATF en Vacas 2019. Diferentes indicadores de interés.	27
Tabla 11: Resultado reproductivo de la IATF en Vaquillonas 2019. Diferentes indicadores de interés.	27
Tabla 12: Resultado reproductivo de la IATF en Vacas 2020. Diferentes indicadores de interés.	28
Tabla 13: Resultado reproductivo de la IATF en Vaquillonas 2020. Diferentes indicadores de interés.	28
Tabla 14: Edad y peso al destete de todos los animales en ambos años, diferenciando por uso de IATF o de SN.	34
Tabla 15: Estimación del peso de los animales a los 205 días, diferenciando por uso de IATF o de SN.	34
Tabla 16: Último registro de edad y peso de los animales en ambos años, diferenciando por el uso de IATF o de SN.	35
Tabla 17: Edad y peso al destete para las terneras de 2021, diferenciando por el uso de IATF y de SN.	35
Tabla 18: Estimación del peso de los animales a los 205d, diferenciando por el uso de IATF o de SN.	36
Tabla 19: Último registro de edad y peso para los animales recriados en 2021, diferenciando por el uso de IATF o de SN.	36
Tabla 20: Edad y peso de animales al destete para dos años diferentes, agrupando ambas alternativas.	36
Tabla 21: Último registro de edad y peso de los animales para dos diferentes años, agrupando ambas alternativas.	37

Tabla 22: Edad y peso al destete diferenciando entre machos y hembras provenientes de Servicio Natural en ambos años.	37
Tabla 23: Edad y peso al destete diferenciando entre machos y hembras provenientes de IATF en ambos años. Comparación contra datos de SN.....	38

Índice de Figuras

Figura 1: Evolución de la comercialización interna de semen.	9
Figura 2: Regiones de la Provincia de Buenos Aires.	10
Figura 3: Isohietas del país.	11
Figura 4: Densidad Ganadera Regional en los diferentes partidos de la provincia de Buenos Aires.	13
Figura 5: Coeficiente de Orientación productiva para los diferentes partidos de la provincia de Buenos Aires.	14
Figura 6: Esquema de las hormonas del ciclo estral bovino.	17
Figura 7: 2019 en datos climáticos: Eventos extremos más destacados.	30
Figura 8: Anomalía de temperatura media (°C) en Argentina (2020).....	31
Figura 9: Anomalía de precipitación (%) en Argentina (2020)	31
Figura 10: Desvío de la temperatura máxima media para marzo 2020 con respecto al valor medio 1981-2010 (°C).	31
Figura 11: Desvío de la temperatura máxima media para noviembre 2020 con respecto al valor medio 1981-2010 (°C).	31
Figura 12: Índice de precipitación estandarizado de 3 meses calculado en mayo 2020 para otoño del mismo año.	32
Figura 13: Desvíos de la temperatura media respecto al valor normal 1981-2010 (°C) de enero a diciembre 2021.	32
Figura 14: Áreas de Argentina afectadas por sequías leves y moderadas diciembre 2021.	32
Figura 15: Anomalías de precipitación acumulada en verano 2021/2022 con respecto al valor medio 1981-2010.	33
Figura 16: Anomalías de precipitación acumulada en otoño 2022 con respecto al valor medio 1981-2010.	33
Figura 17: Anomalías de precipitación acumulada en invierno 2022 con respecto al valor medio 1981-2010.....	33

INTRODUCCIÓN

1. Descripción de la tecnología

El objetivo reproductivo de lograr un ternero por vaca por año exige que las hembras queden preñadas nuevamente a los 82 días de paridas. Este es el intervalo que surge de restar a los 365 días del año, los 283 días que dura en promedio la gestación (Hafez & Hafez, 2000).

Si se tiene en cuenta que la vaca necesita alrededor de 40 a 60 días para reiniciar su ciclicidad posparto, se observa que las mismas disponen de uno o dos celos para lograr la preñez y respetar el intervalo entre partos de 12 meses (Morris et al., 1978). Es por esto que el esquema productivo de un rodeo de cría tiene que ser lo más eficiente posible y estar constantemente buscando nuevas herramientas para lograrlo.

Si bien la rentabilidad de los sistemas de cría está condicionada por diversos factores, incluyendo las condiciones del mercado, los rasgos reproductivos tienen mayor importancia relativa que los rasgos productivos. Por ejemplo, aumentar el porcentaje de destete en el rodeo, trae mayores ganancias económicas relativas que aumentar el peso al destete y que mejorar la calidad de los terneros producidos (Trenkle, 1977).

La optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen a mejorar el retorno económico de una explotación ganadera y sin dudas el porcentaje de preñez y su distribución temporal tienen un gran impacto sobre la misma (Baruselli et al., 2003). Lógicamente, los partos se distribuyen según el momento de preñez del rodeo. De esta manera, los nacimientos se suelen distribuir entre **cabeza, cuerpo y cola de parición** (yendo de más temprano a más tarde en la temporada de partos). Obtener un gran número de nacimiento de terneros en la cabeza de parición es de gran relevancia debido al impacto que tiene sobre los kilos de ternero destetados (Menchaca et al., 2013). Uno de los factores que afecta la distribución temporal de las preñeces es la duración del anestro posparto, el cual puede alargar el intervalo parto-concepción cuando se extiende más allá de los 40 a 60 días (Pruitt & Momont, 1987; Houghton et al, 1990; Cutaia et al., 2007). Por lo tanto, adelantar el reinicio de la ciclicidad es crucial para lograr el objetivo antes nombrado de obtener un ternero por vaca por año.

Una de las herramientas que permite reducir la duración del anestro posparto y mejorar la distribución temporal de la preñez es la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), que a su vez facilita la incorporación de la inseminación artificial, con las ventajas que ello implica (Tabla 1).

Tabla 1: Ventajas que aporta el uso de la inseminación artificial en los rodeos de cría.

- Acceso a genética superior.
- Control de problemas de parto.
- Control de enfermedades venéreas.
- Facilitación de programas de cruzamiento.
- Optimización del manejo reproductivo.
- Reducción del número de toros.

La utilización de la IATF permite combinar las ventajas genéticas y sanitarias del uso de la inseminación artificial, con los beneficios del efecto inductor de los protocolos de

control de la ovulación sobre la distribución temporal de las preñeces. Una gran cantidad de trabajos muestran beneficios de entre un 18% y un 20% en cuanto al aumento de kg producidos, por un lado, gracias al mejoramiento genético, y por otro debido a un mayor número de nacimientos tempranos (Bottaro & Scena, 2003; Butler et al., 1999; Cutaia, Veneranda, Tríbulo, Baruselli, Bó, 2003; Cutaia, Venerada, Bó, 2003; Scena, 1999).

Uno de los trabajos pioneros realizados en Argentina (Cutaia et al., 2003), señala que, dentro de las ventajas de tener una mayor cabeza de parición, probablemente la más importante sea que el ternero promedio será de mayor edad al momento de realizar el destete a fecha fija. Teniendo en cuenta que la edad del ternero es una determinante importante del peso del ternero al destete, la parición temprana produce un ternero promedio más pesado (*Análisis de costo beneficio: programas de inseminación artificial a tiempo fijo y servicio natural, Cutaia, 2003*). Este mismo estudio compara los resultados de kg destetados y kg ajustados a los 205 días de edad de 1.203 pariciones por servicio natural y 732 por IATF entre los años 2001 y 2002. El primer resultado muestra que los beneficios de la tecnología implementada fueron de 36 kg en terneros y 33,2 kg en terneras. El segundo indicador, ajustando el peso a los 205 días, tiene el objetivo de determinar qué proporción del beneficio debería serle atribuido al adelanto de las pariciones y qué proporción a la mejora genética. En este caso el beneficio fue de 16,5 kg en machos y 10,9 kg en hembras. Lo que demuestra este trabajo es una mejora del peso promedio de 19,5 kg para machos y 21,3 kg para hembras atribuibles al adelantamiento del nacimiento de los terneros/as.

Ricardo Alberio, en su trabajo “Aspectos económicos relacionados a la inducción/sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría”, cita diferentes trabajos que recalcan los beneficios de una parición temprana tanto en los kg destetados como en la fertilidad posterior de los vientres (Tabla 2).

Tabla 2: Incidencia de la inseminación artificial y la sincronización de celos en el rendimiento productivo y económico del rodeo de cría. (Manchado et al., 1982; no publicado).

Sistema	Kg/ha	I.B.	C.D.	M.B.	Retorno
Servicio natural	115	100	100	100	100
Inseminación artificial	139	120	100.1	143	119
Inseminación artificial+ SC	141	123	100.5	150	121

I.B.: ingreso bruto. C.D.: costo directo. M.B.: margen bruto. S.C.: sincronización de celos.

Este estudio muestra claramente el beneficio en cuanto a los kg por hectárea, ingreso bruto, margen bruto y retorno de las tecnologías aplicadas frente a un servicio natural, aún sin aumentar significativamente el costo directo.

La distribución de las pariciones impacta no solamente sobre el peso al destete de los terneros logrados en ese ciclo, también se proyecta en los servicios siguientes. Dos estudios demuestran el beneficio de las pariciones tempranas, tanto en los kg del primer destete, donde el beneficio es más importante, como en destetes posteriores y totales (Lesmeister et al., 1973; García Paloma et al., 1992) (Tablas 3 y 4).

Tabla 3: Efecto de la fecha de parto sobre los kg de terneros destetados (USA).
(Adaptado de Leismester et al., 1973)

Día del parto en el período de parición	0-21	22-43	44-66	67-87	Total
Pesos en el primer destete (kg)	193	182	167	157	173
Pesos en destetes posteriores (kg)	196	197	194	189	192
Pesos destetes totales (kg)	195	189	186	184	188

Tabla 4: Efecto de la fecha de parto sobre los kg de terneros destetados (Arg.).
(Adaptado de García Paloma et al., 1992)

	GRUPOS		DIFERENCIA
	1	2	
Peso primer destete (kg)	168.9	149.8	19.1
Peso 4 destetes post.(kg)	163.3	159.4	3.8
Peso destete total (kg)	164.5	157.2	7.3

Grupo 1: vacas paridas en los primeros 25 días en su primera parición. Grupo 2: entre 26 y 90 días.

Otro de los beneficios reproductivos del aumento de la cabeza de parición es su impacto sobre la preñez siguiente. Cuanto antes pare la vaca durante el período de parición, mayor es el porcentaje de preñez en el servicio siguiente (Tabla 5).

Tabla 5: Efecto de la fecha de parto sobre la eficiencia reproductiva (porcentaje de preñez) (USA). (Adaptado de Burris & Priode, 1958)

Día del parto en el período de parición	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Vacas preñadas en el servicio siguiente (%)	93,1	90,6	87,1	82,1	73,9

En cuanto al nivel de adopción de la inseminación artificial en Argentina, según la Cámara Argentina de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación Artificial (CABIA), en 2022 se comercializaron 3.990.539 dosis de semen de razas de bovinos de carne. Si a este dato se lo cruza con la información de la SAGyP, que indica que en 2022 había un stock de 23.004.007 vacas y 7.673.084 vaquillonas, y asumiendo que la inmensa mayoría de las vacas recibieron una única inseminación por ciclo productivo, se estima que el porcentaje de vientres de razas carniceras que fueron inseminados en ese año fue 13%. Esta información es coincidente con datos presentados para el período 2015-2018 (Marcantonio & Etcheverry, 2020).

Otro dato de interés es que más del 90% de las inseminaciones son “A Tiempo Fijo” (técnica explicada más adelante), gracias a su gran popularización y entendimiento del manejo en los últimos años, lo que llevó a una mayor incorporación de la categoría vaca con cría (Marcantonio & Etcheverry, 2020).

La **Figura 1** muestra la evolución de la comercialización de semen bovino en los últimos 15 años. Es interesante ver el aumento que tuvo en los últimos tres años a nivel general y el terreno que ganó la inseminación en bovinos de carne en comparación a los bovinos de leche.

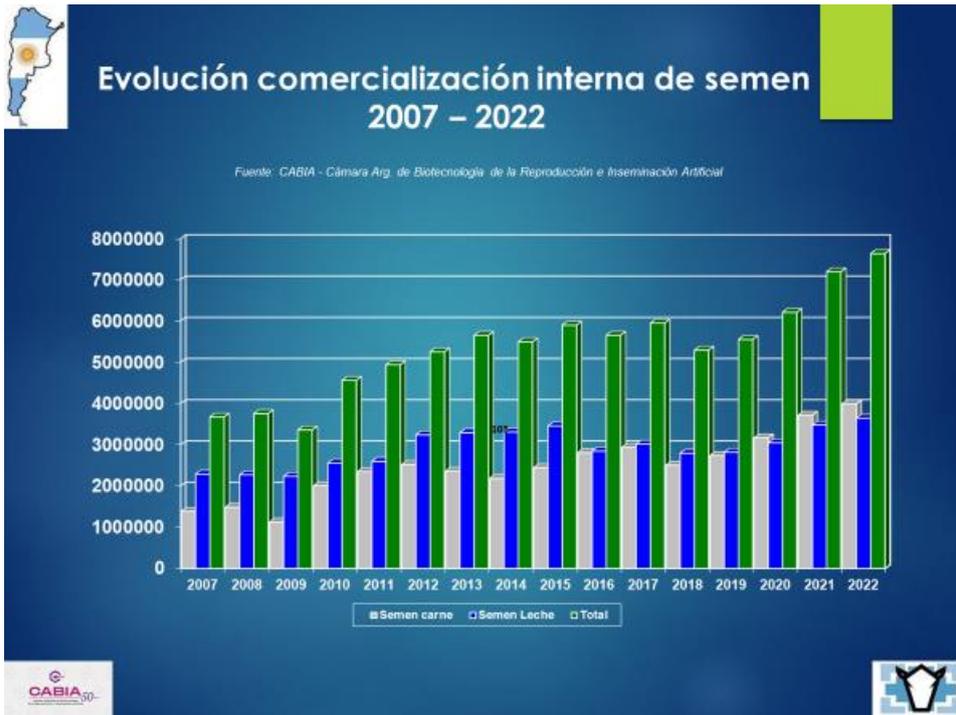


Figura 1: Evolución de la comercialización interna de semen (CABIA, a través de una consulta personal vía mail a la organización).

A pesar de los claros beneficios del uso de la IATF en los rodeos de cría, el nivel de adopción es susceptible de crecimiento. Una de las **limitaciones** probablemente sea la necesidad que el establecimiento cuente con adecuadas instalaciones y con un grado de profesionalismo relativamente alto, ya que conlleva una importante planificación y la asistencia crucial de un profesional. Hoy en día sigue habiendo muchos establecimientos que no cuentan con dicho requerimiento, por lo que la implementación de tecnologías de esta índole es dificultosa.

Otra de las desventajas aparentes de la IATF es su costo elevado. Existe el prejuicio que es una tecnología demasiado costosa para que valga la pena implementar, argumento que fue refutado por varios estudios. Por ejemplo, Lucas Cutaia, en su trabajo de 2003 (previamente mencionado) "Análisis de costo beneficio: programas de inseminación artificial a tiempo fijo y servicio natural", concluye: "(...) la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría es una herramienta económicamente viable, la cual produce retornos económicos inmediatos, basados fundamentalmente en las diferencias de kg obtenidos al destete". La Revista Taurus sostiene también que la inversión en IATF genera un costo:beneficio de 1 a 1,4 (www.revistataurus.com.ar).

2. Características de la Cuenca del Salado y Depresión de Laprida

La Cuenca del Salado y la Depresión de Laprida conforman la denominada “Pampa Deprimida” (León, 1975) (Figura 2). Según el Ministerio de Agroindustria, se podrían unir ambas regiones diciendo que están conformadas por “una planicie de muy escasa pendiente que abarca 36 partidos del centro este provincial” (mencionados más adelante). Los suelos tienden a presentar signos de hidro y halomorfismo y los pastizales naturales son el principal tipo de vegetación (Batista, 1988). El clima de la Depresión de Laprida es Templado-Húmedo, con temperaturas medias de 22 °C en verano y de 6 °C en invierno y las precipitaciones de la región se encuentran en los 800 mm de promedio anual. El hecho de que las precipitaciones de la región sean relativamente altas podría verse como algo beneficioso, pero gracias a su deprimido relieve y a la baja pendiente, es frecuente encontrarse con inundaciones prolongadas. A su vez, es normal que se sufran sequías, generalmente en los meses de verano (León, 1984). El período libre de heladas es de entre 200 y 260 días al año (Otondo, 2011).

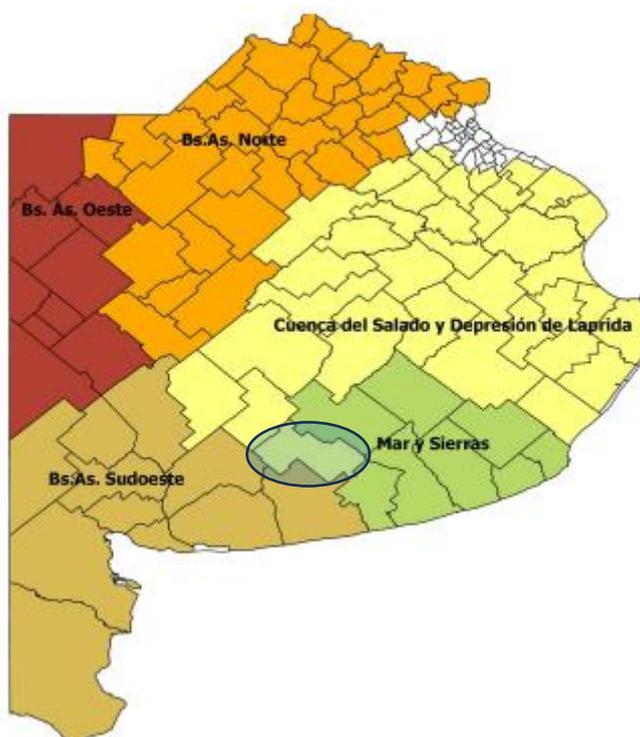


Figura 2: Regiones de la Provincia de Buenos Aires (*Secretaría de Agricultura, ganadería y Pesca, 2015*). Se muestra resaltado el partido de Gonzales Chaves.

Según el Ministerio de Agroindustria (2015), “la región representa el emblema de la ganadería de cría Nacional, aunque cada vez más establecimientos han dejado de ser criadores puros para pasar a la recria y/o al ciclo completo”. Integran la región las localidades de Ayacucho, Azul, Cañuelas, Castelli, Chascomús, Coronel Brandsen, Dolores, General Alvear, General Belgrano, General Guido, General Lamadrid, General Las Heras, General Lavalle, General Madariaga, General Paz, Gonzales Chaves, La Plata, Laprida, Las Flores, Lobos, Magdalena, Maipú, Mar Chiquita, Marcos Paz, Monte, Navarro, Olavarría, Pila, Punta Indio, Rauch, Roque Pérez, Saladillo, San Vicente, Tapalqué, Tordillo y Veinticinco De Mayo.”

En la Figura 3 se puede observar un mapa que indica las diferentes isohietas del país. La región en cuestión se encuentra entre las isohietas de 600 y 1.000 mm anuales.

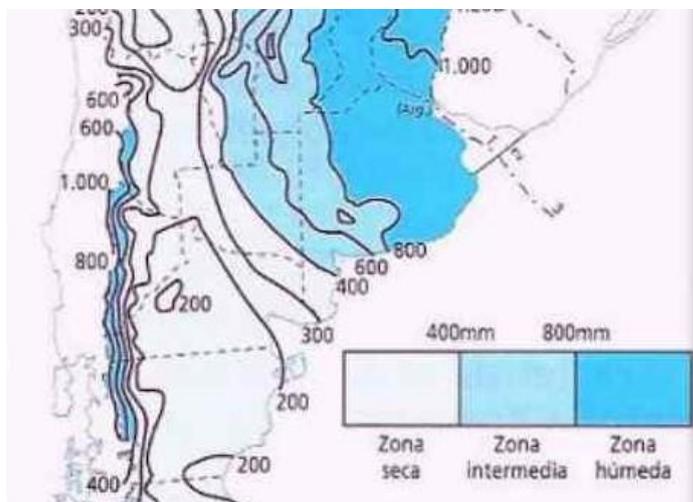


Figura 3: Isohietas del país. (Isobaras: *Mapa de Climas de Argentina-Isotermas e Isohietas: Conceptos*).

3. Cría vacuna en la Depresión de Laprida: Modelo Productivo

Los establecimientos ganaderos típicos de la zona cuentan con una superficie aproximada promedio de 500 ha, donde las actividades se encuentran sujetas a la aptitud productiva del suelo, predominando la producción ganadera (Mosciaro et al., 2011).

La producción promedio para la cría vacuna es de 80 kg carne/ha/año, pudiendo llegar a un potencial de 180-200 kg/ha/año, diferencia explicada por factores como la baja tasa de destete debido a problemas nutricionales y reproductivos (INTA, 2013).

Según una serie de encuestas realizadas por Faverin y Machado (2019), entre 2009 y 2010, el 83,3% de los destetes de la zona se realiza cuando los terneros tienen entre los 5 y 7 meses de edad, mientras que un 9,7% se destetan antes de los 5 meses. El peso promedio de destete se encuentra entre los 160 y los 180 kg (Cauhepé & Hidalgo, 2005).

La alimentación se basa principalmente en pastizales naturales (aproximadamente el 65%), con algo de implementación de pasturas cultivadas (festuca, agropiro y lotera las más comunes), verdes de verano (principalmente sorgo, maíz y moha) y de invierno (avena y raigrás).

Según Faverin y Machado, las razas predominantes en la zona son Angus, Hereford y sus cruces. Esto se podría explicar debido a que las razas británicas (Angus, Hereford y Shorthorn, entre otras), a diferencia de las índicas o continentales (Nelore, Brahman, Charolais, etc.), suelen presentar un menor peso adulto, una mayor pubertad temprana, mayor fertilidad, gran aptitud materna y una buena adaptación a climas templados

(Vernet, 2016). De las características recién mencionadas, la mayoría se explican por sí solas, pero quizás es importante mencionar que el bajo peso adulto es de gran relevancia en la producción de cría, ya que lo que se busca es lograr una alta eficiencia en kg destetados, no un alto peso de faena. De esta manera, con un menor peso adulto, los requerimientos energéticos de la vaca son menores, impactando sobre un aumento de la carga animal.

El **servicio** de los vientres se suele realizar durante la primavera y el verano, de manera tal que coincida con la época de mayor oferta forrajera del campo. Esto se debe a que las vacas se encuentran con un ternero al pie y deben estar ciclando para quedar preñadas, por lo tanto, necesitan de una buena cantidad de energía y nutrientes (Carrillo, 1988). La gestación dura aproximadamente 280 días, por lo que las pariciones se suelen concentrar en invierno y primavera, y los destetes (como se mencionó anteriormente, a los 5 a 7 meses de vida) durante el verano-otoño siguiente.

Carrillo menciona a su vez en su libro "Manejo de un Rodeo de Cría" (1988) que, en la zona deprimida de la provincia de Buenos Aires, las vaquillonas suelen tener su primer servicio entre los 20 y los 24 meses de edad, con retrasos hasta los 27 meses, en caso de querer introducir las al rodeo productivo junto con el servicio de las vacas en primavera. De todos modos, para no tener que esperar tanto tiempo hasta el primer entore, se plantea muchas veces la posibilidad de entorar a las vaquillonas junto con el rodeo general en primavera, pero un año antes, a los 15 meses de edad.

Las ventajas de los entores a los 27 y 15 meses es que se realizan en primavera y coinciden con el momento en que se puede brindar la mayor oferta forrajera del campo. El entore a los 15 meses o "precoz" tiene adicionalmente la gran ventaja de que permite aumentar el número posible de terneros a obtener en el establecimiento, ya que implica un aumento relativo del número de vientres y permite que la vaca tenga un ternero más en su ciclo de vida. Esto implica también una reducción en la necesidad de reposición anual, ya que aumenta la vida útil del vientre. Desde un punto de vista genético, este tipo de servicios también representa una gran ventaja, ya que permite una mayor velocidad de progreso (Carrillo, 1988).

La principal desventaja del entore a los 27 meses es la gran cantidad de tiempo "ocioso" que el animal permanece en el campo. En cuanto al entore precoz, es sumamente importante que el establecimiento tenga las suficientes reservas forrajeras para alimentar correctamente a las futuras madres para que puedan llegar en condiciones al primer servicio. Esto se debe a que el animal aún no terminó de desarrollarse por completo, por lo que está destinando recursos tanto a su crecimiento como a sus necesidades reproductivas.

La particularidad que tiene un tercer tipo de entore, a los 22 meses aproximadamente, es que se realiza en una época diferente a los mencionados anteriormente. Suele ser entre los meses de mayo y julio, y una de las principales ventajas es que se le permite al animal un mayor descanso entre la primera parición en otoño y el segundo servicio en primavera (cuando ingresaría al servicio con el rodeo de vacas). Estas vaquillonas paren en otoño, cuando la disponibilidad forrajera es buena, pero a medida que aumentan sus requerimientos productivos, van entrando en las épocas de menor pasto. Es importante que no se produzca una gran caída de la calidad y cantidad del forraje luego de la parición, ya que esto implicaría una importante reducción en el desarrollo del ternero y la recuperación de la madre. De por sí las madres primerizas generan

menos leche que las adultas, por lo que, si no tienen suficiente energía, poco van a poder hacer para satisfacer las necesidades de su progenie.

3.1. Densidad Ganadera Regional

Con el fin de ilustrar la carga animal en la región y el partido, se muestra a continuación un índice que mide la relación entre la cantidad de cabezas bovinas existentes por departamento, estableciendo un peso relativo para cada categoría bovina en stock, y las hectáreas totales del área bajo estudio. De esta manera, se llega a un **“Índice de densidad ganadera (IDG)”**. Un mayor IDG implicaría una mayor carga animal a nivel partido, lo que se traduce a una mayor cantidad de animales por hectárea.

Dicho índice puede aumentar por cuestiones climáticas y de suelo (dependientes de la zona) y por cuestiones de manejo (mayor eficiencia en la alimentación, sanidad y reproducción del rodeo y mejor genética).

Los datos utilizados para generar el IDG de Gonzales Chaves fueron:

- Vaca con ternero al pie: 1
- Vaca seca (sin stock de terneros que la sustenten): 0,8
- Ternero destetado (sin stock de vacas que lo sustenten): 0,6
- Novillo y Torito: 0,8
- Vaquillona y novillito: 0,7
- Toro: 1,3

Densidad Gonzales Chaves: 0,35 EV/ha

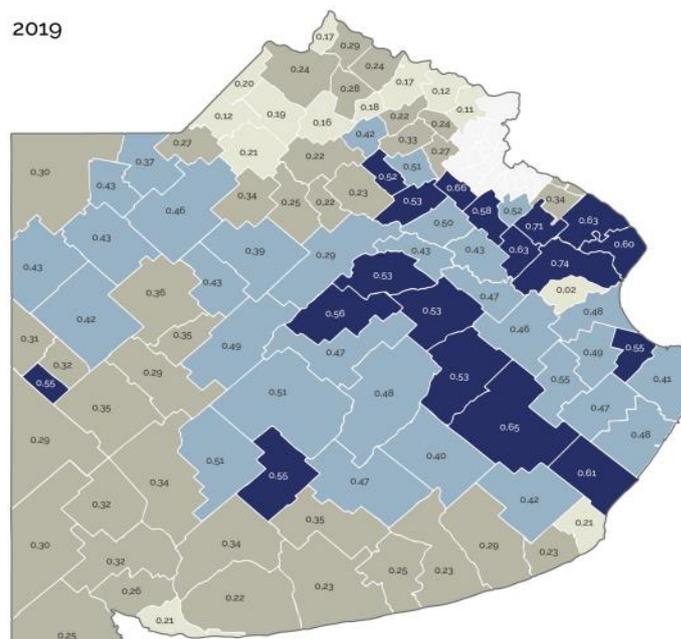


Figura 4: Densidad Ganadera Regional en los diferentes partidos de la provincia de Buenos Aires. (Extraído de *Caracterización de la producción vacuna en la provincia de Buenos Aires para el año 2019* – Colegio de veterinarios de la provincia de Buenos Aires).

3.2. Coeficiente de Orientación Productiva

El coeficiente de orientación productiva muestra la tendencia que hay hacia un tipo específico de producción. De esta manera, el SENASA considera que, si el coeficiente es menor a 0,4, predomina la actividad de Cría, entre 0,4 y 0,6 se lo considera Mixto, entre 0,6 y 0,8 Mixto-Invernada y mayor a 0,8 Invernada.

Coeficiente Gonzales Chaves: 0,09

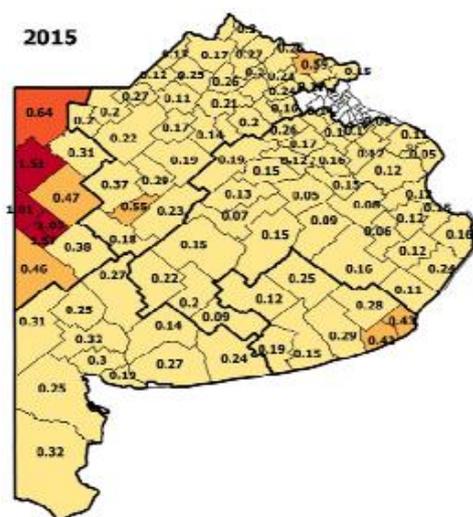


Figura 5: Coeficiente de Orientación productiva para los diferentes partidos de la provincia de Buenos Aires (Extraído de *Caracterización de la producción bovina*, Ministerio de Agroindustria, 2015).

Los datos presentados en la Figura 4 indican que la zona de la Cuenca del Salado y la Depresión de Laprida mantienen su característica de producción de cría, teniendo un promedio significativamente inferior a 0,4 y sin tener partidos superando dicho umbral.

Según la base de datos del SENASA para el 2019, la región mantiene su perfil neto de cría (promedio 0,15).

3.3. Stock bovino

La Tabla 6 muestra el stock bovino en tres años diferentes, ilustrando la distribución de cabezas a nivel país, provincia, región y partido. Fueron seleccionados los años 2020 y 2021 por ser en los que se encuentra temporalmente ubicado el estudio de este trabajo, y 2022 por ser el dato más actualizado de la serie. El número de cabezas incluye todas las categorías: vacas, vaquillonas, novillos, novillitos, terneros, terneras, toros y toritos.

El objetivo de presentar esta información es mostrar la participación que tiene el stock bovino en cada segregación con respecto a su estrato superior y de esta manera entender su relevancia. Así es que se puede observar que la provincia de Buenos Aires es muy significativa a nivel país y que, a su vez, la región analizada participa en casi la mitad del stock bovino de la misma. Por otro lado, el partido de Gonzales Chaves no se muestra como un gran contribuyente en el stock de su región, y quizás esto puede ser explicado, entre otras cosas, por su bajo índice de densidad ganadera (*Figura 4*).

		Cabezas bovinos	Participación	
2020	Total País	53.512.855		
	Buenos Aires	20.447.394	38,2%	del país
	C. del Salado y Dep. de Laprida	9.297.240	45,5%	de Bs. As
	Gonzales Chaves	229.482	2,5%	de la región
2021	Total País	53.412.713		
	Buenos Aires	20.113.693	37,7%	del país
	C. del Salado y Dep. de Laprida	8.879.596	44,1%	de Bs. As
	Gonzales Chaves	236.809	2,7%	de la región
2022	Total País	54.238.095		
	Buenos Aires	20.310.506	37,4%	del país
	C. del Salado y Dep. de Laprida	8.896.029	43,8%	de Bs. As
	Gonzales Chaves	254.627	2,9%	de la región

Tabla 6: Distribución de cabezas bovinas en diferentes años y estratos. (Elaboración propia a partir de datos del SAGyP).

3.4. Eficiencia Reproductiva: Relación Ternero/Vaca

Una manera de analizar la eficiencia de los vientres es evaluar la relación Ternero/Vaca, la cual se calcula dividiendo la cantidad de terneros y terneras de un año sobre la cantidad vacas del año anterior. *Ejemplo: Relación 2020 = Terneros y Terneras marzo 2020/Vacas marzo 2019.*

No se incluye el stock de Vaquillonas en el indicador, ya que se considera que dicha categoría implica que el animal no tuvo todavía su primera cría.

Este indicador puede servir de referencia a la hora de evaluar el porcentaje de destete, aunque no sea exactamente lo mismo (ya que habría que tener en cuenta muertes en avanzada edad del ternero, pero generalmente son muy pocas). La importancia radica en que el porcentaje de destete es un gran indicador de la eficiencia productiva del rodeo, ya que, como se mencionó al inicio, el objetivo principal del negocio de la cría es obtener un ternero por vaca por año, y así poder destetar la mayor cantidad de kg posibles.

En la Tabla 7 se muestra la relación mencionada para cada uno de los estratos analizados en el segmento anterior y en los mismos años. Es de recalcar la diferencia que hay entre el total país y el resto de los segmentos (en promedio de los tres años un 14% inferior). Claramente el indicador a nivel país se ve disminuido debido a la influencia de zonas donde la producción ganadera es mucho más marginal.

A su vez, analizando el partido de Gonzales Chaves, se puede ver una relación relativamente baja en 2020 en comparación a la provincia y la región y luego un aumento en los años subsiguientes. Algo a recalcar es que en 2020 y 2021 el stock de madres disminuyó un 7% en ambos años, lo que podría explicar el aumento posterior de la eficiencia.

		Terneros/Vacas
2020	Total País	62%
	Buenos Aires	77%
	C. del Salado y Dep. de Laprida	76%
	Gonzales Chaves	68%
2021	Total País	63%
	Buenos Aires	78%
	C. del Salado y Dep. de Laprida	73%
	Gonzales Chaves	82%
2022	Total País	67%
	Buenos Aires	83%
	C. del Salado y Dep. de Laprida	80%
	Gonzales Chaves	87%

Tabla 7: Relación Ternero/Vaca para diferentes años y estratos. (Elaboración propia a partir de datos del SAGyP)

4. Fisiología Reproductiva de la hembra bovina

Desde el punto de vista de su comportamiento reproductivo a lo largo del año, la hembra bovina se clasifica como “poliéstrica anual o continua”, lo que significa que presenta una actividad sexual cíclica durante todo el año (Senger, P., 2013). El ciclo estral dura 21±4 días y el celo 15±6 hs (Crowe & Mullen, 2011).

La pubertad del animal se completa entre los 6 y los 18 meses (aprox. 50% del peso adulto), la preñez dura aproximadamente 280-285 días y la aparición del primer celo luego del parto se produce entre los 40 y 60 días posparto (Hafez & Hafez, 2000; Vernet, 2016).

Ciclo Estral:

El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina), la hipófisis (hormona folículo estimulante y hormona luteinizante), los ovarios (progesterona, estradiol e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 alfa), las cuales actúan retroalimentándose constantemente, conformando el denominado “eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino” (Stevenson, 2007).

A las hembras mamíferas se las puede considerar como bi-fásicas, ya que tienen una fase folicular y una fase luteal. Durante la **fase folicular** (comprende al Proestro y al Estro), las concentraciones de Progesterona (P4) son bajas debido a la regresión del cuerpo lúteo (CL). El PROESTRO dura 3-4 días y es caracterizado por un incremento en la frecuencia de los pulsos de LH y FSH, que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento del Estradiol (E2). El aumento de las concentraciones de E2, el cual proviene del folículo dominante preovulatorio, induce un pico de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). Los elevados niveles de E2 generan el ESTRO, durante el cual las hembras son sexualmente receptivas y permiten ser montadas

(Stevenson, 2007). Este pico preovulatorio de GnRH induce un pico de hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) (Nett et al., 1984) y la ovulación ocurre en promedio a las 27 horas después del pico de LH o inicio del ESTRO.

La **fase luteal** comprende las etapas de Metaestro y Diestro. Durante el METAESTRO (dura 4-5 días) ocurre la ovulación y posterior formación del Cuerpo Lúteo (CL). A continuación, tiene lugar el DIESTRO, donde la concentración de P4 en sangre comienza a aumentar debido a la formación del CL, que contiene a las células luteales grandes y pequeñas. Éstas producen grandes cantidades de P4 en preparación para el eventual establecimiento y mantenimiento de la preñez (Niswender et al., 2000). En proximidad al momento de la ovulación se produce el reclutamiento de una onda folicular, a partir de la cual se selecciona un folículo dominante que es anovulatorio, ya que los elevados niveles de P4 del diestro producen una retroalimentación negativa sobre la GnRH sólo permite la secreción de pulsos de LH de mayor amplitud, pero menor frecuencia, que son inadecuados para la ovulación del folículo dominante (Rahe et al., 1980). Después de un período de 12-14 días de exposición a altos niveles séricos de P4, el CL regresa debido a la secreción de Prostaglandina F2 alta (PGF) del útero que llega al ovario a través de un mecanismo de contra-corriente (Ginther, 1974), y da lugar al inicio del Proestro.

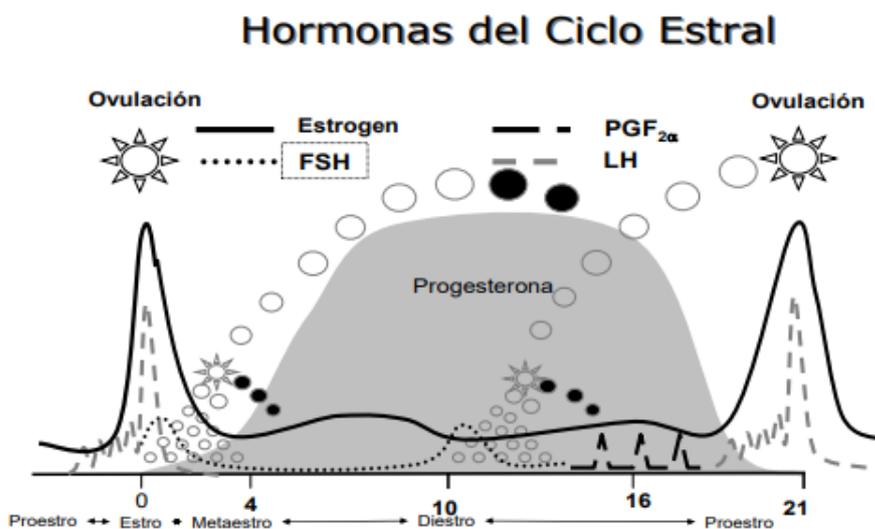


Figura 6: Esquema de las hormonas del ciclo estral bovino (Senger, P., 2013).

Hormonas intervinientes en el ciclo reproductivo del bovino:

A continuación, se describirán las principales hormonas mencionadas anteriormente en la descripción del ciclo estral del bovino. Es importante tener una noción de cada una para entender su posterior importancia en la inseminación artificial.

Progesterona (hormona gonadal): secretada principalmente por el cuerpo lúteo, y en menor medida por las células de la granulosa del folículo, poco antes de la ovulación. También por la corteza adrenal y por la placenta durante la preñez. Es la hormona

responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios y sirve para mantener la preñez. Dentro de sus funciones, se destacan:

- Prepara al útero para la implantación y mantenimiento de la preñez.
- Regula el ciclo estral: junto con el estrógeno, induce al estro y el comportamiento o receptividad sexual. Elevadas concentraciones inhiben el ciclo estral y el pico ovulatorio de LH.
- Estimula el desarrollo del tejido lóbulo-alveolar, o secretor de la glándula mamaria durante la gestación.
- Es anabólica, contribuye a la ganancia de peso y deposición de reservas en la madre a pesar del crecimiento fetal.
- Cierra el canal cervical.

Estrógenos (hormona gonadal): producidos por los ovarios y, en menores cantidades, por las glándulas adrenales. Inducen fenómenos de proliferación celular sobre los órganos, principalmente endometrio, mama y el mismo ovario. El principal estrógeno natural es el 17β -estradiol. Es sintetizado principalmente en las células de la granulosa de los folículos dominantes. También en la placenta, corteza adrenal y células de Sertoli en macho.

Funciones:

- Caracteres sexuales secundarios de la hembra.
- Junto con progesterona, induce a nivel del SNC el comportamiento del celo y la libido.
- Desarrollo del sistema de conductos mamarios.
- Crecimiento endometrial, aumentando la irrigación de los órganos de la reproducción y provocando hipertrofia, aumentando el diámetro y la secreción de la mucosa.
- Estimula la síntesis de oxitocina en útero.
- Regula la secreción de LH y FSH.
- Ovulación.
- Relajación del cérvix.
- Estimula la asimilación de calcio y la osificación, impidiendo el desarrollo posterior.

GnRH (Hormona liberadora de gonadotropinas) (hormona hipotalámica): es una hormona liberada por el hipotálamo cuyo centro de acción es la hipófisis. Es un decapeptido que estimula la liberación de gonadotropina por parte de la adenohipófisis. Por otro lado, la gonadotropina posee su centro de acción en las gónadas masculina y femenina. La secreción está regulada por un oscilador neural, liberándose episódicamente a las venas portales hipofisarias e imponiéndole un patrón de liberación pulsátil a la secreción hipofisaria de gonadotropinas (más marcado en LH que en FSH)

FSH (Hormona folículo estimulante) (hormona hipofisaria): glicoproteína compuesta por dos subunidades, α común a la FSH, LH y TSH, y la β específica en su actividad biológica. FSH regula el desarrollo, el crecimiento, la maduración puberal, y los procesos reproductivos. FSH y LH actúan de forma sinérgica en la reproducción.

Funciones:

- Estimula periódicamente el desarrollo y crecimiento folicular, determinando las ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral (aumenta FSH= inicio de la onda, disminuye FSH= se selecciona el folículo dominante).
- Junto con la LH es responsable de la síntesis de estrógeno por los folículos en las células de la granulosa, una aromatasas que transforma sustancias androgénicas a 17β-estradiol.
- En macho actúa en las células de Sertoli, dentro de los tubos seminíferos, donde estimula la síntesis de inhibina, estrógenos y proteína transportadora de andrógenos. Es necesaria en la espermatogénesis.

LH (Hormona luteinizante) (hormona hipofisiaria): glicoproteína, con características químicas y tamaño molecular muy similar a la FSH, producida por las células basófilas de la adenohipófisis. La liberación de LH de la hipófisis es regulada por la producción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) proveniente del hipotálamo. Estos impulsos a su vez, están sujetos a la retroalimentación del estrógeno proveniente de las gónadas.

Funciones:

- Incrementa el flujo sanguíneo en el ovario.
- Estimula por sí sola en la teca interna del folículo la síntesis de testosterona a partir de colesterol en la hembra; y en el macho actúa sobre las células de Leydig.
- Induce la formación del cuerpo lúteo y lo mantiene al estimular la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo.
- Induce la ovulación.

Prostaglandinas: sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos. Hormonas de acción paracrina en algunos casos endocrina no específica, producidas por todos los tejidos del cuerpo. Tienen receptores de membrana que median respuestas rápidas y de corta duración. Existen distintos tipos de prostaglandinas, con acciones opuestas en la esfera reproductiva (PGF, PGE, PGI, etc).

Funciones:

- Control de la presión sanguínea, lipólisis, coagulación de la sangre, secreciones gástricas, función renal y respiratoria.
- Ovulación.
- Contracciones uterinas:
 - Facilitan el parto.
 - Facilitan el transporte de espermatozoides.
 - Involución uterina.
- Luteólisis.
- Luteotrófica.

Toda la información detallada sobre las hormonas y sus funciones fue obtenida de una recopilación de Ignacio Pascual sobre la reproducción animal – Sitio Argentino de Producción Animal (www.produccion-animal.com.ar).

5. IATF vs IA a Celo Detectado

Uno de los factores que más influyó negativamente en la adopción de la inseminación artificial en los rodeos de cría fue la necesidad de detectar celo.

Con el avance de la tecnología y del conocimiento del ciclo estral, dicha desventaja se fue esfumando debido a la posibilidad de inseminar en un momento concreto y establecido de antemano: IATF. Los protocolos actuales se basan en controlar ajustadamente el momento de la ovulación, con el objetivo de poder realizar inseminaciones en tiempos prefijados. Se pueden realizar inseminaciones en forma simplificada en períodos muy cortos y con muy pocos movimientos de hacienda.

Uno de los principales argumentos que sucumbieron fue el de que el toro es un mucho mejor detector del celo que el humano. Por una cuestión natural, lógicamente lo es, pero con la IATF no es necesario que el humano esté detectando celos y tenga el riesgo de “perderlos”.

Marcantonio y Etcheverry mencionan que históricamente, cerca del 90% de las inseminaciones en la Argentina se realizaban en vaquillonas, gracias a la facilidad de manejo y por el valor extra de disminuir los problemas de parto (Marcantonio & Etcheverry, 2020). Esto implicaba reducir el rodeo inseminado a una cuarta o quinta parte y además tener una menor flexibilidad a la hora de elegir semen de toros, ya que en dicha categoría es imperioso garantizar la facilidad de parto. De todas maneras, la llegada de la IATF, gracias a la simplificación del manejo de los animales y de la posibilidad de inducir la actividad sexual de vacas en anestro posparto logró que se puedan incluir en el sistema vacas con cría al pie.

Para evaluar el resultado de la IATF, se recomienda esperar por lo menos 7 días luego de la inseminación hasta la introducción de los toros al servicio, para que cuando se realiza el diagnóstico de gestación sea posible diferenciar la preñez resultado de la IA de la obtenida por servicio natural. Mediante el diagnóstico precoz de preñez a 30 días realizado por ultrasonografía, solo sería visible la gestación producto de la IATF, mientras que, si algunas vacas ya hubieran sido servidas por los toros, esta gestación aun no podría observarse por tener menos de 28 días, que son los días mínimos necesarios para poder realizar el diagnóstico con ultrasonido (Revista Veterinaria Argentina, 2015).

6. Vacas vs Vaquillonas

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas que tiene cada categoría con respecto a la implementación de la IATF, información obtenida de un artículo lanzado por el INTA en enero de 2006, titulado “Ventajas y desventajas de las distintas categorías que pueden conformar un rodeo de Inseminación Artificial”:

VAQUILLONAS:

- Ventajas:
 - **Manejo:** El hecho de no poseer cría al pie simplifica la aplicación de la tecnología, aunque, como se mencionó anteriormente, esto era mucho más significativo cuando la inseminación era a celo detectado.

- Desventajas:
 - **Bajo porcentaje del rodeo** (en el mejor de los casos un 25%).
 - **Anestro prepuberal:** importante que las vaquillonas hayan entrado en la pubertad y estén en condiciones para entrar en celo.
 - **Restricción de la elección del toro y falta de habilidad materna:** si el beneficio que queremos lograr o la genética a implementar están ligados a un mayor peso al nacimiento, no sería ideal implementarlo en esta categoría. De igual manera, hoy hay en el mercado genética que permite la compatibilidad entre un bajo peso al nacer y un buen crecimiento al pie de la madre, el problema entonces puede radicar en que la vaquillona no suele tener una gran habilidad materna.
 - **Destino del ternero:** para poder lograr buenos índices de preñez en el 2º servicio, considerando que la vaquillona todavía está creciendo, tiene que entrar en celo y criar un ternero, en muchas ocasiones se debe recurrir a un destete precoz. Si bien existen tecnologías que permitan un buen desarrollo del ternero destetado, el ritmo no va a ser el mismo que el de un ternero que crece al pie de la madre. Y aunque así lo fuera, estaría implicando una doble inversión por parte del criador, ya que tiene que destinar dinero para la inseminación y para el alimento del ternero destetado.

VACAS ADULTAS SIN CRÍA AL PIE:

- Ventajas:
 - **Manejo:** ídem vaquillona.
 - **No restricción del toro a utilizar:** por tratarse de un animal completamente desarrollado, los problemas de distocias son insignificantes.
 - **Habilidad materna:** capacidad de producir leche completamente desarrollada, lo que permitiría una buena cría del ternero.
- Desventajas:
 - **Problemas de fertilidad:** siendo animales que por algún motivo no se preñaron el ciclo anterior, hay que considerar que se pueden estar manteniendo animales que padezcan alguna patología reproductiva. Lo ideal es que esta sea la categoría menos abundante del rodeo, ya que presentar una gran cantidad de animales estaría implicando una deficiencia en el manejo.

VACAS ADULTAS CON CRÍA AL PIE:

- Ventajas:
 - **Gran porcentaje del rodeo.**
 - **Fertilidad probada:** la mejor prueba es que presente un ternero al pie.
 - **No restricción del toro y habilidad materna:** ídem vacas adultas s/cría.

- Desventajas:
 - **Anestro postparto:** aumenta a medida que disminuye la condición corporal del animal antes y después del parto. Históricamente hay un gran descarte de esta categoría en los programas debido a este motivo, aunque, como fue mencionado anteriormente, la IATF logró revertir esta limitante. En estos casos, el tacto de anestro es una muy buena herramienta para descartar todos aquellos animales que no hayan reanudado su actividad sexual cíclica y destinar a IA todos aquellos que si lo hayan hecho.
 - **Manejo:** el hecho de tener cría complica siempre los movimientos de la hacienda y los tratamientos a realizar en las madres, aunque nuevamente vale mencionar la simplificación que trajo la IATF en este sentido.

7. Procedimiento de IATF

Brevemente se describirán distintos protocolos hormonales para IATF, a modo de que se entienda mejor el procedimiento y sus implicancias.

En general, los protocolos pueden ser divididos en aquellos que utilizan combinaciones de Hormona liberadora de Gonadotrofinas (GnRH) y Prostaglandina (PGF2 α), llamados “Ovsynch/Cosynch”, y los que utilizan dispositivos con Progesterona (P4) y Estradiol (E).

El protocolo Ovsynch ha resultado en una fertilidad aceptable para vacas de leche (Pursley et al., 1997). Sin embargo, los resultados de su aplicación en rodeos de cría no han sido satisfactorios, debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro (Bó et al., 2008).

El protocolo más utilizado en animales de carne se basa en una combinación de progesterona, estrógenos y prostaglandina.

1) Protocolo en base a progesterona, estradiol y prostaglandina:

Este protocolo implica la utilización de dispositivos (dispositivos intravaginales; DIV) que liberan P4 y que se insertan en la vagina del animal por un período de 7 a 9 días. Los DIV se presentan con diferentes concentraciones de la droga, entre 0,5 y 1,9 g de P4. El protocolo más utilizado consiste en administrar en el día cero 2 mg de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular junto con la inserción del DIV (Bó et al., 2008). La P4 aportada realiza un freno en el eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino que impide que la vaca entre en celo y ovule durante este período. La función fundamental de los estrógenos en el inicio del tratamiento es provocar la atresia folicular e impedir de esta manera la formación de folículos persistentes que interfieren negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días, se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo (Espinosa, 2010). En el día 7 a 9, se extrae el dispositivo y se aplica PGF2 α

intramuscular, para generar un rápido descenso en la concentración de P4 debido al retiro del dispositivo y a la lisis del cuerpo lúteo, en caso de estar presente. También se administra 1 mg de cipionato de estradiol (CE) intramuscular para inducir un pico pre-ovulatorio de LH y sincronizar la ovulación (Baruselli et al, 2004; Callejas 2004; Rippe, 2009 y Uslenghi et al, 2014).

En los casos de tratamientos en rodeos con condición corporal limitante, el protocolo se complementa con la administración de eCG (equine chorionic gonadotropin), que aumenta la tasa de ovulación. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH (Murphy et al., 1991) y que puede ser utilizada para estimular el crecimiento de los folículos en el posparto (Yavas y Walton, 2000). En un trabajo realizado por Maraña et al. en 2006, donde se evaluó el efecto de 400 UI eCG al momento de retirar el dispositivo sobre los índices de preñez en vacas cruce cebú con cría con pobre condición corporal, se demostró su eficacia para aumentar significativamente la tasa de preñez (41,7% con eCG vs 32,8% sin eCG). De todos modos, no fue así en vacas con una condición corporal mayor a 2,5 puntos (35,5% con eCG vs 37,8% sin eCG). Resultados similares han sido reportados en varios trabajos (Bó et al., 2002, Cutaia et al., 2003, Baruselli et al., 2005) donde se observó un aumento de los porcentajes de preñez solamente en las vacas con cría con pobre condición corporal cuando se les aplicó eCG en combinación con un dispositivo con progesterona. En dichos trabajos, se menciona que la razón de esta diferencia podría deberse a que vacas con buena CC no necesitarían del estímulo exógeno de la eCG para el crecimiento folicular. También hay trabajos, como el de Maraña et al. en 2005 que no presentan beneficio alguno entre la aplicación y la no aplicación de eCG. Cabe mencionar que durante este experimento la mayoría de las vacas además de encontrarse con una condición comprometida estaban posiblemente perdiendo peso y esto podría ser la razón por la cual la eCG no mejoró significativamente la preñez.

En cuanto a la diferencia entre razas, en vaquillonas de razas cebú o cruce cebú, hay estudios que demuestran una menor capacidad para metabolizar la progesterona de los dispositivos que las vaquillonas de razas taurinas o europeas (Baruselli et al., 2005), aunque resultados han sido inconsistentes.

Se insemina 52-56 hs luego de la remoción del dispositivo.

	Dispositivo con P4						CPE				IATF
	BE						PGF2 α				
Día	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								Retiro disp. P4	52-56 hs.		

Tabla 8: Organización temporal del protocolo en base a progesterona, estradiol y prostaglandina.

2) Ovsynch/Cosynch:

El protocolo Ovsynch consiste en sincronizar la onda folicular con GnRH al inicio del tratamiento, lo cual provoca la ovulación o luteinización del folículo dominante con independencia de la existencia del Cuerpo Lúteo (CL), desarrollándose una nueva onda folicular 2 a 3 días más tarde. 7 a 9 días después, con la aplicación de PGF2 α , se provoca la luteólisis. Utilizando una segunda dosis de GnRH 56 horas después de la aplicación de PGF2 α se demostró una alta sincronización de la ovulación (en un período de 8 horas). Esto hace posible inseminar las vacas a tiempo prefijado, sin necesidad de detectar celos; óptimo 16 a 18 h (Espinosa, 2010).

	GnRH							PGF2 α		GnRH	IATF
Día	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

16hs

Tabla 9: Organización temporal del protocolo Ovsynch.

Este protocolo induce aparentemente la ovulación en un alto porcentaje de vacas en anestro, pero algunas de estas vacas tienen una fase luteal posterior más reducida, lo que produce tasas de concepción menores que en vacas cíclicas (Bó et al., 2009).

Se ha visto que un 30% de las vacas tratadas con este protocolo no son sincronizadas adecuadamente (Colazo et al., 2009). Esta variabilidad en la sincronización se debe al momento del ciclo estral en que se encuentran las vacas al comenzar el tratamiento. Los animales en los que se inicia un programa Ovsynch entre los días 1 y 4 o los días 13 y 17 del ciclo tuvieron tasas de preñez mucho más bajas que los que se iniciaron en otros momentos (Thatcher et al., 2000). Esto sugiere que vacas que estuvieran entre el día 5 y 12 del ciclo estral al inicio del protocolo Ovsynch responderían más satisfactoriamente a este protocolo. Una opción para poder conseguir esto, es realizar una pre-sincronización de los celos o "Pre-synch" para buscar que los animales estuvieran en este periodo del ciclo más favorable (día 5 al 12) antes del inicio del tratamiento Ovsynch. Este programa *Presynch-Ovsynch* consiste en la aplicación de dos dosis de PGF separadas 14 días y el comienzo del Ovsynch 12 días después de la segunda PGF.

Moreira et al. en 2001 mostraron una diferencia de 49% vs 37% a favor del *Presynch-Ovsynch* por sobre animales tratados solamente con Ovsynch y en 2004 El-Zarkouny et al. ratificaron el beneficio 47% vs 37%. Es importante señalar que, si bien la pre sincronización con PGF es efectiva, solo funcionaría en vacas que están ciclando (Revista Veterinaria Argentina, Abril 2015).

Una variante es el protocolo Cosynch, que se basa en inseminar en el momento de administrar la segunda dosis de GnRH, lo que reduce un movimiento de los animales.

Si bien hay otras alternativas a los procedimientos mencionados para poder aumentar su eficiencia, a través de la implementación de diferentes hormonas, se van a mantener los planteos clásicos a modo de ilustración, ya que el tema del trabajo no consiste en adentrarse en una comparación de protocolos.

OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar los beneficios de implementar la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en un campo de cría bovina en la zona de la Depresión de Laprida sobre la producción de carne.

ESPECÍFICOS:

- Evaluar la diferencia en producción de kilogramos destetados utilizando IATF vs servicio natural.
- Analizar la proyección que tiene la diferencia en kilogramos destetados sobre la productividad del rodeo.

DESARROLLO

1. Presentación del caso y Resultados

El establecimiento cuenta con aproximadamente 900 a 1000 vientres, entre vacas y vaquillonas. La tasa de reposición anual promedio es del 20%. El establecimiento tiene una larga historia de inseminaciones, y al día de hoy insemina alrededor del 90% de los vientres. El esquema productivo es mixto, teniendo tanto agricultura como cría bovina en el campo. Los terneros machos son todos vendidos al destete, normalmente a los 5-6 meses de edad junto con la mayoría de las hembras, ya que generalmente se guardan el 20% mencionado anteriormente para criar y reponer vientres.

El caso presentado cuenta con registros de partos de vacas y vaquillonas 100% AnGus de los años 2020 (n=428) y 2021 (n=212). Todos los vientres fueron inseminados por toros de dos compañías diferentes.

El procedimiento de IATF utilizado fue el siguiente:

Día 0: colocación de dispositivo intravaginal con progesterona y aplicación de Benzoato de Estradiol (2 mg vía intramuscular).

Día 7: retiro del dispositivo y aplicación de una dosis de Prostaglandina (150 Ug) y Cipionato de estradiol (1 mg de CE intramuscular).

Día 9: inseminación a las 48-56 horas.

A los 10 días de la IATF se inició el repaso con toros (3%), los cuales permanecieron en el rodeo por 3 meses. Para diferenciar las preñeces de IA de las de servicio natural, entre los 30 y los 35 días luego de la inseminación se realizó ecografía.

Entre dos y tres meses después se realizó el tacto del rodeo general, para llevar registro de las preñeces totales. En esta instancia, se registró a las vacas diagnosticadas preñadas con ecografía que no mantenían su condición de preñez. A su vez, se hizo una clasificación entre cabeza, cuerpo y cola de preñez, para tener una estimación de la distribución de los partos. Al nacimiento, todos los terneros fueron identificados electrónicamente y se tomó el dato de la madre, llegando generalmente hasta casi un 80% de efectividad en el dato que relaciona a la madre con su cría. Toda la información mencionada fue cargada en un software y se mantuvo un seguimiento hasta que el animal salió del campo, en caso de ser vendido.

Los recursos forrajeros utilizados para la cría fueron verdeos de invierno, pasturas consociadas y rastrojos de agricultura. La recría se alimentó a base de los dos primeros solamente.

1.1. Información general de los toros y datos REPRODUCTIVOS

Para entender el recurso genético que implementa el establecimiento en su rodeo, se mencionará de manera general los principales atributos de los toros utilizados para inseminación y para el repaso.

En **2019** se utilizaron tres toros para la inseminación de vacas y dos toros para la inseminación de las vaquillonas.

Los toros para vacas tienen como características generales utilidad total, eficiencia de conversión y expresión racial. Sus Diferencias Esperadas de Progenie (DEPs) resaltan en: Facilidad de Parto, Peso al Nacer, Peso al Destete, Peso al Año, Ganancia Residual Promedio, Consumo de MS, Circunferencia Escrotal (altamente relacionado a fertilidad en machos y hembras, entrada más temprana a la pubertad), Tasa de Preñez de las hijas (lo que implica una mayor cabeza de parición), Facilidad de Parto de las hijas, Área Ojo de Bife (buena predicción de la cantidad total de músculo en la canal y está altamente relacionado con el peso de la misma), Engrasamiento, Índice Maternal (diferencia de rentabilidad desde la concepción al destete, asumiendo que se conservan las propias hembras dentro del rodeo), Índice de Destete (valor adicional de las hijas en un planteo de cría) e Índice de Calidad de Carne (indicador monetario del beneficio adicional en términos de calidad de carne que aportan los hijos/as de un toro).

Por otro lado, los toros destinados a inseminar vaquillonas se caracterizan principalmente por rasgos maternos, docilidad y gran facilidad de parto. Entre los DEPs de mayor interés están: Facilidad de Parto, Peso al Nacer, Peso al Destete, Circunferencia Escrotal, Ahorro de alimento en hijas, Docilidad, Peso al Año, Tasa de preñez de las hijas, Marmoreo, Área Ojo de Bife, Engrasamiento, Índice Maternal, Índice de Destete e Índice de Calidad de Carne.

Las Tablas 10 y 11 muestran los resultados de la inseminación, tanto en vacas como en vaquillonas, del año 2019 (representan luego las pariciones del 2020):

VACAS									
Toro	95% CI	Concepción	Preñadas	Vacías	Total	Abortos	Pariciones	%Tot	SpC
1	38-51	44%	112	140	252	8	104	31%	2,3
2	32-46	39%	76	119	195	5	71	21%	2,6
3	61-73	67%	166	81	247	2	164	48%	1,5
TOTALES	45-57	51%	354	340	694	15	339	100%	2,1

Tabla 10: Resultado reproductivo de la IATF en Vacas 2019. Diferentes indicadores de interés.

95% CI: análisis estadístico que calcula entre qué rangos podría estar la preñez en base a la cantidad de servicios que tienen y los resultados que tuvieron con un intervalo de confianza del 95%.

SpC: Servicios por Concepción (cuántos servicios se dieron por la concepción promedio).

VAQUILLONAS									
Toro	95% CI	Concepción	Preñadas	Vacías	Total	Abortos	Pariciones	%Tot	SpC
4	38-56	47%	51	58	109	1	50	47%	2,1
5	48-66	57%	59	44	103	2	57	53%	1,7
TOTALES	46-56	51%	110	105	215	3	107	100%	1,9

Tabla 11: Resultado reproductivo de la IATF en Vaquillonas 2019. Diferentes indicadores de interés.

Según los datos del 2019, no se observa una diferencia en cuanto a la tasa de concepción entre las diferentes categorías ($p > 0,05$). Esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0,47$). Según un estudio del INTA Balcarce, en bovinos de carne el riesgo de aborto estimado para la región central del país es del 4,5%, con lo

cual, tanto las vacas (4,2%), como las vaquillonas (2,7%) se encontraron por debajo del estándar.

Al año siguiente, en **2020** se utilizaron tres toros para inseminar a las vacas y dos para inseminar a las vaquillonas. En el caso de las vacas, se eligió al toro clasificado como “3” del año 2019 para repetir inseminación. En este año, los toros para vacas tuvieron como características generales buen crecimiento y musculatura, maternidad, carcasa y fácil engorde. Los DEPs de mayor importancia fueron: Peso al Destete, Peso al Año, Facilidad de Parto de las Hijas, Marmoreo, Área Ojo de Bife, Índice de Destete e Índice Feedlot (indicador monetario del beneficio adicional en planteos de feedlot que aportan los hijos de un toro en términos de ganancia diaria de peso vivo y eficiencia de conversión).

Los toros destinados a vaquillonas coincidían en ser una excelente opción para entores precoces, aptos para vaquillonas de 15 meses, produciendo animales de moderados a bajos requerimientos y muy buena eficiencia de conversión.

DEPs de mayor interés: Facilidad de Parto, Peso al Nacer, Consumo de Materia Seca, Facilidad de Parto de las Hijas, Leche (habilidad materna de las hijas) y Valor Energía (cantidad de energía que se espera que un animal gestante necesite para mantenerse en buen estado).

Las Tablas 12 y 13 muestran los resultados de la inseminación tanto en vacas como en vaquillonas del año 2020 (representan luego las pariciones del 2021):

VACAS									
Toro	95% CI	Concepción	Preñadas	Vacías	Total	Abortos	Pariciones	%Tot	SpC
3 (repite)	39-52	46%	100	119	219	4	96	26%	2,2
6	53-66	60%	142	96	238	4	138	37%	1,7
7	56-69	63%	144	85	229	5	139	37%	1,6
TOTALES	50-63	56%	386	300	686	13	373	100%	1,8

Tabla 12: Resultado reproductivo de la IATF en Vacas 2020. Diferentes indicadores de interés.

VAQUILLONAS									
Toro	95% CI	Concepción	Preñadas	Vacías	Total	Abortos	Pariciones	%Tot	SpC
8	47-66	57%	59	45	104	3	56	52%	1,8
9	45-64	55%	57	47	104	6	51	48%	1,8
TOTALES	46-65	56%	116	92	208	9	107	100%	1,8

Tabla 13: Resultado reproductivo de la IATF en Vaquillonas 2020. Diferentes indicadores de interés.

La concepción en este año, al igual a lo visto en el 2019, no varió entre categorías, aunque el valor total fue mayor (51% vs 56%) ($p < 0,05$). Los abortos este año fueron mayores en vaquillonas ($p < 0,05$), llegando a un 7,8%, versus un 3,4% en vacas.

En cuanto a los **toros utilizados como repaso**, todos fueron comprados en remates a cabañas y poseen un alto valor genético, aunque sin la información detallada como para los toros de inseminación. El único atributo buscado explícitamente fue que los toros destinados a repasar vaquillonas tengan un bajo tamaño y peso al nacer, con el objetivo de evitar distocias.

Cabe recalcar que la tasa de abortos en las preñeces obtenidas por el uso de dichos toros se encontró dentro de los estándares, siendo 3,4% en los servicios de 2019 y 4,5% en los de 2020.

Los toros de repaso fueron agrupados en ambos años y los individuos de cada grupo no variaron entre los mismos (una vez que un toro ingresó al grupo, no cambió). De esta manera, hubo para ambos años 5 grupos de toros.

1.2. Análisis de datos PRODUCTIVOS

Los datos que fueron provistos por el establecimiento fueron los siguientes: fecha de nacimiento, peso al nacimiento, nombre del padre (toro específico de inseminación o grupo de toros de repaso), fecha de la última pesada (al destete en machos y algunas hembras, y para las hembras recriadas, al año de edad aproximadamente), peso de la última pesada, dato de la madre (si fue vaca o vaquillona) y peso ajustado a los 205 días¹.

Cabe aclarar que la cantidad de datos obtenidos para hacer las comparaciones es significativamente inferior a los datos **reproductivos** presentados. Esto se debe simplemente a una pérdida de la trazabilidad en la información de muchos animales. Igualmente, la cantidad de bovinos analizados fue lo suficientemente grande como para obtener resultados significativos y conclusiones válidas.

Ya que el trabajo tuvo como uno de sus objetivos evaluar las diferencias, tanto al destete como al año de edad entre hijas nacidas por inseminación artificial e hijas nacidas por servicio natural, en el caso de las hembras recriadas, se tomó como fecha de destete teórica la misma que realmente fue en los animales que salieron del campo (los machos y la mayoría de las hembras se destetaron el 9 de febrero en ambos años). De esta manera, se realizó un cálculo de peso al destete "real":

$$\text{Edad Destete Real} = \text{fecha destete teórica} - \text{fecha de nacimiento}$$

$$\text{Ganancia Diaria Promedio} = \frac{\text{Peso ajustado a los 205d} - \text{peso al nacer}}{205d}$$

$$\text{Peso destete "Real"} = \text{Edad Destete Real} \times \text{Ganancia Diaria Promedio}$$

Para analizar los resultados es importante comparar las condiciones climáticas en ambos años. Para ello se realizó un breve análisis del clima que influyó sobre los datos a presentar. Con información obtenida del *Servicio Meteorológico Nacional*, se muestra un resumen desde el año 2019 (donde se realizó el servicio del primer año), hasta fines de 2022 (en agosto fue la fecha de la última pesada de las hembras recriadas).

¹El cálculo del peso a los 205d se utiliza para evaluar solamente el efecto de la genética sobre el peso del animal, ya que quita de la ecuación el momento del nacimiento. La forma de calcularlo es:

$$P_{205d} = \left(\text{Peso al destete} - \text{Peso al nacer} / \text{Edad} \right) \times 205 + \text{Peso al nacer}$$

2019:

El verano 18/19 tuvo como característica en el sudoeste bonaerense pocas precipitaciones, las que igualmente llegaron en el invierno. Como se puede ver en la Figura 7, si bien la zona que más sufrió eventos extremos fue la del centro del país, en cuanto a Gonzales Chaves, lo que se manifestó principalmente fue un déficit de precipitaciones, lo cual pudo haber influido en la producción de recurso forrajero.

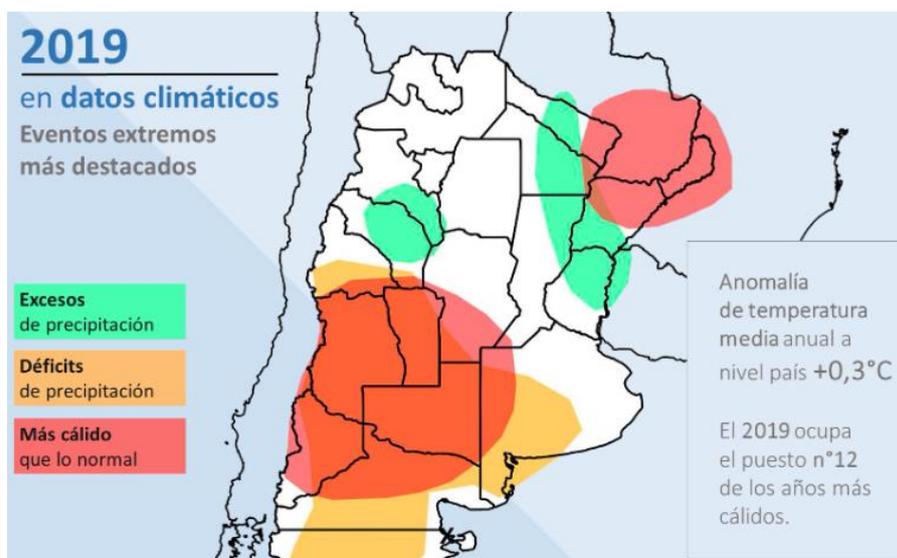
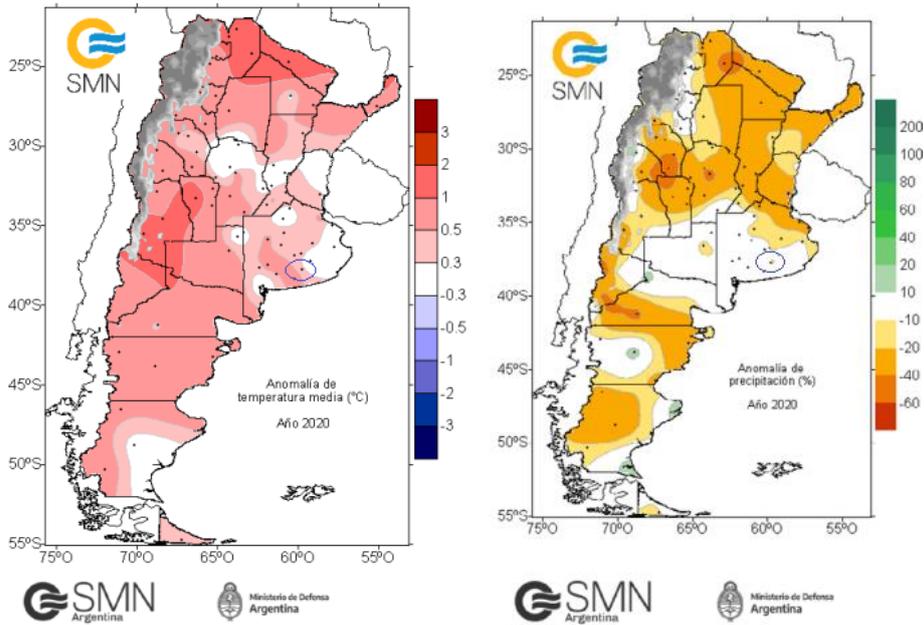


Figura 7: 2019 en datos climáticos: Eventos extremos más destacados. *Recuperada del Servicio Meteorológico Nacional Tiempo y clima: resumen 2019.*

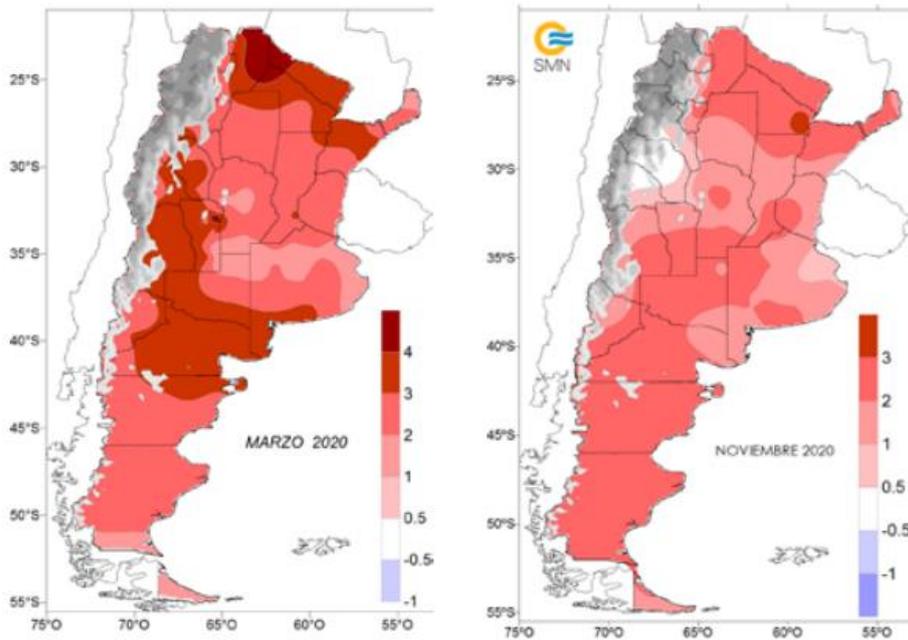
2020:

El año estuvo marcado por una sequía amplia y sostenida, estando el último cuatrimestre modulado por el desarrollo del fenómeno “La Niña”, ya ampliamente conocido y el cual impactó durante los años siguientes generando una baja en las precipitaciones para el país. De todos modos, el sur-sudeste de Buenos Aires no sufrió un gran castigo este año.

La zona parece haber tenido cierto aumento en la temperatura media, pero no una disminución en las precipitaciones medias (Figuras 8 y 9). El otoño y la primavera fueron las temporadas donde se vieron temperaturas medias más cálidas a las normales en la zona (Figuras 10 y 11). Otoño igualmente fue la única temporada donde se pueden apreciar precipitaciones más altas a las normales (Figura 12), el resto del año fue relativamente estándar en este aspecto.



Figuras 8 y 9: Anomalía de temperatura media (°C) y anomalía de precipitación (%) en Argentina, respectivamente. (Recuperadas del SMN - Reporte “Estado del clima en Argentina 2020”).



Figuras 10 y 11: Desvíos de la temperatura máxima media para los meses de marzo y noviembre con respecto al valor medio 1981-2010 (°C).

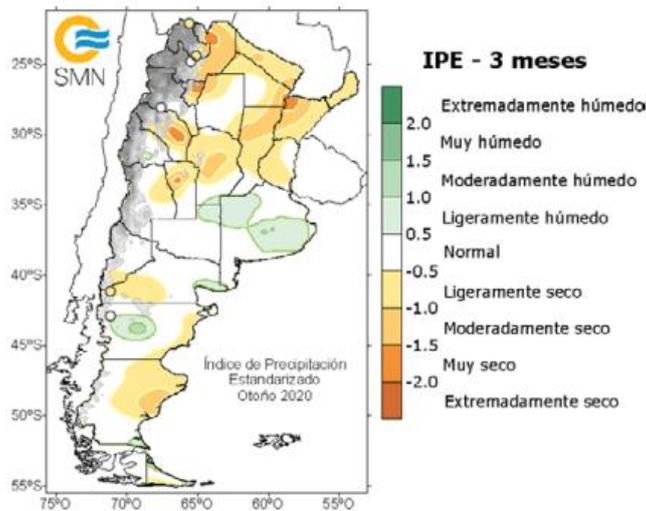


Figura 12: Índice de precipitación estandarizado de 3 meses calculado en mayo 2020 para otoño del mismo año.

2021:

Este año se caracterizó por presentar en el sur del país temperaturas mayores a las medias, quedando el partido de Gonzales Chaves bajo esa condición (Figura 13). En cuanto a las precipitaciones, en todas las temporadas, exceptuando al otoño, se pudieron observar menores lluvias a las normales. La Figura 14 muestra que el partido sufrió un nivel de sequía **leve** durante el año.

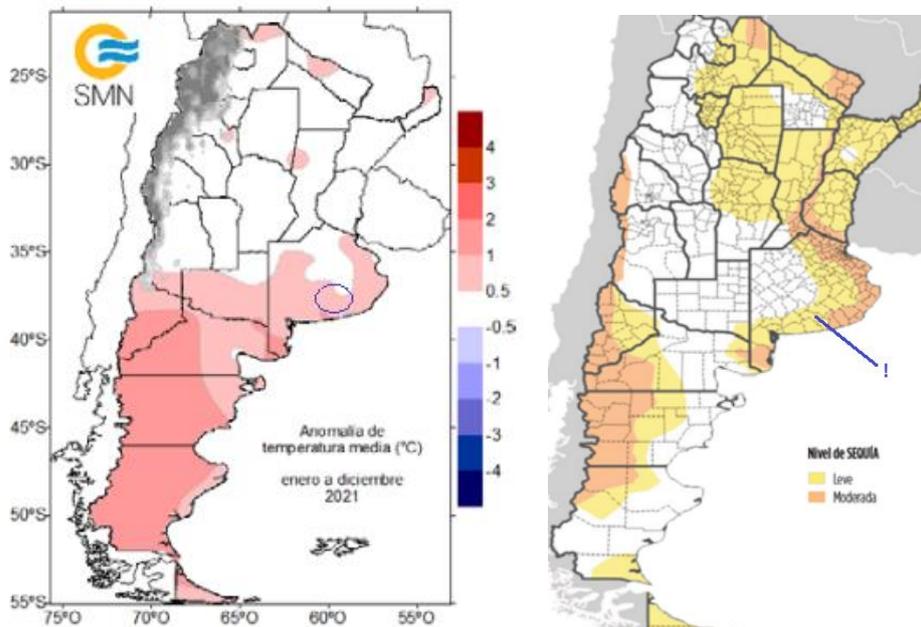


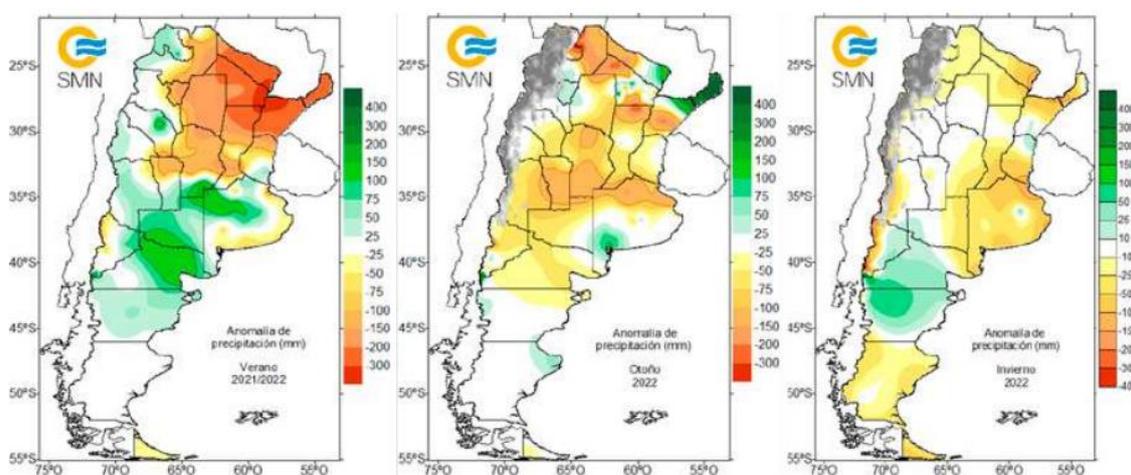
Figura 13 (der.): Desvíos de la temperatura media respecto al valor normal 1981-2010 (°C) de enero a diciembre 2021.

Figura 14 (izq.): Áreas de Argentina afectadas por sequías leves y moderadas diciembre 2021. Figura del Informe de Sequía elaborado por la Mesa Nacional de Monitoreo de Sequías.

2022:

En cuanto a temperaturas, el SMN (2022) indica: “Entre enero y diciembre de 2022, casi todo el país registró, en promedio, temperaturas medias dentro del rango normal (+/-0.5 °C). Solo regiones aisladas del norte y de la franja central presentaron desvíos levemente positivos.”

Manteniéndose activo el fenómeno “La Niña”, de 2020 a 2022 es el período de tres años más deficitario en cuanto a lluvias para el país desde 1961. Teniendo esto en cuenta, el año no fue particularmente extremo para la zona, aunque igualmente se ubicó por debajo de las precipitaciones normales, como se puede observar en las imágenes a continuación.



Figuras 15, 16 y 17: Anomalías de precipitación acumulada de verano, otoño e invierno durante 2022, con respecto al valor medio 1981-2010. En verde se indican las zonas con anomalías positivas y en marrón, con anomalías negativas.

Como conclusión, y para poder tener una referencia a la hora de mostrar los datos subsiguientes, se podría decir que todos fueron años complicados para el país, y no necesariamente con grandes diferencias entre los mismos. Esto se podría explicar por la persistencia del fenómeno Niña durante el período.

En términos de producción de materia seca, es probable que no haya habido diferencias entre años como para indicar una merma muy significativa, aunque mantener un estado hídrico pobre durante un largo tiempo claramente genera un impacto negativo en la producción.

A continuación, se presentan los resultados del análisis:

Las comparaciones realizadas fueron:

- 1) IATF vs Servicio Natural. Impacto en conjunto al destete y proyección al año de edad.
- 2) 2020 vs 2021.
- 3) Machos vs Hembras.

1) Comparación IATF vs. Servicio Natural (Destete y Proyección al año)

A) Diferencias en peso al destete en función de si los terneros nacieron por servicio natural o por IATF, con el fin de ver el impacto de la tecnología. De esta manera, el número total de animales es de 640, siendo 358 provenientes de IATF y 282 de Servicio Natural.

Se muestra la diferencia que tuvo la IATF con el Servicio Natural y el impacto que tuvo la misma sobre el valor total, tanto en la edad como en el peso.

<i>DESTETE REAL</i>				
	IATF		SN	
n = 640	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
AMBOS AÑOS	6,56	175	5,56	160
<i>Dif. vs SN</i>	<i>0,99</i>	<i>15,0</i>		
<i>Impacto sobre el total</i>	<i>17,9%</i>	<i>9,4%</i>		

Tabla 14: Edad y peso al destete de todos los animales en ambos años, diferenciando por uso de IATF o de SN.

El uso de la IATF generó un beneficio con respecto al servicio natural del 9,4% en cuanto a los kg destetados (175 vs 160 kg). Esto podría explicarse fundamentalmente por el hecho de que los animales tuvieron en promedio casi un mes más al momento de ser destetados, lo cual ejemplifica el beneficio de obtener una mayor cabeza de parición con una IATF exitosa.

Una manera de corroborar que el beneficio obtenido es atribuible solamente al momento de preñez o también incluye una mejora genética por a ser nacidos por inseminación artificial es hacer la comparación con el cálculo de **peso estimado a los 205 días**. El mismo, como se mencionó anteriormente, quita de la ecuación al factor edad.

<i>Estimación 205 días</i>				
	IATF		SN	
n = 640	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
AMBOS AÑOS	6,72	180	6,72	191
<i>Dif. vs SN</i>		<i>-11,3</i>		
<i>Impacto sobre el total</i>		<i>-5,9%</i>		

Tabla 15: Estimación del peso de los animales a los 205 días, diferenciando por uso de IATF o de SN.

Este análisis muestra que el impacto positivo del uso de la IATF se expresó exclusivamente por una mejora en la distribución de las pariciones. Incluso, paradójicamente, el peso de los terneros destetados nacidos por SN fue 11,3 kg superior al de los hijos nacidos por inseminación. Cabe recordar que los toros utilizados para repaso fueron seleccionados exhaustivamente y poseían un gran material genético.

- B) Diferencias en peso al año de edad en función de si los terneros nacieron por servicio natural o por IATF. En la Tabla 16 se puede observar la comparación de los resultados para aquellos animales que se mantuvieron en el campo (terneras recriadas) en ambos años. Promediando el año de vida, a los animales se los pesó por última vez, para poder ver cómo se proyectó el beneficio obtenido en la comparación anterior.

<i>ÚLTIMA PESADA</i>				
	IATF		SN	
n = 305	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
AMBOS AÑOS	12,52	288	11,74	269
<i>Dif. vs SN</i>	0,79	18,8		
<i>Impacto sobre el total</i>	6,7%	7,0%		

Tabla 16: Último registro de edad y peso de los animales en ambos años, diferenciando por el uso de IATF o de SN.

Lo que se puede observar es que aquellos animales provenientes de IATF mantuvieron un beneficio considerable por sobre los de SN. La edad final de los primeros fue 0,79 meses mayor (aproximadamente 24 días) y pesaron 18,8 kg más.

Para analizar cómo se proyecta el resultado seis meses más tarde, se puede observar que el *Impacto sobre el total*² al destete fue de 9,4%, mientras que al año de edad el impacto fue del 7,0%. Esto demuestra que sigue habiendo un impacto importante en los kg finales del animal, aunque el mayor beneficio se aprecia al destete.

- C) A su vez, a modo de tener una comparación para toda una muestra de individuos al destete y al año de edad, se muestra a continuación la proyección de la diferencia de peso al destete y al año de edad solo para el año 2021, ya que todos los animales con datos fueron recriados:

<i>DESTETE REAL</i>				
	IATF		SN	
n = 212	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
SÓLO 2021	6,61	160	5,90	139
<i>Dif. vs SN</i>	0,71	20,5		
<i>Impacto sobre el total</i>	12,1%	14,8%		

Tabla 17: Edad y peso al destete para las terneras de 2021, diferenciando por el uso de IATF y de SN.

La tecnología presentó un beneficio de 20,5 kg (+14,8%) sobre el servicio natural, con un peso de los animales al destete en promedio 0,71 meses (21,7 días) mayores.

² *“Impacto sobre el total”*: se obtiene dividiendo la diferencia de edad o peso por la edad o el peso total. De esta manera, para llegar a un impacto del 9,4% en la Tabla 14 se dividieron los 15 kg de diferencia por los 160 kg de peso totales que presentaron los animales sin la implementación de IATF.

Estimación 205 días

n = 212	IATF		SN	
	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
SÓLO 2021	6,72	163	6,72	159
<i>Dif. vs SN</i>		4,0		
<i>Impacto sobre el total</i>		2,5%		

Tabla 18: Estimación del peso de los animales a los 205d, diferenciando por el uso de IATF o de SN.

En la Tabla 18 se puede observar, al igual que en la comparación 2) A) que el impacto genético es realmente mejor en los animales bajo Servicio Natural.

ÚLTIMA PESADA

n = 212	IATF		SN	
	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
SÓLO 2021	12,42	296	11,71	279
<i>Dif. vs SN</i>	0,71	16,6		
<i>Impacto sobre el total</i>	6,1%	5,9%		

Tabla 19: Último registro de edad y peso para los animales recriados en 2021, diferenciando por el uso de IATF o de SN.

La Tabla 19 muestra que la implementación de IATF sigue teniendo un impacto positivo (+16,6 kg / +5,9%) cuando los animales llegan al año de edad.

2) Comparación ENTRE AÑOS

- A) Diferencias en peso al destete entre 2020 y 2021, tanto para machos como para hembras, provenientes de terneros nacidos por Servicio Natural o por IATF. En caso de las hembras recriadas se utilizó el cálculo de destete “real” explicado con anterioridad. La edad está expresada en meses, considerando un promedio de 30,5 días por mes.

DESTETE REAL

n = 640	2020 (n=428)		2021 (n=212)	
	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
IATF y SN	5,95	176	6,45	155
<i>Dif. vs 2021</i>	-0,50	20,8		

Tabla 20: Edad y peso de animales al destete para dos años diferentes, agrupando ambas alternativas.

Se puede observar que, en el 2020, a pesar de destetar animales más jóvenes (5,95 vs 6,45 meses), el peso de estos fue 20,8 kg superior que el año siguiente. El hecho de destetar animales más temprano lleva implícita la ventaja que el animal permanece menos tiempo al pie de la madre consumiendo recursos, por lo que en este caso el beneficio fue doble para ese año.

- B) Diferencias al momento de la última pesada (1 año de edad) solo para aquellos animales que fueron recriados en el campo (hembras), tanto SN como IATF.

<i>ÚLTIMA PESADA</i>				
	2020 (n=93)		2021 (n=212)	
n = 305	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
IATF y SN	12,42	261	12,25	292
<i>Dif. vs 2021</i>	<i>0,17</i>	<i>-31,0</i>		

Tabla 21: Último registro de edad y peso de los animales para dos diferentes años, agrupando ambas alternativas.

A diferencia de la comparación anterior, los animales destetados en 2021 fueron 31 kg más pesados al año de edad que los destetados en 2020 (261 vs 292 kg). Una de las causas que podría explicar el cambio de tendencia que vemos entre las Tablas 20 y 21 es que el número de animales totales en 2020 tuvo una gran baja, pasando de un *n* de 428 a uno de 93, ya que muchos de ellos fueron vendidos al destete. En cuanto al 2021, la totalidad de animales de los cuales se cuenta con información fue recriado (todas hembras).

3) Diferencias entre machos y hembras

Diferencias en el peso al destete en función del sexo de la cría. Por un lado, se puede ver la diferencia entre los sexos para cada tratamiento y por el otro la diferencia que de cada uno según el servicio que tuvo.

- A) La Tabla 22 muestra la diferencia entre ambos sexos provenientes de servicio natural al destete. Se puede observar una clara ventaja para los machos, habiéndose destetado con 21,6 kg más en promedio.

<i>DESTETE REAL</i>				
	SN			
	Machos		Hembras	
n = 282	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
AMBOS AÑOS	5,48	166	5,80	144
<i>Dif. vs Hembra</i>	<i>-0,32</i>	<i>21,6</i>		

Tabla 22: Edad y peso al destete diferenciando entre machos y hembras provenientes de Servicio Natural en ambos años.

- B) La Tabla 23 muestra la diferencia entre sexos con la aplicación de la tecnología de inseminación artificial al destete, donde también se puede apreciar la ventaja de los machos (+19,3 kg en promedio), y a su vez la diferencia de ambos contra el servicio natural. Tanto los machos (+21,4 kg) como las hembras (+23,7 kg) que provenían de un servicio bajo IATF tuvieron una ventaja por sobre aquellos

bajo SN. La diferencia se debe que el destete fue con mayor edad, siendo los machos un mes entero y las hembras 0,8 meses más grandes.

<i>DESTETE REAL</i>				
IATF				
	Machos		Hembras	
n = 358	EDAD (meses)	PESO (kg)	EDAD (meses)	PESO (kg)
AMBOS AÑOS	6,49	187	6,60	168
<i>Dif. vs Hembra</i>	-0,11	19,3		
<i>Dif. vs SN</i>	1,00	21,4	0,80	23,7

Tabla 23: Edad y peso al destete diferenciando entre machos y hembras provenientes de IATF en ambos años. Comparación contra datos de SN.

DISCUSIÓN

Tal como mencionaron diversos autores citados, en el caso de estudio se pudo observar la gran importancia que tiene la distribución temporal de la preñez sobre el resultado productivo de un establecimiento de cría. El impacto de la IATF sobre el tamaño de la cabeza de parición hizo que el peso al destete de los terneros provenientes de inseminación artificial haya sido superior al de aquellos nacidos a partir del servicio natural (+9,4% de kilogramos en el rodeo general). Esto implica obtener una mayor cabeza de parición, generando animales de una mayor edad al destete, lo cual se traduce directamente a un mayor potencial de ganancia de peso.

Los resultados coincidieron con la bibliografía mostrada, ya que, con dicha tecnología, una gran cantidad de madres quedan preñadas al inicio del servicio, logrando entre un 11% y un 13% de superioridad en kg destetados atribuibles a la edad del ternero (a su vez, mucha bibliografía hace referencia a un beneficio de entre 19% y 23%, teniendo en cuenta la superioridad genética) (Leismester et al., 1973; García Paloma et al., 1992; Butler et al., 1999; Bottaro & Scena, 2003; Cutaia et al., 2003; Cutaia et al., 2007).

El efecto beneficioso de la IATF sobre el peso al destete fue exclusivamente debido a una mejor distribución de la parición, demostrado en todas las comparaciones. Siempre que se realizó el cálculo de peso ajustado a los 205 días, los animales provenientes de servicio natural tuvieron mayor peso al destete (+5,9% de kilogramos en el rodeo general). Aquí se vio plasmada la gran calidad genética que presentaban los toros comprados a cabañas y demuestra la importancia de seleccionar buenos reproductores para los repastos.

Si bien hay autores que plantean que la implementación de inseminación artificial presenta beneficios adicionales, como control de enfermedades venéreas, reducción en las dificultades de parto y reducción en recursos debido a la menor necesidad de toros, este trabajo mostró que uno de los más importantes (y posiblemente el más tangible) es el de obtener una mayor cantidad de kilogramos finales (+7% en el rodeo general).

Se hace referencia a “kilogramos finales” porque, como se propuso en los objetivos, el beneficio es observable hasta el último día que el animal permanece en el campo. Este análisis representa una fortaleza del trabajo, ya que la mayoría de los estudios hablan de un beneficio al destete y no se proyecta hacia adelante en la vida del animal. Esto se debe en gran medida a que lo que le interesa al dueño del negocio son los kilogramos vendidos, y en la mayoría de los casos esto ocurre al destete. Además, comparar el peso de los animales más allá del destete requiere una mayor trazabilidad, ya que implica tener información del animal por el doble de tiempo (aproximadamente 6 meses, al destete, contra un año).

Sobre este punto es importante mencionar que el impacto beneficioso que tuvo la implementación de la tecnología en el peso vivo va disminuyendo a medida que avanza la vida del animal, lo cual es lógico, ya que al destete la diferencia de edad tiene un peso relativo mucho mayor que al año (impacto del 17,9% al destete vs 6,7% en la última pesada).

Para tener dimensión de la diferencia proyectada, en una de las comparaciones se aisló la muestra correspondiente a pariciones del 2021, ya que todos los registros al destete fueron llevados al año de edad. Aquí es donde se puede ver la gran diferencia entre

ambas etapas, donde al destete los animales nacidos de IATF se mostraron un 14,8% más pesados, mientras que, al año de edad, un 5,9%.

Para hacer una pequeña segregación, se agregó la comparación entre machos y hembras, la cual dio como resultado un beneficio para los primeros, tanto en servicio natural (+15%) como con la implementación de IATF (+11,5%).

Puede resultar desafiante para un establecimiento comenzar a implementar la IATF, ya que requiere cierto grado de conocimiento y confianza en ella y un manejo más intensivo, y esto es demostrado por el hecho de que solamente el 13% de los vientres carniceros fueron inseminados en 2022. A su vez, requiere que el rodeo presente un buen estado general (buena condición corporal y bajo estrés) para poder presentar buenos resultados. De lo contrario, se estaría desperdiciando dinero y tiempo tratando de encubrir problemas de base y no se reflejaría el verdadero potencial de la herramienta.

Dado el frágil y dificultoso contexto que viene transitando la ganadería estos últimos tiempos, es de gran importancia poder tener conocimiento sobre todo el abanico de posibilidades que puedan ayudar a la rentabilidad del rodeo. La importancia de este tipo de trabajos es actualizar a los lectores sobre los resultados positivos de la IATF, para que cada vez más productores puedan tenerla en cuenta a la hora de mejorar el rendimiento de su establecimiento.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la IATF es una herramienta que aporta beneficios significativos al resultado productivo de un establecimiento de cría. El beneficio más importante es la superioridad en los kilogramos de carne logrados, comparado con el servicio natural, basado en una mejor distribución temporal de las preñeces.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberío, R. (s/f.) *Aspectos económicos relacionados a la inducción/sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría.*
 2. Baruselli P. S., de Castro T., García-Pintos C. CA G, Piaggio J, Menchaca A. (2004). *The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates.* Anim Reprod Sci 82–83: 479-486.
 3. Baruselli, P. S., Bó, G. A., Reis, E. L., Marques, M. D. O., & Sá Filho, M. F. (2005). *Introdução da IATF no manejo reproductivo de rebanhos bovinos de corte no Brasil.* VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. pp. 151-176
 4. Baruselli, P. S., Marques, M. O., Reis, E. L., Bó, G. A. (2003). *Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales.* Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba: 103-116.
 5. Batista, W.B., León, R.J.C. & Perelman, S.B. (1988). *Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la Región de Laprida, Prov. de Buenos Aires, Argentina.* Phytocoenología 16 (4): 465-480.
 6. Bottaro, A.A. & Scena, C.G. (2003). *Modelo de simulación de eficiencia reproductiva, producción de carne y resultado económico de un rodeo con IATF vs. Servicio natural en cinco temporadas.* V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande Córdoba. Argentina: 396.
 7. Burris, M. & Priode, B. (1958). *Effect of calving date on subsequent calving performance.* J. Anim. Sci. 15:527
 8. Butler, H., Alberio, R. & Cesaroni, G. (1999). *Retorno económico de la utilización de un programa de IATF con progestágenos.* Revista Taurus Año 1 N°4: 47-48.
 9. Bó, G. A., Cutaia, L., & Tribulo, R. (2002). *Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina.* Primera Parte. Revista Taurus. 14: 10-2
 10. Bó, G., Chesta, P., & Cutaia, L. (2008). *Claves para una IATF exitosa en rodeos de cría.* Anales Cuartas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina, 14-33.
 11. Bó, G; Cutaia, L; Souza, A. & Baruselli, E. (2009). *Actualización sobre Protocolos de IATF en Bovinos de Leche Utilizando Dispositivos con Progesterona.* Pp.1-12.
 12. Cahuépe, M. A. & Hidalgo, L. G. (2005). *La Pampa Inundable: uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental.*
 13. Callejas, S. (2004). *Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados.* Revista Taurus. 24: 22-34.
 14. Carrillo, J. (1988). *Manejo de un Rodeo de Cría.* Hemisferio Sur S.A.
 15. Colazo, M. G., Gordon, M. B., Rajamahendran, R., Mapletoft, R. J., & Ambrose, D. J. (2009). *Pregnancy rates to timed artificial insemination in dairy cows treated with gonadotropin-releasing hormone or porcine luteinizing hormone.* Theriogenology, 72(2), 262-270.
- Colegio de veterinarios de la provincia de Buenos Aires (2019). *Caracterización de la producción vacuna en la provincia de Buenos Aires para el año 2019.* <http://www.cvpba.org>

16. Crowe, M.A. & Mullen, M.P. (2011). *Regulation and Function of Gonadotropins Throughout the Bovine Oestrous Cycle*. InTech. doi: 10.5772/53870
17. Cutaia, L., Chesta, P., Picinato, D., Perez, L., Maraña, D., Bó, G. A. (2007). *Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con cría y vaquillonas: fundamentos fisiológicos y aspectos prácticos*. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay: 16-37.
18. Cutaia, L., Veneranda, G. & Bó, G. (2003). *Análisis del costo-beneficio: Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo y Servicio Natural*. Revista Taurus Año 5 N° 19:29-32.
19. Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P. S., Bó GA. (2003). *Programas de inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos*. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina:119-132.
20. De la Mata, JJ & Bó GA. (2012). *Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos con benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne*. Taurus 55: 17-23.
21. El-Zarkouny, S. Z., Cartmill, J. A., Richardson, A. M., Medina-Britos, M. A., Hensley, B. A., & Stevenson, J. S. (2001). *Presynchronization of estrous cycles in lactating dairy cows with Ovsynch+ CIDR and resynchronization of repeat estrus using the CIDR*. J Anim Sci, 79 (Suppl 1), 249.
22. Espinosa, M. (2010). *Efecto de diferentes protocolos para IATF sobre las tasas de preñez aplicados en ganado lechero*. Especialidad en reproducción bovina. Instituto de reproducción animal Córdoba. (IRAC), Córdoba, Argentina.
23. Faverin, C. & Machado, C. (2019). *Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la pampa deprimida*. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 35(1), 3-13.
24. García Paloma J., Alberio R., Miquel M., Grondona M., Carrillo J. & Schiersmann G. (1992). *Effect of calving date on lifetime productivity of cows in a winter-calving Aberdeen Angus herd*. Animal Production 55:177-184
25. Ginther, O. J. (1974). *Internal regulation of physiological processes through local venoarterial pathways: a review*. Journal of Animal Science, 39(3), 550-564.
26. Hafez, B., & Hafez, E. S. E. (2000). *Reproduction in Farm Animals, 7th edition*. Lippincott Williams and Wilkins.
27. Houghton, PL., Lemenager R.P., Horstman L.A., Hendrix K.S. & Moss G.E. (1990). *Effects of Body Composition, Pre- and Postpartum Energy Level and Early Weaning on Reproductive Performance of Beef Cows and Prewearing Calf Gain*. J. Anim. Sci. 68:1438-1446.
28. Inseminación Artificial a tiempo fijo en bovinos. (2015). <https://www.veterinariargentina.com/revista/2015/04/inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-bovinos/?hilite=inseminacion+tiempo+fijo>
29. INTA (2013). BASUR 1272101 *Proyecto regional con enfoque territorial centro oeste*. (INTA: Olavarría, Lamadrid, Laprida, Benito Juaréz).
30. Isobaras: Mapa de Climas de Argentina-Isotermas e Isohietas: Conceptos. (s/f). Historia y Biografías. https://historiaybiografias.com/mapa_climas/
31. Leismester J., Burfening P. & Blackwell R. (1973). *Date of first calving in beef cows and subsequent calf production*. J. Anim. Sci. 36:1-6

32. León, R. J. C., Rusch, G. M., & Oesterheld, M. (1984). *Pastizales pampeanos- impacto agropecuario*. Phytocoenologia, 201-218.
33. León, R.J.C. (1975). *Las comunidades herbáceas de la Región Castelli-Pila*. Monografía 5. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. La Plata: 75-107.
34. Maraña, D., Cutaia, L., Borges Kruel, L. F., Pincinato, D., Peres Coelho, L., Rizzi, C., & Bó, G. A. (2005). *Efecto de la aplicación de 400 UI de eCG y enlatado sobre los porcentajes de preñez vacas posparto tratadas con DIB y benzoato de estradiol*. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina, abstr.
35. Maraña, D., Cutaia, L., Peres, L., Pincinato, D., Borges, L. F. K., & Bó, G. A. (2006). *Ovulation and Pregnancy rates in postpartum Bos Indicus cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate, with or without eCG and temporary weaning*. Reproduction, Fertility and Development, 18(2), 116-117.
36. Marcantonio, S. & Etcheverry, M. (2020). *Evolución del mercado de la inseminación artificial en bovinos para carne de la Argentina*. Taurus Año 22, N° 85:23-30.
37. Menchaca, A., Nuñez, R., De Castro, T., Garcias Pintos, C. & Cuadro, F. (2013). *Implementación de programas de IATF en Rodeos de Cría. Seminario de Actualización técnica. Cría Vacuna. Serie Técnica N° 208*. INIA 2013
38. Ministerio de Agroindustria (2015). *Caracterización de la Producción Bovina. Buenos Aires – Corrientes – Chaco – Formosa - La Pampa – Misiones*.
39. Moreira, F., Orlandi, C., Risco, C. A., Mattos, R., Lopes, F., & Thatcher, W. W. (2001). *Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows*. Journal of dairy science, 84(7), 1646-1659.
40. Morris, S. T., Pleasants, A. B., & Barton, R. A. (1978). *Post-partum oestrous interval of single-suckled Angus beef cows*. New Zealand Journal of Agricultural Research 21 (4): 577-582.
41. Mosciaro, M., Natinzon, P., Tosi, J. C., Santoja, H., Recavarren, P., Martinefsky, M. J. & Iorio, C. (2011). *Análisis de la situación actual y de la sustentabilidad económica de sistemas característicos de los territorios del CERBAS. Buenos Aires (Argentina)*. INTA, Proyecto Regional BASUR-720071.
42. Murphy, B. D., & Martinuk, S. D. (1991). *Equine chorionic gonadotropin*. Endocrine reviews, 12(1), 27-44.
43. Nett, T. M., Crowder, M. E., & Wise, M. E. (1984). *Role of estradiol in inducing an ovulatory-like surge of luteinizing hormone in sheep*. Biology of reproduction, 30(5), 1208-1215.
44. Niswender, G. D., Juengel, J. L., Silva, P. J., Rollyson, M. K., & McIntush, E. W. (2000). *Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum*. Physiological reviews, 80(1), 1-29.
45. Otondo, J. (2011). *Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable* (Doctoral dissertation, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires).
46. Pruitt, R. J. & Momont, P. A. (1987). *Effects of body condition on reproductive performance of range beef cows*. South Dakota Beef Report, paper 10.

47. Pursley, J. R., Kosorok, M. R., & Wiltbank, M. C. (1997). *Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation*. Journal of Dairy Science, 80(2), 301-306.
48. Rahe, C. H., Owens, R. E., Fleeger, J. L., Newton, H. J., & Harms, P. G. (1980). *Pattern of plasma luteinizing hormone in the cyclic cow: dependence upon the period of the cycle*. Endocrinology, 107(2), 498-503.
49. Rippe, C.A. (2009). *El ciclo estral*. Dairy Cattle Reproduction Conference.
50. Robson, R. C. (2006). *Ventajas y desventajas de las distintas categorías que pueden conformar un rodeo de Inseminación Artificial*. INTA.
51. Scena, C. (1999). *Retorno económico de la utilización de un programa de IATF con progestágenos*. Revista Taurus Año 1 N°3: 48-49.
52. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2023). *Stock Bovino por departamento y estratificación al 31-12 (2007-2022)*.
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_interes/informes/
53. Senger, P. L. (2013). *Pathways to Pregnancy and Parturition, 3th edition*. USA. Current Conceptions, Inc. 2013.
54. Servicio Meteorológico Nacional (2020). *Tiempo y Clima: Resumen 2019*.
Tiempo y clima: resumen 2019.
<https://www.smn.gob.ar/noticias/tiempo-y-clima-resumen-2019-0>
55. Servicio Meteorológico Nacional (2021). *Estado del clima en Argentina 2020*.
Presentamos el Estado del Clima en Argentina 2020.
<https://www.smn.gob.ar/noticias/presentamos-el-estado-del-clima-en-argentina-2020>
56. Servicio Meteorológico Nacional (2022). *Estado del clima en Argentina 2021*. *El Clima en Argentina 2021 - reporte preliminar*.
57. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-clima-en-argentina-2021-reporte-preliminar-0>
58. Servicio Meteorológico Nacional (2023). *Estado del clima en Argentina 2022*. *El Clima en Argentina 2022*.
<https://www.smn.gob.ar/noticias/el-clima-en-argentina-2022>
59. Stevenson, J. S. (2007). *Clinical reproductive physiology of the cow*. Current therapy in large animal theriogenology, 258-270.
60. Thatcher, W., & Moreira, F. (2000). *Strategies to Improve Reproductive Management of Dairy Cows*.
61. Trenkle, A., & Willam, R. L. (1977). *Beef production efficiency: The efficiency of beef production can be improved by applying knowledge of nutrition and breeding*. Science 198: 1009-1015.
62. Uslenghi G., González Chavez S., Cabodevila J. & Callejas S. (2014). *Effect of estradiol cypionate and amount of progesterone in the intravaginal device on synchronization of estrus, ovulation and on pregnancy rate in beef cows treated with FTAI based protocols*. Anim. Reprod. Sci. 145, 1-7.
63. Vernet Basualdo, E. (2016). *Manual de Consulta Agropecuario*. Ediciones Emilio Vernet.
64. Yavas, Y. W. J. S., & Walton, J. S. (2000). *Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review*. Theriogenology, 54(1), 25-55.