



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PARA GRADUADOS
INSTITUTO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL CÓRDOBA (IRAC)

EFFECTO DE UN COMPLEJO VITAMÍNICO-MINERAL SOBRE LA PREÑEZ POST-IATF EN VACAS DE CRÍA

Tomás José Leonetti Unzué

Trabajo Final
Para optar al Grado Académico de
Especialista en Reproducción Bovina

Córdoba - 2020

INDICE

1.	RESUMEN	3
2.	INTRODUCCIÓN	4
2.1.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	7
2.2.	OBJETIVO GENERAL	7
2.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	7
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1.	ANIMALES Y LUGARES DE TRABAJO.....	8
3.2.	TRATAMIENTOS.....	9
3.3.	ANÁLISIS DE DATOS	10
4.	RESULTADOS	11
4.1.	RESULTADOS GENERALES	11
4.2.	ESTABLECIMIENTO A	11
4.3.	ESTABLECIMIENTO B	12
4.4.	ESTABLECIMIENTO C	12
5.	DISCUSIÓN	13
6.	CONCLUSIONES.....	16
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	17

1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación parenteral con vitaminas y minerales, administradas al momento de colocar los dispositivos intravaginales con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas. Se emplearon 1209, distribuidas en tres establecimientos. En cada uno de ellos, se formaron 2 grupos al azar según condición corporal. Un grupo denominado (V+M) fue suplementado en forma parenteral con vitaminas y minerales (Adaptador VIT-MIN; Biogénesis Bagó) mientras que el otro no recibió tal suplementación. A ambos grupos, se les colocó un dispositivo con progesterona (0,5 g) más 2 mg de BE (Día 0). Sobre el Día 7, se retiraron los dispositivos, se administraron simultáneamente 150 µg de D (+) Cloprostenol y 0,5 mg de CPE. Al día 9, fueron inseminados con semen de toro con probada fertilidad. Transcurridos 32 días de la IATF, se realizó el diagnóstico de gestación por ecografía. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat mediante el cual se determinó si hubo influencia del tratamiento o no. Se logró determinar que la suplementación vitamínica/mineral tuvo un impacto positivo sobre la tasa de preñez ($P < 0,05$) en el resultado general. Debido a que, en dos réplicas, el porcentaje de preñez a la IATF difirió entre grupos ($P < 0,05$) y el restante no tuvo diferencias significativas ($P > 0,05$). En conclusión, resulta necesario la realización de más experimentos para poder determinar el efecto de la suplementación vitamínico-mineral sobre el porcentaje de preñez a la IATF.

Palabras claves: Vacas, IATF, Vitaminas, Minerales

2. INTRODUCCIÓN

En los establecimientos ganaderos, se pretende alcanzar la mayor eficiencia reproductiva, la cual está directamente correlacionada con los beneficios económicos adquiridos (Pfeifer *et al.*, 2005). Entre los diferentes factores que afectan la eficiencia reproductiva, se pueden citar: la sanidad, la nutrición, la fertilidad de las hembras y el manejo; dentro de este, la correcta implementación de programas de inseminación artificial, la calidad del semen utilizado, etc. (Hafez, 1993).

Considerando que la IATF es una práctica reproductiva que ha tenido un gran desarrollo durante los últimos años (Bó *et al.*, 2005) y que, además implica en algunos casos el encierre de vientres potencialmente carentes en vitaminas y minerales, el comienzo del protocolo de IATF podría ser un momento oportuno para la suplementación parenteral de los mismos en aquellas zonas con riesgo potencial de carencia, así como también una herramienta para reducir el daño oxidativo que se genera a nivel celular por situaciones estresantes como lo son los encierres y el trabajo en la manga.

Los suelos de la Cuenca del salado, no son carentes de minerales esenciales para el desarrollo exitoso de la producción bovina, con la excepción del cobre (Cu), del que existen numerosos trabajos que demuestran la carencia per se y las interferencias que se producen para el aprovechamiento de este micromineral (Ramírez *et al.*, 1997; citado por Polero *et al.*, 2011).

A los minerales se los puede dividir en 2 grupos: MACROMINERALES, cuyos requerimientos diarios se miden en gramos (P, Ca, Mg, K, Na, Cl, y S); y MICROMINERALES, medidos en miligramos (Cu, Zn, Se, Mn, Fe, I y Co). En general tienen funciones estructurales o metabólicas. Algunos de ellos participan en el mantenimiento del ambiente físico-químico, son componentes celulares estructurales o bien actúan como activadores o reguladores de enzimas y coenzimas (Mufarregue, 1999; Babera, 2006; Forero, 2004; citado por Céspedes, 2010).

Cabe señalar que cada una de las funciones mencionadas precedentemente, así como el mantenimiento del equilibrio ácido/base, la presión osmótica y la inmunidad, entre otros, se relacionan directa o indirectamente con la actividad reproductiva (Babera, 2006). El estatus mineral de los animales alrededor de la época de servicio puede ser trascendental para alcanzar óptimos índices reproductivos (Hurley *et al.*, 1989; Forero, 2004; citado por Céspedes, 2010).

En determinadas circunstancias, el estrés generado por el manejo de los animales durante la implementación de los protocolos de IATF se ha traducido en una disminución en el porcentaje de preñez (Vater *et al.*, 2011). La situación enunciada incrementaría el estrés oxidativo. En consecuencia, el uso de un complejo vitamínico-mineral ayudaría a disminuir el mismo, mejorando las condiciones en las cuales el animal se defiende de dicho proceso, hecho que se traduciría en una mejora en el porcentaje de preñez post IATF.

Todos los seres vivos están expuestos a sufrir daño oxidativo. Durante este proceso se produce la ruptura de estructuras vitales como membranas plasmáticas, ADN y enzimas, que llevan a generar fallas productivas e inmunológicas de importancia económica.

El daño oxidativo es generado por radicales libres, moléculas inestables las cuales transfieren esa inestabilidad a moléculas vitales y las dañan. Entre estos radicales libres se destacan las especies reactivas de oxígeno (ERO), de nitrógenos como el óxido nítrico (ON), entre otras. Las principales ERO incluyen al radical superóxido (O°), al peróxido de hidrógeno (HO) y al radical hidroxilo (OH°). Las dos primeras son poco agresivas y se caracterizan por difundir rápidamente por los tejidos, donde sirven de sustrato para generar el OH° . Este último, es el más agresivo de los radicales libres conocidos y se forma a partir de los anteriores, siempre que exista hierro o cobre libre, en lo que se conoce como reacción de Fenton.

La generación de ERO es inevitable. Cada célula o tejido que aumenta su metabolismo, con la consecuente generación de energía a nivel mitocondrial mediante la oxidación de cadenas carbonadas y formación de O° , está también aumentando la generación de ERO y el riesgo de causar daño oxidativo. Teniendo en cuenta que estados fisiológicos como la gestación, la lactancia y el propio crecimiento implican una mayor actividad metabólica, el mantenimiento del estado de salud en producción está generando ERO. Por otro lado, las ERO

cumplen un rol beneficioso sobre el sistema inmune del animal debido a que son generados por los neutrófilos y macrófagos para eliminar los microorganismos fagocitados.

El cuerpo se encuentra constantemente expuesto a un desafío oxidativo, es por esto que el organismo cuenta con herramientas suficientes para controlarlo. La instauración de una situación de estrés oxidativo puede ocurrir en dos situaciones distintas: o bien aumenta el desafío oxidativo, o bien bajan las defensas antioxidantes.

Cuando los animales son sometidos a una situación estresante extrema, o bien sufren un desafío inmunológico importante, la generación de ERO se multiplica. Por esta razón el daño oxidativo puede ocurrir en cualquier animal, pero va aumentando el riesgo en función del nivel productivo, y se profundiza en situaciones de intenso estrés que requieren la adaptación del animal a un cambio. Tal es el caso de la IATF, donde se somete a los animales a encierres sucesivos para poder llevar a cabo los tratamientos hormonales correspondientes. Ante esta situación, los animales sufren situaciones de estrés con impacto directamente sobre el porcentaje de preñez final.

El organismo cuenta con un sistema de defensa contra el daño oxidativo, el cual incluye una serie de metaloenzimas que inactivan los ERO, como la superóxido dismutasa, catalasas y peroxidasas, y por otro lado una serie de compuestos químicos que se exponen al daño y sufren su oxidación evitando que otras moléculas vitales se dañen.

Mantener un adecuado estado nutricional del animal, sin carencias de minerales y vitaminas de carácter antioxidante, posibilita contrarrestar los efectos injuriantes de los radicales libres.

Macro y microminerales son requeridos por los animales para todos los procesos fisiológicos y biológicos incluidos integridad estructural (muscular y ósea), lactación, actividad enzimática, transmisión nerviosa, crecimiento y desarrollo, reproducción, entre otras (Greene, 2016). Carencias minerales y desequilibrios a menudo son citados como las causas de fallas en la reproducción (Schweigert. et al., 1988, citado por Yugal Raj, 2013).

En casos de carencias graves los signos son evidentes y aparecen rápidamente, mientras que en carencias leves los signos son poco claros y se manifiestan a través de los índices productivos y/o reproductivos, como disminución de la fertilidad, reducción de la tasa de crecimiento, etc. Esto frecuentemente dificulta el diagnóstico ya que puede confundirse con otras carencias nutricionales como déficit proteico, energético o vitamínico. (McDowell, 1992; Garmendia, 2007; Galuber, C. 2008; citados por Céspedes, 2010).

Actualmente existe en el mercado un producto vitamínico-mineral con una presentación por separado de vitaminas y minerales, argumentando que los minerales (oxidantes) y las vitaminas (antioxidantes) no pueden mezclarse en un solo envase, a diferencia de otros productos con las mismas características cuya formulación presenta en forma conjunta las vitaminas y minerales.

2.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La suplementación de un grupo de animales con un complejo mineral-vitamínico podría mejorar la respuesta reproductiva a un tratamiento hormonal.

2.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar en vacas de cría, el efecto de un tratamiento inyectable con vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez obtenido luego de realizar una IATF.

2.3. OBJETIVO ESPECÍFICO

Evaluar en vacas de cría, la influencia del tratamiento según condición corporal al inicio del protocolo de IATF.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ANIMALES Y LUGARES DE TRABAJO

Se desarrollaron experimentos en seis establecimientos comerciales: DD (A) Cuartel II, Agropro (B) Cuartel VII, del partido de San Carlos de Bolívar en suelos de aptitud agrícola-ganadero. La Catalina (C) Cuartel XVIII, del partido de Olavarría, con suelos alcalinos de bajo drenaje y aptitud ganadera, durante los meses de octubre a diciembre del año 2018.

Los animales utilizados fueron 1209 vacas cruce británica de aproximadamente 3 a 5 años de edad, con un peso estimado de 450/480 kg para el Establecimientos A; 430/450 kg para el B; 440/470 kg para el C, estimando el peso según medidas tomadas por medición torácica debido a la falta de balanzas en los establecimientos. Una condición corporal promedio aproximada de 6 ± 1 para el establecimiento A, 5 ± 1 en el B y 5 ± 1 para el C (escala del 1 al 9; 1: emaciada y 9: obesa) (Tabla 1).

La alimentación del establecimiento A consistió en pasturas consociadas con base de Festuca, Trébol Rojo, T. Blanco y Lotus Tenuis. En el establecimiento B, campo natural con buena disponibilidad y predominio de Festuca, Ray Grass y Lotus Tenuis; y en el establecimiento C, la dieta fue en base a Festuca y Lotus Tenuis.

Tabla 1. Descripción de los lotes de animales en estudio.

Establecimiento	Cabezas	Peso	Condición corporal
DD	556	450/480	6 ± 1
Agropro	145	430/450	5 ± 1
La Catalina	508	440/470	5 ± 1

3.2 TRATAMIENTOS

Los animales fueron divididos en 2 grupos teniendo en cuenta la condición corporal para ser suplementados en forma parenteral con un Adaptador vitamínico (5 ml) y otro mineral (5 ml) (Biogénesis-Bagó®; Tabla 2) (Grupo V+M) o no recibir tal tratamiento (Grupo CONTROL).

Se colocó un dispositivo intravaginal con 0,5 g de progesterona (Cronipres®, Laboratorio Biogénesis-Bagó®) y se inyectó 2 mg de benzoato de estradiol (Bioestrogen®, Laboratorio Biogénesis-Bagó®) por vía intramuscular. En el día 7, se retiró el dispositivo, se inyectó 150 µg de D (+) Cloprostenol (Enzaprost DC®, Laboratorio Biogénesis-Bagó®) y 1 mg de cipionato de estradiol (Croni-CIP®, Laboratorio Biogénesis-Bagó®) por vía intramuscular.

La IATF la realizó un mismo inseminador entre las 48 y 56 h de retirado el dispositivo, utilizando semen congelado/descongelado en pajuelas de 0,5 ml, provenientes de un toro de probada fertilidad.

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ultrasonografía a los 32 días de realizada la IATF (Mindray DP6600 Vet, Shenzhen, China) con transductor transrectal lineal electrónico (75L50EAV) en modo B y frecuencia de 5,5 MHz.

Tabla 2. Composición del suplemento Vitamínico (Adaptador Vit, Biogénesis-Bagó) y Mineral (Adaptador Min, Biogénesis-Bagó) inyectados en el inicio del protocolo de sincronización de la ovulación en vacas.

ADAPTADOR VIT®

Componentes	Concentración (c/100 ml)
Vitamina A palmitato	3.5 g
Vitamina E acetato	5 g
Excipientes c.s.p.	100 ml

ADAPTADOR MIN®

Componentes	Concentración (c/100 ml)
Cobre (como edetato)	1 g
Zinc (como edetato)	4 g
Manganeso (como edetato)	1 g
Selenio (como selenito de sodio)	0.5 g
Excipientes c.s.p.	100 ml

3.3 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados por conglomerados y en forma individual por establecimiento, mediante el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2018).

El análisis se llevó a cabo mediante una regresión logística, tomando como variables fijas los efectos del tratamiento (con Adaptador vs. sin Adaptador) y como variable regresora, la condición corporal (escala 1 a 9) y sus interacciones. Como efecto dependiente se consideró el porcentaje de preñez; se utilizó un alfa de 0,05 para determinar diferencias significativas.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS GENERALES

Se observó un efecto significativo del tratamiento entre ambos grupos sobre la preñez post-IATF ($P < 0,05$, Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a la IATF y la condición corporal en vacas.

Efectos principales		
Tratamiento	GRUPO V+M	CONTROL
Porcentaje de Preñez	61,5 ^a (412/670)	54,2 ^b (292/539)
Condición Corporal	Porcentaje de Preñez	
	GRUPO V+M	CONTROL
	≤4	45,7 (42/92)
Condición corporal	5	54,8 (108/197)
	≥6	56,8 (142/250)

^{a, b} Letras distintas señalan diferencias significativas ($P < 0,05$).

4.2. ESTABLECIMIENTO A

Se observó un efecto significativo del tratamiento y la condición corporal 6 (CC 6), entre ambos grupos sobre la preñez post-IATF ($P < 0,05$, Tabla 4).

Tabla 4. Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a la IATF y la condición corporal en vacas.

Efectos principales		
Tratamiento	GRUPO V+M	CONTROL
Porcentaje de Preñez	63,7 ^a (198/311)	54,7 ^b (134/245)
Condición Corporal	Porcentaje de Preñez	
	≤4	40,0 (2/5)
Condición corporal	5	44,1 (15/34)
	≥6	56,8 ^d (117/206)

^{a, b, c, d} Letras distintas señalan diferencias significativas ($P < 0,05$).

4.3. ESTABLECIMIENTO B

Se observó un efecto significativo del tratamiento y la condición corporal 4 (CC 4), entre ambos grupos sobre la preñez post-IATF ($P < 0,05$, Tabla 5).

Tabla 5. Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a la IATF y la condición corporal en vacas.

Efectos principales		
Tratamiento	GRUPO V+M	CONTROL
Porcentaje de Preñez	50,7 ^a (38/75)	44,3 ^b (31/70)
Condición Corporal	Porcentaje de Preñez	
≤4	58,1 ^c (18/31)	25,0 ^d (8/32)
Condición corporal 5	46,8 (11/24)	48,5 (16/33)
≥6	53,3 (8/15)	70,0 (7/10)

^{a, b, c, d} Letras distintas señalan diferencias significativas ($P < 0,05$)

4.4. ESTABLECIMIENTO C

No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos sobre la preñez post-IATF ($P > 0,05$, Tabla 6).

Tabla 6. Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a la IATF y la condición corporal en vacas.

Efectos principales		
Tratamiento	GRUPO V+M	CONTROL
Porcentaje de Preñez	61,2 (177/289)	58,0 (127/219)
Condición Corporal	Porcentaje de Preñez	
≤4	61,1 (44/72)	58,2 (32/55)
Condición corporal 5	65,4 (106/162)	59,2 (77/130)
≥6	49,1 (27/55)	52,9 (18/34)

5. DISCUSIÓN

La aplicación de un suplemento vitamínico/mineral al momento del inicio del protocolo de IATF en vacas, demostró diferencias significativas en el porcentaje de preñez entre grupos tratados vs. control, pero no hubo diferencias significativas en el análisis por condición corporal.

Analizando individualmente cada establecimiento, en el A y B, se observan diferencias significativas a favor del tratamiento con vitaminas y minerales.

Por otro lado, también se observan diferencias significativas a favor del tratamiento en la condición corporal alta (CC 6 o superior) para el establecimiento A. En cambio, en el establecimiento B, se pueden observar diferencias significativas en cuanto a la condición corporal baja (CC 4 o inferior) con respecto a las media y alta (CC 5 y 6 o superior respectivamente).

Los resultados obtenidos en los establecimientos, podrían deberse a que los animales pudieran haber tenido ciertas carencias vitamínicas y/o minerales o bien, a una interferencia en la asimilación de los mismos, que al ser tratados con los suplementos vitamínico/minerales inyectables, subsanó la misma y permitió mejorar los porcentajes de preñez en determinados grupos.

Por otro lado, los encierres implican situaciones estresantes para los animales y la suplementación pudo haber actuado favoreciendo las defensas antioxidantes del organismo repercutiendo en la fertilidad.

El peso de los animales de los diferentes estudios fue similar, pero hubo una leve diferencia en el establecimiento B, ya que tuvieron un postparto más corto y la condición corporal estuvo más próxima a la del límite inferior.

Otra de las pocas situaciones que variaron entre establecimientos es la alimentación y tipo de suelo. Con respecto a este último, la ubicación geográfica del establecimiento C, difiere de los otros dos en cuanto a que se encuentra en una zona con suelos arcillosos y anegadizos. Si bien, la

alimentación no difirió en gran medida, es sabido que las características del suelo influyen sobre la planta, haciendo que los nutrientes y minerales no sean similares a los que disponen los otros establecimientos.

Aquí, el tipo de pasturas y el estado fenológico de las plantas pudo tener una influencia en cuanto a la concentración de minerales ya que generalmente, cuanto menor es la edad de la planta, mayor concentración de minerales tiene (Chicco y Godoy, 1987).

Es sumamente importante indicar que el estado de madurez del forraje tiene una inmensa influencia sobre su contenido de proteína y minerales. Generalmente, hay un alto contenido de minerales en la planta durante las etapas iniciales de crecimiento y una dilución gradual a medida que la planta madura. El fósforo, zinc, hierro, cobalto y molibdeno son los minerales que más disminuyen a medida que la planta crece y madura. Por ejemplo, el cobre baja de 10 ppm a menos de 4 ppm en plantas maduras. Sin embargo, la disminución más severa se observa en el fósforo. Los forrajes pueden bajar de 0,25 % en las etapas iniciales de crecimiento a valores por debajo de 0,10% (Chicco y Godoy, 1987).

Sin embargo, muchas veces los minerales son ofrecidos en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de los animales, pero igualmente se presenta la deficiencia. En la mayoría de los casos, dicha deficiencia se debe a interferencias entre diferentes factores que hacen que un mineral pueda interferir en el metabolismo de otro impidiendo que pueda ser utilizado por el animal. Estas interferencias se presentan en el suelo, en la planta, en los alimentos y en el animal, y es un aspecto al que se le resta importancia en la nutrición mineral (Garmendia, 2006).

Miles y Mc Dowell (1983) demostraron que la administración de suplementos minerales producía efectos en la producción global de ganado en los llanos de Colombia. El resultado fue de 88,7 kg de ternero por vaca entorada que había recibido una suplementación mineral completa, frente a 44,8 kg obtenidos por las que habían recibido sólo sal común (ambas suplementaciones vía oral). Aumentos de la capacidad reproductiva debido a los suplementos minerales administrados que se han registrado en varias experiencias distintas (De León, Lora, 1963; Conrad y Mendes, 1965; Guimaraes *et al.*, 1971; Ríos Arauz, 1972; Echevarría *et al.*, 1974; Stonaker, 1975; Pittaluga *et al.*, 1980; Bauer *et al.*, 1981; Arroyo y Mauer, 1982, citados por Miles y Mc Dowell, 1983). En promedio, considerando todas estas experiencias en conjunto, se obtuvo un

porcentaje promedio de partos del 52,6 % para los animales a los que sólo se les suministraba sal, frente a un 75 % para los que recibían mezclas minerales varias.

Por otra parte, Garmendia *et al.* (1997) utilizando 200 animales distribuidos uniformemente en dos grupos, demostró que la suplementación mineral completa (vía oral) mejora sustancialmente los niveles sanguíneos de dichos minerales. También redujo las pérdidas de peso y produjo un aumento significativo del porcentaje de preñez de vacas (61,68 vs. 35,45) y vaquillonas (60,0 vs. 31,03), con disminución del intervalo parto-concepción.

Futuros trabajos deberán contemplar un estudio de situación (carencia o no) de los animales a tratar con los suplementos vitamínicos / minerales que permitan evaluar el efecto de éstos sobre la tasa de preñez post-IATF. De esta forma, se podrán encontrar explicaciones a las diferentes respuestas observadas en el presente trabajo.

6. CONCLUSIONES

La suplementación con vitaminas y minerales en forma parenteral al inicio de un protocolo de IATF en vacas presenta resultados variables, pudiendo mejorar o no el porcentaje de preñez.

Como se puede observar en el presente estudio, si se toma en cuenta el resultado general, la aplicación de un suplemento vitamínico/mineral (Adaptador VIT-MIN; Biogénesis Bagó) mejora la tasa de preñez significativamente.

Por otra parte, los vientres que presentaban una condición corporal baja (CC 4 o menor; escala 1 a 9 de menor a mayor) mostraron una mejora significativa en la tasa de preñez post-IATF del grupo tratado, en el establecimiento B. En cambio, esta diferencia, también se observó en la condición corporal alta (CC 6 o mayor) en el establecimiento A.

Si se aprecian los resultados en forma individual de cada establecimiento, y se discrimina por condición corporal, se puede observar que 2 de ellos tuvieron diferencias significativas a favor de la suplementación y el restante no presentó tal variación.

En cuanto a la suplementación con vitaminas y minerales, si observamos cada establecimiento vemos que en el A y B existe diferencia significativa en la tasa de preñez, no siendo así en el C. Se deberán realizar trabajos que traten de encontrar una explicación a esta variabilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, K.J.; LeFever, D.G.; Brinks, J.S.; and Odde, K.G. (1991). The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice* 12, 19-26.
- Bo G. A.; Cutaia L.; Chesta P.; Balla E.; Pincinato D.; Peres L.; Maraña D.; Avilés M.; Menchaca A.; Veneranda G.; Baruselli P. (2005). Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de argentina. VI° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. Pág. 97 - 128.
- Bó, G.A.; Callejas, S. (2008). Sincronización de celos y ovulaciones en el ganado bovino. pp. 189 – 200. In: Palma, G.A. (ed.) *Biotechnología de la reproducción*, segunda edición, Mar del Plata.
- Callejas, S. (2004). Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. *Taurus* 24, 22 - 34.
- Céspedes, J. F. (2010). Efecto de la suplementación con una mezcla comercial de sales minerales, sobre los porcentajes de preñez y pérdidas embrionarias, empleando IATF más repaso con toros en un rodeo de cría. Trabajo final, especialidad en reproducción. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Córdoba.
- Chicco, C.F. y Godoy S. (1987). Suplementación mineral de Bovinos de carne a pastoreo. III Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. Pág. 47 – 103.
- Cutaia, L.; Brogliatti, G.; Chesta, P.; Moreno, D. y Bó, G. A. (2003). Efecto del momento de la IATF sobre los porcentajes de preñez en vacas de carne sincronizadas con dispositivos con progesterona y benzoato de estradiol. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. Abstr. 385.

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Greene, L. W. 2016. Assessing the mineral supplementation needs in pasturebased beef operations in the Southeastern United States. *J Anim Sci.* 94 (12): 5395-5400.
- Hafez, E.S.E. (1993). *Reproduction in farm animals*. Lea & Febiger, Philadelphia. pp 573.
- Miles, W. y McDowell L. R. (1983). Mineral deficiencies in the llanos rangeland of Colombia. *World Animal Review.* 46: 2, Pág. 2 – 40.
- Patterson, D.J.; Wood, S.L.; Randle, R.F. (2000). Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. *J Anim Sci* 77: 1-15.
- Pfeifer, Luiz F.M; Corrêa, Marcio N.; Schimmth, Eduardo; Vieira, Marcelo B.; Madruga, Eduardo Á.; Rebassa, Viviane R. (2005). Uso de PGF2 α Asociado ao benzoato de estradiol para inseminação artificial em tempo fixo em vacas leiteiras. *Revista brasileira Agrociência.* 3, 347-350.
- Polero, G.; Anchordoquy, J. M.; Anchordoquy, J. P. (2011). Efecto de la suplementación parenteral de cobre al inicio de un protocolo de IATF sobre la tasa de preñez en vacas de cría. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba.
- Vater, A.; Rodríguez Aguilar, S.; Loza, J.; Otero Illia, M.; Cabodevila, J. y Callejas, S.2011. Efecto del manejo de vacas con cría durante la implementación de una IATF sobre la tasa de preñez. *Rev. Taurus* 51: 17-20.
- Yugal Raj, B.; Sulochana, S.; Nabaraj, S.; Tara Nath, G. 2013. Effects of nutrition on reproduction- A review. *Advances in Applied Science Research*, 2013, 4(1):421-429.