



**Facultad de Ciencias Veterinarias**

**-UNCPBA-**

**Efecto del uso de un complejo vitamínico-mineral  
sobre el porcentaje de preñez en rodeos de cría  
con IATF**

Cicarelli del Palacio Martín; Preisegger Gustavo; Cabodevila Jorge;  
Callejas Santiago.

**Octubre, 2018**

**Tandil**

## **“Efecto del uso de un complejo vitamínico-mineral sobre el porcentaje de preñez en rodeos de cría con IATF”**

Tesina de la orientación Sanidad en Grandes Animales, presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Veterinario del estudiante: Ciccarelli del Palacio, Martín.

Tutores: **Méd. Vet., Dr. Preisegger, Gustavo**

Director: **Méd. Vet., MSc., Dr. Callejas, Santiago**

Co-director: **Méd. Vet., Dr. Cabodevila, Jorge**

Evaluador: **Lic.San.An., Med.Vet., Dr. Quiroga, Miguel Angel**

## **DEDICATORIA:**

A mis padres, por todo el esfuerzo que han realizado para que sus hijos sean profesionales, siempre dándonos una educación ejemplar y enseñándonos cuál era el camino correcto a seguir.

A mi hermano, por estar siempre presente, ya que con tan solo una mirada nos decimos todo.

## **AGRADECIMIENTOS:**

A la UNICEN por la cantidad de amigos que me llevé de ella, por los lindos momentos que pasé durante la carrera, por la cantidad de gente buena que forma parte de esta hermosa universidad.

A todos mis amigos que hice en Tandil, porque siempre estuvieron en las buenas y en las malas. Son recuerdos imborrables los vividos con ellos.

A los de la sección de deportes de la UNICEN, por las enseñanzas que me brindaron en todos los torneos que participé y por haberme permitido representar a la universidad a nivel nacional.

Al Méd. Vet. Gustavo Preisegger, por haberme brindado todos sus conocimientos, experiencia y consejos sobre la profesión, por esas charlas interminables en los viajes hacia los campos.

Al Vet. Gabriel Zangrilli por ser como es y por el aporte de sus conocimientos, experiencia y consejos.

A los Méd. Vet. Augusto Catalan y Fermín Tellechea, quienes me brindaron sus conocimientos y experiencia durante mi estadía en Tandil.

Al director de mi tesina, Dr. Santiago Callejas, por su paciencia y dedicación a la hora de realizar las correcciones correspondientes y sugerencias.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar en vacas con una condición corporal de 3 a 3.5, el efecto de un tratamiento inyectable con vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez obtenido luego de realizar una IATF. Se emplearon 1420 vacas con cría, pertenecientes a tres establecimientos (A, B y C). En el día 0, los animales fueron divididos en 2 grupos para ser suplementados en forma parenteral con un adaptador vitamínico (4 mL) y un adaptador mineral (4 mL) (Grupo VITMIN) o no recibir tal tratamiento (Grupo CONTROL). Ese día, se les colocó un dispositivo intravaginal conteniendo 0,558 g de progesterona y se les administró 2 mg de benzoato de estradiol. Al día 7, se retiró el dispositivo y se aplicó 500 µg de D-Cloprostenol y 1 mg de cipionato de estradiol. Al día 9 (50 a 52 h de haber retirado el dispositivo) se realizó la IATF, utilizando semen congelado/descongelado proveniente de toros de probada fertilidad (uno para cada establecimiento). El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía a los 35 días post IATF. El análisis estadístico se realizó por SAS. Se observó un efecto significativo de la interacción Tratamiento x Establecimiento/toro. En los Establecimientos A y B, la aplicación de los suplementos vitamínicos y minerales mejoró el porcentaje de preñez (A: VITMIN: 63,6% y Control: 48,2%; B: VITMIN: 57,5% y Control: 46,4%  $P < 0,05$ ); por el contrario, no se observaron diferencias en el Establecimiento C (VITMIN: 48,8% y Control: 50,8%;  $P > 0,05$ ). En conclusión, la utilización de un adaptador vitamínico y mineral en forma parenteral al inicio de un protocolo de IATF en vacas con cría presenta resultados variables. Futuros trabajos deberán encontrar una explicación a dicha variabilidad.

**Palabras clave:** vacas con cría, IATF, vitaminas, minerales

# ÍNDICE

	Páginas
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Antecedentes</b>	3
2.1. <i>Inseminación Artificial a Tiempo Fijo</i>	3
2.2. <i>Control del ciclo estral en la IATF: uso de dispositivos intravaginales con progesterona</i>	3
2.3. <i>Resultados de preñez a la IATF</i>	5
2.4. <i>Estrés oxidativo</i>	5
2.5. <i>Efecto de la suplementación con vitaminas y minerales sobre la IATF</i>	7
<b>3. Materiales y Métodos</b>	12
3.1. <i>Lugar y época</i>	12
3.2. <i>Animales y alimentación</i>	12
3.3. <i>Tratamientos y servicio (IATF)</i>	12
3.4. <i>Diagnóstico de gestación</i>	14
3.5. <i>Análisis estadístico</i>	14
<b>4. Resultados</b>	15
<b>5. Discusión</b>	16
<b>6. Conclusiones</b>	20
<b>7. Bibliografía</b>	21

## 1. Introducción

La situación económica mundial requiere de prácticas de manejo eficaces para mejorar la rentabilidad de los establecimientos dedicados a la producción de carne. En dichos sistemas, se pretende alcanzar la mayor eficiencia reproductiva, la cual está directamente correlacionada con los beneficios económicos adquiridos (Pfeifer *et al.*, 2005).

Diferentes factores afectan la eficiencia reproductiva, entre ellos se pueden citar: la sanidad, la nutrición, la fertilidad de las hembras (la edad de su primer servicio, el desarrollo reproductivo, los tratamientos implementados) y el manejo; y dentro de éste, la correcta implementación de programas de inseminación artificial, la calidad del semen utilizado. (Hafez, 1993).

Una de las alternativas más utilizadas para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la ejecución de protocolos que sincronizan la ovulación y permiten la inseminación sistemática sin necesidad de detectar celo. Dicha modalidad es denominada Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Además, el desarrollo de protocolos para tratar las vacas que se encuentran en anestro postparto, permite la inseminación de una población de animales significativamente mayor.

La colocación de dispositivos intravaginales con progesterona, combinados con la administración de un agente luteolítico y sales de estradiol, es uno de los métodos más utilizados para controlar el ciclo estral e implementar una IATF. Al momento de la colocación del dispositivo (día 0), se aplica benzoato de estradiol (BE). Transcurridos siete u ocho días, se retira el dispositivo y se administra un agente luteolítico continuado con la aplicación de una nueva dosis de BE 24 horas posteriores. La IATF se realiza entre 50 y 56 horas de retirado el dispositivo.

El BE inicial provoca la atresia del folículo dominante y, en consecuencia, el surgimiento de una nueva onda de crecimiento folicular (Moreno *et al.*, 2001). Esto asegura que al momento de retirar el dispositivo con progesterona se encuentre en el ovario un folículo dominante "joven". El BE final induce el pico preovulatorio de LH, sincronizando las ovulaciones (Bó *et al.*, 2002).

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 deficientes en minerales y vitaminas, 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. En consecuencia, se puede postular la hipótesis que si se suplementa a un grupo de animales con un complejo mineral-vitamínico se podría mejorar la respuesta reproductiva a un tratamiento hormonal.

En función de lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar en vacas con una condición corporal de 3 a 3.5, el efecto de un tratamiento inyectable con vitaminas y minerales sobre el porcentaje de preñez obtenido luego de realizar una IATF.

## **2. Antecedentes**

### *2.1. Inseminación artificial a tiempo fijo*

Según datos de comercialización de semen bovino durante 2013, se estima que en Argentina se insemina alrededor del 12% de las hembras de raza para carne (CABIA, 2014).

Entre las causas más importantes que dificultan el uso masivo de dicha tecnología podemos citar las relacionadas con el manejo y la ineficiencia en la detección de celos. Probablemente, la alternativa más útil para aumentar significativamente el número de animales inseminados es la utilización de protocolos que permiten realizar la IATF. Por otro lado, el desarrollo de alternativas de manejo para incluir vacas con cría al pie en programas de IATF permite la inseminación de una mayor población y no solo reducirla a las vaquillonas (Bó et al., 2007)

### *2.2. Control del ciclo estral en la IATF: Uso de dispositivos intravaginales con progesterona*

Todo tratamiento que se utilice para regular el ciclo estral debe contemplar el control de la actividad luteal y de la dinámica folicular de manera de maximizar los porcentajes de preñez obtenidos. Además, en caso de implementar un programa de IATF se debe controlar el momento en que ocurre la ovulación (Callejas, 2004). Uno de los protocolos hormonales más comúnmente utilizados en los rodeos de cría en Argentina, como fue descripto precedentemente, consiste en la colocación de dispositivos intravaginales con progesterona. En este protocolo, el dispositivo intravaginal simula la función de un cuerpo lúteo de vida media corta, similar a la fase luteal que se produce previo al reinicio de la actividad sexual cíclica en el post parto, de ahí su permanencia durante siete u ocho días en el tracto vaginal (Callejas, 2005).

La inyección de estrógenos que se realiza simultáneamente con la colocación del dispositivo, provoca la supresión de la secreción de gonadotropinas, provocando la regresión de los folículos dependientes de FSH y de LH presentes al momento de iniciar el tratamiento (Bó *et al.*, 1995; Martínez *et al.*, 2005), con lo cual disminuyen los niveles de estradiol e inhibina en sangre y se inicia una onda de crecimiento folicular, que se dispersa entre 2 y 5 días, con un promedio de 4 días (Callejas, 2005; Taniguchi *et al.*, 2007). Lo descrito posibilita que, al momento de retirar el dispositivo, exista un folículo dominante joven y en crecimiento con capacidad de ovular. La inducción de la ovulación se logra con la administración de 1 mg de benzoato de estradiol (BE) a las 24 h post retiro del dispositivo (Hanlon *et al.*, 1997; Barros *et al.*, 2000; Colazo *et al.*, 2009). De esta forma se busca obtener un ovocito apto para ser fertilizado luego de la inseminación.

Teniendo en cuenta que los encierres de hacienda son muchas veces causa de estrés para los animales y que éste puede influir en los niveles de fertilidad, sumado al gasto de tiempo y personal, se ha recurrido a la implementación de tratamientos que evitan la aplicación del BE a la hora 24. Una alternativa es utilizar el cipionato de estradiol (CPE) como inductor de la ovulación. El CPE es una sal de estradiol que tiene una mayor vida media a la del BE. Colazo *et al.*, 2004; (citado por Bó y Callejas, 2008) probaron que el CPE aplicado al retiro del dispositivo es efectivo para sincronizar la ovulación y obtener tasas de preñez comparables a la aplicación de BE a las 24h del retiro.

En cuanto al momento en que se realiza la IATF, en el caso del CPE, se ha establecido un rango de 48 h a 54 h luego de retirados los dispositivos intravaginales. En general, esto se basa en que las ovulaciones se producen en un rango que va desde las 48 h hasta 96 h, con un pico a la hora 72 (Sales *et al.*, 2012) y en que la viabilidad de los espermatozoides en el tracto genital femenino no puede extenderse por más de 24 h - 30 h (Roelofs *et al.*, 2006).

### *2.3. Resultados de preñez a la IATF*

Los porcentajes de preñez que se obtienen luego de realizar una IATF son muy variados. Oscilan entre un 33 % y 77 %, pero se puede estimar un valor promedio del 50 % (*Cutaia et al., 2003*).

El efecto beneficioso de la implementación de un sistema de este tipo depende en gran medida de un buen manejo sanitario y nutricional del rodeo. La condición corporal es tal vez factor más determinante de la tasa de preñez. Para obtener resultados aceptables, al iniciar un tratamiento de sincronización de celos debe ser como mínimo 4 (escala de 1 a 9).

### *2.4. Estrés oxidativo*

El daño oxidativo genera 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 ( $O_2^-$ ), al peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y al radical hidroxilo ( $OH^\cdot$ ). Las dos primeras son poco agresivas y se caracterizan por difundir rápidamente por los tejidos, donde sirven de sustrato para generar el  $OH^\cdot$ . Este último, es el más agresivo de los radicales libres conocidos y se forma a partir de los anteriores, siempre que existan 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  $O_2^-$ , 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 supeóxido 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.

## 2.5. Efecto de la suplementación con vitaminas y minerales sobre la IATF

Todos los procesos fisiológicos y biológicos en los animales requieren macro y microminerales. Mientras que los requerimientos diarios de los macrominerales se miden en gramos (P, Ca, Mg, K, Na, Cl, y S); los de los microminerales son 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 ruminales, por lo cual es de suma importancia que su vía de ingreso sea oral (Bavera, 2006; Mufarregue, 1999 y Forero, 2004; citados 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 e indirectamente con la actividad reproductiva (Bavera, 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 y Forero, 2004; citados por Céspedes, 2010), por lo cual es de vital importancia garantizarle una suplementación mineral adecuada.

Los principales oligoelementos y vitaminas que afectan la reproducción, son:

### Zinc (Zn):

Tanto en machos como en hembras, el Zn constituye un componente esencial de las enzimas que participan en la esteroidogénesis y síntesis de andrógenos, como la testosterona. Por esta razón es que deficiencias de este mineral resultan en retardo del crecimiento testicular, reducción en la secreción de LH y FSH, disminución en la síntesis de andrógenos, fallas en la ovulación y maduración de oocitos, retardo en el inicio de la pubertad y anormalidades fetales.

Desde el punto de vista de las defensas antioxidantes, el Zn resulta necesario para la actividad de la metaloenzima Cu-Zn SOD, enzima encargada de la conversión de  $O_2^{\circ}$  en  $H_2O_2$ .

#### Selenio (Se):

Su función principal es mantener la integridad de las membranas biológicas formando parte del sistema antioxidante del organismo. El selenio es el cofactor principal de la enzima glutatión peroxidasa, la cual tiene como función principal transformar el peróxido de hidrogeno producido en diferentes procesos orgánicos, en agua, impidiendo de esta manera la acción injuriante de este elemento sobre tejidos y membranas celulares. Esta acción antioxidante se ve favorecida en los procesos de ovulación, protegiendo al oocito del daño oxidativo generado por los procesos intrínsecos de la ruptura folicular y la acción de enzimas proteolíticas presentes en el lumen del cuerno uterino (Forero, 2004), al igual que en la espermatogénesis.

La deficiencia de selenio causa degeneración muscular por daño oxidativo, como la enfermedad del músculo blanco, menor respuesta quimiotáctica y menos capacidad lítica de los neutrófilos, aumentando la susceptibilidad a infecciones y afectando la función reproductiva. En este sentido se puede nombrar, incremento en el porcentaje de abortos y muerte embrionaria temprana, aumento en el número de natimortos y nacimiento de terneros débiles, incremento en la presentación de ovarios quísticos, celos silentes e inhibición de la espermatogénesis, entre otros.

#### Manganeso (Mn):

El Mn actúa en el organismo como componente importante dentro del sistema antioxidante, formando parte de la enzima Mn-SOD, una enzima ubicada a nivel mitocondrial de gran actividad antioxidante, que junto con la Cu-Zn SOD son las enzimas encargadas de inactivar los radicales superóxidos. Esta enzima aumenta su actividad paralelamente con la producción de progesterona por el cuerpo lúteo, razón por la cual se considera que cumple un papel fundamental en el mantenimiento de la función, esteroideogénesis e integridad de esta estructura ovárica. El carácter antioxidante de estas

moléculas, se ha evidenciado a nivel endometrial durante el curso normal de los ciclos estrales, lo cual favorece el desarrollo y regulación de los mismos, al igual que la preparación de los tejidos para mantener la preñez (Surgino *et al.*, 2000; Surgino *et al.*, 1998 citados por Forero, 2004).

Además de estas funciones antioxidantes, el Mn posee un rol vital en la reproducción. Es necesario para la síntesis de colesterol, el cual resulta el precursor necesario para la síntesis de hormonas esteroideas, tales como estrógeno, progesterona y testosterona. La insuficiente producción de estas hormonas, resulta en una espermatogénesis anormal en los machos y ciclos estrales irregulares en hembras (Forero, 2004).

Aportes insuficientes de este mineral se han relacionado directamente con anestro, retorno irregular al estro, pobre desarrollo folicular, quistes ováricos, retraso de la ovulación, celos silentes, reducción en la tasa de concepción, incremento en la tasa de aborto, atrofia ovárica, retraso de la pubertad, entre otras (Forero, 2004) .

#### Cobre (Cu):

El Cu es un mineral que debe ser cedido en los tejidos a una serie de mataloenzimas que dependen de éste para su normal funcionamiento. Entre ella se encuentra la SOD que tiene como principal función actuar como antioxidante intracelular inactivando  $\text{OH}^-$  con la producción de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ; la citocromo C oxidasa, encargada de inactivar los  $\text{O}_2^-$  producidos; la ceruoplasmina, encargada de evitar la formación de  $\text{OH}_2^-$  y la glutatión peroxidasa, selenoenzima encargada de inactivar al  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Deficiencias de este mineral se manifiestan a través de signos distinguibles a simple vista, como acromotriquia o anteojeras. Sin embargo, existe una etapa subclínica previa de importancia productiva, como menores ganancias de peso, fallas inmunológicas y reproductivas. Entre estas últimas se encuentran: muerte embrionaria temprana y resorción del embrión, aumento en

la incidencia de retención y necrosis placentaria, celos silentes o de baja intensidad, entre otras (Patterson *et al.*, 2013 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013).

#### Vitamina A:

Entre los compuestos químicos principales que se exponen al daño y sufren su oxidación, evitando que otras moléculas vitales se dañen, se encuentran las vitaminas A y E.

La vitamina A es un término genérico que abarca a los compuestos de origen animal que presentan actividad biológica de vitamina A. En los vegetales existe como provitamina llamada  $\beta$  caroteno, los cuales gracias a su conformación estructural son excelentes capturadores de radicales libres. Estos compuestos además, afectan el crecimiento de folículos ováricos, el ambiente uterino y la maduración de oocitos (Scramuzza *et al.*, 2006 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013).

En casos de deficiencia de vitamina A, se puede observar retardo en la maduración sexual, abortos, nacimiento de terneros débiles o muertos, anormalidades en la estructura y funcionamiento de la glándula pituitaria, gónadas y útero, como ovulación retardada, quistes ováricos, retardo en la involución uterina, entre otros (O'Dell, 1990 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013).

#### Vitamina E:

La vitamina E es un potente antioxidante intracelular que protege al organismo de la acción de radicales libres, aumenta la capacidad fagocítica y lítica de los neutrófilos dando una mayor respuesta inflamatoria.

La vitamina E es el nombre genérico con el que se agrupa a isómeros del tocoferol, de los cuales el  $\alpha$  y  $\mu$  son los más activos como antioxidantes. Cumplen esta función al incorporarse a las membranas en estrecho contacto con los fosfolípidos, de modo que frenan las reacciones de peroxidación.

En casos de deficiencias de vitamina E y Se, los radicales libres se acumulan y no solo producen daño en las membranas celulares sino que

también interrumpen procesos fisiológicos como la síntesis de hormonas esteroideas (Seagerson *et al.*, 1982 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013), prostaglandinas (Goto *et al.*, 1992 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013), fallas en la motilidad espermática y desarrollo del embrión (Goff, 1999 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013). Además, ante una deficiencia de estos compuestos, puede observarse fallas en la ovulación (Goto *et al.*, 1992 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013), en la motilidad uterina, motilidad y transporte espermático (Robinson, 1996 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013), menores tasa de concepción, expulsión de membranas fetales, supervivencia del embrión (García *et al.*, 2001 citado por Yugal Raj *et al.*, 2013), entre otros.

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

Por otro lado, más allá de las deficiencias vitamínicas y minerales, en determinadas situaciones se podría generar un aumento del daño oxidativo, el cual tendría un efecto perjudicial sobre la fertilidad. Este daño se puede generar en situación de estrés, como sería el manejo que se implementa durante la IATF (Lizarraga *et al.*, 2017). Para contrarrestar este efecto, se ha recurrido al uso de un complejo vitamínico mineral existente en el mercado (Adaptador<sup>®</sup> MIN, Biogénesis Bagó) y (Adaptador<sup>®</sup> VIT, Biogénesis Bagó). El autor mencionado precedentemente informó que los animales que recibieron dicho complejo y fueron sometidos a un protocolo de IATF, mantuvieron el *estatus* antioxidante total y que el daño oxidativo aumentó en los del grupo control.

En función de lo planteado precedentemente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con el complejo vitamínico-mineral sobre el porcentaje de preñez a la IATF en vacas con cría al pie. El

complejo vitamínico-mineral fue administrado en el momento de iniciar el protocolo de control del ciclo estral.

### **3. Materiales y Métodos**

#### *3.1. Lugar y época de realización*

Los trabajos se llevaron a cabo en 3 establecimientos ganaderos comerciales ubicados en: la zona de Fulton, partido de Tandil (Establecimiento A); en el partido de General Guido (Establecimiento B) y en inmediaciones de Egaña, partido de Rauch (Establecimiento C), durante los meses de octubre y noviembre del año 2015.

#### *3.2. Animales y alimentación*

Se utilizaron 1420 animales con cría al pie (Establecimiento A = 420; Establecimiento B = 500, 260 de segundo servicio y 240 de rodeo general y Establecimiento C = 500), con una condición corporal de 3 a 3.5 (escala del 1 al 5; donde 1: emaciada y 5: obesa) y un post parto de 40 a 90 días.

La alimentación en el Establecimiento A consistió en pasturas consociadas de leguminosas y gramíneas; como leguminosas se utilizó la Alfalfa (*Medicago sativa*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*), y como gramíneas, Cebadilla criolla (*Bromus unioloides*) y Ray grass perenne (*Lolium perenne*). En el Establecimiento B, también se utilizaron pasturas consociadas, en este caso Festuca (*Festuca arundinacea*) y Agropiro (*Thinopyrum ponticum*) como gramíneas y Lotus (*Lotus tenuis*) como leguminosa; y en el Establecimiento C, la dieta fue a base de campo natural, donde predominaban Agropiro (*Thinopyrum ponticum*) y Festuca (*Festuca arundinacea*).

#### *3.3. Tratamientos y servicios*

En cada uno de los Establecimientos, en el día 0, los animales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos para ser suplementados en forma

parenteral con un adaptador vitamínico (Adaptador<sup>®</sup> VIT, Biogénesis Bagó; 4 mL) y mineral (Adaptador<sup>®</sup> MIN, Biogénesis Bagó; 4 mL) (**Grupo VITMIN;** Tabla 1) o no recibir la suplementación (**Grupo Control**). Además, ese día se colocó un dispositivo intravaginal con 0,588 g de progesterona (Cronipres<sup>®</sup> Monodosis, Biogénesis-Bagó) y se inyectó 2 mg de benzoato de estradiol (Bioestrogen<sup>®</sup>, Biogénesis-Bagó) por vía intramuscular. En el día 7, se retiró el dispositivo, se inyectó 500 µg de D-Cloprostenol (Enzaprost<sup>®</sup> DC, Biogénesis-Bagó) y 1 mg de cipionato de estradiol (Croni-Cip<sup>®</sup>, Biogénesis-Bagó<sup>®</sup>) por vía intramuscular.

En el día 9 (50-52 h posteriores al retiro del dispositivo) se realizó la IATF, maniobra que estuvo a cargo de un mismo profesional, utilizando semen congelado/descongelado, proveniente de toros de probada fertilidad, utilizando un toro para cada establecimiento.

**Tabla 1.** Composición del suplemento Vitamínico (Adaptador<sup>®</sup> VIT, Biogénesis-Bagó) y Mineral (Adaptador<sup>®</sup> MIN, Biogénesis-Bagó) inyectados en el inicio del protocolo de sincronización de la ovulación en animales con cría.

#### ADAPTADOR VITAMÍNICO (Adaptador<sup>®</sup> VIT)

COMPOSICIÓN (c/100 ml)	
COMPONENTES	CONCENTRACIÓN
Vitamina A palmitato	3.5 g
Vitamina E acetato	5 g
Excipientes c.s.p.	100 mL

#### ADAPTADOR MINERAL (Adaptador<sup>®</sup> MIN)

COMPOSICIÓN (c/100 ml)	
COMPONENTES	CONCENTRACIÓN
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

### *3.4. Diagnóstico de gestación.*

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ultrasonografía, a los 35 días de realizada la IATF

### *3.5. Análisis estadístico.*

Se estudiaron los efectos del tratamiento (VITMIN vs Control), del Establecimiento/toro (A, B y C) y de sus interacciones sobre el porcentaje de preñez. Cabe señalar que dentro del efecto Establecimiento/toro, se encuentran confundidos los efectos de ambos. Se utilizó el Proc Logistic del SAS, fijando un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0,05$ ).

#### 4. Resultados

Se observó un efecto significativo de la interacción Tratamiento x Establecimiento/toro. En los Establecimientos A y B, la aplicación del suplemento vitamínico y mineral mejoró el porcentaje de preñez ( $P < 0,05$ ); por el contrario, no se observaron diferencias significativas en el Establecimiento C ( $P > 0,05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Porcentaje de preñez en vacas con cría que recibieron o no el suplemento vitamínico y mineral (VITMIN) al momento de iniciar un tratamiento de control del ciclo estral, sobre la base de la colocación de un dispositivo con progesterona.

Establecimientos	Tratamientos	Porcentaje de preñez
A	VITMIN	63,6 <sup>a</sup> (143/225)
	Control	48,2 <sup>b</sup> (94/195)
B	VITMIN	57,5 <sup>a</sup> (145/252)
	Control	46,4 <sup>b</sup> (115/248)
C	VITMIN	48,8 <sup>a</sup> (122/250)
	Control	50,8 <sup>a</sup> (127/250)

<sup>a,b</sup> Valores con superíndices diferentes dentro de cada Establecimiento, difieren significativamente ( $P < 0,05$ ).

## 5. Discusión

Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación del suplemento vitamínico y mineral al momento del inicio del protocolo de IATF, mejoró el porcentaje de preñez de manera significativa en dos de los tres establecimientos evaluados. Así, el mayor porcentaje de preñez observado en los Establecimientos A y B, podría deberse a que los animales presentaban deficiencias vitamínicas y/o minerales de manera subclínica o bien, a una interferencia en la asimilación de estos elementos, por lo que respondieron positivamente al tratamiento utilizado.

Otra alternativa es que, debido al manejo empleado para implementar la IATF, aumentó el estrés oxidativo, hecho que fue contrarrestado por el suplemento vitamínico y mineral utilizado. Esto último fue observado por Lizarraga *et al.* (2017), quienes informaron que el uso del complejo vitamínico y mineral disminuyó el daño oxidativo. En otro trabajo, Fazio *et al.* (2017) observaron una mejora en el porcentaje de preñez en vaquillonas que recibieron un suplemento vitamínico y mineral (59,6% vs 48,2%,  $p < 0,05$ ; suplementados vs testigos, respectivamente), postulando que el efecto podría deberse a una mejora en las defensas antioxidantes.

En cambio, en el establecimiento C, los animales no habrían tenido un estrés oxidativo de tal magnitud que permita expresar el efecto positivo del adaptador.

Al tratarse de diferentes establecimientos, si bien los lotes evaluados eran homogéneos, también se podría pensar en variaciones en el consumo por parte de los animales y en la calidad de las pasturas. El estado fenológico de las plantas pudo tener un efecto en la concentración de minerales que la pastura aportaba al animal, ya que, cuanto menor es la edad de la planta, mayor concentración de minerales tiene (Chicco y Godoy, 1987).

A pesar que, muchas veces, los minerales son ofrecidos en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de los animales, igualmente se presenta la deficiencia de manera secundaria. 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 (Garmendia, 2007).

En un trabajo realizado por Miles y Mc Dowell (1983), se demostró que la administración de suplementos minerales vía oral a las madres, tenía un efecto positivo en la producción de terneros. El resultado fue de 88,7 kg de ternero por vaca entorada con suplementación mineral completa, frente a 44,8 kg en aquellas que sólo recibieron sal común. Aumentos de la capacidad reproductiva debido a los suplementos minerales administrados se han registrado en varios estudios (De León, 1963; Guimaraes *et al.*, 1971; Stonaker, 1975; Pittaluga *et al.*, 1980 y Arroyo y Mauer, 1982, citados por Miles y Mc Dowell, 1983). En promedio, considerando todas esas experiencias, se obtuvo un porcentaje promedio de partos del 52,6 % para los animales a los que sólo se les suministraba sal, frente a un 75,0 % para los que recibían mezclas minerales varias.

En un trabajo realizado por Céspedes (2010), se evaluó el porcentaje de preñez a la IATF, al repaso con toros y porcentaje de preñez final en un grupo de vacas Aberdeen Angus suplementadas con sales minerales en bateas de libre consumo. En contraste a lo observado en los Establecimientos A y B del presente estudio, los índices reproductivos evaluados por Céspedes (2010) demostraron que se generaron diferencias estadísticamente significativas, pero a favor del grupo control (grupo no suplementado), en comparación con el suplementado (46% vs. 35%, respectivamente). En el repaso con toros nuevamente se obtuvo una mejor performance en el grupo control (90 vs 71 %) ( $p < 0,05$ ). Al evaluarse el porcentaje de preñez final los resultados fueron aún más significativos, con un 96% de preñez en el grupo no suplementado, en comparación con el grupo suplementado, en el que se obtuvo el 72%. Resultados similares fueron reportados por Polero (2011), en donde se evaluó el efecto de la suplementación parenteral con Cu al inicio de un protocolo de IATF sobre el porcentaje de preñez en vacas de cría. De forma similar a los resultados obtenidos en el Establecimiento C del presente estudio, Polero (2011) no encontró diferencias significativas entre la tasa de preñez de los animales tratados con Cu (53,95%) respecto al grupo control (43,59%).

Leonetti Unzué *et al.* (2015), en un trabajo que incluyó 374 vaquillonas Aberdeen Angus de 15 meses de edad, y una condición corporal de entre 6 y 7 puntos (escala del 1 al 9) y un grado de desarrollo reproductivo (GDR) de entre 2 y 4, aplicaron un suplemento vitamínico y mineral al momento del inicio del protocolo de IATF y no observaron diferencias significativas en el porcentaje de preñez en dos de tres establecimientos estudiados. Coincidiendo con esto, García Eyherabide *et al.* (2017) encontraron resultados disímiles. En vaquillonas no registraron diferencias y en vacas de segundo servicio, el complejo adaptador vitamínico y mineral mejoró la preñez.

Simonetti *et al.* (2018) en un trabajo que incluyó 150 vacas Hereford con cría al pie, con una condición corporal de  $2,2 \pm 0,4$ ; aplicaron un suplemento vitamínico y mineral al momento del inicio del protocolo de IATF, el cual no arrojó diferencias significativas en el porcentaje de preñez, tanto a la IATF como en el servicio natural, y en el porcentaje de preñez final.

Dichas experiencias muestran la variabilidad que existe al aplicar el complejo vitamínico y mineral, lo cual coincide con lo observado en el presente trabajo; aunque la proporción de establecimientos que respondieron positivamente sea diferente.

Por lo tanto, en función de la variabilidad de los resultados observados al aplicar este adaptador vitamínico y mineral, es altamente probable que las diferencias observadas sean consecuencia de que no en todos los trabajos en los que se realizó IATF, se generó estrés oxidativo. En esos casos, dicho adaptador no tendría efecto y explicaría la variabilidad de los resultados reportados por los diferentes autores. .

En futuros trabajos se deberá contemplar un estudio de situación (deficiencia o no) de los animales, antes de tratarlos con el adaptador vitamínico y mineral, que permita evaluar su efecto sobre la tasa de preñez post-IATF; junto con un análisis de la concentración de minerales en los distintos suelos y en el alimento ofrecido al momento de aplicar el adaptador.

De esta forma, se podrán encontrar explicaciones a las diferentes respuestas observadas en el presente trabajo.

## **6. Conclusiones**

La utilización de un adaptador vitamínico y mineral en forma parenteral al inicio de un protocolo de IATF en vacas con cría al pie presenta resultados variables, ya que su uso sólo logró mejorar el porcentaje de preñez en dos de los tres Establecimientos evaluados en el presente estudio. Futuros trabajos deberán encontrar una explicación a dicha variabilidad., mediante la determinación de estrés oxidativo en los animales sometidos a IATF

## 7. Bibliografía

Barros, CM.; Moreira, MBP; Figueiredo, RA.; Teixeira, AB.; Trinca, LA. 2000. Synchronization of ovulation in beef cows (*Bos indicus*) using GnRH, PGF2 $\alpha$  and estradiol benzoate. *Theriogenology* 53, 1121-1134.

Bavera G. A. (2006). Elementos Minerales Esenciales, pp. 13-19. En: Bavera G. A. (ed) Suplementación Mineral y con Nitrógeno No Proteico del Bovino a Pastoreo. Rio Cuarto, Córdoba.

Bó, G.; Cutaia, L. y Tríbulo, R. (2002). Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primer Parte. *Revista Taurus* 14, 10-21.

Bó, G. A.; Cutaia L.; Chesta P.; Balla E.; Pincinato D.; Peres L.; Maraña D.; Avilés M.; Menchaca A.; Veneranda G. y Baruselli P. (2005). Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de argentina. Libro de resúmenes *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. Pp. 97-128.

Bó, G.A., Cutaia, L., Chesta, P., Balla, E., Piciato, D., Peres, L., y Baruselli, P.S. (2007). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo, ¿Cómo tener los mejores resultados? *Revista Brangus*. 29, 84-90.

Bó, G.A. y Callejas, S. (2008). Sincronización de celos y ovulaciones en el ganado bovino. pp. 189–200. En: Palma, G.A. (ed.) *Biología de la reproducción*, segunda edición. Mar del Plata, Buenos Aires.

Cámara Argentina de Biología de la Reproducción e Inseminación Artificial (CABIA) (2014). Movimiento de dosis de semen. *Revista Taurus*. 64, 30-31.

Callejas, S. (2004). Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. *Revista Taurus*, 24, 22-34.

Callejas, S. (2005). Control farmacológico del ciclo estral bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. Parte II. *Rev. Taurus* 25, 16-35.

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. Pp. 47-103.

Colazo, MG.; Mapletoft, RJ.; Martinez, MF. y Kastelic, JP. (2009). Selección de los tratamientos hormonales disponibles en el mercado para la sincronización de celos en vaquillonas de carne. En: Ponencias VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.

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. Libro de resúmenes *VI Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. Pp 385.

Fazzio, L.E.; Galván, W.R.; Pesa, J.M.; Rodríguez Pérsico, J.M.; Mattioli, G.A. Suplementación inyectable con vitaminas y minerales con efecto antioxidantes sobre la tasa de preñez de vaquillonas. Libro de resúmenes *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba, Argentina. Pp 342

Garmendia, J. (1997). Efecto de la suplementación mineral sobre el status mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay.. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* **5**, 245-247

Garmendia, J. (2007) Los Minerales en la Reproducción Bovina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Disponible en URL: <http://www.produccion-animal.com.ar> (consultado 10/02/2018).

Hafez, E.S.E. (1993). *Reproduction in farm animals*. Lea & Febiger, Philadelphia. Pp 573.

Hanlon, DW.; Williamson, NB.; Wichtel, JJ.; Steffert, IJ.; Craigie, AL. y Pfeiffer, WV. (1997). Ovulatory responses and plasma luteinizing hormone concentrations in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology* 47, 963-975

Leonetti Unzué T; Chayer R; Gonzalez Chavez S; Callejas S y Cabodevila J (2015): Efecto de un complejo vitamínico mineral sobre la preñez post Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. . Tesina de grado de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Lizarraga, R.M.; Galarza, E.M.; Agrelo, C.O.; Rosa, D.E.; Rodríguez Pérsico, J.M. y Mattioli, G.A. (2017). Efecto de la suplementación parenteral con minerales y vitaminas antioxidantes en vacas sometidas a un protocolo de IATF. Libro de resúmenes *XII Simposio Internacional de Reproducción Animal*. Córdoba, Argentina. Pp. 379.

Martínez, MF.; Kastelic, JP.; Bó, GA.; Cacciari, M. y Mapletoft, RJ. (2005). Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 86, 37-52.

Miles, W. y McDowell L. R. (1983). Mineral deficiencies in the llanos rangeland of Colombia. *World Animal Review*. 46, Pp. 2-40.

Moreno, D.; Cutaia, L.; Villata, L.; Ortisi, F. y Bo, G. (2001). Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing device, estradiol and progesterone. *Theriogenology* 55, 408.

Pfeifer, L.F.M; Corrêa, M. N.; Schimmler, E.; Vieira, M. B.; Madruga, Eduardo Á.; Rebassa, V. R. (2005). Uso de PGF<sub>2</sub>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. Trabajo final, especialidad en reproducción. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba.

Roelofs, J.B., Graat, E.A.M., Mullaart, E., Soede, N.M., Voskamp-Harkema, V., y Kemp, B., (2006). Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology* 66, 2173–2181.

Sales, J.N.S.; Carvalho, J.B.P.; Crepaldi, G.A.; Cipriano, R.S.; Jacomini, J.O.; Maio, J.R.G.; Souza, J.C.; Nogueira, G.P. y Baruselli, P.S. (2012). Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulation in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78, 510-516.

Simonetti, M.; Mihura, H.; Cabodevila, J. y Callejas, S. (2018): Efecto de la suplementación vitamínico mineral sobre el porcentaje de preñez en vacas inseminadas a tiempo fijo. Tesina de grado de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Taniguchi, M.; Ikeda, A.; Arikawa, E.; Shimizu, R.; Seki, M.; Karaki, M.; Rajamahendran, R. y Otoi, T. (2007). Ovarian follicular and corpus luteum changes, progesterone concentrations, estrus and ovulation following estradiol benzoate/progesterone based treatment protocol in cross-bred cows. *Anim. Reprod. Sci.* 99, 389-394.

Yugal Raj, B.; Sulochana, S.; Nabaraj, S.; y Tara Nath, G. (2013). Effects of nutrition on reproduction- A review. *Advances in Applied Science Research*, 2013, 4, 421-429.