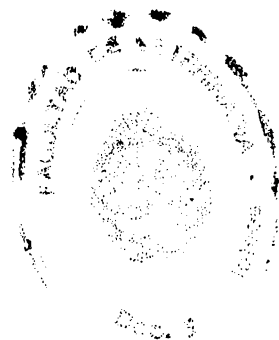


**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA ADMINISTRACION PARENTERAL DE VITAMINAS Y
MINERALES SOBRE LA FERTILIDAD DE VAQUILLONAS DE CARNE
INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE**

por

**Adriana ARROSPIDE
Emilio DELGADO
Rodrigo DE PAULA**



TESIS DE GRADO presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Doctor en Ciencias Veterinarias.
Orientación: Producción Animal
Modalidad: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

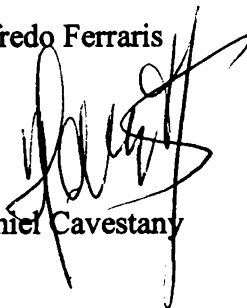
068 TG
Efecto de la ad
Arrospide, Adriana



TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:

Dr. Alfredo Ferraris



Segundo Miembro (Tutor):

Dr. Daniel Cavestany

Tercer Miembro:

Dr. Luís Cuenca

Co-tutor:

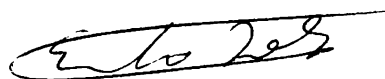
Dr. Guillermo de Nava

Fecha:

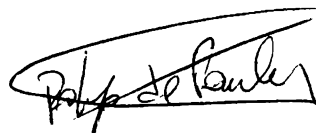
28/9/2007

Autores:

Adriana Paola Arrospide Alves



Alberto Emilio Delgado Fernández



Rodrigo de Paula Beneditto

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su cariño e incondicional apoyo en todo momento.

A nuestro tutor Dr. Daniel Cavestany por su apoyo y dedicación a nuestro trabajo.

A nuestro co-tutor Dr. Guillermo de Nava por su apoyo, especialmente durante el trabajo de campo.

Al Laboratorio Agroinsumos S.A. Codenor S.A, especialmente a la Dra. Mariela Landeira por el aporte de los productos utilizados.

Al Sr. Julio Blanco por permitirnos realizar el trabajo en su establecimiento “Barracas”.

Al Ing. Agr. Gonzalo Reyes por su colaboración.

Al capataz del establecimiento Sr. Sandro Castro y su familia por su colaboración en el trabajo de campo y su hospitalidad.

Al personal del establecimiento por su colaboración.

Al Dr. José Piaggio por su colaboración en los análisis estadísticos.

A los Dres. Luís Barros, Luís Cuenca y Fernando Dutra por sus aportes a nuestro trabajo.

Al Sr. Alberto Roland por su colaboración con el diseño del esquema de tratamientos (Figura 1).

A nuestros amigos y compañeros por su constante aliento.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	IV
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	1
3. INTRODUCCION	2
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
4.1. MINERALES Y VITAMINAS	3
4.1.1. Importancia de los minerales	3
4.1.2. Requerimientos de cobre, selenio y fósforo para bovinos de carne	4
4.1.3. Deficiencias minerales	4
4.1.4. Antecedentes en el Uruguay	5
4.1.5. Importancia del cobre en el organismo	6
4.1.5.1. Absorción, transporte y metabolismo del cobre	7
4.1.5.2. Influencia sobre la fertilidad	7
4.1.6. Importancia del selenio en el organismo	8
4.1.6.1. Absorción, transporte y metabolismo del selenio	8
4.1.6.2. Influencia sobre la fertilidad	8
4.1.7. Importancia del fósforo	9
4.1.7.1. Absorción y metabolismo del fósforo	9
4.1.7.2. Influencia sobre la fertilidad	9
4.1.8. Métodos de suplementación mineral	10
4.1.9. Vitaminas	10
4.2. SINCRONIZACIÓN DE CELOS	11
4.2.1. Ciclo estral del bovino	11
4.2.2. Dinámica folicular	11
4.2.3. Regulación del ciclo estral	12
4.2.4. Funciones de la prostaglandina (PG)	12
4.2.5. Sincronización de celos con PG	13
4.2.6. Respuesta a la PG según el momento del ciclo estral	13
4.2.7. Protocolos de sincronización con PG	14
4.2.7.1. Doble dosis de PG	14
4.2.7.2. Detección de celos e inyección de PG a los animales que no manifiestan celo	14
4.2.7.3. Palpación de cuerpo lúteo e inyección de PG	15
4.2.8. Fertilidad luego de la sincronización con PG	15
4.3. CRUZAMIENTO	16
4.4. ESTADO CORPORAL	16
4.4.1. Definición y características	16
4.4.2. Peso vivo y estado corporal como indicadores del estado nutricional	16
4.4.3. Momento de la evaluación	17
4.4.4. Influencia del estado corporal sobre la reproducción	17
5. MATERIALES Y MÉTODOS	19
6. RESULTADOS	21
6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA	21



6.2. MANEJO REPRODUCTIVO	21
6.2.1. Protocolo de sincronización de celos e inseminación artificial	21
6.2.2. Repaso con toros	23
6.3. ESTADO CORPORAL EN RELACIÓN A PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	23
6.4. EFECTO DEL BIOTIPO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA	24
6.5. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA	25
6.5.1. Protocolo IA	25
6.5.2. Repaso con toros	27
6.5.3. Inseminación más repaso	27
6.5.4. Preñez final y pérdidas fetales	27
7. DISCUSIÓN	28
7.1. MANEJO REPRODUCTIVO	28
7.1.1. Protocolo de sincronización de celos e inseminación artificial	28
7.2. ESTADO CORPORAL	29
7.3. BIOTIPO	29
7.4. TRATAMIENTOS	29
8. CONCLUSIONES	31
9. BIBLIOGRAFIA	32

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro I: Respuesta a un tratamiento con PG en función de la tasa de celo diario previo al mismo	15
Cuadro II: Relación entre estado corporal y porcentaje de grasa corporal	16
Cuadro III: Escala para definir Estado Corporal. Escala de Ellinbank	17
Cuadro IV: Relación entre estado corporal y porcentaje de preñez	18
Cuadro V: Porcentaje de celos detectado por día durante los primeros 8 días de IA previo a la aplicación de PG	21
Cuadro VI: Porcentajes de preñez según biotipo	24
Cuadro VII: Porcentaje de concepción (preñadas sobre Inseminadas) luego de la IA	26
Cuadro VIII: Porcentaje de preñez (preñadas sobre ofrecidas) para los 4 grupos luego de la IA	26
Cuadro IX: Porcentaje de preñez final (preñadas sobre ofrecidas, IA + repaso)	27
Figura 1: Esquema de trabajo durante el ensayo	19
Figura 2: Porcentaje de celos acumulados por día en la inseminación artificial (día 0 = día de la inyección de PG)	22
Figura 3: Porcentaje de detección de celo, de concepción y de preñez de vaquillonas ciclando durante el período de IA	22
Figura 4: Porcentaje de vaquillonas en anestro según estado corporal	23
Figura 5: Porcentaje de preñez a la IA según estado corporal	24
Figura 6: Porcentaje de concepción según biotipo	25
Figura 7. Porcentaje de detección de celo, de concepción y de preñez de vaquillonas ciclando durante el período de inseminación	25
Figura 8. Porcentaje de preñez para cada grupo en la IA	26
Figura 9. Porcentaje de preñez al final del ensayo	27

1. RESUMEN

Se estudió el efecto de la administración inyectable de vitaminas y minerales sobre la fertilidad en vaquillonas de carne sometidas a un programa de sincronización de celos con prostaglandinas. Se utilizaron 800 vaquillonas de 2 años de las razas Hereford, Aberdeen Angus y su cruce. Se dividieron en 4 Grupos: Testigo, Cuprhormone[®], Selfos[®], Cuprhormone[®]+Selfos[®]. Se administró una dosis 14 días antes del servicio y una segunda dosis luego de un mes, al final del protocolo de IA y comienzo del repaso con toros. El servicio consistió en detección de celos e IA durante 8 días, aplicación de PG y detección de celos e IA durante 8 días. Se realizó repaso con toros durante 2 meses. El porcentaje de concepción obtenido por grupo fue: Testigo: 56,2%, Cuprhormone[®]: 63,5%, Selfos[®]: 70,5% y Cuprhormone[®]+Selfos[®]: 64,8%. El porcentaje de preñez a la IA fue Testigo: 50.3%, Cuprhormone[®]: 56.7%, Selfos[®]: 66.7% (P<0.05) y Cuprhormone[®]+Selfos[®]: 57.4%. El porcentaje de preñez final (IA + repaso) fue: Testigo: 92.2%, Cuprhormone[®] 90.2%, Selfos[®]: 96.1% (P<0.05) y Cuprhormone[®]+Selfos[®]: 90.5%. Se observó una posible interacción entre ambos productos al ser administrados en forma conjunta. La ciclicidad, porcentaje de detección de celos y pérdidas fetales no tuvieron diferencias significativas entre los grupos.

Palabras clave: Vaquillonas de carne, minerales, Selenio, Cobre, sincronización, prostaglandinas

2. SUMMARY

The effect of the administration of injectable vitamins and minerals on the fertility of beef heifers was studied in 800 Hereford, Aberdeen Angus, and crossbreed heifers of 2 years old under a synchronization and AI protocol with prostaglandin. They were divided into 4 groups, Control: no treatment, Cuprhormone[®], Selfos[®] and Cuprhormone[®]+Selfos[®]. First dose was given 14 days before breeding and a second a month later. This coincided with the end of the AI protocol and the beginning of the natural service. Breeding consisted in heat detection and AI during 8 days, PG and heat detection and AI during 8 days, then natural mating for two months. Conception rates were: Control: 56.2%, Cuprhormone[®]: 63.5%, Selfos[®]: 70.5% and Cuprhormone[®]+Selfos[®]: 64.8%. Pregnancy rates after AI were Control 50.3%, Cuprhormone[®] 56.7%, Selfos[®] 66.7% (P<0.05), Cuprhormone[®]+Selfos[®] 57.4%. Final pregnancy rate (AI + bull mating) was Control 92.2%, Cuprhormone[®] 90.2%, Selfos[®] 96.1% (P<0.05) and Cuprhormone[®] + Selfos[®] 90.5%. A possible interaction between both products was observed when they were given together. No differences were observed for cyclicity, heat detection rate and fetal losses between groups.

Key words: Beef heifers, minerals, selenium, copper, synchronization, prostaglandins

3. INTRODUCCION

En los últimos años en el Uruguay la tasa de extracción de ganado ha crecido alcanzando en la actualidad el 25%, con records de faena semanales. El sector invernador ha mejorado las técnicas de producción logrando reducir la edad de faena e intensificando su producción. Mientras que el sector criador no ha logrado acompañar este crecimiento, manteniéndose en el 61.5% de procreo durante los últimos 10 años (DIEA, 2007). Por lo tanto es necesario profundizar más en el estudio de formas de aumentar el índice de procreo.

La edad tradicional del primer entore es a los tres años. El 70% de los rodeos de cría del Uruguay son entorados a los 3 años (Rovira, 1996). Según los datos de DICOSE (2006) en el país existen 583.345 vaquillonas de 2 años sin entorar. Una de las maneras de mejorar la eficiencia reproductiva del rodeo de cría es reducir la edad del primer entore a dos años. De esta manera se elimina una categoría improductiva del rodeo y se aumenta el número de vientres en producción. Esto requiere de un esfuerzo del productor, que debe destinar recursos para aumentar la eficiencia en la recría. Para que este esfuerzo se capitalice de la mejor manera se debe lograr preñar la mayor cantidad de vaquillonas lo antes posible y con la menor cantidad de pérdidas durante la gestación. Los animales que no logran quedar preñados o tienen pérdidas fetales, pasan el resto del año improductivo perdiéndose la inversión realizada sobre los mismos. Logrando que se preñen lo antes posible durante el servicio, estos paren antes y tienen más días de recuperación antes del próximo servicio.

Los sistemas de producción basados en la cría se encuentran generalmente sobre suelos pobres, en los cuales las carencias de minerales son una limitante en la producción. La costumbre general que existe por parte de los productores y profesionales involucrados en la producción pecuaria, con respecto a la suplementación con macro y micro minerales, está enfocada a prevenir las patologías causadas en la etapa clínica de la deficiencia. Esto se debe a que las pérdidas que se dan en forma subclínica son muy difíciles de cuantificar. La producción de bovinos para carne actual se orienta a una suplementación de micronutrientes que lleva a optimizar la producción, la eficiencia reproductiva y minimizar el estrés (Chew, 2000). Existen varios trabajos que citan el efecto de los micronutrientes en parámetros reproductivos, particularmente referidos a cobre y selenio (Boland, 2003; Petersen, 1996). Entre los parámetros reproductivos que se mencionan se encuentran la ciclicidad, concepción, preñez, pérdidas durante la gestación, retención de placenta, etc.

Otro de los factores que se mencionan y que inciden sobre los parámetros reproductivos es el estado corporal. La evaluación del estado corporal es una herramienta sencilla y de fácil utilización, ya que el productor no necesita balanza y se realiza clasificando en una escala numérica a los animales según el estado de cobertura de grasa y músculo (reservas energéticas) en forma subjetiva. La escala que se utiliza en nuestro país para ganado de carne es de 1 a 8 siendo el uno un animal extremadamente flaco y el ocho muy gordo (Méndez y col, 1986) y para el ganado lechero es de 1 a 5 (Edmonson y col, 1989). Existen diversos trabajos que relacionan el estado corporal con parámetros reproductivos como porcentaje de preñez (Mendez y col, 1986; Stuth y Tolleson, 2003), concepción, e intervalo interparto (Eversole, 2000). La mayoría de los trabajos están enfocados en vacas multíparas, en los cuales se la evalúa en diferentes momentos; junto al diagnóstico de gestación, antes del parto, después del

parto, al servicio y en el destete (Mendez y col, 1986; Rovira, 1996; Stuth y Tolleson, 2003; Eversole, 2000). No hay suficientes trabajos sobre la utilización de esta herramienta en las vaquillonas en el primer servicio. Hay diversos trabajos que mencionan los pesos (según las diferentes razas) de las vaquillonas en el primer servicio y no utilizan la condición corporal ya que ésta no estima el peso vivo sino las reservas energéticas (Rovira, 1996; Dutto, 1997).

Las razas y los cruzamientos son otro factor mencionado, donde estos últimos presentan mayor facilidad de parto, mayor velocidad de desarrollo, leche, carne, precocidad, fertilidad, longevidad, rusticidad, resistencia al parasitismo, etc. Hay trabajos realizados donde se demuestra que cuanto mayor sea la diferencia entre las razas a cruzar, como los Bos taurus y los Bos indicus, donde sus orígenes son completamente diferentes, de regiones distintas, se obtiene mayor respuesta productiva y reproductiva (Rovira, 1996; Dutto, 1997, Dutto, 2006).

El principal objetivo de manejo reproductivo es obtener el mayor número de animales preñados en el menor tiempo posible durante el período de servicios y en consecuencia obtener pariciones concentradas. Un rodeo con animales sexualmente activos, tiene una distribución diaria de celos entre 3 y 5 %. La demostración de celos se da en su mayoría entre las 18 y las 6 horas en vacas lecheras (Cavestany, 1998). Por esto es de esperar que uno de los problemas en la eficiencia reproductiva sea la detección de celo. Una de las maneras de aumentar el porcentaje de celos es aumentar el tiempo dedicado a la observación (Van Eederburg, 1996 citado por Cavestany, 2004) o realizando sincronización de celo (Cavestany y Foote, 1985).

El objetivo del trabajo fue investigar el efecto de la administración inyectable de minerales, Selfos®, Cuprohormone® y ambos mediante un tratamiento 15 días antes del comienzo del servicio y otro a los 30 días de la primera dosis, sobre la fertilidad de vaquillonas de carne sometidas a un protocolo de sincronización de celos en base a Prostaglandina F2 α (PG).

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. MINERALES Y VITAMINAS

4.1.1. Importancia de los minerales

Los minerales constituyen un 4% o 5% del peso vivo. Su deficiencia o su exceso provocan enfermedades, o en el mejor de los casos reduce la producción. Existen dos grandes grupos de minerales: los macrominerales y los microminerales. En el grupo de los macrominerales se encuentran: fósforo (P), calcio (Ca), potasio (K), cloro (Cl), sodio (Na), magnesio (Mg) y azufre (S). En el grupo de los microminerales están: el cobre (Cu), selenio (Se), cinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), yodo (I) y molibdeno (Mo). Estos últimos son los que el animal necesita en pequeñas cantidades y se encuentran menores al 1% en el organismo (Quiroz-Rocha y Bouda, 2001). Los minerales desempeñan innumerables funciones como soporte estructural de tejidos, como electrolitos en los líquidos orgánicos y como catalizadores en los sistemas enzimáticos y hormonales (Giuliodori, 2002). Los macrominerales cumplen funciones en los tejidos de sostén, en el metabolismo, en diferentes tejidos corporales (Mufarregé, 1999). Por ejemplo el P participa en la reproducción, forma parte en la formación de hueso y dientes, en el crecimiento óptimo; otro ejemplo es el Ca que cumple funciones en el sistema muscular, nervioso, forma parte en la formación de hueso y dientes, etc. Los microminerales cumplen funciones junto a enzimas, funciones celulares, hormonas

(Mufarrege, 1999), sangre, jugos gástricos, etc. (García, 1995). Por ejemplo el Cu participa en el sistema inmune, formación de hemoglobina, metabolismo celular; el Se participa en funciones antioxidante, forma parte de enzimas como la glutatión peroxidasa (Gill, 2004).

4.1.2. Requerimientos de cobre, selenio y fósforo para bovinos de carne

Los requerimientos diarios de cobre para vacas de cría son de 8 ppm (rango 4 ppm a 10 ppm); de selenio son de 0,05 ppm (rango 0,02 ppm a 2 ppm) y fósforo de 0,17% (rango 0,16 % a 0,23 %) (Mufarrege, 1999). Debe tenerse en cuenta que los niveles de minerales en las pasturas dependen de la interacción de diversos factores, entre los que se incluye el suelo, las especies forrajeras, estado fisiológico de la planta, manejo de las pasturas, fertilización y condiciones climáticas (Pigurina y col, 1998).

Los valores hepáticos de cobre considerados normales van de 100 a 400 ppm de materia seca (Rosa y Mattioli, 2002).

Los niveles séricos de Selenio, considerados como adecuados son de 0,08 ppm a 0,3 ppm, considerandose como deficiencia marginal entre 0,026 ppm a 0,079ppm (Gill y col, 2004).

Las concentraciones sanguíneas de fósforo normales son de 4 a 5 mg/dl (Blood, 1992).

4.1.3. Deficiencias minerales

Los animales en pastoreo consumen un alimento que comúnmente no aporta los minerales esenciales en concentraciones adecuadas para sus requerimientos. El consumo de los animales no suplementados depende de la composición y consumo total de forraje, contenido mineral del agua de bebida y de la ingestión y composición del suelo (Orcasberro, 1997). A su vez esto depende de otros factores tales como el clima, época del año, especies forrajeras, selectividad de los animales, etc. La deficiencia se puede producir en forma primaria o secundaria. La primera se da cuando el animal ingiere menores cantidades en los alimentos o agua de bebida que los requerimientos. La forma secundaria se da cuando el animal ingiere niveles suficientes en los alimentos pero no tienen una absorción y/o metabolismo óptimo en el organismo. La absorción de minerales en el tracto gastrointestinal esta sujeta a gran variabilidad, por la forma química en que se encuentran los elementos, y a interacciones con otros minerales o con otros componentes del alimento (Orcasberro, 1997). Esto es debido a efectos antagónicos entre minerales, complejos insolubles no biodisponibles, enfermedades en las cuales se produce una menor absorción o aumenten la excreción.

Existen algunos macro y microminerales tales como el P y Cu, que presentan reservas dentro del organismo, mientras que otros minerales no tienen tejidos de reserva, a pesar de tener mayores concentraciones en algunos tejidos. Este es el caso del Se (Mufarrege, 1999).

Cuando existe una deficiencia en un rodeo a medida que el nivel del o los minerales en deficiencia se aleja de los niveles óptimos existe una etapa subclínica y otra clínica. Para que se manifieste la deficiencia de minerales en los animales previamente existe un período de depleción en el cual se produce un desequilibrio entre la utilización y la absorción de los elementos. En este período el organismo recurre a las reservas para mantener los niveles constantes. Posteriormente el animal agota estas reservas y comienzan las alteraciones en forma subclínica, dando pérdidas en lo productivo y reproductivo. Seguido a esta etapa se producen las manifestaciones clínicas (Blood, 1992). Dentro de la etapa subclínica comienza a manifestarse alteraciones en el sistema inmune y las funciones enzimáticas, posteriormente

comienzan a manifestarse alteraciones en la tasa de crecimiento y la fertilidad. La última etapa dentro de la fase subclínica se manifiesta con alteraciones en el crecimiento normal. Luego de esta etapa comienza una etapa clínica donde se evidencia la enfermedad-carencial (Cerniga, 2004). Los minerales que afectan la reproducción en el ganado se encuentran en el grupo de los microminerales, aunque la deficiencia de Ca y P también puede afectar la fertilidad (Boland, 2003).

4.1.4. Antecedentes en el Uruguay

En nuestro país, principalmente en la década de los 80, se llevaron a cabo algunos trabajos con el fin de determinar los niveles de algunos minerales en pasturas sobre diferentes basamentos geológicos, niveles en suero y tejidos animales y respuesta a la suplementación con sales minerales. Cuenca y col. (1981), investigaron los niveles de Ca, P, Mg, Cu, Zn y Mn en pasturas en los departamentos de Rocha, Treinta y Tres, Flores y Artigas. A su vez realizaron determinaciones de Cu y Zn en animales mediante biopsias hepáticas. Encontraron niveles de P inferiores a los requerimientos de los bovinos. Los niveles de Cu encontrados en las pasturas (1,28 ppm a 2,98 ppm) estuvieron muy por debajo de los requerimientos animales. Los resultados de las biopsias mostraron valores cercanos al límite inferior, de 75 a 100 ppm, para manifestaciones clínicas de deficiencia. Arroyo y Mauer (1982), en su trabajo realizado en Cerro Largo encontraron niveles bajos de P, que no variaron en primavera y verano (0,14% y 0,13%, respectivamente). Tampoco encontraron diferencias en primavera y verano para el Cu, cuyos niveles fueron de 6,22 ppm. y 6,05 ppm, respectivamente. Suplementaron durante primavera y verano un rodeo de cría con suplemento mineral comercial en forma oral con una composición de: 8% de P, Cu 0,087%, Se 0,0003%, Ca, Mg, Zn, Fe., Mn, I, Co, K. Encontraron una respuesta a la suplementación para el porcentaje de preñez en vacas de primera cría con respecto al testigo (70% y 27%, respectivamente). Esta diferencia fue atribuida en el trabajo de igual modo a los macroelementos, como a los microelementos. Las vaquillonas (100% de preñez suplementadas, 100% de preñez testigo) y vacas múltiparas (69% de preñez suplementadas, 79% de preñez, testigo) no tuvieron diferencias significativas. Los niveles de P encontrados en promedio en suero fueron inferiores a los normales tanto en grupo testigo como suplementado, mientras que en tejido óseo únicamente fueron inferiores a lo normal durante el pico de la lactación, recuperando los niveles normales al final de la misma. Los niveles de Cu en hígado que se encontraron en este trabajo estuvieron dentro de niveles normales en ambos grupos (154 ppm testigo y 173 ppm suplementados) sin diferencia significativa entre los grupos. Los niveles de P encontrados por Almirati y Peri (1982), en pasturas naturales sobre basalto y arenisca Tacuarembó fueron deficientes. Los niveles oscilaron entre 0,11% a 0,19% sobre basalto y 0,11% a 0,15% sobre arenisca. Los niveles de Cu encontrados fueron de 5,5 ppm sobre basalto y 2,9 ppm sobre arenisca en promedio. Con la suplementación oral con sal y harina de hueso (6% de P), y bloques (3% de P), no encontraron diferencias entre los grupos tratados y testigo en suero sanguíneo ni en tejido óseo. Fernández y col. (1983) realizaron muestreos entre los años 1976 y 1982, de pasturas de campo natural en distintas épocas y áreas geológicas (basalto, arenisca, cristalino y yaguari). Realizaron determinación de P, Ca, Zn, Mn, Cu y Mg. Encontraron que los niveles de P (0,12%) y Zn (17,7 ppm.) fueron insuficientes para bovinos en crecimiento a lo largo del año y en todas las zonas. Los niveles de Cu (6 ppm) fueron límites considerándose que podrían ser insuficientes para una adecuada performance animal. Los valores de Ca, Mg, y Mn se encontraron en niveles suficientes. Los resultados de macro y micro minerales presentados por Sosa y

Guerrero (1983), de muestras de pasturas tomadas a lo largo de establecimientos sobre la ruta 26 al norte del río negro, arrojaron niveles deficitarios de P en 4 de 12 muestras y en tres de ellas apenas suficiente para mantenimiento de una vaca seca (0,18%). El Cu fue apenas suficiente para cumplir las necesidades de mantenimiento en todas las muestras. El Mo presentó niveles tóxicos en una de las muestras, lo que podría ocasionar carencia secundaria de Cu en la zona. Barrios y col. (1984), encontraron niveles deficientes de P en pasturas de campo natural en el departamento de Cerro Largo (0,11% en otoño a 0,20% en verano). No encontraron diferencias significativas en niveles de P en suero entre los grupos, estando el 68% de los animales testigo y el 50% de los animales suplementados con niveles de P inferiores a lo normal (4,5 mg/100 ml). En cenizas de hueso de los animales no encontraron diferencias entre los grupos. Los niveles de Cu encontrados en la pastura oscilaron entre 4,7 ppm. y 7,8 ppm. Tanto en suero como en tejido hepático no obtuvieron diferencias significativas entre los grupos. Los niveles hepáticos de Cu se mantuvieron en niveles normales por encima de 100 ppm.

Fernández y col. (1985) realizaron un trabajo con suplementación por vía oral con sales minerales conteniendo 8 % de P, y otros minerales como Ca, Mg, Cu, Zn en vaquillonas de segundo entore y vacas múltiparas. Encontraron que el porcentaje de preñez fue significativamente superior en las vaquillonas de segundo entore en el grupo suplementado (48% de Preñez) con respecto al testigo (32,5% de preñez), no siendo así en el rodeo general (69,5% y 67% de preñez respectivamente). Las concentraciones de P en suero no alcanzaron niveles normales, ni fueron diferentes entre los grupos. En cambio en cenizas óseas se encontraban en parámetros normales. Los niveles de Cu en suero dieron dentro de los parámetros normales, a su vez en las biopsias realizadas se obtuvieron niveles de depósito de Cu dentro del rango normal. En pastura los niveles de P encontrados oscilaron entre 0,09% y 0,32%, mientras que los niveles de Cu se mantuvieron muy estables entre 5,3 ppm y 5,5 ppm. Existe un ensayo (cuyos datos no fueron publicados) realizado por L. Cuenca y col. 1996 al 2000 (Dr. Luis Cuenca, comunicación personal, 2007). Este se realizó con suplementación con sales minerales por vía oral en bateas, a tres grupos de animales. El primer grupo fue el testigo sin suplementación, el segundo grupo se suplementó con una sal comercial ad libitum y el tercer grupo con una sal formulada especialmente según el perfil metabólico administrada ad libitum. Se evidenciaron diferencias en peso vivo entre el grupo testigo y los suplementados y también se observó que la suplementación tendió a mejorar la preñez en la primera mitad del entore. Los dos grupos suplementados tuvieron porcentaje de preñez superior al testigo, mientras que la suplementación especial mostró respuesta en los porcentajes de preñez de las vacas primíparas. Los porcentajes de preñez obtenidos en promedio en los entores fueron: en vaquillonas: testigo 90%, suplemento comercial 90%, suplemento especial, 97,5%; vacas primera cría: testigo 43%, suplemento comercial 64%, suplemento especial 74%; vacas múltiparas: testigo 54%, suplemento comercial 84%, suplemento especial 76%.

La deficiencia de Se incluyendo problemas reproductivos, abortos y mortalidad perinatal por distrofia muscular congénita es un problema importante en la región Este del Uruguay principalmente en Treinta y Tres (Dr. Fernando Dutra, comunicación personal, 2007). No se han encontrado trabajos donde se administre minerales en forma parenteral al momento del servicio ni datos nacionales sobre respuesta a la suplementación con Se.

4.1.5. Importancia del cobre en el organismo

Este elemento participa en muchos procesos biológicos del organismo, la mayoría relacionados con actividades enzimáticas. Forma parte integral de las enzimas citocromo oxidasa, superóxido dismutasa, ceruloplasmina y otras enzimas. Es por esto que la hipocuprosis puede ocasionar una sintomatología variada, incluyendo alteraciones del pelaje, diarrea, desordenes cardiovasculares, trastornos óseos y articulares, menor desarrollo corporal, anemia, menor resistencia a infecciones y alteraciones en la reproducción (Paterson y col., 1999; Daugherty y col., 2002).

4.1.5.1. Absorción, transporte y metabolismo del cobre

En los rumiantes la absorción del Cu se lleva a cabo principalmente en duodeno y yeyuno, mientras que en menor medida se absorbe en íleon. Se absorbe por transporte activo y por difusión simple. El porcentaje de absorción del Cu presente en la dieta es menor que los monogástricos. Esto se debe en parte a la interferencia a nivel ruminal con diversos elementos tales como Mo, S, Fe, Ca, Cd y Zn, que son capaces de intervenir en la absorción del Cu. Su principal antagonista es el Mo, seguido por el S (Paterson y col., 1999; Daugherty y col., 2002). Las bacterias presentes en el rúmen sintetizan a partir de éstos elementos compuestos denominados tiomolibdatos, que forman complejos con átomos de Cu libre. Los tiomolibdatos pueden ser absorbidos a través del rúmen, duodeno y continuar su efecto de captación del Cu en el torrente sanguíneo. El exceso de éstos compuestos causa redistribución del Cu en el hepatocito, favorece la acumulación en el riñón y promueve su eliminación en la orina.

En el torrente circulatorio el Cu se adhiere en mayor cantidad a la albúmina y secundariamente a aminoácidos libres como la histidina. A estas fracciones se les denomina cobre de reacción directa y ceden fácilmente el cobre al hígado. Dentro del hepatocito se sintetiza metalotioneina, que es un compuesto con función de reserva. El hígado es el principal órgano de depósito del organismo, captando el 92,5 % del Cu de reacción directa. La ceruloplasmina es sintetizada en el hepatocito, y su principal función es la de transporte de Cu hacia los tejidos y órganos que lo requieran. También tiene función oxidativa, principalmente catalizando el pasaje de hierro ferroso a férrico para que pueda ser transportado a los tejidos hematopoyéticos y modulación de la respuesta inflamatoria en infecciones y estrés (Rosa y Mattioli, 2002; Quiroz-Rocha y Bouda, 2001) La excreción de Cu se realiza principalmente por vía biliar hacia la luz intestinal y es eliminado por las heces. Una pequeña proporción es eliminada por orina (Rosa y Mattioli, 2002).

4.1.5.2. Influencia sobre la fertilidad

A pesar de que varios autores afirman que la carencia de Cu afecta diversos parámetros reproductivos (Hidrogrou, 1979; Daugherty y col., 2002) los mecanismos de acción no son claros. En la deficiencia de este mineral se producen pérdidas embrionarias o fetales (Petersen, 1996), disminución del sistema inmune, retardo de la involución uterina posparto y bajo porcentaje de preñez (Paterson y col., 1999). Algunos autores sugieren que las alteraciones son debidas principalmente a la hipocuprosis secundaria por excesos de Mo en la dieta (Brem y col., 2001; Paterson y col., 1999; Rosa y Mattioli, 2002). Se realizó una prueba donde se les administró dietas altas de Mo y otro grupo donde se le administró en forma inyectable Cu y este obtuvo mejores indicadores reproductivos (Brem y col., 2001). Se ha sugerido que el

cobre interviene en la regulación neuroendocrina de hormona LH (Brem y col., 2001). Hay otros trabajos donde no se encontró influencia del Cu en los índices reproductivos, como en el porcentaje de preñez, intervalo interparto, y concepción (Whitaker, 1982, citado por Blood; Kappel, 1984, citado por Blood, 1992). Existe un trabajo donde la administración parenteral de Cu previo al servicio provocó una marcada disminución en la concepción y sugiere acción embriotóxica del elemento frente a los blastocistos (Cummings y Harris, 1984, citado por Sienna, 1988).

4.1.6. Importancia del selenio en el organismo

La importancia del selenio en el organismo es reconocida por su acción antioxidante al formar parte de la enzima glutatión peroxidasa. Ésta actúa en combinación con otros antioxidantes como la vitamina E para proteger las membranas celulares de la acción de los radicales libres formados del metabolismo celular del oxígeno. Ésta función del Se es apropiada para explicar algunas de las patologías ocasionadas por su carencia tales como la miodegeneración nutricional, pero su incidencia sobre la fertilidad o la producción de leche no es muy clara (Wichtel, 1998). A raíz de esto se han descubierto nuevas selenoproteínas con actividad biológica. Se piensa que hay unas 20 selenoproteínas, de las cuales solo algunas tienen actividad antioxidante. El comportamiento de estas es variable en el organismo cuando hay una disminución. Algunas selenoenzimas disminuyen su actividad pero hay otras que aumentan su actividad o no varían.

4.1.6.1. Absorción, transporte y metabolismo del selenio

El Se es absorbido por el duodeno en los animales, pasa al plasma sanguíneo y se une a proteínas plasmáticas y de estas a las selenoproteínas y selenoenzimas. El metabolismo del Se se caracteriza porque no posee regulación de su absorción ni tampoco órgano de reserva (Giuliodori, 2002). Su excreción es a través de las heces principalmente, aunque también por orina y respiración. El selenio participa en varias funciones, como el sistema inmune, reproductivo, antioxidante junto a la vitamina E, en el crecimiento normal de los animales, etc. En el sistema inmune la carencia de Se también afecta la normal fagocitosis de los linfocitos y su proliferación. Afecta a la inmunidad humoral y a la celular (Wichtel, 1998). Otra función en la que participa es en la glándula pituitaria en la formación de la iodotirosina. Hay varios tipos, donde algunas al disminuir la disponibilidad del Se, bajan su actividad, pero hay otras que no disminuyen, como la tipo 2 y 3 diiododinasas, lo que indica que su función es importante. Estos dos tipos de selenoenzimas se encuentran en el tejido nervioso, hipófisis y tejido pardo. Todavía falta mucho por descubrir sobre el metabolismo del Se. Estas selenoenzimas participan en el pasaje de T4 a T3 (Oblitas y col., 2000; Giuliodori, 2002). También afecta la hormona del crecimiento (Oblitas y col., 2000).

4.1.6.2. Influencia sobre la fertilidad

Todavía no está claro el mecanismo por el cual el Se influye sobre la reproducción en los rumiantes. Se ha descrito en diferentes trabajos que causa retención de placenta, quistes ováricos, disminución en la producción de leche (Jukola y col., 1996), retraso en la involución uterina, metritis, pérdidas embrionarias, y disminución de la fertilidad (Oblitas y col., 2000; Smith y Chase, 1998), celos silentes, dificultad para la concepción (Giuliodori, 2002).

Andrews en 1968, observó en Nueva Zelanda que la deficiencia de Se ocasionaba mortalidad embrionaria en ovejas donde se manifestaban junto con miopatías. Los reportes de respuestas reproductivas a la suplementación con Se en ganado en pastoreo intenso son raros en Nueva Zelanda (Wichtel, 1998). Una respuesta reproductiva a la suplementación con Se fue documentada por Tasker y col., (1987) en Nueva Zelanda y otra respuesta reproductiva en Australia por Mc. Clure y col., 1986 (Wichtel, 1998). Algunos autores afirman que el selenio influye en las funciones reproductivas e inmunitarias ya que participa en la síntesis de prostaglandinas (Giuliodori, 2002).

4.1.7. Importancia del fósforo

El P es el segundo mineral más abundante en el organismo y constituye el 0,7% del peso del animal (Giuliodori, 2002). Forma parte de la estructura del esqueleto y dientes, participa en el crecimiento del animal, en el pasaje de ADP a ATP, en la reproducción, es parte de enzimas y está presente en alta concentración en la saliva en los rumiantes. El P está presente en todos los procesos de ganancia y pérdidas que ocurren en el organismo. Tanto las entregas metabólicas de energía como la conformación de reservas mitocondriales a nivel celular, dependen de las uniones P conformadas por el complejo ADP-ATP (Mufarrege, 1999). También forma parte del sistemas amortiguadores de pH (Giuliodori, 2002). Su carencia está asociada a diversas enfermedades tales como raquitismo, osteomalacia, alteraciones en el pelaje, pérdidas de estado, baja producción y alteraciones reproductivas (Sienra, 1988).

4.1.7.1. Absorción y metabolismo del fósforo

El P es absorbido en el intestino delgado, de forma activa dependiente de la vitamina D3. Su absorción se ve favorecida en condiciones de pH ácido, por la presencia de Na. A su vez su absorción se ve perjudicada por la presencia de otros minerales como el Fe, por la formación de fosfatos insolubles (Mufarrege, 1999). La absorción está regulada por la vitamina D3 y la excreción está regulada por la parathormona, que controla las pérdidas renales y salivales del P (Giuliodori, 2002). El 80% es almacenado en el tejido óseo y el 20% restante se encuentra en los tejidos blandos, participa en el balance osmótico y una parte de lo absorbido pasa a la saliva (P endógeno) importante en el control del pH ruminal. La mitad o más del P requerido por los bovinos y ovinos, se recicla por saliva (Mufarrege, 1999). La carencia de este mineral se asocia con un mal estado general del animal, retraso a la pubertad, prolongación del anestro post-parto, baja la tasa de concepción, (Smith, 1998). La principal vía de excreción del P es a través de las heces y leche y en menor medida por orina (Chase, 2001).

4.1.7.2. Influencia sobre la fertilidad

La influencia del P sobre la reproducción en bovinos es discutida. Los hallazgos que se atribuyen a su carencia son: retraso en la edad a la pubertad, ciclos irregulares, ovulaciones silentes, repetición de servicios, mortinatos (Sienra, 1988). Antes se creía que su administración en exceso mejoraba la performance reproductiva y que con niveles menores a 0,2% hay una disminución en ésta (Mc Clure, 1994 citado por Chase, 2001). Un trabajo reportó que las vacas repetidoras presentaban un nivel de P inferior a aquellas que quedaron preñadas (Belely, 1993, citado por Rodríguez, 2004). Call y col. en 1978 reportaron que el P no tuvo efecto en la performance reproductiva cuando suministraron 0,14% a un grupo y otro

grupo con 0,36% de P en vacas de carne (Call y col, 1978, citado por Arroyo y Mauer, 1982). Los efectos de la desnutrición sobre la fertilidad pueden guardar a menudo relación con la falta de ingreso energético total y no con una carencia específica de minerales (Hart, 1965, citado por Blood, 1992).

4.1.8. Métodos de suplementación mineral

La suplementación de minerales se puede realizar de varias maneras (sales, bloques, bolos o en agua de bebida), de forma inyectable (subcutánea o intramuscular), o junto a las fertilizaciones de suelos. La administración ad limitum de sales, en agua de bebida y bloques, tienen el inconveniente de pérdidas debidas a efectos ambientales y no hay manera de saber el consumo individual. Todas estas vías de administración están sujetas a efectos antagónicos con otros minerales y formación de compuestos insolubles, que reducen su disponibilidad. Los productos inyectables son aplicados directamente en el estado de post-absorción digestiva desde donde pueden ser utilizados muy eficientemente para las funciones dependientes de elementos traza (Chew, 2000). Los niveles de los microelementos administrados por esta vía se mantienen por un largo período en sangre y tejidos (Petersen, 1996). Giuliadori (2002), recomienda la administración en forma subcutánea de selenito de Na a dosis de 0,05 mg/Kg, con una frecuencia de un mes. Con la inyección subcutánea de 0.2 mg/Kg de Cu, se obtuvieron niveles hepáticos de 105 mg/Kg en a los 56 días (Carstens, 2000, citado por Cerniga y col., 2004). Con la inyección de Se de 0.1 mg/Kg, se obtuvieron niveles de 150 n mol/L de sangre a los 120 días de la administración, pero si la dosis administrada era de 0.2 mg/Kg, la concentración final es de 350 n mol/L (Grace, 1994 citado por Cerniga y col., 2004). La inyección de 0.05 mg/Kg de Se mantuvo por 84 días los niveles adecuados de glutatión peroxidasa (Maas y col., 1993). La inyección de Cu y Se 3 semanas antes de que ocurran eventos críticos como el parto y el servicio resultan en un aumento significativo de los niveles de Cu y Se en el animal y con una duración suficiente para asegurar las funciones óptimas dependientes de estos minerales (Cerniga y col., 2004).

4.1.9. Vitaminas

Las vitaminas son micronutrientes orgánicos esenciales para el funcionamiento normal del organismo. Desarrollan varias funciones metabólicas, principalmente como coenzimas (García, 1995). Se dividen en dos grandes grupos: hidrosolubles y liposolubles. Dentro de las primeras se encuentra el complejo B, C y otras. Las liposolubles son A, D, E y K (Blood, 1992). Las vitaminas consideradas más importantes para los rumiantes son las A, E, D y B12 (Giuliadori, 2002). La carencia de vitamina A afecta la generación de la placenta, con aborto o expulsión de fetos muertos o débiles y retención de placenta. Aunque el betacaroteno (precursor de la vitamina A), ha logrado reputación como ayuda para la fertilidad en vacas lecheras, no se han logrado datos sólidos del tema (Blood, 1992).

La vitamina D ha sido relacionada a diversos desórdenes reproductivos tales como retraso en la pubertad, anestro, retardo en la involución uterina y predisposición de metritis puerperales. Sin embargo estos problemas son el resultado de desórdenes metabólicos en los cuales existe participación de la vitamina, más que por problemas relacionados directamente con el déficit nutricional (Sierra, 1988). La vitamina E tiene como principal función la de controlar los procesos oxidativos a nivel de la membrana celular. La interrelación existente entre ésta vitamina y el Se en la función antioxidante y protectora de las membranas celulares, hace que

la bibliografía los trate en forma conjunta (Rodríguez y col, 2003). Las vitaminas mencionadas son abundantes en los forrajes verdes y por lo tanto su carencia es difícil de observar en los sistemas de producción de nuestro país (Sierra, 1988). Al ser nuestros sistemas de producción pastoriles, las vitaminas no serían una limitante (Dr. Luis Barros, 2006, comunicación personal). Los casos en los que se podría dar deficiencia de vitaminas sería en animales con disturbios hepáticos o intestinales, y en condiciones de consumo de forraje maduro y seco (Sierra, 1988), o en condiciones de estabulación continua alimentados con ración y heno seco (Giuliodori, 2002).

4.2. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

4.2.1. Ciclo estral del bovino

Las hembras bovinas son poliéstricas continuas, con un ciclo estral cuya duración promedio es de 21 días en vacas multíparas y 20 en vaquillonas. En las vaquillonas el ciclo tiene un rango de duración de 18 a 22 días, mientras que el de las vacas multíparas es de 18 a 24 días (Arthur, 1991). El ciclo estral puede dividirse en cuatro etapas: estro, metaestro, diestro, proestro. El Proestro es la fase que precede al estro con una duración de 2 a 3 días. En esta etapa hay crecimiento folicular y regresión del cuerpo lúteo del ciclo previo. El estro es el período de receptividad sexual, al final del cual se produce la ovulación. La duración del estro es en promedio de 15 horas, con un rango de 2 a 30 horas (Arthur, 1991). La ocurrencia de la ovulación es aproximadamente a las 30 horas de comenzado el estro (García, 1995). Durante el proestro y el estro hay crecimiento folicular con ausencia del cuerpo lúteo funcional, siendo los estrógenos las hormonas que predominan. Éstas dos fases son conocidas conjuntamente como fase folicular del ciclo estral. El metaestro es la fase inmediatamente posterior al estro. En ésta etapa las células granulosas del folículo que ha ovulado se transforman en células luteales a partir de las cuales se forma el cuerpo lúteo. Tiene una duración de 3 a 4 días. El diestro es el período en que el cuerpo lúteo es funcional, formándose grandes cantidades de progesterona. Éste período finaliza con la secreción Prostaglandina F_{2α} (PG) del útero lo que resulta en regresión del cuerpo lúteo y disminución de la progesterona. Tiene una duración de 10 a 14 días. Estas dos últimas etapas mencionadas comprenden la fase luteal del ciclo estral (Arthur, 1991).

4.2.2. Dinámica folicular

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Esta involucra los procesos de reclutamiento, selección y dominancia folicular. El proceso de reclutamiento se entiende como la activación de un grupo de folículos que comienzan a madurar (emergencia de una onda folicular). La selección es cuando un folículo se diferencia de los otros folículos y pasa a ser dominante sobre los demás que serán subordinados. La dominancia implica que el folículo seleccionado continúa creciendo mientras los subordinados regresan y se atresian. El destino del folículo dominante puede ser, la atresia o la ovulación, dependiendo de la presencia o la ausencia del cuerpo lúteo (Gigli y col, 2006). El ganado bovino usualmente presenta 2 ó 3 ondas de crecimiento folicular durante un ciclo estral. Sin embargo, también se ha observado animales que presentan entre 1 y 4 ondas (Portillo, 2005). La FSH y la LH, controlan la función del ovario, la primera está involucrada en el desarrollo de los folículos ováricos,

mientras que la segunda conduce la maduración de esos folículos, induce la ovulación, la formación del cuerpo lúteo (CL), y mantiene la síntesis y la secreción de la progesterona por el CL.

4.2.3. Regulación del ciclo estral

La regulación del ciclo estral se lleva a cabo bajo el control del eje hipotálamo- hipófisis-ovarios-útero (Callejas 2004). El hipotálamo controla la liberación de las gonadotropinas de la hipófisis anterior. La GnRH liberada por el hipotálamo estimula la liberación de FSH y LH por la adenohipófisis. Existen dos centros hipotalámicos que regulan la liberación de éstas hormonas: el centro tónico, que se encarga de la liberación basal continua de gonadotropinas y el centro cíclico, que controla la secreción masiva de gonadotropinas, particularmente LH, la cual hace un pico pre-ovulatorio responsable de la ovulación (Arthur, 1991; García, 1995). La FSH es responsable del crecimiento y maduración folicular. Estos aumentan la secreción de estradiol y de inhibina, la primera provoca un feed-back positivo en el centro tónico, y la segunda provoca un feed-back negativo sobre la hipófisis, con la consecuente disminución de la FSH. La liberación tónica de gonadotropinas, especialmente la LH, no ocurre de una forma pulsátil en respuesta a una liberación similar de GnRH del hipotálamo. El efecto feed-back negativo de la progesterona se lleva a cabo mediante una reducción en la frecuencia de los pulsos de la liberación de la gonadotropinas, mientras que el estradiol ejerce un efecto reduciendo la amplitud de las pulsaciones (Arthur 1991). La presencia de un cuerpo lúteo hace que las primeras ondas estén destinadas a la regresión en su desarrollo, solamente el folículo dominante de la última onda esta destinado a ovular. Hacia el día dieciocho los cambios degenerativos en el cuerpo lúteo por la acción de la PG secretada en el útero, producen un descenso de la progesterona circulante y el estrógeno aumenta hasta alcanzar su máximo antes del estro. Estos cambios inician la liberación de la LH y FSH hipofisarias, inducidas por la hormona GnRH liberada en el hipotálamo y como consecuencia a todo esto se produce una nueva ovulación.

4.2.4. Funciones de la prostaglandina

En el ciclo estral la PG es muy importante ya que es la hormona que permite al animal iniciar un nuevo ciclo. El útero es quien controla la duración del cuerpo lúteo y lo hace mediante la secreción de PG, la cual actúa como hormona luteolítica, o sea induce la regresión del cuerpo lúteo y si hay presente un embrión, este envía las señales apropiadas para bloquear la producción de PG. Esta hormona llega a los ovarios a través de la circulación sanguínea, mediante un proceso de transferencia local desde la vena uterina a la arteria ovárica. Este mecanismo de contracorriente ofrece mayores ventajas que la circulación sistémica, porque en ésta es metabolizada el 90% cuando pasa por los pulmones (García, 1995). La PG ejerce su acción no sólo sobre las células del cuerpo lúteo (CL), sino también sobre otros tipos de células tales como las de los vasos sanguíneos. Algunas de las alteraciones del CL durante la luteólisis ocurren sobre el componente vascular del CL. Esto resulta en una disminución del flujo sanguíneo dentro del CL (Portillo, 2005). Otros autores citan que la PG provoca una serie de cambios en el cuerpo lúteo que llevan a la lisis del mismo. Entre estos, se mencionan: disminución en la fluidez de las membranas, disminución de antioxidantes en el CL, aumento en la formación de radicales superóxidos y de la actividad fosfolipasa y enzimas proteolíticas. En consecuencia se produce una regresión funcional caracterizada por una disminución en la

producción de progesterona y una regresión estructural determinada por la degradación de tejido (Callejas, 2004). La prostaglandina y sus análogos se usan principalmente por su efecto luteolítico para sincronizar celos y también se puede usar para interrumpir la gestación. Esta hormona también produce contracciones uterinas, las cuales pueden ser útiles para expulsar contenido uterino en situaciones patológicas (García, 1995).

4.2.5. Sincronización de celos con PG

La sincronización de celos presenta varias ventajas. En primer lugar facilita la implementación de programas de inseminación artificial (IA). Esta última evita enfermedades venéreas, permite introducir material genético muy costoso y/o exótico y evita y/o reduce la compra y mantenimiento de toros. Además permite acortar el período de servicio y por lo tanto agrupar las pariciones (Odde, 1990) con la ventaja de que la vaca que pare temprano tiene terneros más pesados al destete (Gene, 1998; Witt, 1992; Alberio, 2003). La sincronización de celos permite mejorar su detección o la implementación de programas de inseminación a tiempo fijo que no requieren de detección de celos.

4.2.6. Respuesta a la PG según el momento del ciclo estral

La utilización de PG para la sincronización de celos es una herramienta excelente. Esta es una sustancia natural producida por el útero de la vaca para causar la regresión normal del cuerpo lúteo. Por lo tanto la inyección de PG es una manera de inducir selectivamente la regresión del cuerpo lúteo de una manera similar al proceso normal (Cavestany, 2004).

Cuando se sincroniza se debe tener presente que el cuerpo lúteo aumenta la sensibilidad a la PG a medida que avanza el ciclo estral, siendo la mejor respuesta a esta o a sus análogos en los días 7 al 17 del ciclo. Los animales que van a ser sometidos a un protocolo de sincronización de celos con PG deben ser examinados para descartar animales que se encuentren gestando ya que tiene un efecto luteinizante y es abortiva en casi todo el período de gestación (Fortin, 1989; Callejas, 2004). Entre los días 1 y 4 del ciclo estral los animales no responden a la PG, (metaestro temprano) dado que se ha producido la ovulación y el CL está en desarrollo. En los días 5 y 6 (metaestro tardío), la respuesta es parcial, se está llegando al final del desarrollo del CL. Entre los días 18 a 21 (proestro), el CL no es funcional y no hay respuesta a la acción de la PG exógena ya que en ésta etapa actúa la PG endógena (Callejas, 2004).

Tanabe y Hann (1984), inyectaron PG en tres diferentes estadios del ciclo estral de vaquillonas de leche, día 7, 11 y 15 del ciclo. Las vaquillonas inyectadas el día 7 del ciclo respondieron manifestando celo en un 88% en el período de las 32 a 56 horas pos inyección, las inyectadas en el día 15 un 73% en el mismo período, mientras que las inyectadas el día 11 un 13% de celos. A las 72 horas posteriores de la inyección, aquellas inyectadas en el día 7 manifestaron celos en un 100%, las inyectadas en el día 15 en un 95% y solamente de las inyectadas en el día 11 un 49%. El restante 51% manifiesto celo entre las 72 y las 104 horas posteriores. Berardinelli y Adair (1989) al inyectar PG en el diestro temprano (día 5 a 9), medio (10 a 14) y tardío (15 a 19), y detectar celos durante 120 horas obtuvieron un 56% de respuesta en el diestro temprano y el 100% en el medio y tardío. De estos animales el 75% de las inyectadas en el período temprano respondió en las 60 horas pos PG, y solo el 30% de las inyectadas en el período medio. En este trabajo los niveles de progesterona no descendieron por debajo de 1 ng/ml en sangre hasta las 32 horas después de la inyección de PG en las vaquillonas tratadas en la fase media del diestro a diferencia de las que fueron tratadas en la fase temprana y tardía,

en las que descendió antes de las 24 horas. Por otro lado King y col (1982) al inyectar PG en los días 7 y 14 del ciclo estral, encontraron que las concentraciones de progesterona en sangre disminuyeron en forma lineal en un período de 36 horas sin que fuera afectado por el momento del ciclo en el que se administró la PG. Otro trabajo con vaquillonas en las que se inyectó PG en el diestro temprano (día 5 al 7), medio (día 8 al 11), y tardío (día 12 a 15), se obtuvo una respuesta de celo de un 43%, 84% y un 100% respectivamente. El tiempo medio entre la inyección de PG y la aparición de celo fue de 59 hs, 62 hs y 72 horas promedio respectivamente (Watts y Fuquay, 1985). En un trabajo con detección de celo (DC) e IA durante 5 días y posterior aplicación de PG a las que aun no habían sido inseminadas la respuesta fue con una agrupación de celos durante 7 días con un 42% de celos en el día 3 y 22% en el día 4 luego de la inyección (Donaldson, 1977).

González y col (1985), inyectaron una única dosis de PG obteniendo un 4,7% de celos en un período de 24 horas post inyección, 30% entre las 25-48 horas, 45,6% entre 49-72 horas, 14% entre 73-96 horas y un 5,3% luego de las 96 horas. Otro trabajo similar realizado por Wahome y col (1985), donde se inyectó una única dosis de PG, obtuvo un 3,7% en las primeras 24 horas post inyección, 23% entre las 25-48 horas, 47% entre las 49-72 horas, 15,4% entre las 73-96 horas y un 11% luego de las 96 horas.

4.2.7. Protocolos de sincronización con PG

Existen diversos esquemas de sincronización, los cuales son flexibles y adaptables a situaciones particulares de cada establecimiento.

4.2.7.1. Doble dosis de PG

Esta metodología fue la primera que se implementó al surgir las PG y consiste en la inyección de dos dosis de PG separadas por 11 días. Al inyectar la primera dosis, los animales según el momento del ciclo estral en que se encuentren responden o no con manifestación de celo y ovulación. Once días después todos los animales se encuentran en fase luteal y están sensibles al efecto luteolítico de dicha hormona, respondiendo con manifestación de celo y ovulación en forma sincronizada. El intervalo de 11 días puede ser prolongado a 12 días sin afectar la respuesta reproductiva (Callejas, 2004; Odde, 2002; Fortín, 1989). Algunos autores mencionan que con éste protocolo se podría realizar inseminación a tiempo fijo, aunque no sea lo recomendable. En un trabajo donde se inseminó a tiempo fijo a las 72 y 96 horas posteriores a la última dosis de PG en vaquillonas se obtuvo un 38% contra un 49% en la IA a celo visto (Callejas, 2004).

4.2.7.2. Detección de celos e inyección de PG a los animales que no manifestaron celo

Este método consiste en detectar celo e inseminar a los animales durante 5 a 7 días, inyectar PG al día siguiente y continuar con la detección de celos (DC) e inseminación artificial (IA) por 5-6 días más. El fundamento de utilizar una sola dosis es que la detección previa de celos permite inseminar a los animales que no tengan CL presente al momento de la inyección de PG, o sea los animales no sensibles (metaestro temprano) a dicha hormona. El método descrito tiene la ventaja que la detección de celo previa permite monitorear la actividad sexual del rodeo, de manera que al momento de la inyección podemos tomar la decisión de continuar o no con el programa de sincronización de celos. Si el porcentaje de celo diario es bajo (2-3%),

la respuesta será pobre, lo normal es un 4%-5% de DC por día (Alberio, 2003). Existe un trabajo en el que se estimó el porcentaje de DC luego de un tratamiento con PG según porcentaje de celo diario presentado por los animales previo al tratamiento, como se observa en el cuadro I (Torquatti y col, 1983, citado por Alberio, 2003). Otra ventaja, es la disminución de la dosis de PG, (Callejas, 2004; Fortín, 1989) y de semen ya que se inseminan solo los animales que demuestren celo (Alberio, 2003).

Cuadro I: Respuesta a un tratamiento con PG en función de la tasa de celo diario previo al mismo

Celo diario pre-tratamiento %	Celo posterior al tratamiento %
2	38
3	57
4	76
5	96

Fuente: Torquatti y col, 1983

4.2.7.3. Palpación de cuerpo lúteo e inyección de PG

Dado que la PG tiene su efecto ante la presencia de un CL funcional, este método propone tratar con PG sólo a aquellos animales que se encuentren en tal condición. La fertilidad del celo inducido al administrar un análogo sintético de PG en vaquillonas lecheras con CL palpable ha sido similar al logrado con un celo natural (52% y 53%, respectivamente) (Callejas, 2004). No obstante, los resultados de esta metodología se encuentran afectados por la eficiencia en la detección del CL funcional (71-96%) y por el grado de respuesta ante un CL detectado (64-72%) (Callejas, 2004). A veces, se encuentran CL que no son funcionales (no producen progesterona), imposibles de distinguir a la palpación transrectal. Por otra parte, un CL funcional puede encontrarse en un período no receptivo o de baja respuesta que determinará que el animal no manifieste celo ni ovule luego de inyectada la PG. (Fortín, 1989; Callejas, 2004).

4.2.8. Fertilidad luego de la sincronización con PG

La inclusión de un protocolo de sincronización de celos con PG en un programa de inseminación artificial no alteró la eficiencia en términos de animales que quedaron preñados luego de ser inseminados (Donaldson, 1977). Al comparar el porcentaje de concepción luego de detección de celos e IA con y sin sincronización de celos con PG, Butler y Balcarce (1989), obtuvieron un 70% y 67% de concepción respectivamente sin que existieran diferencias significativas. Luego de la inyección de PG en tres momentos del ciclo en vaquillonas Watts y Fuquay (1985) evaluaron el porcentaje de concepción. Las tratadas en el diestro temprano (día 5 al 7), tuvieron un 57% de concepción. Las tratadas en diestro medio (8 al 11), 62% mientras que las tratadas en diestro tardío (12 a 15) tuvieron un 78% de concepción. Wahome y col (1985), sincronizaron celos a única dosis de PG y formaron dos grupos, en el primero se realizó IA, inmediatamente después de la detección de celo y en el otro grupo se realizó IA inmediatamente después de la detección de celo y 10-12 horas después. Obtuvieron un

porcentaje de concepción de 69% y 70% respectivamente, lo cual no tuvo una diferencia significativa.

4.3. CRUZAMIENTO

Desde el punto de vista de la mejora genética existen dos herramientas que se pueden aplicar para lograr los cambios: selección entre y dentro de razas y cruzamientos interraciales (Espasandin y col., 2006). La herramienta del cruzamiento busca sacar provecho de la heterosis o vigor híbrido y la complementariedad para algunas características deseadas presentes en razas diferentes. Las características donde se manifiesta con mayor intensidad la heterosis son aquellas de baja heredabilidad, tales como las relacionadas con aspectos reproductivos (Rovira, 1996). Hay muchos trabajos realizados sobre cruzamientos, principalmente relacionando los índices productivos como la edad a la pubertad, facilidad de parto, habilidad materna, peso al destete, velocidad de crecimiento (Dutto, 2006; Rovira, 1996), pero no acerca de parámetros reproductivos como ciclicidad, porcentaje de preñez y pérdidas fetales.

4.4. ESTADO CORPORAL

4.4.1. Definición y características

Puede definirse como una escala numérica usada para estimar las reservas energéticas en forma de grasa y músculo del animal (Eversole, 2000). El objetivo de la estimación del estado corporal es el de obtener una simple y confiable medida del nivel de reservas corporales en el animal vivo (Whittier y Steevens, 1993). En el cuadro II, se observa la relación entre la escala de estado corporal y el porcentaje estimado de grasa corporal. Es una medida subjetiva y por lo tanto la evaluación hecha por diferentes evaluadores puede tener ligeras diferencias (Rossi y Wilson, 2006). Sin embargo la diferencia entre evaluadores con experiencia no varía más de un punto (Kunkle, 1994). La evaluación de estado corporal es un proceso que debe realizarse observando las diferentes estructuras, que se describen en el cuadro III, en forma sistemática.

Cuadro II: Relación entre estado corporal y % de grasa corporal

Estado corporal	1	2	3	4	5	6	7	8
% grasa corporal	3.77	7.54	11.30	15.07	18.89	22.61	26.38	30.15

Adaptado de NRC 2000

4.4.2. Peso vivo y estado corporal como indicadores del estado nutricional

Es común encontrar en la bibliografía que se tenga en cuenta únicamente el peso vivo del animal como referencia de su estado nutricional. Esto es más común aún cuando se habla de vaquillonas al primer servicio. El peso vivo tiene un doble componente: el estado de gordura y el tamaño del animal (Rovira 1996). Muchos rodeos tienen animales de distintas razas y cruza que difieren en tamaño, y conformación muscular, lo cual impacta en el peso vivo del animal (Eversole 2000). Este indicador también es afectado por el llenado visceral y estado de gestación (Whittier y Steevens, 1993; Eversole 2000). Es por esto que el peso vivo no debería ser utilizado únicamente como indicador del estado nutricional del rodeo. El estado corporal es

un mejor indicador del estado nutricional ya que responde con mayor rapidez que el peso vivo a los cambios nutricionales (Rossi y Wilson 2006; Whittier y Steevens, 1993).

Cuadro III: Escala de Ellinbank para definir Estado Corporal

Puntaje	Características	Definición general
1	Ausencia total de grasa. Las costillas cortas se palpan fácilmente. Espinazo y costillas largas muy marcados. Huesos de la cadera prominentes. Inserción de la cola bien hundida.	Extremadamente flaca
2	Mismas características que el grado anterior, pero no tan extremas. No hay grasa en las costillas cortas ni alrededor de la cola. Los huesos de la cadera aparecen levemente redondeados. Espinazo menos marcado.	Muy flaca
3	Aparece levemente tejido graso, que se nota al palpar las costillas cortas. También algo aparece en la región de la cola, huesos de la cadera, pero el espinazo y las costillas aún se notan.	Flaca
4	Evidente deposición de grasa subcutánea. Las costillas cortas se notan ejerciendo cierta presión. Grasa limitada alrededor de la cola.	Moderada liviana
5	Cobertura homogénea de grasa subcutánea. Huesos de la cadera redondeados y bien cubiertos. Inserción de la cola llena. Las costillas cortas solo se palpan con presión firme.	Moderada
6	Lomo bien plano. Huesos de la cadera se destacan ligeramente. Cubierta el área de inserción de la cola. Las costillas cortas ya no se palpan.	Optima
7	Notoria y abundante acumulación de grasa subcutánea. Lomo y anca bien redondeados. Área de inserción de la cola completamente cubierta, pero sin polizones de grasa.	Gorda
8	Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo. Abundante grasa en torno a la inserción de la cola. Polizones.	Muy gorda

Adaptado de Méndez, 1986

4.4.3. Momento de la evaluación

En el manejo de un rodeo de cría hay tres momentos importantes para evaluar el estado corporal: en el otoño antes de entrar al invierno; dos meses antes de la parición e inmediatamente posparto, lo más antes posible del comienzo del servicio. En el otoño deberían presentar un estado corporal de 6 en la escala 1 al 8, antes del parto lo adecuado sería un 4 y posparto un 5 o 6. En las vaquillonas lo recomendado es 0,5 a 1 punto más que los vientres de más de una parición (Rovira 1996).

4.4.4. Influencia del estado corporal sobre la reproducción

La información encontrada en la bibliografía con respecto a la incidencia del estado corporal sobre la reproducción es abundante, pero se basa casi exclusivamente en la categoría de vacas multíparas. El estado corporal en el ganado de carne está relacionado a muchos aspectos críticos de la producción tales como la tasa de concepción, días primer celo, intervalo entre partos y producción de leche. Las tasas de concepción se ven dramáticamente comprometidas con vacas que están con estado corporal menor a 4, en cualquier momento de su etapa fisiológica (Eversole, 2000). Las vacas que presentan un estado corporal mayor a 6 también afecta la eficiencia reproductiva. El principal factor afectado citado por la bibliografía es el período parto primer celo (Whittier y Steevens, 1993; Rossi, 2006). Cuando las vacas se encuentran en estado menor a 4 no solo son reproductivamente ineficientes sino que son más susceptibles a problemas sanitarios. Algunos autores como Stuth y Tolleson en 2003, sugirieron un estado corporal entre 5 y 6 para lograr tasas reproductivas altas, pero si se superan el estado corporal a 7, empiezan a disminuir. A su vez animales que estén por encima de 7 van a manifestar problemas en el parto como distocias (Eversole 2000; Rovira 1996). Méndez y col en 1986 establecieron la relación entre estado corporal y porcentaje de Preñez en vacas multíparas, que se observa en el cuadro IV.

Cuadro IV. Relación entre estado corporal y porcentaje de Preñez

Estado corporal	% Preñez
≤ 3.5	46
3.51- 4.0	59
4.01- 4.5	75
4.51- 5.0	77
≥ 5.01	88

Fuente Méndez y col 1986.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el establecimiento "Barracas", Paraje Caraguatá, Tacuarembó, Uruguay, sobre suelos de basamento geológico Yaguarí. Se utilizaron 753 vaquillonas de 2 años de aproximadamente 300 Kg. de peso corporal y estado corporal 4 promedio utilizando una escala de 1 a 8, de las razas Hereford, Aberdeen Angus, y su cruce. Se realizó un diseño experimental en bloques aleatorios, haciendo tres bloques homogéneos con respecto a las razas, y cuatro grupos en forma aleatoria. Grupo 1 (n=196): Testigo. Se identificó con caravana amarilla. No se realizó ningún tratamiento. Grupo 2 (n=189): Se identificó con caravana celeste. Tratamiento: Cuprhormone®, 5 ml/animal (lactobionato de cobre 275 mg, gluconato de cobre 155 mg, octadecanoato de cobre 49 mg, octadecanoato de cobalto 3 mg). Grupo 3 (n=184): Se identificaron con caravana verde. Tratamiento: Selfos®, 6 ml/animal (selenito de sodio 20 mg, glicerosfosfato de sodio 1800 mg, vitamina A 72000 UI, vitamina D 32000 UI, vitamina E 150 UI). Grupo 4 (n=184): Se identificaron con caravana roja. Tratamiento: Cuprhormone® 5 ml/animal + Selfos® 6 ml/animal. Se aplicó la primera dosis de minerales y vitaminas a los 14 días previos al servicio y se realizó evaluación del estado corporal de los animales. Al inicio del servicio se realizó palpación rectal para detectar animales ciclando y en anestro. Para la IA se seleccionaron únicamente los animales que se encontraban ciclando. Se realizó detección de celo e IA durante 8 días y se administró PG a las vaquillonas que no fueron inseminadas en los primeros 8 días. Luego detección de celo durante 8 días e IA. Se realizó repaso con toros, los cuales se introdujeron al rodeo 10 días después de finalizada la IA y permanecieron durante dos meses. Para el repaso se estimó un 60% de preñez en la IA por lo que se utilizaron toros en función del 40% estimado como vacío. Los toros utilizados se consideraron aptos luego de pasar por un examen físico donde se incluyó la circunferencia escrotal, y una prueba de capacidad de servicio donde se estimó el potencial de entore para cada animal. Se utilizaron toros de ambas razas. La segunda dosis de minerales y vitaminas fue aplicada al mes de la primera dosis del tratamiento y control del estado corporal, coincidiendo con el final del protocolo de inseminación y comienzo del repaso. Diagnóstico de gestación (palpación rectal) a los 45 días de terminada la IA (a las vaquillonas que fueron IA). Diagnóstico de gestación (palpación rectal) al lote de repaso con toros 60 días de retirado los toros. Diagnóstico de gestación (palpación rectal) a los 3 meses del diagnóstico anterior, a la totalidad del rodeo. El rodeo fue vacunado contra leptospira (Lepto 7®, Santa Elena). Durante el ensayo los animales se mantuvieron pastoreando todos juntos a campo natural.

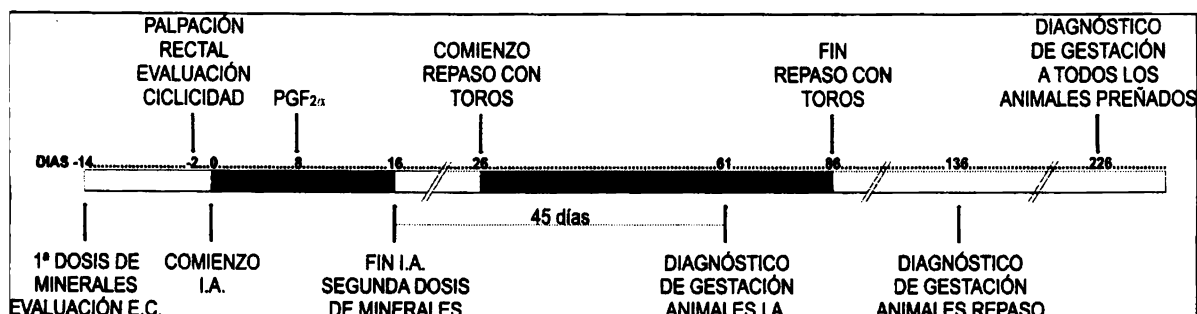


Figura 1: Esquema de trabajo durante el ensayo

Se realizó un diseño experimental en bloques aleatorios haciendo 3 bloques homogéneos con respecto a las razas y 4 grupos en forma aleatoria. Los análisis estadísticos realizados fueron; chi cuadrado y un modelo de regresión logística con las variables a estudiar (SAS), donde se tomó al grupo testigo como referencia. Se tomó como referencia el grupo testigo (sin tratamiento), para así poder comparar los grupos tratados con el grupo sin tratar en un mismo ambiente. El nivel de significación fue de $p < 0,05$. Se realizó una curva de supervivencia para evaluar el porcentaje de celos acumulados durante el período de inseminación artificial y la respuesta a la administración de prostaglandina

Las variables de repuesta estudiadas fueron:

Ciclicidad: Determinada mediante palpación rectal de estructuras ováricas y uterinas. Se considera ciclando cuando se palpa un cuerpo lúteo o una estructura folicular asociada a un buen tono uterino. Se considera en anestro cuando los ovarios son lisos y el tono uterino es pobre.

Porcentaje de Detección de celos: número de animales detectados en celo e inseminados/total de animales ofrecidos.

Porcentaje de concepción: se define como el número de animales preñados sobre el número de animales inseminados.

Porcentaje de preñez a la inseminación artificial: es el número de animales que resultan preñados sobre el total de animales ofrecidos.

Porcentaje de preñez al repaso con toros: es el número de animales preñados sobre el total de animales ofrecido a los toros.

Porcentaje de preñez final: es el número de animales que resultaron preñados a la IA más el repaso con toros sobre el total de animales.

Pérdidas fetales: son los animales que resultaron preñados al final de los servicios y que al tercer diagnóstico de gestación resultaron vacíos sobre el total de animales.

6. RESULTADOS

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA

Al inicio del trabajo las vaquillonas estaban en estado corporal 4 (escala 1 a 8). Al mes de comenzado el mismo, momento en que terminó el protocolo de IA y se aplicó la segunda dosis de minerales, el estado corporal de los animales se mantuvo en 4. La composición racial del rodeo fue integrada por 51% animales cruzas, 17% animales Abedeen Angus y 31% animales Hereford. Durante el transcurso del ensayo se fueron descartando algunos animales por diferentes causas (pérdidas de identificación, anormalidades del tracto reproductivo al momento de la determinación de la ciclicidad, errores en el registro de datos, etc.). El total de animales descartados fue de 6%.

6.2. MANEJO REPRODUCTIVO

6.2.1. Protocolo de sincronización de celos e inseminación artificial

Al momento de la evaluación de la ciclicidad se encontró un 8,5% del rodeo en anestro. Estos animales no se incluyeron en el protocolo de sincronización de celos e IA. Durante los primeros 8 días de detección de celos el promedio fue de 4,5% diario haciendo un total de 34,5% de animales inseminados previo a la inyección de PG. En el cuadro V, se observa el porcentaje de celos obtenido por día.

Cuadro V: Porcentaje de celos detectado por día durante los primeros 8 días de IA previo a la aplicación de PG en un total de 674 animales ofrecidos.

Día	N	% celo/día
1	26	3,8
2	32	4,7
3	30	4,4
4	21	3,1
5	30	4,4
6	34	5,0
7	41	6,1
8	20	3,0
Total acumulado	234	34,5
Promedio diario		4,5

En la figura 2 se representa el porcentaje de celos acumulados por día, donde se puede observar un cambio en la pendiente de la grafica a partir del día 4 al 6 luego de la inyección de PG, la cual indica el efecto de la misma sobre la concentración de celos.

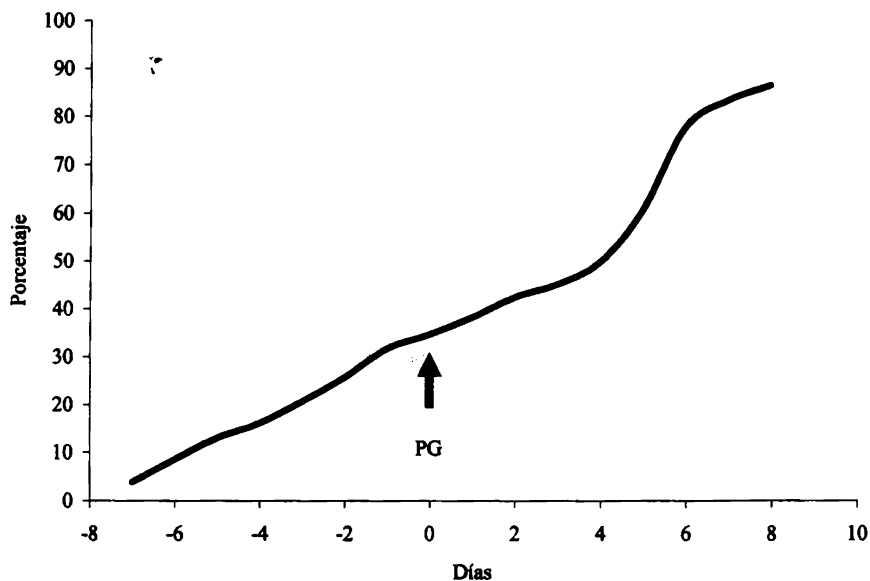


Figura 2: Porcentaje de celos acumulados por día en la inseminación artificial tomando como día 0 el día de la inyección de PG.

En la figura 3 se observan los resultados para porcentaje de detección de celos, porcentaje de concepción y porcentaje de preñez, obtenidos en la inseminación. Del total de animales ofrecidos se inseminó un 86,5% lográndose un % de concepción de 63,7% y un % de preñez del 57,7%.

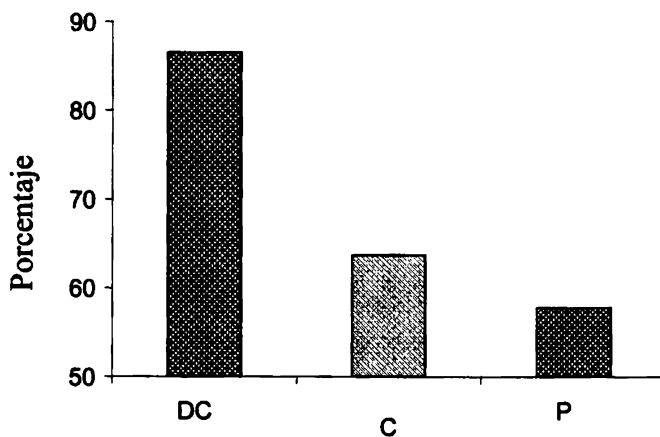


Figura 3: Porcentaje de detección de celo, de concepción y de preñez de vaquillonas ciclando durante el período de inseminación.

6.2.2. Repaso con toros

Para el repaso con toros, además de los animales ofrecidos para la IA, también fueron incluidos dentro de los animales ofrecidos aquellos que se encontraron en anestro y no habían participado de la IA. Estos animales tuvieron un porcentaje de preñez de 55%. El porcentaje de preñez obtenido en el total de animales ofrecidos durante el repaso con toros fue de 83%.

6.3. ESTADO CORPORAL EN RELACIÓN A PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Al relacionar el estado corporal con la ciclicidad de las vaquillonas en el rodeo, se observó que el 75% de las que estuvieron en anestro, tuvieron estado corporal menor o igual a 4 mientras que el 25% de las mismas tuvo estado corporal mayor a 4 ($P < 0.01$) como se puede apreciar en la figura 4.

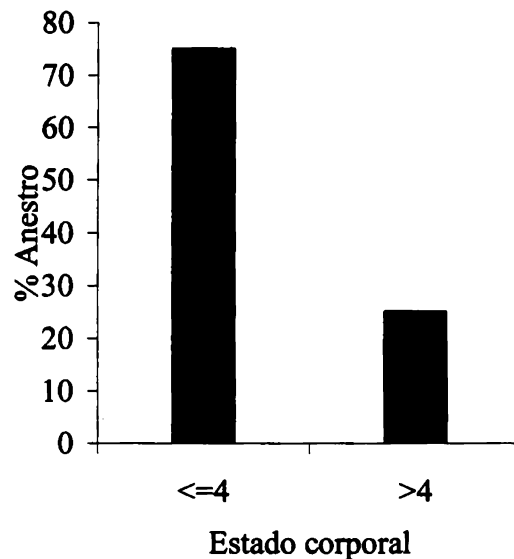


Figura 4: Porcentaje de vaquillonas en anestro según estado corporal

De los animales que se encontraron ciclando y fueron a la inseminación el 60% tenían un estado corporal igual o menor que 4, mientras que el 40% restante se encontraba por encima de 4. En la Figura 5 se observan los resultados de % de Preñez en la IA. según el estado corporal. Los animales con estado corporal igual o menor a 4 tuvieron 56%, mientras que los que se encontraban con estado mayor a 4 tuvieron 61%. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

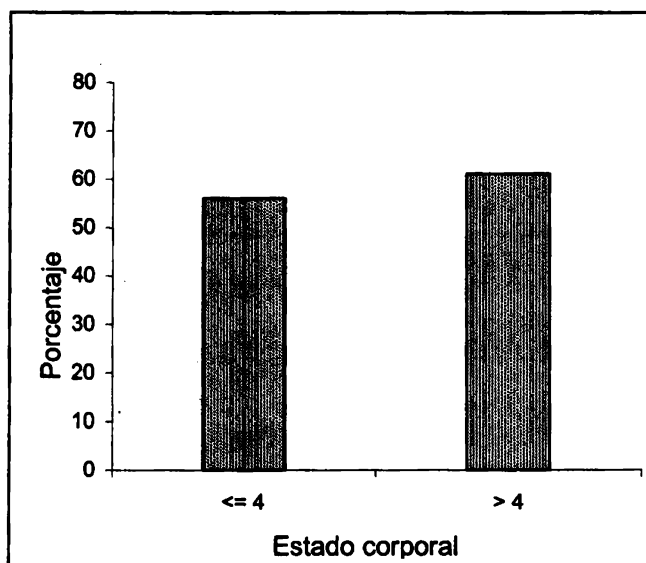


Figura 5: Porcentaje de preñez a la IA según estado corporal.

6.4. EFECTO DEL BIOTIPO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Con referencia al efecto del biotipo (raza o cruza) sobre la ciclicidad, tanto la raza Hereford como la Aberdeen Angus tuvieron mayor porcentaje de animales en anestro, pero esta diferencia solo fue significativa con la raza Hereford ($P < 0.05$). El número de animales encontrados en anestro fue: AA 11 animales (9%); HE 31 animales (13%); Cruza 22 animales (6%).

En el cuadro VI se observan los resultados de porcentajes de preñez en la IA, repaso con toros y final, en lo cuales no hubo diferencia significativa con respecto a las razas y su cruce. Únicamente en el % de Preñez final hubo una tendencia ($P = 0,053$) entre la raza AA y los animales cruce.

Cuadro VI: Porcentajes de preñez según biotipo

Biotipo	% Preñez		
	I.A	Repaso	Final
Aberdeen Angus	54 ^a	79 ^a	89 ^a
Hereford	56 ^a	87 ^a	94 ^a
Cruza H/AA	61 ^a	85 ^a	94 ^a

Igual letra en la misma columna: no significativo.

En la figura 6 se observa el porcentaje de concepción para las razas y su cruce. Este fue de 63% para los cruza, 64% para los AA y 65% para el HE, no existiendo diferencias significativas entre los mismos.

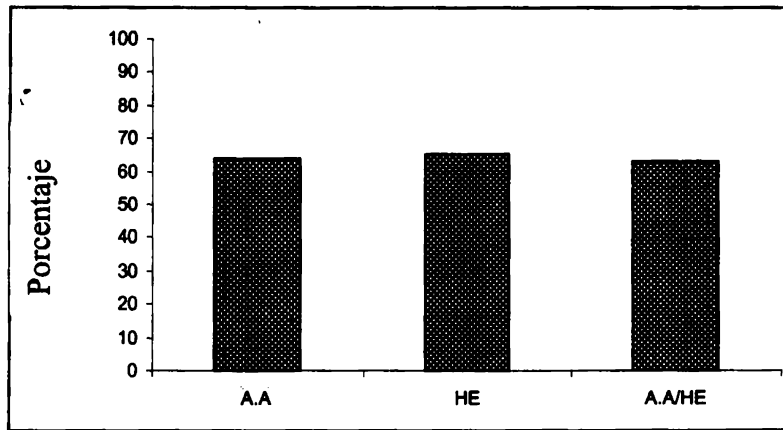


Figura 6: Porcentaje de concepción según biotipo

6.5. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

6.5.1. Protocolo IA

Los porcentajes de anestro obtenidos por grupo luego de la palpación rectal, antes del comienzo del protocolo de IA, fueron: Testigo 9,7% de animales en anestro; Selfos 7,1% de animales en anestro; Cuprhormone 9,0% de animales en anestro; Cuprhormone + Selfos 8,2% de animales en anestro. No se encontraron diferencias significativas para la ciclicidad. La figura 7 muestra los resultados de la inseminación discriminados por grupo, donde se puede observar que el porcentaje de detección de celos fue similar para los 4 grupos ($P > 0.1$). Se observa que los tres tratamientos tuvieron mayores porcentajes de concepción y de preñez, que el testigo, pero, como se puede apreciar en los cuadros VII y VIII estas diferencias solo fueron significativas para el grupo Selfos.

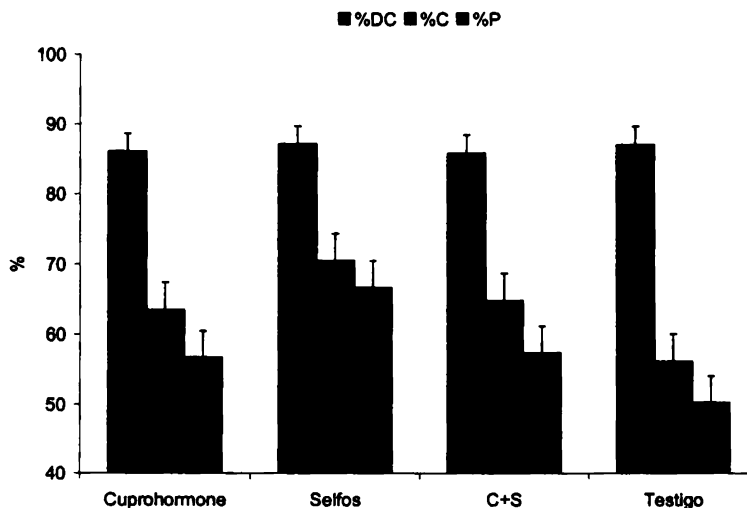


Figura 7. Porcentaje de detección de celo (%DC), de concepción (%C) y de preñez (%P) de vaquillonas ciclando durante el período de inseminación por grupo

El Cuadro VII resume el porcentaje de concepción (vaquillonas preñadas sobre inseminadas) por grupo. El grupo Selfos® tuvo una diferencia de 14.3% con respecto al testigo (P=0,052).

Cuadro VII. Porcentaje de concepción (preñadas sobre Inseminadas) luego de la IA

Tratamiento	N	% Concepción	OR ³	95% CI ⁴	P
Testigo	154	56.2	1.000	Referente	---
Cu ¹	148	63.5	1.357	0.585 – 1.563	0.901
Se ²	149	70.5	1.859	1.156 – 2.294	0.052
Cu+Se	145	64.8	1.437	0.900 – 2.288	0.789

¹: Cu = Cobre (Cuprohormone) ²: Se = Selenio (Selfos) ³: OR = Odds Ratio ⁴: Intervalo de Confianza

En el cuadro VIII se presentan los resultados de porcentaje de preñez (preñadas sobre ofrecidas). Se observa una marcada diferencia para éste parámetro a favor del grupo Selfos® (P≤0.007). El mismo estuvo 16,4% por encima del grupo testigo.

Cuadro VIII. Porcentaje de preñez (preñadas sobre ofrecidas) para los 4 grupos, luego de la IA

Tratamiento	N	% Preñez	OR ³	95% CI ⁴	P
Testigo	175	50.3	1.000	Referente	---
Cu ¹	171	56.7	1.295	0.848 – 1.980	0.722
Se ²	171	66.7	1.976	1.280 – 3.058	0.007
Cu+Se	169	57.4	1.331	0.870 – 2.037	0.881

¹: Cu = Cobre (Cuprohormone) ²: Se = Selenio (Selfos) ³: OR = Odds Ratio ⁴: Intervalo de Confianza

En la Figura 8 se observa la diferencia del grupo Selfos® con los demás grupos con respecto al porcentaje de preñez.

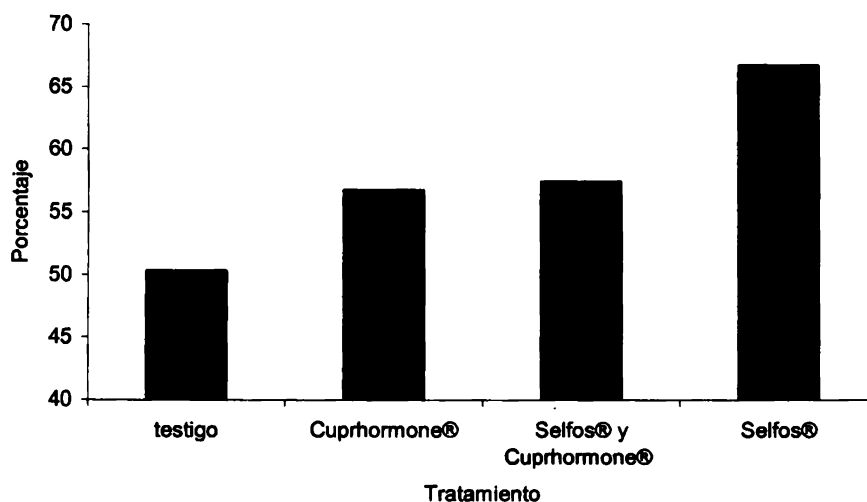


Figura 8. Porcentaje de preñez para cada grupo en la IA

6.5.2. Repaso con toros

Los resultados de preñez del repaso con toro observado para cada grupo fueron: Testigo 85.7%, Cuprhormone® 79.3%, Selfos® 89.5%, y Cuprhormone® + Selfos® 79%. No se encontró diferencia significativa entre los grupos.

6.5.3. Inseminación más repaso

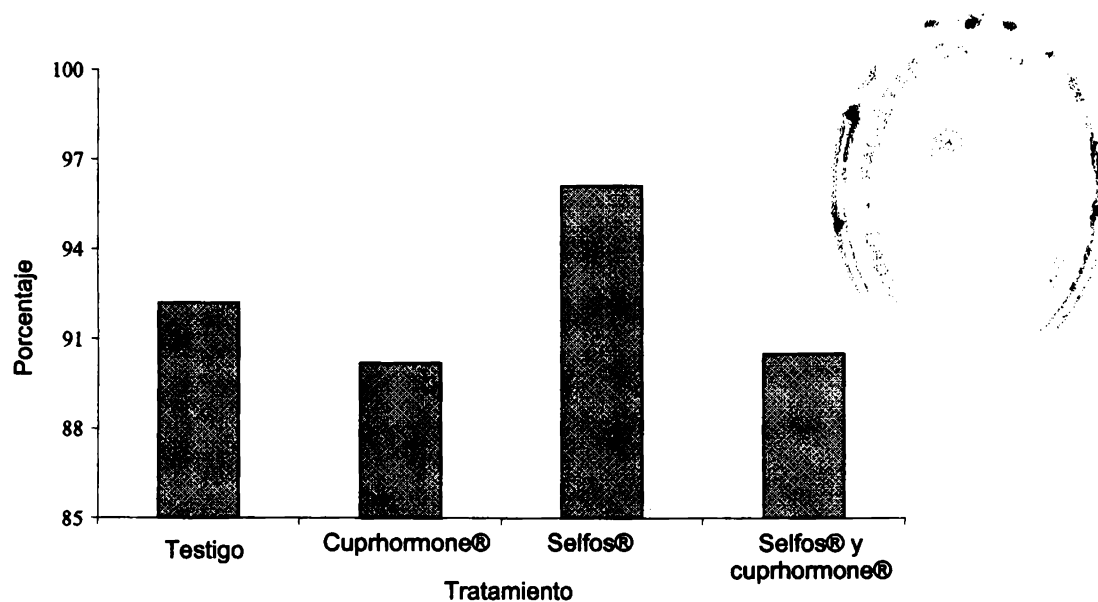
En el cuadro IX se observan los resultados por tratamiento. Aquí se mantuvo la diferencia significativa entre el grupo Selfos® con el grupo Testigo (P=0.029). Cuando se compararon entre los tratamientos se encontró que también había diferencia significativa entre el grupo Selfos® con Cuprhormone® y Cuprhormone® + Selfos®.

Cuadro IX. Porcentaje de preñez final (preñadas sobre ofrecidas, IA + repaso)

Tratamiento	n	% Preñez	OR ³	95% CI ⁴	P
Testigo	193	92.2	1.000	Referente	---
Cu ¹	184	90.2	0.770	0.375 – 3.125	0.160
Se ²	181	96.1	2.092	0.832 – 5.263	0.029
Cu+Se	178	90.5	0.796	0.384 – 1.650	0.214

¹: Cu = Cobre (Cuprohormone) ²: Se = Selenio (Selfos) ³: OR = Odds Ratio ⁴: Intervalo de Confianza

Figura 9. Porcentaje de preñez al final del ensayo



6.5.4. Preñez final y pérdidas fetales

El porcentaje de preñez total (inseminación + repaso) fue de 92.26%. Con respecto a las pérdidas fetales, el porcentaje fue de un 4,5%. Las pérdidas por grupo fueron: para el grupo

Selfos 1,79%, Cuprohormone el 5,39%, Selfos+Cuprohormone el 6,10% y para el testigo un 4,57%. No existieron diferencias significativas entre los grupos.

7. DISCUSIÓN

7.1. MANEJO REPRODUCTIVO

7.1.1. Protocolo de sincronización de celos e inseminación artificial

Los resultados generales obtenidos en el trabajo están de acuerdo a los obtenidos por de Nava (2004). En referencia al porcentaje de animales encontrados en anestro, de Nava (2004) en un total de 4021 vientres con 85% de vaquillonas y 15% de vacas sin cría al pie, encontró un 24,8% de animales en anestro señalándolo como uno de los principales factores limitantes de la performance reproductiva en los rodeos sometidos a programas de IA. En un rodeo de 354 vaquillonas Aberdeen Angus de 2 años de edad consideradas reproductivamente aptas se obtuvo un 57% de vaquillonas ciclando (Witt y col, 1992). El 86.5% de detección de celos obtenido en éste trabajo se encuentra dentro del rango citado de 72.4% a 92.9% por de Nava (2004) y fue superior a Witt y col, (1992), quienes en un programa de sincronización con PG obtuvieron un 69% de detección de celo. El porcentaje de detección diaria (4,5% promedio) durante los primeros 8 días se comportó de manera normal, dentro del rango de 3 a 5 % (Alberio 2003; Cavestany 2004), para un rodeo ciclando ya que los animales en anestro no fueron incluidos en el protocolo. Este porcentaje obtenido previo al tratamiento con PG junto con el resultado obtenido en la detección de celos luego del tratamiento (86,5%), coincide con los datos aportados por Torquatti y col (1983, citado por Alberio, 2003). Esto, fue un indicador de una correcta detección de celos por parte del inseminador y demuestra que la tasa de detección de celos previa al tratamiento es un buen indicador de la respuesta al tratamiento con PG.

La respuesta obtenida en la concentración de los celos, fue más tardía a lo mencionado por diversos autores (Tanabe y Hann, 1984; Berardinelli y Adair 1989; Watts y Fuquay 1985). El protocolo de sincronización con detección de celos e IA durante los primeros 8 días implicó que al momento de la inyección de PG no hubo animales en diestro temprano y por lo tanto no existieron muchas respuestas en las primeras 48 horas. Las respuestas obtenidas en este período fueron de vaquillonas que estaban al final del ciclo estral y manifestaron celo en forma natural. Las respuestas más tardías fueron de los animales que se encontraron en diestro medio cuando se inyectó la PG y esto estaría explicado principalmente porque en este período la fase folicular de la primera onda estaría en regresión y la siguiente onda aun no tendría un folículo dominante con un tamaño suficiente para la ovulación. Por otro lado el cuerpo lúteo en esta fase se encuentra en su mayor desarrollo morfológico y funcional y por lo tanto los niveles de progesterona en sangre demoran mas tiempo en disminuir (Berardinelli y Adair 1989). Sin embargo otros trabajos como el de King y col. (1982) muestran que la progesterona disminuyó en forma lineal y sin diferencias en el día del ciclo en que se inyectó la PG en un período de 36 horas. Por lo tanto esto podría no tener influencia sobre el periodo de tiempo entre la aplicación y la aparición de los celos. No se encontraron trabajos que citen la mayor concentración de celos en los días 4 a 6 pos inyección.

El porcentaje de concepción de 63.7% es muy similar al 64.9% citado por de Nava (2004). Butler y Balcarce (1989) obtuvieron con detección de celo natural un 67% de concepción,

mientras que con la sincronización con PG obtuvieron un 70% de concepción sin que existan diferencias significativas: En referencia al porcentaje de preñez, González y col. (1985), en un protocolo de sincronización de celos con una única dosis de PG e IA con detección de celos obtuvieron un 63% de preñez en vaquillonas de leche.

A pesar de que en el repaso con toros se incluyeron las vaquillonas en anestro, el porcentaje de preñez obtenido en el mismo fue bueno (83%), con un 55% de los animales en anestro que resultaron preñados.

7.2. ESTADO CORPORAL

Los resultados obtenidos al evaluar el estado corporal en relación al anestro ponen de manifiesto la gran influencia del mismo sobre el anestro ya que el 75% de los animales en anestro se encontraba con estado corporal menor o igual a 4. Por otro lado el hecho de que el 60% de los animales que se encontraban ciclando presentaron estado corporal igual o menor a 4 sugeriría lo contrario. La diferencia entre los animales en el mismo estado corporal podría haber sido que por razones individuales los que fueron encontrados en anestro además del estado corporal podrían haber estado perdiendo o a lo sumo manteniendo el peso. Sin embargo los animales que se encontraban en anestro, luego del servicio con toros tuvieron un 55% de preñez, lo cual plantea la duda sobre esta idea. Por otro lado los animales que se encontraron ciclando podrían haber estado ganando peso. Si bien el porcentaje de preñez fue mayor en el grupo con estado corporal mayor a 4 esta diferencia no fue significativa. Esto estaría indicando que el estado corporal no tuvo mayor influencia sobre el porcentaje de preñez obtenido.

7.3. BIOTIPO

Si bien en la ciclicidad hubo una diferencia significativa de las vaquillonas cruza con respecto a las Hereford, esta diferencia no tuvo ningún impacto en el resultado final de la preñez. No se encontraron trabajos que citen diferencias para porcentaje de preñez entre vaquillonas cruza o puras.

7.4. TRATAMIENTOS

A diferencia de los resultados de éste trabajo en el que no se obtuvieron diferencias entre los grupos para el porcentaje de anestro, en un estudio (Brem y col., 2001) en el que se indujo deficiencia de cobre secundaria mediante la alimentación con exceso de molibdeno, se provocaron anestros en vaquillonas al primer servicio, que fueron revertidos con una dosis única de cobre inyectable.

La detección de celo fue similar para los cuatro grupos, en los cuales no se encontró diferencia significativa entre ellos. En contraste García y col., (2006), obtuvieron 96,6% de celos en un grupo suplementado con cobre parenteral, contra 53,3% del grupo control.

Si bien los porcentajes de concepción y preñez a la IA. del grupo Cuprhormone fueron superiores al testigo, estos no tuvieron diferencia significativa con respecto a éste grupo. Si se observan los resultados finales (IA + repaso con toros) de porcentaje de preñez para este grupo tampoco existieron diferencias significativas con el testigo. Una significativa diferencia en el porcentaje de concepción fue reportada por García y col, (2006), en la que el grupo tratado con cobre obtuvo 89.5% contra 68.7% del testigo. Alberio y col. (1984) al suplementar con Cu

parenteral previo al servicio en un rodeo con alta eficiencia reproductiva tuvo un efecto negativo en la preñez, que disminuyó de 90% a 83%. Baker y col (2002), no encontraron diferencias en el % de preñez a la IA ni con repaso con toros, en animales suplementados con Cobre, Zinc y Manganese en forma orgánica e inorgánica, pero si encontraron una tendencia a una mejor performance en los grupos suplementados. A diferencia de los otros trabajos, éste último fue realizado con suplementación oral. Teniendo en cuenta que no existieron diferencias significativas del grupo cuprorhormone para ninguno de los parámetros estudiados, se podría suponer que en el establecimiento no habría carencias de cobre. Al tratarse de un establecimiento comercial no se pudieron realizar biopsias hepáticas para determinar niveles de cobre.

La mayoría de los trabajos que citan efectos de selenio en la reproducción, lo relacionan con las pérdidas embrionarias y retención de placenta, siendo escasos los reportes sobre porcentajes de concepción y preñez. Ruksan (1994) obtuvo una mejor respuesta en la preñez de vaquillonas de primer servicio con la administración de Se, coincidiendo con los resultados obtenido con el presente trabajo. Malecki y col, (2002), obtuvieron una mayor fertilidad en ovejas suplementadas con selenio en forma inyectable. En un trabajo se obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje de concepción con la suplementación con selenio en forma oral en vacas lecheras (Mc Clure, 1986). Existen algunos trabajos que no obtuvieron ninguna respuesta al administrar selenio (Paula-Lopes y col, 2003).

Si bien no es posible afirmar con certeza que los resultados obtenidos en los animales tratados con Selfos[®] son debidos al selenio, ya que también contiene P y vitaminas A, D y E, existen diversos trabajos, como los de Arroyo y Mauer (1982) y Fernandez y col. (1985), que ponen en discusión la influencia directa del fósforo sobre la fertilidad. En ambos trabajos se encontraron respuestas a la suplementación únicamente en el porcentaje de preñez en vacas de segundo entore, pero no en vaquillonas de primer entore, ni en vacas multíparas. A su vez no encontraron diferencias en los niveles séricos y en cenizas de P en ninguna de las categorías. Estos autores, sumados con Almirati y Peri (1982), obtuvieron diferencias significativas a favor de los grupos suplementados con respecto a las ganancias de peso. Por este motivo el fósforo podría estar relacionado indirectamente a los parámetros reproductivos.

A pesar de que algunos trabajos atribuyen un efecto positivo a la suplementación con vitaminas, estos fueron realizados generalmente en sistemas de producción estabulados donde se manifiesta la carencia de vitaminas. Al ser nuestros sistemas de producción pastoriles, las vitaminas no serian una limitante (Dr. Luis Barros, 2006, comunicación personal).

La falta de respuesta del grupo Cuprorhormone+Selfos es difícil de explicar. Al haber existido una diferencia favorable para el Selfos y ningún efecto negativo del grupo cuprorhormone sobre la preñez, podría esperarse que este grupo hubiera reaccionado de manera similar al grupo Selfos. No se encontraron trabajos con similares resultados sobre porcentaje de preñez. Koh y Judson (1986), encontraron un aparente efecto antagónico del Se sobre concentraciones hepáticas, plasma y células sanguíneas de Cu cuando se administraron juntos, pero no encontró efecto recíproco. Otro trabajo sugiere una interacción a nivel metabólico entre los dos microelementos, y la atribuye a una competencia por transportadores plasmáticos y proteínas de reserva (Rodríguez y col, 2003).

Los casos clínicos de deficiencia de selenio ocurren o se agravan cuando los animales de zonas deficientes son tratados con minerales inyectables. Los minerales, incluyendo el Cu, aumentan la oxidación y la formación de radicales libres y por ello elevan los requerimientos de antioxidantes (Se, vit E, etc). Por eso, en zonas deficientes cualquier aumento en los niveles de radicales libres desencadena la enfermedad clínica. Un caso paradigmático es la

miodistrofia de los lechones inducida por la inyección de hierro para prevenir la anemia. El hierro, aumenta la peroxidación y desencadena la enfermedad especialmente en lechones deficientes en vit E/Se (Dr. Fernando Dutra, comunicación personal, 2007).

A pesar que el grupo Selfos® tuvo un porcentaje de pérdidas fetales menor que los demás grupos, estas diferencias no fueron significativas. Las pérdidas fetales fueron de 4,5% lo cual es considerado dentro de lo normal.

8. CONCLUSIONES

La administración de Selfos® en vaquillonas de primer servicio mejoró la fertilidad en términos de porcentaje de concepción y porcentaje de preñez del rodeo sometido a un protocolo de sincronización de celos con prostaglandinas e IA, logrando un mayor porcentaje de animales preñados al comienzo del servicio y permitiendo lograr un porcentaje de preñez final mayor que los otros grupos. La ciclicidad, el porcentaje de detección de celos y las pérdidas fetales no fueron afectados por la administración de éste producto.

La administración de Cuprhormone® no tuvo influencia sobre la fertilidad en ninguno de los parámetros estudiados mencionados anteriormente.

La falta de respuesta a la administración de ambos productos en forma conjunta, siendo que el Selfos® por si solo mejoró la fertilidad del rodeo sugiere la existencia de relaciones antagónicas entre ellos y que por lo tanto no deben ser suministrados en forma conjunta.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alberio R. (2003). Nuevas biotecnologías reproductivas, aspectos biológicos y económicos. Dpto. Producción Animal. INTA Balcarce, Argentina. Consultado 26/6/2007. Disponible en: www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/reproduccion/alberio.htm
2. Almirati H, Peri M. (1982). Efecto de la suplementación mineral y completa sobre el crecimiento invernal de hembras de reemplazo en campos naturales sobre areniscas de Tacuarembó y basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 88p.
3. Andrews E, Hartley W, Grant A. (1968). Selenium-responsive diseases of animals in New Zealand. *New Zealand J Vet* 16: 3-17
4. Arroyo G, Mauer E. (1982). Efecto de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución del peso en vacas de cría Hereford y su relación con la concentración mineral en el suelo y tejidos de reserva y estudio del aporte de minerales por las praderas naturales del noroeste uruguayo. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 231p.
5. Arthur, G, Noakes, D, Pearson H. (1991). Reproducción y Obstetricia en Veterinaria. 6ª edición. Madrid. Editorial Interamericana McGraw-Hill. 702 p.
6. Baker D, Engle T, Whittier J, Burns P, Mortimer R, Schutz D, Enns M. (2002). Trace mineral impact on reproductive performance, immune response, and calf performance in grazing beef cattle. Consultado 14/3/2006. Disponible en: <http://www.asas.org/western/02proc/20429.doc>.
7. Barrios J, Bertolotti C, Pollio J. (1984). Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo de vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 267p.
8. Berardinelli J, Adair R. (1989). Effect of prostaglandin F(2alpha) dosage and stage of estrous cycle on the estrous response and corpus luteum function in beef heifers. *Theriogenology* 32: 301-314. Consultado 12/6/2007. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=16726676&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResulPanel.Pubmed_RVDocSum
9. Blood D, Radostits O. Medicina Veterinaria. 7ª edición. (1992). México. Interamericana-McGraw Hill. Volumen II.
10. Boland M. (2003). Trace minerals in production and reproduction in dairy cows. *Advances in dairy technology*. Consultado 8/11/2005. Disponible en: <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2003/PDFs/Manuscripts/Chapter%2025%20Boland%20.pdf>
11. Brem J, Mestre J, Pochon D, Trulls H. (2001). Alteraciones del ciclo estral provocadas por un alto ingreso de molibdeno en vaquillonas Brangus y respuesta a la suplementación con cobre. *Revista Veterinaria* 12/13: 1-2. Consultado 15/11/2006. http://www.produccionbovina.com/suplementacion_mineral/08-alteraciones_por_molibdeno.pdf
12. Butler H, Vergés E. (1985). Control farmacológico del ciclo sexual del bovino. *Rev Cabia* 1: 19:27.

13. Butler H, Balcarce A. (1989). Evaluación de la distribución temporal y fertilidad de los celos en vaquillonas Hereford con una dosis reducida de delprostenate. *Rev Cabia* 15: 40-44.
14. Callejas S. (2004). Control farmacológico del ciclo estral del bovino: bases fisiológicas, protocolos y resultados. *Taurus* 6: 22-34. Consultado 26/6/2007. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/65-control_farmacologico_ciclo.pdf
15. Cavestany D, Foote R. (1985). Prostaglandin F2a used for cows with unobserved estrus in a large comercial herd monitored by milk progesterone assay. *Cornell Vet* 75: 393-397.
16. Cavestany D. (2004). Sincronización de celos y tratamientos hormonales. Curso a distancia: manejo de la reproducción en ganado lechero. Modulo 4. Facultad de veterinaria. Montevideo. Uruguay. 59p.
17. Cerniga R, Smith W, Parker B. (2004). Injectable trace elements. A very effective way to optimize trace element status in dairy cows. Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://www.multiminglobal.com/usa/ViewDocument.asp?DocID=36>
18. Chase L. (2001). Phosphorus nutrition of dairy cattle. Cornell University. Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://www.txanc.org/proceedings/1998/Pnutrition.pdf>
19. Chew B. (2000). Micronutrients play role in stress, production in dairy cattle. *Feedstuffs* 72. 5p. Consultado 14/3/2006. Disponible en: <http://www.multiminglobal.com/usa/ViewDocument.asp?DocID=30>
20. Cuenca L, Fernandez A, Alonso T, Decia C. (1981). Niveles de minerales en pasturas y tejidos de bovinos de carne en el Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 17(77):103-109.
21. Daugherty S, Carstens G, Herd D, Barling K, Randel R. (2002). Effects of prenatal and prebreeding trace mineral/vitamin e injections on calf health and reproductive performance of beef cows. Texas A & M University. Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://animalscience.tamu.edu/ansc/beef/bcrt/daugherty.pdf>
22. de Nava G. (2004). Resultados en programas de inseminación artificial de vacunos implementados durante la temporada 2003- 2004 en estancias ganaderas comerciales del Uruguay. XXXII. Jornadas uruguayas de buiatría. Paysandú. Uruguay. pp 61-66.
23. Donaldson L. (1977). Synchronisation of oestrus in beef cattle artificial breeding programs using prostaglandin F2alpha. *Aust Vet J* 53: 72-77. Consultado 12/6/2007. disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=857793&ordinalpos=34&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_Results_Panel.Pubmed_RVDocSum
24. Dutto L. (1997). Más allá del manejo fisiológico. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo. Uruguay. 362p.
25. Dutto L. (2006). Cruzamientos y las nuevas líneas compuestas. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo. Uruguay. 136p.
26. Echeverría J. (2006). Endocrinología reproductiva: prostaglandina F2a en vacas. Revisión bibliográfica. *Rev Redvet*. Consultado: 8/3/2007. Disponible en: www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html
27. Edmonson A, Lean I, Weaver L, Farver T, Webster G. (1989). A body condition scoring hart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 72:68-78.

28. Espasandín A, Franco J, Olivera G, Bentancur O, Gimeno D, Pereyra F, Rogberg M. (2006). Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. XXXIV Jornadas de uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp.41 – 51.
29. Eversole D, Browne M, Hall J, Dietz R. (2000). Body condition scoring beef cows. Virginia Polytechnic Institute and State University. Publication 400- 795. Consultado 23/01/2007. Disponible en: <http://www.ext.vt.edu/pubs/beef/400-795/400-795.pdf>
30. Fernández A, Alonso T, Decia J. (1983). Contenido de minerales en forraje de campo natural en Uruguay. MGAP- Centro de Investigaciones Veterinarias "Miguel C Rubino" y Shell Uruguay. 4 p.
31. Fernández D, Lussich D, Marizcurrena P. (1985). Influencia de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo y evolución de peso en vacas de cría Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 185p.
32. Fortín M. (1989). Sincronización de celos en bovinos con prostaglandinas. Aspectos prácticos. Rev Cobia 15: 29-39.
33. García J, Cuesta M, Pedroso R, Gutiérrez M, Mollineda A, Figueredo J. (2006). Efecto del cobre sobre la reproducción en novillas lecheras de cuba. Rev MVZ Córdoba 11: 790-798. Consultado: 14/6/2007. Disponible en: <http://apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-112/112-3.pdf>
34. García A, Castejón F, de la Cruz, L, Gonzales J, Murillo M, Salido G. (1995). Fisiología Veterinaria. Madrid Editorial Interamericana McGraw-Hill. 1074 p.
35. Gene H. (1997). Estrous Synchronization for Beef Cattle. Beef Cattle Handbook BCH-2320. Department of Animal and Range Science, New State University. USA. Consultado 8/11/2005. Disponible en: <http://www.iowabeefcenter.org/pdfs/bch/02320.pdf>
36. Gigli I, Russo A, Agüero A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino, y camélidos sudamericanos. Rev Inv Vet 8:1:22. Consultado 26/6/2007. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/invet/gili8.pdf>
37. Gill W, Lane C, Neel J, Fisher A, Joines D. (2004). Mineral nutrition of beef cattle. University of Tennessee Extension. Consultado 14/3/06. Disponible en: <http://union.tennessee.edu/pubs/Union/PB1749.pdf>
38. Giuliadori M. (2002). Aspectos farmacológicos en la nutrición, En: Botana L, Landoni F, Martín- Jiménez T. Farmacología y terapéutica veterinaria. Madrid. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana, pp 664-667.
39. Gonzalez L, Fuquay J, Bearden H. (1985). Insemination management for a one-injection prostaglandin F(2)alpha synchronization regimen. I. One daily insemination period versus use of the a.m./p.m. rule. Theriogenology 24: 495-500.
40. Hidroglou M. (1979). Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review. J Dairy Sci; 62: 1195- 206.
41. Jukola E, Hakkarainen J, Saloniemi H, Sankari S. (1996). Blood selenium, vitamin E, vitamin A, β carotene concentrations and udder health, fertility treatments and fertility. J Dairy Sci 79: 838-845.
42. King M, Kiracofe G, Stevenson J, Schalles R. (1982). Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF(2alpha) in beef cattle. Theriogenology 18: 191-200.
43. Koh T, Judson G. (1986). Copper and selenium deficiency in cattle: an evaluation of methods of oral therapy and an observation of a copper- selenium interaction.

- Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/n72x32346w715u11/>
44. Kunkle W, Sand R, Rae O. (1994). Effects of Body Condition on Productivity in Beef Cattle. University of Florida Dept of Animal Science. Pub Sp- 144. Consultado 23/1/2007. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AN/AN00400.pdf>
 45. Maas J, Peuroi J, Tonjes T, Karlonas J, Galey F, Han B. (1993). Intramuscular selenium administration in selenium-deficient cattle. *J Intern Med* 7: 342-348.
 46. Malecki J, Malinowski E, Supera K, Balicka-Ramisz A. (2002). Influence of selenium with vitamin e and cobalt heavy pellets on reproduction and metabolic profiles of ewes. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry, Volume 5, Issue 2*. Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://www.ejpau.media.pl/volume5/issue2/animal/art-05.html>
 47. McClure T, Eamens G, Healy P. (1986). Improved fertility in dairy cows after treatment with selenium pellets. *Aust Vet J*; 63: 144-146.
 48. Méndez J, Vizcarra J, Orcasberro R, Vaz Martins D. (1986). Condición corporal durante el entore y preñez en vacas Hereford. *Anuario Sociedad Criadores de Hereford. Montevideo*. p.60-61.
 49. Mufarrege D. (1999). Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. INTA Mercedes. Argentina. Consultado 14/3/2006. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/Pubdiversas/Minerales99.pdf>
 50. Oblitas F, Contreras, P, Bohmwald, H, Wittwer F. (2000). Efecto de la suplementación con selenio sobre la actividad sanguínea de glutatión peroxidasa (GSH-Px) y ganancia de peso en bovinos selenio deficientes mantenidos a pastoreo. *Arch Med Vet*; 32: 55-62.
 51. Odde K. (1990). A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim Sci* 68: 817-830.
 52. Orcasberro R. (1997). Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. *INIA. Serie técnica* 13:225-233.
 53. Paterson J, Swenson C, Johnson B, Ansoteguy R. (1999). Assessing the role of copper and zinc in the cow-calf production cycle. Montana State University and Zimpro Corporation. Consultado 8/11/2005. Disponible en: <http://www.txanc.org/proceedings/1999/copperzinc.pdf>
 54. Paula-Lopes F, Al-Katanani Y, Majewski A, Mc Dowell L, Hansen P. (2003). Manipulation of antioxidant status fails to improve fertility of lactating cows or survival of heat-shocked embryos. *J Dairy Sci* 86:2343-2351.
 55. Petersen M. (1996). Considerations in trace mineral supplementation. *Beef Cattle Handbook BCH-5455*. Department of Animal and Range Science, New State University. USA. Consultado 8/11/2005. Disponible en <http://www.iowabeefcenter.org/pdfs/bch/05455.pdf>
 56. Pigurina G, Soares de Lima J, Berreta E. (1998). Contenido de minerales en pasturas naturales de basalto. Seminario de actualización en tecnología para basalto. *Revista INIA. Serie técnica* 102: 113-122.
 57. Portillo G. (2005). Fisiología reproductiva y diferencias reproductivas entre el ganado europeo y cebú. *Manual de ganadería doble propósito*. Facultad de ciencias veterinarias. Venezuela. Consultado 26/6/2007. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion6/articulo2-s6.pdf

58. Quiroz-Rocha G, Bouda J. (2001). Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. Consultado 15/12/2006. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2001/vm014g.pdf>
59. Rosa D, Mattioli G. (2002). Metabolismo y deficiencia de cobre los bovinos. *Analecta Veterinaria* 22: 7-16. Consultado 16/12/2006. Disponible en: http://www.fcv.unlp.edu.ar/analecta/vol22n1/051_VE22n1_rosa_metabolismo_cobre.pdf
60. Rodríguez I, Pérez C, España F, Dorado J, Hidalgo M, Sanz J. (2004). Niveles químicos plasmáticos en vacas repetidoras tras IA. Consultado 17/3/2006. Disponible en: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/articulos/2004/201/pdf/06Rodriguez.pdf>
61. Rodríguez R, Boggero C, Castro R. (2003). Carencia de selenio y vitamina E. Universidad nacional del litoral. Facultad de ciencias veterinarias. Argentina. Consultado 19/4/2007. Disponible en: <http://www.zoovet.com.ar/monografias/UNL-TP2.pdf>
62. Rossi J, Wilson T. (2006). Body condition scoring beef cows. Consultado 23/1/2007. Disponible en: <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1308.pdf>
63. Rovira J. (1996). Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur, 288 p.
64. Ruksan E. (1994). Deficiencia de selenio. Congreso Argentino de Ciencias Veterinarias. VII. Buenos Aires Argentina. pp 115.
65. Sierra R. (1988). Deficiencias nutricionales y su relación con la fisiopatología de la reproducción. Informe técnico CIAVT. Argentina. 35p.
66. Smith R, Chase L. (1998). Nutrition and reproduction. Dairy integrated reproductive management. Cornell University. Consultado 8/11/2005. Disponible en: <http://www.wvu.edu/~agexten/forglvst/Dairy/dirm14.pdf>
67. Sosa J, Guerrero J. (1983). Composición mineral de forrajes de algunos establecimientos al norte del Río Negro. I Jornadas técnicas de la Facultad de Veterinaria. Montevideo. Uruguay. pp 119-124.
68. Stuth J, Tolleson D. (2003). Range management for optimal beef cow fertility. Texas A&M University. Consultado 8/11/2005. Disponible en: <http://cnrit.tamu.edu/autosystem/CowFertility.pdf>
69. Tanabe T, Hann R. (1984). Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin F2 alpha. I. Influence of stage of cycle at treatment. *J Anim Sci* 58: 805-811.
70. Tasker J, Bewick T, Clark R, Fraser A. (1987). Selenium response in dairy cattle. *New Zealand Vet J*; 35: 139-140.
71. Wahome J, Stuart M, Smith A, Hearne W, Fuquay J. (1985). Insemination management for a one-injection prostaglandin F(2)alpha synchronization system. II. One versus two inseminations following detection of estrus. *Theriogenology* 24: 501-507.
72. Watts T, Fuquay J. (1985). Response and fertility of dairy heifers following injection with prostaglandin F(2alpha) during early, middle or late diestrus. *Theriogenology* 23: 655-661.
73. Wichtel J. (1998). A review of selenium deficiency in grazing ruminants. Part 1: New roles for selenium in ruminant metabolism. *New Zealand Vet J* 46: 47-52.

74. Witt A, Witt G, Renzi G, Tropini A. (1992). Resultados de I.A. después de la utilización de tratamientos con prostaglandinas y progestagenos en vaquillonas. Rev Caba 26: 28-33. r
75. Whittier J, Steevens B. (1993). Body Condition Scoring of Beef and Dairy Animals. Agr Pub G2230. 10p. Consultado 23/1/2007. Disponible en: <http://www.thebarnloft.com/cattlescoring.pdf>