

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO SOBRE EL  
DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE VACAS DE CRÍA PASTOREANDO  
CAMPO NATURAL DE BASALTO**

**por**

**Sebastián BENTANCUR ARRESEIGOR**

**Luciano CAPDEVIELLE TRINDADE**

**Alberto Carlo FERREIRA DERAGON**

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**

**2015**

**PÁGINA DE APROBACIÓN:**

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de mesa: \_\_\_\_\_  
Dr. Alejandro Benech

Segundo miembro (Tutor): \_\_\_\_\_  
Lic. Oscar Irabuena

Tercer miembro: \_\_\_\_\_  
Dr. Luis Cal

Cuarto miembro (Co tutor): \_\_\_\_\_  
Dr. José Venzal

Fecha: 1/12/2015

Autores: \_\_\_\_\_  
Sebastián Bentancur Arreseigor

\_\_\_\_\_  
Luciano Capdevielle Trindade

\_\_\_\_\_  
Alberto Carlo Ferreira Deragon

## **AGRADECIMIENTOS:**

A nuestras familias y amigos por acompañarnos y alentarnos siempre.

A nuestro tutor Lic. Oscar Irabuena por el apoyo, la dedicación y la comprensión durante todo este tiempo.

A nuestro co-tutor Dr. José Venzal por su contribución para el desarrollo del trabajo.

A la Q. F. Silvia Sterla por su dedicación y colaboración.

Al Dr. Gonzalo Azanza por permitirnos realizar el ensayo en su predio y por su colaboración en el trabajo realizado.

Al personal del establecimiento “La Maragata” por toda la colaboración en el trabajo de campo.

A la Lic. Paula Pérez por su colaboración.

A Biblioteca de Facultad de Veterinaria por el tiempo dedicado.

## TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACION.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
Anatomía del aparato reproductor de la vaca.....	12
Ciclo estral.....	14
Anestro postparto.....	18
Minerales.....	28
Selenio.....	31
HIPÓTESIS.....	38

OBJETIVOS.....	38
Objetivo general.....	38
Objetivos específicos.....	38
MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
Localización del ensayo.....	38
Tratamiento.....	39
Análisis estadístico.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	63
Anexo 1 - Ubicación del predio.....	63
Anexo 2 - Suelos CONEAT del predio.....	64
Anexo 3 - Descripción de grupos de suelos.....	66
Anexo 4 - Registros meteorológicos.....	70

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS:

### Tablas:

Tabla 1. Duración del ciclo estral en la vaca.....	14
Tabla 2. Rangos de referencia para diagnosticar deficiencia de selenio en rumiantes.....	37
Tabla 3. Composición de Selfos Plus®.....	39
Tabla 4. Características del rodeo estudiado.....	42
Tabla 5. Valor de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de vacas T1 y T2, expresados en unidades por gramo de hemoglobina.....	42
Tabla 6. Valor medio y desvío estándar de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de animales T1 y T2.....	43
Tabla 7. Porcentaje de preñez para primera y segunda ecografía.....	44
Tabla 8. Resultados de la segunda ecografía según preñez y estado gestacional.....	45

### Figuras:

Figura 1. Regulación hormonal del ciclo estral en la vaca.....	16
Figura 2. Dinámica de desarrollo folicular.....	18
Figura 3. Cronología del trabajo de campo realizado.....	40
Figura 4. Valor medio de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de animales T1 y T2, expresado en unidades por gramo de hemoglobina.....	43
Figura 5. Resultados de primer y segunda ecografía para grupos T1 y T2.....	45
Figura 6. Resultados de preñez y estado gestacional a la segunda ecografía.....	46

## RESUMEN:

Se evaluó el efecto de la suplementación con selenio sobre el desempeño reproductivo de vacas de cría pastoreando campo natural de basalto, en la región Norte del Uruguay. Se utilizaron 35 vacas cruce Brangus de segunda cría, 30 meses de edad y 3,5 de condición corporal promedio, las que se dividieron al azar en dos grupos: testigo (n=16) y suplementado (n=19). Al grupo suplementado se le administró cuatro dosis de 1cc/50 Kg peso vivo de *Selfos plus*® (selenito de sodio con glicerofosfato de sodio y vitaminas A, D y E) por vía subcutánea, a los -90, -45, 0 y +45 días del comienzo del entore, la primera dosis se realizó el 16/6/2014. Al final del periodo de suplementación se realizó extracción de sangre al total de los animales de cada tratamiento y se determinó nivel de Glutatión Peroxidasa (GPX). Se diagnosticó preñez mediante ultrasonografía al total de los animales a los 45 días del entore y al día 100 donde se determinó preñez y tamaño fetal. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para los niveles de GPX en sangre entre los grupos suplementados y no suplementados. El porcentaje de gestación a la primera ecografía (84,2% vs 12,5%) y segunda ecografía (94,7% vs 50%) mostro diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos grupos de animales. Las vacas que no se preñaron fueron significativamente menos en el grupo suplementado que en el grupo no suplementado (5,3% vs 43,8%). No se observaron perdidas embrionarias en el grupo suplementado mientras que en el no suplementado se observó un 6,3% de pérdidas. Los resultados preliminares obtenidos en este ensayo sugieren que la administración de *Selfos plus*® en vacas de segunda cría raza carnicera con buen nivel nutricional, muestra una mejora significativa en el desempeño reproductivo.

## **SUMMARY:**

The effect of supplementation with selenium in the reproductive performance of breeding cows feeding in natural field of basalt was evaluated. We used 35 cows half Brangus of second breeding, 30 months of age and 3,5 of corporal condition average, which were divided at random in two groups: witness (n=16) and supplemented (n=19). The supplemented group was administered subcutaneously four doses of 1cc/50 kg bodyweight of Selfos plus® (sodium selenite with sodium glycerophosphate and vitamins A, D and E), at -90, -45, 0 and + 45 days of the mating start, the first dose was held on 06/16/2014. At the end of the supplementation period, blood samples were collected from all the animals of each treatment to determine the GPX level. Pregnancy was diagnosed by ultrasonography to all the animals on day 45 of mating and on day 100 pregnancy and fetal size was determined. Results showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for GPX in blood between the supplemented and non-supplemented groups. The pregnancy percentage for the first ultrasound (84.2% vs 12.5%) and second ultrasound (94.7% vs 50%) showed significant differences ( $p < 0.05$ ) between the two groups of animals. Cows that were not pregnant were significantly less in the supplemented group than in the non-supplemented group (5.3% vs 43.8%). No embryonic losses were observed in the supplemented group while in the unsupplemented group a loss of 6.3% was observed. Preliminary results of this trial suggest that the administration of Selfos plus® in cows of second breeding butcher race with good nutritional status, shows a significant improvement in reproductive performance.

## INTRODUCCIÓN:

Actualmente la carne vacuna representa el 8,2% del PBI y el 20% de las exportaciones totales del Uruguay (MGAP-DIEA, 2014). La superficie dedicada exclusivamente a la ganadería representa el 59,6% de la superficie total del país, la cual asciende a 82,4% cuando también se le considera asociada a otros rubros (INIA, 2008). En los últimos años ha habido un crecimiento sostenido del stock bovino, el cual se estabilizó en 11,5 millones de cabezas (MGAP-DIEA, 2014). A partir de la segunda mitad de la primera década del nuevo siglo, el sector cárnico uruguayo retomó la senda de crecimiento iniciada a principios de los 90 e interrumpida luego por varios factores, entre los que se destacó el rebrote de la aftosa que cerró el acceso a los mercados internacionales. El volumen de carne vacuna exportado en 2014 fue 2% mayor al de 2013, impulsado por el aumento de la faena, mientras que los precios medios crecieron en el entorno de 8%. En 2015 se espera un 20% de aumento del volumen a exportar como resultado de una mayor faena y de precios internacionales fortalecidos por el aumento de la demanda y las restricciones de la oferta mundial. Esto, unido a la caída que sufrirán las ventas de soja en 2015, coloca a la carne vacuna en primer lugar en el ranking de exportaciones por producto. Las exportaciones del ejercicio 2013/14, incluyendo carne y menudencias, fueron 237 mil toneladas peso embarque, equivalente a 347 mil toneladas peso carcasa. El volumen exportado fue 10% inferior al ejercicio anterior y 4% inferior al de 2011/12. Del total exportado, el 82% del volumen fueron cortes congelados, el 16% cortes enfriados y el 2% restante, menudencias y subproductos. El valor de las exportaciones de carne vacuna durante el ejercicio 2013/14 fue de US\$ 1.345 millones. En valores reales, esto representa una disminución de 9% respecto al ejercicio anterior. El precio implícito de exportación (valor FOB por tonelada peso embarque), fue US\$ 5.619 en 2013/14, 1,7% más que el ejercicio anterior, en términos reales, y 9% menos que hace dos años. En equivalente peso carcasa, el precio implícito fue US\$ 3.928 por tonelada. Dentro de la cuota Hilton, el precio implícito fue US\$ 15.496 por tonelada peso embarque, mientras que dentro de la cuota 481 el precio fue US\$ 9.084 (MGAP-OPYPA, 2014).

La ganadería de carne vacuna del Uruguay en su mayoría se lleva a cabo en ecosistemas pastoriles donde el campo nativo es el principal recurso forrajero empleado. El campo nativo involucra 13,2 millones de hectáreas y 41.600 explotaciones de las cuales el 73% son clasificadas como criadoras y de ciclo completo (MGAP-DIEA, 2014). El 65% fue clasificado como predios familiares (Tommasino y Bruno, 2007) lo cual confirma la importancia económica, social y ambiental para el país debido a la cantidad de recursos tierra, trabajo y capital humano involucrado en esta actividad. De las 13,2 millones de hectáreas de campo nativo que dispone el País 4,1 millones corresponden a suelos ubicados sobre Basalto (MGAP, 1976). Los suelos sobre Basalto se caracterizan por gran variabilidad en la profundidad (0 a 100 cm de profundidad) los que determina potreros donde coexisten suelos superficiales y profundos. Esta característica de los suelos y la gran variabilidad en las precipitaciones genera que la producción de forraje sea inferior y más variable en los suelos más superficiales durante primavera verano (Berretta y col., 2000).

La producción y el resultado económico de la cría vacuna se asocia en una gran proporción con los kg de ternero destetado por unidad de superficie de pastoreo (hectárea) (Gillen y Sims, 2002). Dicho indicador integra la cantidad de vacas por hectárea, el porcentaje de destete y el peso de los terneros al destete.

El objetivo principal que tiene un rodeo de cría, es que sus hembras entren lo más rápido a servicio y que tengan un ternero por año todos los años y que ese ternero pese al destete (7 meses) por lo menos la mitad del peso materno (Cutaia, 2006).

En un análisis económico realizado por (Trenkle y Wilhan, 1977) determinaron que la eficiencia reproductiva es 5 veces más importante que la variable de aumento de peso y 10 veces más importante que la calidad de carcasa.

En este contexto se plantea un desafío productivo que exige una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico, donde la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen a la mejora de las ganancias, siendo la ciclicidad y precocidad de las hembras muy importante para lograr los objetivos antes mencionados (Cutaia, 2006).

La ciclicidad de las vacas puede verse afectada por un prolongado anestro postparto. La duración del mismo es influenciada por el amamantamiento, el estatus nutricional, estación de parición, edad y otros factores como son raza, estrés, presencia de toros, características del parto y enfermedades diversas (Ungerfeld, 2002).

Una parte fundamental de los nutrientes requeridos por los rumiantes, son los minerales traza u oligoelementos como el selenio (Se), que cumplen funciones estructurales en algunas proteínas enzimáticas formando metaloenzimas fundamentales para la vida y donde su deficiencia tiene consecuencias patológicas e induce defectos metabólicos y reproductivos (Underwood, 1981).

En este trabajo se plantea suplementar con Se vacas de segunda cría pastoreando sobre campo natural de basalto, realizando cuatro dosificaciones a los -90, -45, 0 y 45 días de comenzado el entore, con el objetivo de alcanzar niveles adecuados de dicho elemento en sangre al momento del mismo y así poder evaluar el efecto Se en el desempeño reproductivo.

## **REVISIÓN BIBLIOGRAFICA:**

### **Anatomía del aparato reproductor de la vaca:**

El aparato reproductor de la hembra bovina está compuesto por ovarios, oviductos, útero, cérvix, vagina, vulva y genitales externos. La vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor y está conectada a la apertura uretral en la base de la vagina (De Jarnette y Nabel, 2009).

Dos funciones principales cumple el ovario, una exocrina (liberación del óvulo) y otra endocrina (secreción de hormonas: estrógenos y progesteronas) (Hafez, 1996). Esta función doble es complementaria, interdependiente y necesaria para el éxito de la reproducción (Mc Donald y col., 1991).

El ovario está constituido por médula y corteza y rodeado por el epitelio superficial o germinal. La corteza ovárica es la que contiene los folículos ováricos, el cuerpo lúteo, o ambos, en diferentes etapas de formación o regresión (Hafez, 1996).

Los oviductos o trompas de Falopio son tubos pares replegados que se extienden desde los ovarios hasta el útero. La punta ovárica tiene forma de embudo y abraza el ovario durante la ovulación (Mc Donald y col., 1991). Cada oviducto tiene de 20 a 30 cm de largo y 2 a 3 cm de diámetro (Peters y Ball, 1991).

El oviducto se divide en cuatro segmentos funcionales; el semejante a una bolsa abierta o embudo, la fimbria; la abertura abdominal en forma de canal, denominada infundíbulo; la dilatación más distal, llamada ámpula, y la porción proximal que se conecta a la luz uterina llamada istmo. La función es de dar paso a los óvulos y espermatozoides en direcciones opuestas, casi simultáneamente. El oviducto proporciona un medio óptimo para la unión de los gametos y para el desarrollo embrionario temprano. La fecundación se produce en la unión entre el istmo y el ámpula del oviducto (Hafez, 1996).

El útero consta de dos cuernos, un cuerpo y un cuello (cérvix). En vacas, el útero es bipartido, o sea, tiene un tabique que separa los dos cuernos y un cuerpo uterino prominente (Hafez, 1996). La superficie presenta pliegues pero sus estructuras más características son las carúnculas uterinas, que constituyen las estructuras en que se fijan la placenta durante la gestación por medio de los cotiledones (Peters y Ball, 1991; Dyce y col., 1999).

Varias funciones cumple el útero, entre las principales se encuentran la de dar un medio adecuado para el desarrollo del embrión durante la gestación, al secretar una "leche uterina" que sirve como nutriente para el embrión en la etapa de vida libre (días antes de la implantación). Además de la función de preselector y vía de paso de espermatozoides hacia el oviducto, el útero también lleva a cabo funciones endocrinas en el animal tanto en el ciclo estral como en la preñez (Mc Donald y col., 1991).

El cuerpo uterino es el sitio donde se debe depositar el semen durante la inseminación artificial (De Jarnette y Nabel, 2009).

El cérvix es la transición de la vagina al útero y es una barrera fisiológica que separa el medio interno del medio externo del animal. Fuera del cérvix, se encuentra la vagina que usualmente está contaminada con microorganismos (Mc Donald y col., 1991). El cérvix de la vaca adulta mide entre 8 y 10 cm de longitud y es de pared muy fibrosa (Peters y Ball, 1991; Dyce y col., 1999). Es una estructura de tipo esfínter que posee espirales transversales conocidos como anillos cervicales, donde son especialmente notables en la vaca y usualmente son cuatro anillos (Hafez, 1996). La pared muscular del cérvix posee la capacidad de contraerse o de relajarse, en este caso bajo la influencia de estrógenos, para permitir la entrada del semen durante el estro o la salida del feto durante el parto (Mc Donald y col., 1991).

La vagina se extiende desde el cérvix a la abertura exterior de la vulva. La uretra se abre en el suelo de la vagina unos 10 cm por delante de la vulva (Peters y Ball, 1991).

La vagina es el órgano copulatorio en el que se deposita y coagula el semen hasta que los espermatozoides son transportados a través del moco cervical (Hafez, 1996). También sirve como vía de paso para el feto, hacia fuera en el parto. Sus cambios secretorios y epiteliales son cíclicos por el efecto de las hormonas ováricas (estrógenos y progesteronas) (Mc Donald y col., 1991).

Los genitales externos están constituidos por: vestíbulo, labios mayores y menores, clítoris y glándulas vestibulares (Hafez, 1996).

### **Ciclo estral:**

La hembra bovina doméstica tiene un ciclo reproductivo poliéstrico, una vez que se establecen los ciclos estrales éstos continúan indefinidamente a no ser que se instaure la gestación. Además a diferencia de otras especies (ej. ovina), la hembra vacuna no es estacional (Peters y Ball, 1991; Mc Donald y col., 1991). Un intervalo cíclico se define como el tiempo desde el inicio de un periodo de receptividad sexual al siguiente o como el intervalo entre ovulaciones sucesivas (Dukes, 1999).

En los bovinos, el estro ocurre en forma normal con intervalos aproximados de 21 días (para las vacas) y 20 días (17 a 25) para las vaquillonas (Peters y Ball, 1991; Hafez, 1996).

**Tabla 1:** Duración del ciclo estral en la vaca.

<b>Especie</b>	<b>Duración del ciclo estral (d)</b>		<b>Duración del celo (hs)</b>	
	Media	Rango	Media	Rango
Vaca	21	17-24	18	6-24

Fuente: Ungerfeld, 2002.

De manera convencional, el ciclo estral se divide en 4 fases:

- Estro = periodo de receptividad sexual (día = 0)
- Metaestro = fase pos-ovulatoria (día 1 al 3)
- Diestro = fase lútea (día 4 al 18)
- Proestro = periodo anterior al estro (día 19 al 21)

(Peters y Ball, 1991; Hafez, 1996).

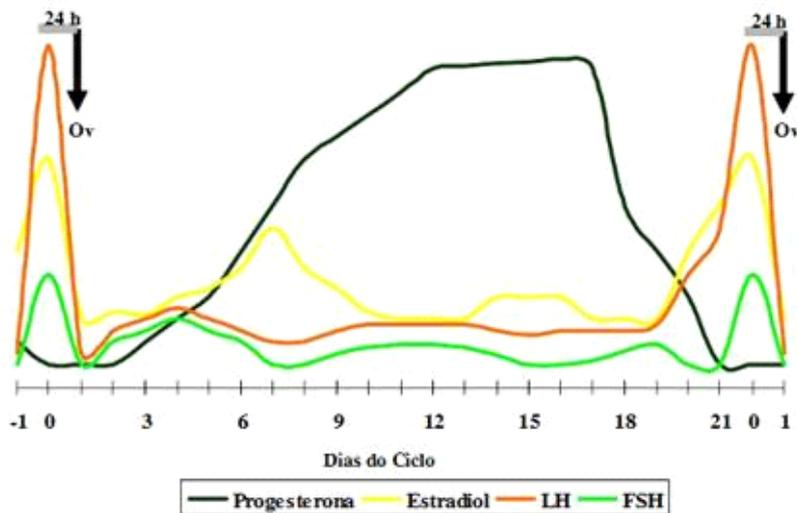
Según la función ovárica el ciclo estral de la vaca se puede dividir en dos fases:

-Fase Luteal o luteínica: Compuesta por las etapas de metaestro y diestro del ciclo.

-Fase Folicular: Dura de 3 a 5 días y comprende desde la regresión del cuerpo lúteo hasta la ovulación. Está compuesta por el proestro y el estro (Mc Donald y col., 1991; Peters y Ball, 1991; Hafez, 1996).

El celo se define como el periodo durante el que la hembra acepta la monta por parte del macho correspondiendo al día cero del ciclo. El mismo dura 18 a 20 horas en la vaca, aunque esto varía de acuerdo a la raza y algunos factores externos, como ser factores climáticos, presencia o no de machos, entre otros. Paralelamente a la caída de la progesterona se incrementa la frecuencia de pulsos de la LH, al tiempo que se elevan paulatinamente los niveles basales. Finalmente se incrementan sus niveles hasta ser 20 a 80 veces mayores que los niveles basales. El proceso ovulatorio se desencadena a partir del mismo, determinándose el estallido del folículo preovulatorio y la liberación del ovocito. La ovulación de especies como la vaca se produce unas 24 a 30 horas luego de iniciado el celo (Ungerfeld, 2002).

Dado que el ciclo estral resulta de la coordinación fundamental de cuatro órganos (cerebro, hipófisis, ovario y útero) debemos analizar cómo se vinculan estos entre sí. La comunicación se realiza fundamentalmente (aunque no exclusivamente) a través de hormonas. Las principales hormonas involucradas son la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) secretada por el hipotálamo, la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) secretada por la hipófisis., el estradiol, la inhibina y la progesterona de origen ovárico, y la prostaglandina secretada por el útero. Otras hormonas como prolactina o los andrógenos también participan en la regulación del mismo (Ungerfeld, 2002).



(Scalzilli y Moraes, 2012).

**Figura 1.** Regulación hormonal del ciclo estral en la vaca.

La foliculogénesis, o desarrollo individual de los folículos ováricos es un proceso que comprende la evolución desde folículo primordial hasta la ovulación o la atresia y que se produce de forma continua desde la vida fetal hasta el agotamiento de la reserva de folículos primordiales, no solo durante el ciclo sexual, sino incluso en el periodo prepuberal, la gestación, y el anestro postparto (González de Bulnes y col., 1998). En el crecimiento folicular se distinguen dos etapas. La primera desde que el folículo primario crece hasta alcanzar el estadio de preantral y la segunda que abarca desde la formación del antral hasta la descarga de gonadotropinas que inducen la ovulación (Fernández Abella, 1993).

De todos los folículos primordiales procedentes de la reserva que inician el proceso de crecimiento durante cada ciclo ovárico, solo uno de ellos se convierte en el folículo dominante destinado a la ovulación. Los folículos restantes se degeneran por atresia folicular, incluso los que han alcanzado la etapa de folículo antral, o bien se mantendrán como folículos primordiales sin signos de crecimiento (Mc Donald, 1991; García Sacristán, 1998).

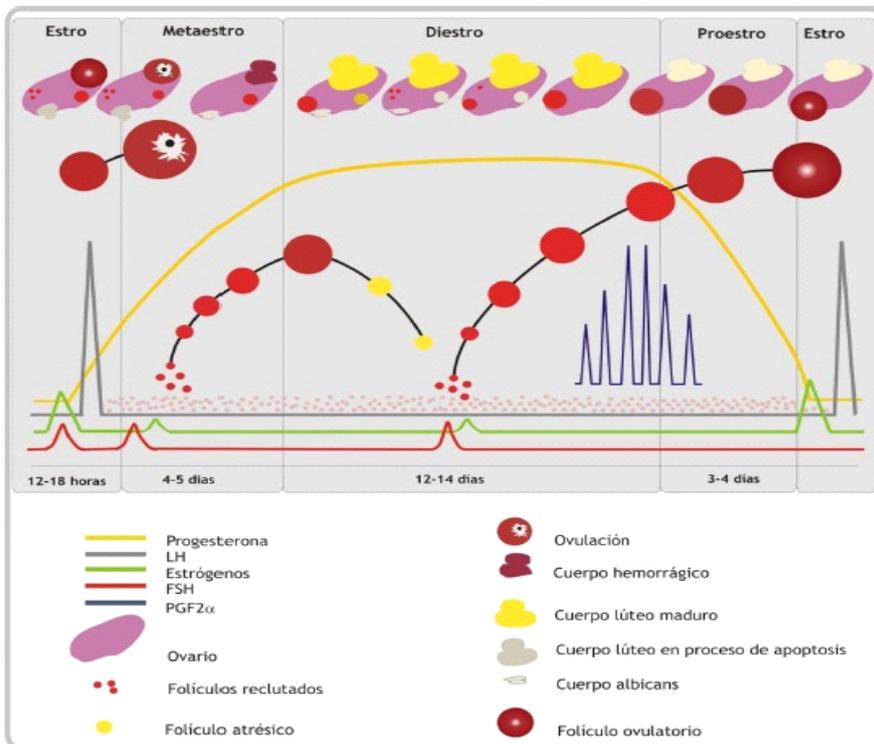
La regulación endocrina del crecimiento folicular se puede separar en dos fases según su influencia por las gonadotropinas: una primera fase es independiente

de las gonadotropinas mientras que la segunda es gonadotropina dependiente. El estado preantral, es independiente de las gonadotropinas, y diferentes factores de crecimiento están involucrados en la proliferación de la célula granulosa. Por otra parte, el desarrollo de folículos antrales tempranos está bajo el control de gonadotropinas (Roche, 1996).

En esta segunda fase, las células de la granulosa adquieren receptores de membrana para la FSH. En la fase de desarrollo de las células de la granulosa no posee receptores para la hormona luteinizante (LH). En la última etapa de maduración folicular y bajo la acción de la FSH y los estrógenos, las células de la granulosa expresan receptores para la LH con la finalidad de desencadenar la ovulación y la luteinización folicular (Hafez, 1996; García Sacristán, 1998; Dukes, 1999). El folículo ovárico no solo depende de las gonadotropinas, sino también de un conjunto de sistemas de relaciones intrafoliculares (Hafez, 1996).

Se pueden distinguir dos etapas de los folículos antes de la ovulación: el reclutamiento y la selección. Esta última se caracteriza por fenómenos de selección y de dominancia. En el reclutamiento, el folículo es capaz de transformarse en un folículo preovulatorio y proviene del grupo de folículos con antra cuyo diámetro es superior a los 2 mm. Es durante el final de la fase luteal del ciclo estral que los folículos son reclutados (Fernández Abella, 1993).

El crecimiento folicular de la mayoría de las vaquillonas durante el ciclo estral, se caracteriza por presentar dos o tres ondas, cada onda se inicia con el reclutamiento de folículos secundarios seguida por un periodo de crecimiento terminando con el desarrollo de un gran folículo dominante, mientras que los otros se vuelven atrésicos (Savio y col., 1990).



(Hernández y Ortega, 2009).

**Figura 2.** Dinámica de desarrollo folicular.

Se ha observado que en *Bos Indicus*, la endocrinología reproductiva difiere de la raza *Bos Taurus*; el estro es más corto y de menor intensidad y ocurre más tarde con relación al estímulo del estrógeno. La fertilidad de *Bos Taurus* es menor durante el final del otoño y el invierno (Randel, 1985).

### **Anestro postparto:**

La eficiencia reproductiva en vacas de carne amamantando es la clave del comportamiento que determina su productividad. Para lograr el objetivo de un intervalo de 365 días, las vacas deben de concebir dentro de los 85 días postparto. Una de las mayores causas de la pobre eficiencia reproductiva es un extendido intervalo entre el parto y la primera ovulación (Short y col., 1990; Stagg y col., 1995).

El anestro es afectado por factores como la edad, raza, efecto macho, diversas alteraciones relacionadas con el parto (distocias, retención de membranas

fetales y enfermedades sistémicas) y principalmente por el estado nutricional y amamantamiento (Ungerfeld, 2002).

La influencia de la edad es clara, vacas primíparas presentan periodos de anestro postparto de entre uno a cuatro semanas más prolongados y menor porcentaje de preñez al segundo entore (Ungerfeld, 2002).

Las vacas primíparas vuelven al estro después del parto a una tasa mucho más lenta que las multíparas, según un experimento realizado por Bellows y col. (1982) donde se midió el porcentaje de primíparas y multíparas con estro a principio de la estación de cría (31,6% vs 90,6%) y el intervalo postparto (88,9 vs 59,1 días).

La raza también influye, animales de raza Bos Taurus y cruza presentan generalmente menores periodos de anestro postparto que los de raza Bos Indicus. Existen otros factores como la presencia de toros (efecto macho) y diversas alteraciones relacionadas con el parto (distocias, retención de membranas fetales y enfermedades sistémicas) que pueden retrasar la involución uterina y el reinicio de la actividad cíclica (Ungerfeld, 2002).

La malnutrición o el consumo de una dieta inadecuada o defectuosa en los periodos pre y postparto tienen influencia en la performance reproductiva del ganado (Laflamme y col., 1992). De este modo, variaciones en el peso, antes y después del parto y la condición corporal (CC) al parto interactúan afectando el anestro postparto en vacas de carne que son amamantadas (Dunn y col., 1980; 1992).

La influencia del estado nutricional y CC, se da principalmente en animales que pastorean en campo natural. El balance energético negativo reduce la disponibilidad de glucosa y aumenta la movilización de reservas corporales. Tanto el metabolismo basal, movimiento, crecimiento, entre otros, tienen prioridad sobre los procesos reproductivos como el reinicio de la actividad cíclica (Ungerfeld, 2002).

Según Dunn y col. (1980) y Laflamme y col. (1992), es posible predecir el reinicio del estro o la concepción por el peso o la CC al parto independientemente de los cambios de peso mostrados antes y después del parto, si la vaca al momento del parto se encuentra en buena CC, ya que es más importante la CC al parto que el cambio de peso mostrado antes o después del parto. Algunos autores plantean que cuando la vaca ha perdido entre el 20 al 24% del peso corporal inicial, los ciclos ováricos cesan su actividad (Dunn y col., 1992).

Wright y col. (1992), proponen que la CC al parto es más importante en determinar la duración del periodo de anestro postparto que el consumo de alimento postparto. Los mismos autores, encontraron una correlación positiva entre la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH) a las seis semanas postparto con la CC al parto. Según estudios previos (Wright, 1987; 1992) el estado nutricional puede influenciar la secreción de LH y el desarrollo folicular a las seis semanas postparto. Se ha observado que las bajas dietas energéticas disminuyen las concentraciones medias séricas de LH en el postparto de vacas (Randel, 1990; Schillo, 1992).

Los mecanismos por los cuales la CC puede influenciar al hipotálamo todavía no son claros, aunque Connor y col. (1990) demostraron que vacas que al parto eran flacas, tenían mayores niveles de péptidos opioides en el área pre-óptica del cerebro. Se sabe que los péptidos opioides reducen la síntesis y/o la liberación de la GnRH del hipotálamo. Por lo que se postuló que probablemente los péptidos opioides estaban involucrados en el control nutricional de la liberación de la GnRH (Wright y col., 1992).

Quintans y col. (2000) sugieren que los péptidos opioides podrían modular los efectos nutricionales sobre la liberación de LH, pero esto dependerá de los niveles de hormonas esteroides.

En distintos experimentos con vacas, se ha observado que los terneros que se les ha colocado bozal o tablilla nasal para prevenir el amamantamiento, han obtenido un mayor intervalo a la ovulación que las vacas sin ternero (Viker y

col., 1993). De estos experimentos se concluye que existe un vínculo entre la vaca y su ternero que alargan el anestro postparto sin ser el efecto provocado por el amamantamiento.

El amamantamiento probablemente es el efecto más dramático en el intervalo postparto (Short, 1990), siendo uno de los estímulos externos que juegan un mayor rol en gobernar los ciclos reproductivos en las hembras (Williams, 1990). Esto se puede comprobar al observar que las vacas que son destetadas al parto tienen un intervalo más corto que las vacas que son amamantadas (Short, 1990). El retraso del primer estro postparto es ocasionado por el amamantamiento independientemente del estado nutricional de la vaca (Odde y col., 1986).

La frecuencia, intensidad y duración del amamantamiento han sido consideradas como los determinantes principales del largo del anestro postparto (Williams, 1990).

#### *Mecanismo neuroendocrino involucrado:*

Varios trabajos han comprobado que la señal somato sensorial mamaria que transmite el ternero a nivel del pezón o un estímulo semejante al de un amamantamiento normal, producen distintos reflejos cualitativos vía espino-cervical que son requeridos para que se manifieste el “efecto del amamantamiento” (Short, 1972; Williams y col., 1987; Williams, 1990; Stevenson y col., 1994; Stagg, 1995). Este efecto interfiere con la liberación de GnRH desde el hipotálamo y/o en la incapacidad de la pituitaria de responder adecuadamente a la estimulación de la GnRH (Williams, 1990). A su vez esto evitaría la liberación normal de la LH y prolongaría la anovulación.

Varios autores han sugerido que los péptidos opioides están involucrados en la regulación de los ciclos estrales afectando la liberación y/o la síntesis de GnRH suprimiendo la LH (Quintans, 1998). Esto es atribuido a que el estímulo del amamantamiento promovería la liberación de péptidos opioides (Quintans y col., 2000).

### Reinicio de la actividad ovárica postparto:

Los requisitos para el restablecimiento del crecimiento folicular y ciclicidad ovárica después del parto están relacionados a la involución uterina y al escape de la inhibición que produce el amamantamiento sobre la secreción de LH (Murphy y col., 1990).

Se puede inferir que la falta de actividad ovárica después del parto es ocasionada por la falta de estimulación de las gonadotropinas. Se pudo observar que animales en anestro presentaban menores concentraciones plasmáticas de LH respecto a animales que presentaban ciclicidad ovárica, sin embargo la concentración de FSH era similar entre ambos grupos (Nett, 1987).

Se ha manejado la teoría que después del parto y antes de la primera ovulación, la recuperación del eje hipotálamo-hipofisario debería suceder en tres etapas (Nett, 1987; Williams, 1996).

La primera abarca desde el parto hasta la 2<sup>a</sup> o 4<sup>a</sup> semana postparto.

Durante este período la cantidad de LH almacenada en la adenohipófisis está reducida. Esto provoca una menor sensibilidad a los pulsos de GnRH de amplitud normal que son liberados, siendo una de las limitantes iniciales para el resurgimiento de los ciclos estrales normales. Esto se ve acentuado debido a que luego del parto hay una baja concentración de receptores de estrógeno que provoca una menor sensibilidad al feedback positivo y tiene efecto sobre el eje hipotálamo-hipofisario (Nett, 1987). La segunda fase comienza solamente después que los niveles almacenados de LH volvieron a recobrase y hay pulsos liberados suficientes para recobrar el crecimiento folicular y se incrementa la sensibilidad del feedback positivo del hipotálamo al estradiol (Nett, 1987; Short y col., 1990).

Se ha podido comprobar que el amamantamiento y el estrés ambiental no tienen efecto sobre la primer fase, mientras que en la segunda fase estos factores aparecen como inductores de la secreción endógena de péptidos opioides, los cuales inhiben la descarga de GnRH (Nett, 1987). En la tercer fase al reiniciarse la actividad cíclica se escaparía al efecto inhibitorio del amamantamiento (Williams, 1996).

### Técnicas para el control del amamantamiento:

Dentro de las herramientas para el control del amamantamiento que apuntan a acortar el anestro postparto se encuentran los destetes temporario y precoz. Estas técnicas han permitido aumentar significativamente el porcentaje de preñez, si son usadas en categorías y condiciones adecuadas (Orcasberro, 1991; Simeone y Berretta, 2002; Quintans y Vázquez, 2002).

Como ya se ha mencionado previamente, la duración del anestro postparto se ha identificado como la causa más importante del bajo porcentaje de procreo de los rodeos de cría, la cual está afectada principalmente por la nutrición y el amamantamiento. El destete convencional de 180 a 200 días mantiene presente la inhibición del amamantamiento “*per se*” y la presencia del ternero durante el período de entore. De esta manera la vaca sigue destinando nutrientes para la lactación y no para el mejoramiento de la condición corporal y el reinicio de la actividad ovárica. Para evitar esto existen diferentes técnicas para el control del amamantamiento donde se suprimen en forma total o parcial estos factores, pero siempre con el objetivo final de favorecer a la vaca sin perjudicar al ternero.

Dentro de estas técnicas existen varias alternativas como por ejemplo, la separación radical del ternero a edades tempranas (destete precoz), la separación del ternero por un período variable desde 48 horas hasta 10 días (destete temporario a corral) y un destete temporario con la aplicación de una tablilla nasal por un período de 7 a 14 días que impide el amamantamiento pero permite la permanencia del ternero al pie de la madre.

### Destete precoz:

El destete precoz se puede definir como la interrupción definitiva de la relación vaca-ternero en forma anticipada, entre los 60 a 90 días postparto. Además de la edad el peso de los terneros no debería ser menor a los 70 kg.

El destete precoz produce dos efectos importantes en el reinicio de los ciclos estrales: 1) Se interrumpen en forma definitiva los efectos negativos del amamantamiento y la presencia del ternero. 2) La interrupción de la lactancia

produce una modificación en la partición de nutrientes, donde los nutrientes que eran destinados a la producción de leche ahora son destinados a la recuperación del estado de la vaca y el reinicio de los ciclos estrales.

Numerosos trabajos nacionales han demostrado que el destete precoz es recomendable para vacas de segundo entore (vacas con su primer cría al pie), debido a que por el hecho de ser animales jóvenes todavía no completaron su desarrollo; también se recomienda para vacas que paren en CC baja y vacas de cola de parición (Quintans y col., 1999; Simeone y Berretta, 2002).

Laster y col. (1973), demostraron que el destete precoz incrementa la tasa de preñez en un 57% para vacas primíparas (71% vs 45%), mientras que para vacas multíparas el porcentaje de aumento es tan solo de 16% y 8% según se observan los datos de las vacas de 3 o 4 años. En el Uruguay datos experimentales confirman esta observación. Según Sapelli y Tafernaberry (1989), el aumento de preñez registrado en vacas primíparas fue de un 54% (92,1% vs 59,8%) con respecto a multíparas que aumentaron solamente 11% (91,4% vs 82,5%). En otro estudio publicado por Lacuesta y Vázquez (2001), el porcentaje de aumento registrado por la aplicación de esta técnica sobre vacas primíparas en comparación con un grupo control, en donde se mantiene la cría al pie de la madre, fue de un 128% (88,8% vs 38,8%).

Rovira (1996), confirma esta mayor respuesta del destete precoz en vientres de primera cría con respecto a los vientres multíparas; pero también observa que hay mayor respuesta relativa cuando los vientres se encuentran en peor estado corporal. Quintans y col. (2000) confirman esa tendencia al observar que la aplicación del destete precoz en vacas primíparas que parieron en promedio con una CC baja (3,5) tuvo mayor respuesta que las vacas de CC moderada (4,2).

En todos los trabajos donde se reporta información de la evolución de peso de las vacas, la interrupción de la lactancia se manifestó en mayores ganancias de peso para las vacas destetadas precozmente, las que se tradujeron en mejores desempeños reproductivos en relación con las vacas que permanecieron con el

ternero al pie. Se ha observado que este efecto es de gran importancia en vacas de segundo entore, obteniéndose ganancias de 410 g/día en vacas destetadas precozmente en comparación con la pérdida de 68 g/día para el destete convencional (datos para la segunda semana de entore sobre campo natural) (Simeone, 1995).

En un trabajo de tres años realizado por Quintans y Vázquez (2002) sobre vacas primíparas, se encontró una diferencia significativa en el periodo parto-primera ovulación de 95 vs 117,6 días para vacas destetadas y control respectivamente, las cuales tenían una CC al parto de 3,9; 4,4; y 3,8 para los tres años.

El otro aspecto a tener en cuenta cuando se realiza un destete precoz es considerar los efectos sobre el crecimiento de los terneros. La dificultad de criar los terneros destetados precozmente radica en: a) se hace un pasaje abrupto de una dieta líquida a una dieta sólida, b) esta categoría tiene altas exigencias de proteína y energía ya que debe cubrir las necesidades diarias de mantenimiento y crecimiento y c) tiene una limitada capacidad de consumo de forraje debido al escaso desarrollo ruminal (Simeone y Berretta, 2002).

Un caso particular fue observado en un trabajo realizado por Alvarez y col. (1999) con vacas de parición de otoño en donde los terneros de destete precoz tuvieron mejores ganancias diarias (0,720 vs 0,300 kg/día) que los que permanecieron al pie de su madre debido a la baja producción de leche (3,2 l/día) y la baja disponibilidad de forraje del campo natural. Otro caso en donde se registró una mayor ganancia diaria por parte de los terneros destetados precozmente sobre los que se mantuvieron al pie de la madre fue observado en la sequía de los años 1999-2000 donde los terneros obtuvieron ganancias de 0,640 vs 0,469 kg/día para terneros de destete precoz y control respectivamente (Quintans y Vázquez, 2002).

#### Destete temporario:

Otra técnica de control del amamantamiento, es el destete temporario que consiste en impedir el amamantamiento durante períodos variables al comienzo

o durante el entore, por la separación de los terneros de sus madres o por medio de tablillas nasales (Geymonat, 1986) y que al igual que el destete precoz, busca mejorar la performance reproductiva de los vientres, tratando de provocar el mínimo de inconvenientes a los terneros al pie de sus madres (Rovira, 1996).

La efectividad del destete temporario es influenciada por varios factores como el largo del período de destete (o remoción), los días postparto, la condición corporal al parto y al momento del destete y la edad y paridad de las vacas (Makarechian y col., 1990).

Para la realización del destete temporario se recomienda que los terneros tengan entre 50 y 70 días de edad y que no pesen menos de 60 kg (Orcasberro, 1994; Quintans y col., 1999).

Existen varias alternativas para el destete temporario, una de las cuales consiste en la separación del ternero por un período variable que puede ir de 48 a 144 horas o más (destete temporario a corral); otra alternativa es la aplicación de una tablilla nasal al ternero que impide el amamantamiento pero permanece al pie de la madre (destete temporario con tablilla entre 7 y 14 días) y por último se encuentra el amamantamiento restringido a una o dos veces por día (Quintans y col., 2000).

En un relevamiento de trabajos evaluando el destete temporario en Uruguay y el sur de Brasil se muestra que vacas sometidas al destete temporario de larga duración con tablilla nasal presentaron incrementos en el porcentaje de preñez entre 16% y 40% en relación a las vacas que permanecieron amamantando a sus terneros (Simeone, 2000).

A nivel nacional Quintans y Salta (1988) aplicando tablilla durante 13 días a terneros de 60 a 90 días de edad observaron en dos años consecutivos un aumento de 40 puntos porcentuales en preñez (100% vs 60% y 65,3% vs 25,5%, para el año 1983 y 1984 respectivamente).

Orcasberro (1991) propone que existe una interacción entre el estado nutricional de la vaca y el efecto del destete temporario. Este autor señala que en casos de sub-nutriciones severas se impone una restricción para el reinicio de la actividad ovárica postparto mayor que el propio amamantamiento.

Quintans y col. (1999) sugieren que el manejo de esta técnica aumenta los porcentajes de preñez entre un 15 y un 25% cuando las vacas presentan entre 3,5 y 4 puntos de CC al parto. Reafirmando esta sugerencia Echenagusía y col. (1994), observaron que la máxima respuesta relativa al destete temporario la encontraron cuando la condición corporal de las vacas se encontraba entre 3,5 y 4 puntos.

Vacas sometidas a un destete temporario (con tablilla nasal por 14 días) mostraron diferentes respuestas al tratamiento. Un alto porcentaje de las mismas, si bien presentó ovulación inducida por el destete, ésta no pudo ser mantenida y los vientres retornaron a un período de anestro. Estos datos ayudan a explicar la inconsistencia que se observa en la respuesta al destete temporario en vacas de primera cría. Esta técnica es de bajo costo y de fácil implementación; sin embargo hay que saber más sobre la interacción que existe entre el destete temporario con la CC al parto y al inicio del entore, así como también el momento más adecuado para su implementación (Quintans y Vázquez, 2002).

Según Bonavera y col. (1990) está demostrado que si se aplica la remoción del ternero tarde en el período postparto hay una mayor respuesta en los porcentajes de estro y preñez, obteniéndose los mejores resultados después de los 40 días postparto. Al destetar por 72 horas los terneros de 42 días de edad obtuvieron una disminución de 16 días entre el parto y el primer celo. Por otra parte, Dias y col. (1984) trabajando con ganado Cebú de 35 a 90 días de parido obtuvo diferencias significativas en preñez entre el testigo (18,2%) y los destetes de 48, 60 y 72 horas (68,8%; 71,4% y 53,3% para los tres tratamientos respectivamente), no encontrándose diferencias entre los mismos.

Williams y col. (1987) sugieren una explicación de porqué el destete temporario de corta duración (48-72 horas) no tiene efecto en aumentar el número de vacas con manifestación de celo y/o ovulación, al observar un incremento lineal en la frecuencia de pulsos de LH entre el día 0 y el día 4 después del destete. Por esta razón Shively y Williams (1989), se plantearon un destete de mayor duración de 96 y 144 horas, pudiendo observar que la frecuencia de pulsos de LH permaneció elevada una vez que finalizó el destete, mientras que en los grupos de 48 y 72 horas disminuyó rápidamente. Por lo que sugieren que los destetes de 96 horas o mayores son necesarios para maximizar los efectos neuroendocrinos y ováricos que reducen el intervalo postparto.

A nivel nacional Quintans y col. (2000) realizaron destetes de 4 y 6 días cuando los terneros tenían entre 60 y 70 días de edad y las vacas una CC al parto de 4 puntos. Se pudo observar que al pasar de 4 a 6 días en el destete hubo un aumento en el porcentaje de ovulación de 33% a 60% en los 12 días post-tratamiento, aunque con un bajo número de animales.

Revisando otros trabajos Stahringer concluye que la duración más adecuada para el destete temporario con tablilla es de 14 días, ya que con ello se logra un adecuado incremento en el porcentaje de preñez con menores pérdidas de pesos al destete que las observadas con el tratamiento de 21 días (Stahringer, 2001).

## **Minerales:**

### Importancia de los minerales:

Los minerales constituyen entre un 4 y 5% del peso vivo del animal, y su presencia es necesaria para la vida y salud de todas las especies. En la práctica de la nutrición del ganado vacuno se le ha prestado poca atención, pero en realidad es una cuestión que incluye 21 elementos que son esenciales o posiblemente esenciales para el animal ya que son un principio inmediato en el campo de la bioquímica nutricional (Ciria y col., 2005).

El termino micro, oligoelementos o elemento traza se refiere a los elementos que están presentes en pequeñas cantidades en la dieta y son necesarios en pequeñas cantidades para el organismo (NRC, 2005).

Las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes en pastoreo: el Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn) (Salamanca, 2010).

Los elementos minerales no pueden ser sintetizados por los animales por lo que sus necesidades deben ser cubiertas por los alimentos que ingieren, ya que el agua y el suelo solo proporcionan pequeñas cantidades (Ciria y col., 2005).

Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidos como uno de los limitantes en la producción y reproducción animal. Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición, teniendo en cuenta que aunque no proporcionen energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes. Los minerales son diariamente utilizados por los animales en el desarrollo de sus funciones biológicas normales, y en determinadas ocasiones la falta de estos en la dieta normal del animal es la causa de problemas reproductivos (Pérez y col., 2011).

Se consideran a los minerales como el tercer grupo de nutrientes limitantes en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo. Algunas de las funciones más importantes:

- . Conformación de la estructura ósea y dental (Ca, P, Mg).
- . Equilibrio ácido base y regulación de la presión osmótica (Na, Cl, K).
- . Sistemas enzimáticos y transporte de sustancias (Zn, Cu, Fe, Se).
- . Reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se, I).
- . Sistema inmune (Zn, Cu, Se, Cr).

(Salamanca, 2010).

Muchos factores afectan los requerimientos minerales de los rumiantes, entre ellos el tipo y nivel de producción, la edad, el nivel y forma química de los elementos en el alimento, el consumo suplementario del mineral, la raza y la adaptación animal (Barriel y col., 2014).

La importancia de los micro elementos en la reproducción y producción bovina es bien conocida, cuando se produce un aporte mineral inadecuado o en proporciones incorrectas la función reproductiva es la más afectada, lo que conlleva a su vez, una disminución de la productividad y de la rentabilidad de las explotaciones (Tedo y Casas, 2005).

En muchas partes del mundo, la productividad animal se ve afectada por la disponibilidad de energía y proteína, las enfermedades infecciosas y parasitarias y la falta de adecuación genética de los animales. A medida que esas limitaciones se vayan rectificando las deficiencias y desbalances minerales se tornan más aparentes y relevantes (Underwood, 1981).

Los desequilibrios de minerales (deficiencias o excesos) en suelos y en forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreos (Salamanca, 2010).

Los bovinos obtienen los minerales necesarios para su metabolismo del medio ambiente en el que se desarrollan. El contenido mineral de las pasturas representa una limitante muy importante en los sistemas de producción de bovinos. El tipo de suelo, la deficiencia de utilización de suplementos minerales, la baja calidad y los aumentos de los requerimientos minerales de los animales determinan en muchas explotaciones ganaderas deficiencias crónicas de estos en los programas de alimentación. Bajo estas circunstancias los animales presentan desde pobres índices productivos y reproductivos hasta la aparición de síntomas de enfermedad y mortalidad (Garmendia, 2006).

La mayoría de las deficiencias minerales que ocurren naturalmente en los herbívoros están asociadas con regiones específicas y directamente relacionadas con las características del suelo. Por otra parte, se han observado

grandes variaciones en la concentración mineral de diferentes especies de plantas que crecen en un mismo suelo. A medida que las plantas maduran, el contenido mineral disminuye debido a un proceso natural de dilución y traslado de nutrientes a la raíz (Salamanca, 2010).

El buen suministro de sales minerales en diferentes regiones tropicales ha incrementado el porcentaje de partos de 10 a 50% y han disminuido los abortos de 10% a valores menores a 1% (Mc Dowell y col., 1984; Miles y Mc Dowell, 1983).

### **Selenio:**

#### *Selenio y su importancia:*

El Se es un elemento de origen volcánico, acompaña al azufre y se encuentra en los terrenos arcillosos. Es un sub producto de la fabricación industrial del azufre y del ácido sulfúrico. Se encuentra en forma constante pero en pequeñas cantidades en los tejidos animales. Investigaciones de tipo bioquímico, ubican al Se como uno de los micronutrientes esenciales para los animales (Acosta, 2007).

El Se y la vitamina E son los antioxidantes más importantes del organismo. La vitamina E es un antioxidante liposoluble componente integral de las membranas celulares, mientras que él Se es un componente de la enzima GPX que al ser hidrosoluble se localiza en el citosol celular. Al tener funciones similares, dietas con altos niveles de vitamina E disminuyen los requerimientos de Se y viceversa, pero debido a la diferencia de la solubilidad y por lo tanto en la localización dentro de la célula ambos nutrientes son necesarios para el buen funcionamiento del sistema antioxidante (Reinoso y Soto, 2009).

El sistema antioxidante intenta mantener bajo los niveles de radicales libres. Los radicales libres son compuestos altamente reactivos que se producen en los procesos metabólicos normales, son extremadamente tóxicos para las células del organismo pudiendo reaccionar con ácidos nucleicos causando mutaciones, con enzimas desactivándolas y con ácidos grasos causando desestabilidad de la membrana. Cuando la velocidad de producción de los

radicales libres supera la velocidad de inactivación se produce el estrés oxidativo. El estrés oxidativo ha sido asociado con la etiología de ciertos desordenes productivos y reproductivos (Reinoso y Soto, 2009).

El Se cumple diferentes funciones en el organismo, entre otras, se ha señalado su participación en la estructura de diferentes selenoproteínas como deiodinasas y peroxidasas. La enzima GPX contiene en su estructura molecular 4 átomos de Se por mol (Ceballos y Wittwer, 1996; Wichtel, 1998), cumpliendo un rol metabólico como antioxidante. Posterior al proceso de absorción y distribución a los tejidos, el Se es incorporado en la estructura de la enzima antioxidante GPX, enzima que cataliza la eliminación del peróxido de hidrógeno, con lo que protege a las membranas de la oxidación (Levander, 1986).

Por ello, la deficiencia de Se ocasiona una reducción de la actividad de la GPX, lo que induce un desequilibrio en el balance entre oxidantes y antioxidantes, generando en el organismo estrés oxidativo (Miller y col., 1993; López Alonso y col., 1997).

En rumiantes y otras especies se han descrito diferentes cuadros asociados a la deficiencia de Se, entre otros se cuentan miodegeneración nutricional o enfermedad del músculo blanco en corderos y terneros (Van Vleet, 1975).

La deficiencia de Se en bovinos afecta principalmente a animales jóvenes en crecimiento durante la época invernal (Allen y col., 1975). En vacas adultas se asocian patologías tales como: debilidad neonatal, retención de placenta, abortos, inmunosupresión y mastitis (Ceballos y col., 1998; 1999).

El Se juega un rol importante en la integridad funcional del tracto reproductivo, la función tiroidea y el normal funcionamiento del sistema inmunológico del ganado (López Alonso y col., 1997). Las deficiencias de Se y Vitamina E están asociadas con alta incidencia de infertilidad, hasta 30%, y alta incidencia de muerte embrionaria de 3 a 4 semanas (Reza, 2009).

López Alonso y col. (1997), afirman que el Se ha demostrado ser uno de los oligoelementos más importante para la reproducción, entre todos los que se han descubierto como esenciales. Reporta en vacas suplementadas con Se y vitamina E un aumento en la tasa de concepción, una disminución en el

número de inseminaciones necesarias para conseguir fertilización y menor período entre parto y nueva gestación. Hay claras evidencias que los animales presentan mayores necesidades de Se durante la etapa reproductiva, puesto que en las rutas metabólicas de los organismos en desarrollo, con un alto número de mitosis, se originan gran cantidad de radicales libres como productos intermediarios. Cuando estos peróxidos no son destruidos por medio de la GPX se producen alteraciones en las membranas celulares que hacen que dichas rutas metabólicas se desregulen fácilmente y ocurran gran cantidad de disturbios metabólicos, cuya consecuencia final será la incapacidad del animal del mantenimiento de la función reproductiva. Una de las vías metabólicas afectadas es la esteroideogénesis (Miller y col., 1993), pudiendo afectar por ésta vía la tasa de fertilización, la calidad y el desarrollo temprano del embrión (Fujitani y col., 1997).

El contenido de Se del forraje depende de la concentración y disponibilidad de este elemento en el suelo y de la composición botánica del tapiz. Los animales alimentados con pasturas a base de leguminosas son más propensos a padecer carencias de Se debido a que las leguminosas tienden a contener menos Se que las gramíneas, además las fertilizaciones con superfosfato tienden a reducir sus concentraciones en las plantas. En los periodos con altas precipitaciones el contenido de Se en las pasturas tiende a disminuir debido a las pérdidas del suelo por lixiviación y a la dilución del contenido de Se en las plantas que crecen rápidamente (Reinoso y Soto, 2009).

En los granos de cereales el contenido de Se es muy variable y depende de la concentración de este elemento en el suelo (NRC, 2001).

Independientemente del nivel de Se en la dieta, la disponibilidad de este mineral puede verse afectada por otros factores tales como ambiente ruminal, suplementación con grasa, factores genéticos del animal, entre otros (Gerloff, 1992).

La principal fuente de Se para los bovinos a pastoreo proviene de la alimentación con praderas naturales y forrajes conservados (Ceballos y col., 1998). Para compensar la deficiencia nutricional de Se se utiliza la

suplementación con este mineral, permitiendo optimizar con ello las variables productivas, de fertilidad y otorgar mayor protección a los animales contra las enfermedades infecciosas (Wittwer y col., 2002) fortaleciendo el sistema inmune (Pesutic y col., 2001).

No ha sido comprobada la absorción de Se en el rumen, lo que indica que una de las fuentes de Se en el forraje, como la selenometionina, se libera en el rumen y no puede absorberse en dicho órgano en una cantidad apreciable (Hidiroglou y Jenkind, 1973).

En el abomaso, la absorción es limitada, de allí pasa a la primera porción del intestino delgado, para absorberse principalmente en el yeyuno (Wright y Bell, 1966). El mecanismo de absorción del Se es similar al observado tanto en animales poligástricos como monogástricos (Wright y Bell, 1966; Ammerman y Miller, 1975).

La biodisponibilidad del Se en el intestino, es decir, lo que el animal puede aprovechar después del consumo, ha sido objeto de varios estudios que han arrojado resultados diferentes. La absorción de este elemento en poligástricos alcanzaría el 35% (Underwood, 1977). En vacas Holstein secas se encontró una absorción de un 35,7% (Harrison y col., 1984).

Koenig y col. (1991) reportan en vacas no lactantes, una absorción que puede variar entre el 10 y 16%. Se acepta que la absorción de Se en bovinos es baja, alcanzando valores inferiores a un 20% del total consumido en la dieta.

#### *Influencia en la fertilidad:*

La presencia de altas concentraciones de Se en tejidos como el ovario, la placenta, la hipófisis y las glándulas adrenales es una manifestación de la importancia del conocimiento de una posible deficiencia del mismo y sus consecuencias sobre el área reproductiva (Campos y Hernández, 2008).

López Alonso y col. (1997) hacen una revisión de los procesos patológicos en los que está involucrada la deficiencia de Se, incluyendo alteraciones del tipo

de retención placentaria, infertilidad, abortos, nacimientos prematuros, debilidad o muerte al nacimiento, quistes ováricos, metritis, bajas tasas de concepción, celos silentes o erráticos y pobre fertilización.

Hay claras evidencias de que los animales presentan mayores necesidades de Se durante la etapa reproductiva, puesto que en las rutas metabólicas de los organismos en desarrollo, con un alto número de mitosis, se originan gran cantidad de radicales libres como productos intermediarios. Cuando estos peróxidos no son destruidos por medio de la GPX se producen alteraciones en las membranas celulares que hacen que dichas rutas metabólicas se desregulen fácilmente y ocurran gran cantidad de disturbios metabólicos, cuya consecuencia final será la incapacidad del animal del mantenimiento de la función reproductiva (López Alonso y col., 1997).

Durante la ovulación se produce la ruptura folicular y se libera el ovocito, generándose un daño oxidativo, a este nivel la GPX, protege al ovocito de los radicales libres producidos y de las enzimas proteolíticas presentes en el cuerno uterino (Noreña, 2011).

Se ha señalado que el balance nutricional de Se en bovinos puede impactar en la fertilización de ovocitos (Segerson y col., 1977; NRC, 2001). Asimismo se ha reportado que la adición de antioxidantes a los medios para cultivos in vitro mejora la posibilidad de desarrollo normal del embrión y con ello el índice de fertilización (Fujitani y col., 1997).

El efecto favorable del Se y la vitamina E en la fertilidad puede ocurrir a diferentes niveles. Por un lado, la disminución de patologías uterinas postparto influye en el mejoramiento del ambiente uterino, lo cual favorece el desarrollo embrionario temprano. Las inyecciones de Se y vitamina E aplicadas los días 30 y 90 postparto favorecen la tasa de fertilización, ya que estas sustancias incrementan el transporte espermático; por otro, los embriones durante las etapas tempranas de desarrollo son sensibles al estrés oxidativo. En estudios in vitro se ha observado que los embriones bajo estrés oxidativo sufren un retraso en su desarrollo. Así, el tratamiento con Se y vitamina E postparto pudo

favorecer la supervivencia embrionaria al evitar daños por exceso de sustancias oxidantes presentes en el ambiente uterino (Ruiz y col., 2009).

En el macho, cuando los niveles de Se en la dieta son deficientes, se presentan fallas en la formación y maduración espermática, afectando la calidad del semen. El plasma seminal contiene elevadas cantidades de GPX, cuya función es proteger a la membrana del espermatozoide del ataque peroxidativo; además en la cola del gameto masculino hay un selenopéptido que hace que ante una deficiencia de Se se produzca una fractura en mitad de la cola del espermatozoide (Campos y Hernández, 2008).

El esperma de los animales con deficiencia de Se presenta pobre motilidad con características de desarrollo anormal en la cola del espermatozoide, se ha demostrado menor fertilización del ovocito en este tipo de esperma (Campos y Hernández, 2008).

#### Requerimiento de Se:

El requerimiento de Se para ganado de carne: en desarrollo, engorde, gestación o lactancia es de 0,1 ppm (Villanueva, 2011).

El requerimiento de Se aumenta cuando son elevados los niveles de S, Cu, Cd, Al, Pb, Hg, As, Ag en su conjunto o independientemente en la dieta. Existe una interrelación entre Se y vitamina E, uno puede sustituir al otro hasta cierto punto, pero nunca completamente (Villanueva, 2011).

Estudios preliminares realizados en el Uruguay por (Robaina y col., 2013) en vacas de cría, determinaron niveles de Se deficientes en la mayoría del rodeo estudiado. Asimismo cuando estos autores suplementaron a partir del entore las concentraciones en sangre no alcanzaron niveles superiores a marginales bajos.

#### Toxicidad de Se:

La toxicidad por Se puede producirse cuando los animales consumen forrajes y granos naturalmente seleníferos que contienen entre 5 a 40 ppm de Se (Vivas Garay, 2008).

### Determinación de Se:

La metodología que tiene más consenso para determinar la concentración de Se en sangre es a partir de la medición de la enzima GPX siendo el límite de 130 U/g Hemoglobina (Hb) (Ceballos y col., 1999).

El hecho de que exista una fuerte correlación entre selenio sanguíneo y GPX, y que su determinación en sangre sea rápida y sencilla, hace que esta enzima se profile en la actualidad como una de las medidas indirectas más importantes en el diagnóstico de procesos carenciales de Se (Marti y col., 2007).

El siguiente cuadro proporciona los rangos de referencias para diagnosticar deficiencias de Se en los rumiantes domésticos. Dichos rangos han sido determinados por la Investigación de Laboratorios Veterinarios (Stormont, Belfast, Reino Unido) para aplicar a vacas y ovejas, y son los niveles que se consideran normales en Irlanda del Norte. Proporciona una correlación aproximada de Se en sangre entera mg/l con GPX usando el kit diagnóstico de Ransel (Randox, 1994).

**Tabla 2:** Rangos de referencia para diagnosticar deficiencia de selenio en rumiantes.

<b>Estado Animal</b>	<b>Selenio en Sangre Entera mg/l</b>	<b>GPX Units/g Hb</b>	<b>GPX Units/mL PCV</b>
Deficiente	<0.05	<60	<18
Bajo/Marginal	0.051 - 0.083	61 - 100	18.5 - 30.3
Marginal	0.084 - 0.110	101 - 130	30.6 - 39.4
Adecuado	>0.11	>130	>39.4

Fuente: Randox Laboratories, 1994.

## **HIPÓTESIS:**

Por lo expuesto anteriormente nos planteamos como hipótesis de trabajo que la suplementación con selenio a vacas raza carnicera de segunda cría mejoraría el desempeño reproductivo de las mismas, logrando una mejor tasa de preñez.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre el desempeño reproductivo en vacas de segunda cría pastoreando sobre campo natural de basalto.

### **Objetivos Específicos:**

- Comparar al final del periodo de suplementación niveles de Se en sangre, entre un grupo de vacas testigo y uno suplementado desde el día -90 del momento del entore.
- Evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre la tasa de preñez.
- Evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre el momento de lograr la preñez durante el período de entore.
- Evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre el porcentaje de pérdidas embrionarias hasta el momento del último control ecográfico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **Localización del ensayo:**

El ensayo se llevó a cabo entre los meses de febrero y septiembre de 2014 en el establecimiento comercial “La Maragata”, orientación ganadero agrícola, propiedad del Sr. Gonzalo Azanza, paraje Colonia Itapebí, 9° sección policial, departamento de Salto, (31° 50´ latitud sur). (Anexo 1).

### Tipo de suelo:

El establecimiento comprende una superficie de 1186 hectáreas. Son suelos correspondientes a las unidades Itapebí – Tres Arboles, Cuchilla de Haedo - Paso de los Toros, Curtina y Cuaró. El mismo tiene un Índice Coneat promedio de 120 y comprende suelos de los grupos 12.22, 1.21, 12.11, 1.12, 12.10, 1.10b. (Anexos 2 y 3, suelos CONEAT). Los suelos son de uso agrícola – pastoril (MGAP – PRENADER, 2015).

### **Tratamiento:**

### Animales:

Al inicio se trabajó con 80 vacas cruce Brangus, que se encontraban preñadas por primera vez, según ecografía realizada y se formaron dos lotes:

Lote 1 (T1), n= 35 animales sin suplementar, grupo testigo, estos animales no recibieron suplementación.

Lote 2 (T2), n= 45 animales suplementados con selenio. Se administró Selfos Plus®, (5 mg Selenito de Sodio + 18000 U.I. de Vitamina A; 9000 U.I de Vitamina D2; 38 U.I. de Vitamina E, (laboratorios Agro Insumos S.A.) vía subcutánea en la tabla del cuello, en dosis de 1 cc/50 kg PV, (Robaina y col., 2013). Se administraron dosis a los -90, -45, 0 y +45 días del comienzo del servicio natural (entore).

**Tabla 3:** Composición de Selfos Plus®.

<b>Formula</b>	<b>Cantidades</b>
Selenito de Sodio	0,347 g
Vitamina A (Retinol Palmitato)	1200000 U.I
Vitamina D2 (Ergocalciferol)	600000 U.I
Vitamina E (DL-a-Tocoferol Acetato)	2500 U.I
Glicerofosfato de Sodio	30 g
Excipientes c.s.p.	100 mL

Del rodeo antes mencionado 35 vacas, T1= 16 y T2=19, se eligieron para seguir trabajando porque parieron en un lapso de una semana (entre el 14/4/2014 y el 20/4/2014), esta condición es importante a los efectos de considerar el anestro postparto.

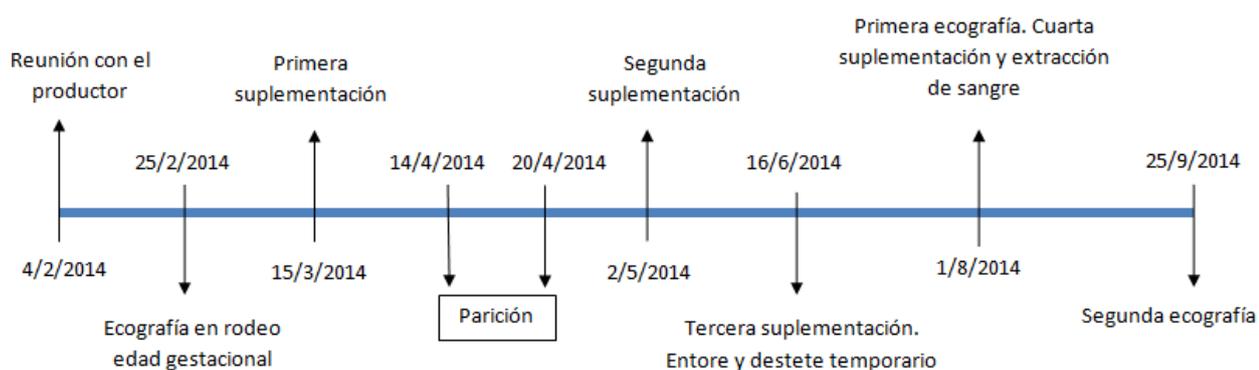
Ambos grupos de vacas mantuvieron sus terneros al pie y pastorearon el mismo potrero de campo natural, así como las mismas condiciones sanitarias y de manejo durante el ensayo.

Previo al entore se realizó destete temporal por 12 días a todas las vacas con tablilla nasal plástica en los terneros.

El entore tuvo una duración de 90 días comenzando el 16/6/2014, el porcentaje de toros utilizados fue del 3% siendo los mismos de la raza Brangus.

Sanidad:

Previo al entore los animales se inmunizaron contra Basillus Anthrasis (laboratorio Coopers, 2 ml por animal) y se los dosifico contra Faciola Hepática (Triclabendazol, Triclamax R, laboratorio Nutritec; 8,5 mg/kilo de peso vivo).



**Figura 3.** Cronología del trabajo de campo realizado.

Extracción de sangre:

Esta se realizó al total de los animales de cada tratamiento al final del periodo de suplementación (1/8/2014). Dichas muestras se obtuvieron con agujas 18 g

por punción en vena coccígea. Se colocaron en tubos con anticoagulante (EDTA) y luego fueron enviadas refrigeradas al laboratorio de Regional Norte.

#### Determinación de selenio en sangre:

Su concentración se determinó en forma indirecta midiendo la actividad de la enzima GPX, según Ceballos y col. (1999) utilizando un reactivo comercial Ransel de Randox Laboratories. Las muestras fueron analizadas antes de los 5 días de extraídas según indicación de fabricante de Kit comercial.

#### Diagnostico de preñez:

Se realizó mediante ultrasonografía al total de los animales, utilizando un ecógrafo WELL (WED 9618 UV) con sonda transrectal de 5.0 Mh, a los 45 días de haber ingresado los toros al rodeo donde solamente se determinó preñez y una segunda al día 100 del entore, en la cual se determinó preñez y tamaño fetal.

#### **Análisis estadístico:**

Análisis Estadísticos: Se realizó análisis discriminante. Se estudió la correlación de los diferentes parámetros de evaluación de los animales usando criterios uni o multivariados por medio del paquete estadístico SAS.

#### **RESULTADOS Y DISCUSION:**

El ensayo se inició el 25/2/2014 con un lote homogéneo de 80 vacas cruza Brangus que fueron diagnosticadas preñadas por ecografía, siendo esta la primera gestación de las mismas, de estas se seleccionaron finalmente 35 que parieron sin complicaciones en un lapso de una semana (14/4/2014 y el 20/4/2014), dato importante teniendo en cuenta la incidencia del anestro postparto en el retorno a la ciclicidad.

Al inicio del ensayo no se observaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre las medias de los tratamientos T1 y T2, para las variables estudiadas como son condición corporal y edad en todos los animales.

**Tabla 4:** Características del rodeo estudiado.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>
(n)	16	19
Edad (meses)	30	30
CC	3,5	3,5

$p>0,05$

A todos los animales de ambos grupos al final del periodo de suplementación se les realizó extracción de sangre y determinación de las concentraciones de selenio de forma indirecta midiendo la actividad de la enzima Glutación Peroxidasa en sangre.

**Tabla 5:** Valor de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de vacas T1 y T2, expresados en unidades por gramo de hemoglobina.

<b>T1 (GPX U/g de Hb)</b>	<b>T2 (GPX U/g de Hb)</b>
40.9	61.6
43.0	62.7
46.3	63.7
47.2	65.3
49.4	65.5
52.0	67.9
52.6	70.7
52.8	71.0
53.2	72.8
55.7	74.9
56.4	75.2
57.0	75.2
58.0	76.2
58.5	80.4
58.7	80.5
59.0	84.5
	101.0
	103.6
	114.8

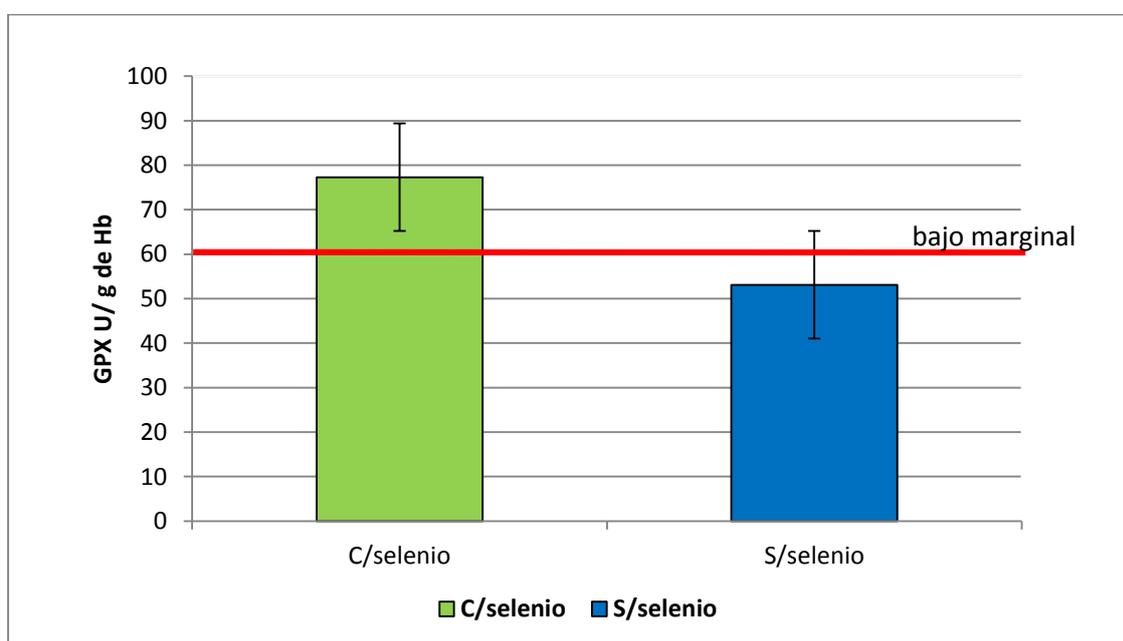
$(p<0,05)$

**Tabla 6:** Valor medio y desvío estándar de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de animales T1y T2.

	T1	T2
Media (GPX U/g de Hb)	53.1	77.3
Desvío estándar	12.8	37.6

(p<0,05)

Cuando se compararon los niveles de GPX en sangre entre los grupos sin suplementar y con suplemento al final del periodo de suplementación se observaron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre los valores alcanzados en cada grupo. Los niveles logrados por el grupo no suplementado según Randox Laboratories son deficientes ( $<60$  GPX U/g de Hb), para selenio en rumiantes, mientras que para el grupo suplementado las vacas se encontraron en valores correspondientes a los rangos bajo/marginal (61 – 100 GPX U/g de Hb) y marginal (101 – 130 GPX U/g de Hb).



$p<0.05$

**Figura 4.** Valor medio de Glutación Peroxidasa en sangre para grupos de animales T1 y T2, expresado en unidades por gramo de hemoglobina.

El porcentaje de gestación a la primer ecografía realizada al día 45 de comenzado el entore mostro diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos grupos de animales, siendo de 12,5% para el grupo no suplementado y de 84,2% para el grupo suplementado.

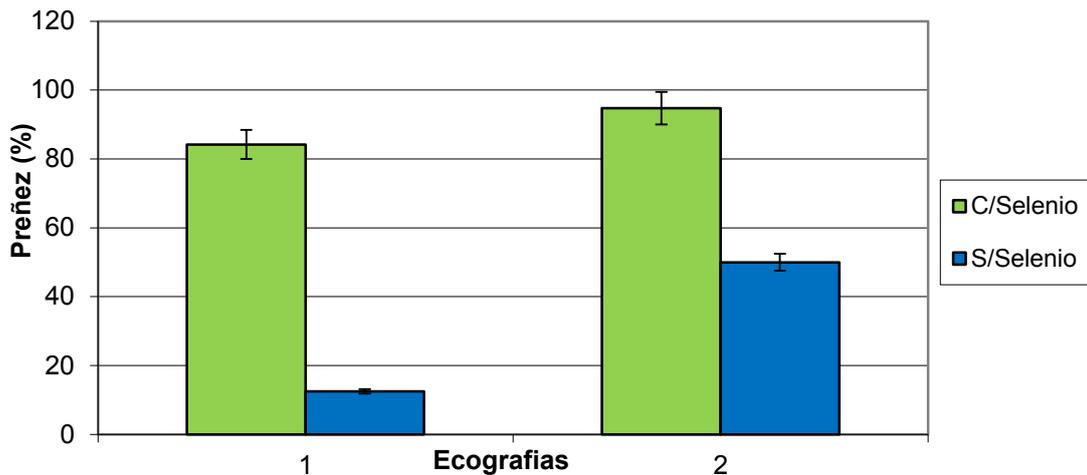
Al día 100 de comenzado el entore se realizó una segunda ecografía a todos los animales. El resultado obtenido para el grupo suplementado (94,7%) mostro una diferencia significativamente superior ( $p < 0,05$ ) al grupo no suplementado (50%).

**Tabla 7:** Porcentaje de preñez para primera y segunda ecografía.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1° Ecografía (%)	12.5	84.2
2° Ecografía (%)	50	94.7

( $p < 0,05$ )

Los resultados de ambas ecografías muestran que el grupo de animales suplementados no solo logro mayores porcentajes de preñez sino que también preñeces más tempranas en comparación con el grupo de animales no suplementados (84,2% vs 12,5%) en la primer ecografía.



( $p < 0,05$ )

**Figura 5.** Resultados de primer y segunda ecografía para grupos T1 y T2.

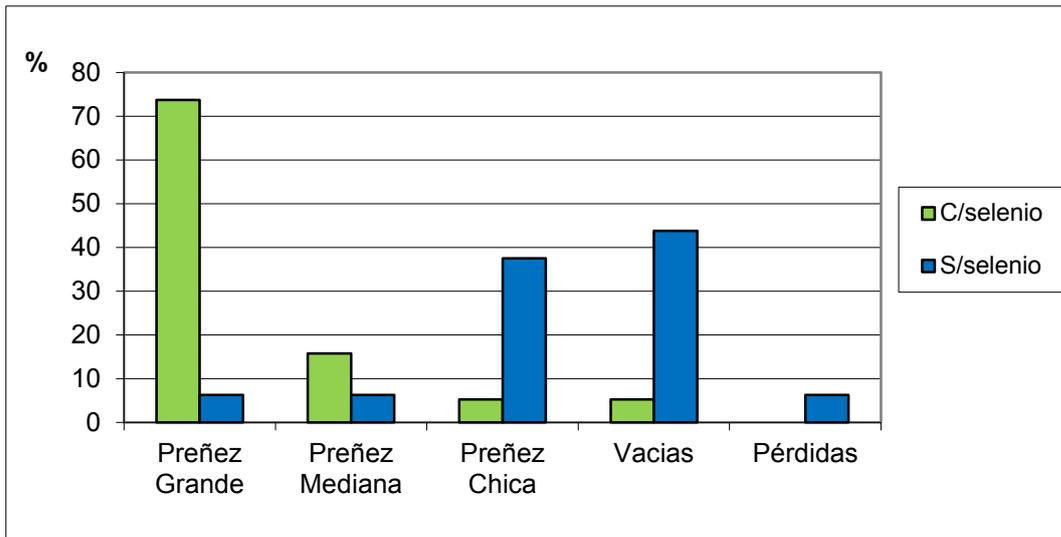
Las vacas que recibieron Se, se preñaron en un 44,7% más que las vacas que no recibieron suplementación, luego de finalizado el periodo de entore.

**Tabla 8:** Resultados de la segunda ecografía según preñez y estado gestacional.

Estado Gestacional	T1	T2
Preñez Grande (%)	6.3	73.7
Preñez Mediana (%)	6.3	15.8
Preñez Chica (%)	37.5	5.3
Vacías (%)	43.8	5.3
Pérdidas (%)	6.3	0

( $p < 0,05$ )

Dado que la mayoría de las vacas correspondientes al grupo suplementado se preñan en los primeros días del entore cuando se realizó la segunda ecografía se observó fetos de mayor tamaño, las preñeces medianas que se observaron corresponden al periodo inmediato anterior o posterior a la primera ecografía. Por otro lado el número de vacas que no se preñan en el grupo suplementado es significativamente menor al del grupo no suplementado (5,3% vs 43,8%). Para el caso de las vacas suplementadas no se produjo perdidas embrionarias mientras que para las no suplementadas se observó un 6,3% de pérdidas.



( $p < 0,05$ )

**Figura 6.** Resultados de preñez y estado gestacional a la segunda ecografía.

Trabajos anteriores como los de Robaina y col. (2013) buscaron elevar los niveles de selenio en sangre, suplementando previo al entore con una única dosis con el objetivo de mejorar la eficiencia reproductiva de sus vacas. Los valores en sangre para Se alcanzados en sus estudios no fueron los adecuados para rumiantes. Por eso, nos planteamos realizar cuatro dosificaciones con Se a los -90, -45, 0 y 45 días de comenzado el entore, buscando alcanzar niveles adecuados en sangre. El grupo de vacas suplementadas logro aumentar sus niveles de Se en sangre, alcanzando valores correspondientes a los rangos bajo/marginal (61 – 100 GPX U/g de Hb) y marginal (101 – 130 GPX U/g de Hb); mientras que para el grupo no suplementado los niveles logrados fueron deficientes (<60 GPX U/g de Hb).

## CONCLUSIONES:

La suplementación con selenio en sistemas de cría extensiva sobre suelos naturales de basalto resulta beneficiosa. Los suelos de basalto se caracterizan por tener bajos niveles de este mineral, lo que repercute directamente en la eficiencia productiva y reproductiva de los animales que pastorean sobre este tipo de suelos.

El grupo de animales suplementados obtuvo un mejor desempeño reproductivo frente al grupo no suplementado, logrando mayor porcentaje de preñez y preñeces más tempranas. Se observó también que las vacas suplementadas no registraron pérdidas reproductivas por muerte embrionaria mientras que las no suplementadas tuvieron un 6,3% de pérdidas.

Teniendo en cuenta que la eficiencia de los sistemas de producción de carne bovina de cría y ciclo completo está determinada fundamentalmente por el número de terneros nacidos o destetados/vacas servidas/año, los resultados obtenidos en nuestro ensayo demuestran que la suplementación con *Selfos plus*® en vacas carenciales, a dosis repetidas previo al entore, permite elevar sus niveles en sangre y así lograr un mejor desempeño reproductivo en las mismas, mejorando la eficiencia del sistema.

La mejora reproductiva en las vacas podría expresarse en un mayor número de terneros nacidos y/o destetados, lo que significaría una mayor producción de kilos de carne en el establecimiento haciendo más rentable el sistema.

## BIBLIOGRAFIA:

1. Acosta, L. (2007). El selenio. Disponible en: [http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion\\_mineral/95-selenio.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion_mineral/95-selenio.pdf). Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
2. Allen, W. M.; Bradley, R.; Berret, S.; Parr, W. H.; Swanack, K.; Barton, C. Q.; Macphee, A. (1975). Degenerative myopathy with myoglobinuria in yearling cattle. Br. Vet. J. 131: 292-308.
3. Alvarez, G.; Ruiz, C.; Urrutia, M. (1999). Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva de vacas de carne cruce de parición otoñal y el desempeño de sus terneros. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, 66 p.
4. Amermman, C. B.; Miller, S. M. (1975). Selenium in ruminant nutrition: a review. J Dairy Sci 58: 1561 - 1577.
5. Balbuena, O. (2010). El destete. Sitio Argentino de producción animal, 2010. INTA, Proyecto Regional Ganados y Carnes del Centro Chaco - Formosa. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/destete/87-Destete.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/87-Destete.pdf). Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
6. Barriel, C.; Gonzales, D.; Michelena, S. (2014). Efecto de la suplementación del selenio sobre las características productivas y reproductivas de vaquillonas de razas de carne. Tesis Facultad de Veterinaria, UDELAR, 53 p.

7. Bellows, A. R.; Short, R. E.; Richardson, G. V. (1982). Effects of sire, age of dam and gestation feed level on dystocia and postpartum reproduction. *J Anim Sci* 55: 18-27.
8. Berreta, E. J.; Risso, D. F.; Montossi, F.; Pigurina, G. (2000). Problems of animal production related to pastures in South America: Uruguay. En: Lemaire, G., J. Hodgson, A de Moraes C. Nabinger,. Carvalho, P. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. New York, CAB, p 377-394.
9. Bonavera, J. J.; Schiermann, G. C. S.; Alberio, R. H.; Mestre, J. (1990). A note on the effects of 72-hour calf removal and/or bull exposure upon post-partum reproductive performance of angus cows. *Anim Prod*. 50: 202-206.
10. Campos, R.; Hernández, E. A. (2008). Relación nutrición fertilidad en bovinos, un enfoque bioquímico y fisiológico. Palmira, UNC, 55 p.
11. Ceballos, A.; Wittwer, F. G. (1996). Metabolismo del Selenio en rumiantes. *Arch. Med. Vet.* 28: 5-18.
12. Ceballos, A.; Wittwer, F.; Contreras, P. A.; Bohmwald, H. (1998). Actividad sanguínea de glutatión peroxidasa en rebaños lecheros a pastoreo: variación según edad y época del año. *Arch. Med. Vet.* 29: 13-22.
13. Ceballos, A.; Wittwer, F. G.; Contreras, P. A.; Quiroz, A.; Bohmwald, H. (1999). Actividad de glutatión peroxidasa en bovinos lecheros a pastoreo correlacionada con la concentración sanguínea y plasmática de selenio. *Pesq. Agropec. Bras.* 34: 2331-2338.

14. Ciria, J. C.; Merin, R. V.; Garcia Latorre, J. C. (2005). Avances en nutrición mineral en ganado bovino. IX Seminario de Pastos y Forrajes, p. 50-69. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/112-Minerales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/112-Minerales.pdf). Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
15. Connor, H. C.; Houghton, P. L.; Lemanager, R. P.; Malven, P. V.; Parfet, J. R.; Moss, G. E. (1990). Effect of dietary energy, body condition and calf removal on pituitary gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) and hypothalamic opioids in beef cows. Dom Anim Endocrinol 7: 403-411.
16. Cutaia, (2006). Inseminación artificial a tiempo fijo: una herramienta para el mejoramiento genético. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
17. De Jarnette, M; Nabel, R. (2009). Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. Select reproductive solutions. Disponible en: [http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive\\_anatomy\\_spanish.pdf](http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf) Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
18. Dias, M. J.; De Andrade, V. J.; Alves De Souza, L. (1984). Efeito da interrupção temporária do desempenho de vacas Zebu. Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. 37:(2): 145-155.
19. Doornbos, D. E.; Bellows, A. R.; Burfening, P. J.; Knapp, V. W. (1984). Effects of dam age, prepartum nutrition and postpartum reproduction in beef females. J Anim Sci. 59: 1-10.
20. Dukes, H. H. (1999). Fisiología de los animales domésticos. 5ª ed. México, UTEHA, 2 v.

21. Dunn, T. G.; Kaltenbach, C. C. (1980). Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *J Anim Sci.* 57: 29-39.
22. Dunn, T. G.; Moss, G. E. (1992). Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J Anim Sci.* 70: 1580-1593.
23. Dycé, K. M.; Sack, W. O.; Wensing, L. J. G. (1999). *Anatomía veterinaria*. 2ª ed. México. Mc Graw- Hill / Interamericana. 951p.
24. Echenagusia, M.; Núñez, A.; Pereyra, A.; Riani, V. (1994). Efecto del destete temporario sobre la performance reproductiva, producción de leche y crecimiento del ternero de vacas Hereford bajo pastoreo en campo natural. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, 64 p.
25. Fernández Abella, D. (1993). Principios de fisiología reproducción ovina. Montevideo, Hemisferio Sur, 247p.
26. Fujitani, Y.; Kasai, K.; Ohtani, S.; Nishimura, K.; Yamada, M.; Utsumi, K. (1997). Effect of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro produced bovine embryos. *J Anim Sci.* 75: 483.
27. García Sacristán, A. (1998). Reproducción de los bóvidos. En: García Sacristán, A. *Fisiología veterinaria*. Madrid, Interamericana, p. 928-937.
28. Garmendia, J. (2006). Los minerales en la reproducción bovina. Disponible en: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/minerales.pdf>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
29. Gerloff, B. (1992). Effect of selenium supplementation in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 70: 3934-3940.

30. Geymonat, D. H. (1986). Efecto del destete temporario sobre la tasa de preñez de rodeos para carne. *Diálogo (IICA/BID/PROCOISUR)* 11: 167-172.
31. Gillen, R.; Sims, L. (2002). Stocking rate and cow-calf production on sand sagebrush rangeland. *J Range Manag* 55: 542-550.
32. Google earth. Fecha de consulta: 18 de Noviembre de 2015.
33. González de Bulnes, A.; Moreno, J. S.; Lopez, A. (1998). Crecimiento y desarrollo individual en el ovario de los rumiantes. *Arch Reprod Anim* 5: 48-59.
34. Hafez, ESE (1996). *Reproducción e inseminación artificial*. 6ª ed. México, Mc Graw- Hill / Interamericana, 542p.
35. Harrison, J. H.; Hancock, D. D.; Conrad, H. R. (1984). Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. *J. Dairy Sci* 67:123-132.
36. Hernández, J.; Ortega, A. (2009). *Manual de inseminación artificial en bovinos*. Mexico, UNAM, 52 p. Disponible en: [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50\\_Inseminacion\\_artificial.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/50_Inseminacion_artificial.pdf) Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
37. Hidiroglou, M.; Jenkins, K. (1973). Absorption of Se-selenomethionine from the rumen of sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 53: 345- 347.
38. INIA. (2008). Instituto nacional de investigación agropecuaria. Programa nacional de investigación producción de carne y lana, en el contexto del

INIA. Disponible en: <http://www.inia.org.uy/online/site/31583811.php>.

Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.

39. Koenig, K. M.; Buckley, W. T.; Shelford, J. A. (1991). True absorption of selenium in dairy cows: stable isotope tracer methodology and effect of dietary copper. *Can. J. Anim. Sci.* 71:175-183. 1991.
40. Lacuesta, P.; Vazquez, A. I. (2001). Efecto del destete precoz y la condición corporal al parto sobre la performance reproductiva de vacas primíparas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, 157p.
41. Laflamme, L. F.; Connor, M. L. (1992). Effect of postpartum nutrition and cow body condition at parturition on subsequent performance of beef cattle. *Canad J Anim Sci.* 72: 843-851.
42. Laster, D. B.; Glimp, H. A.; Gregory, K. E. (1973). Effects of early weaning on postpartum reproduction of cows. *J Anim Sci.* 36: 734-740.
43. Levander, O. A. (1986). Selenium. En: Mertz, W. Trace elements in human and animal nutrition. 5ª ed. Orlando, Academic Press, p. 209-279.
44. López Alonso, M.; Miranda, M.; Hernández, J.; Castillo, C.; Benedito, J. L. (1997). Glutación peroxidasa (GSH-Px) en las patologías asociadas a deficiencias de selenio en rumiantes. *Arch. Med. Vet.* 29: 171 – 180.
45. Makarechian, M.; Arthur, P. F. (1990). Effects on body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. *Theriogenology.* 34: 435-443.

46. Marti, E.; Mara, L.; Marti, J. I.; Muiño – Blanco, T.; Cebrián – Perez, J. A. (2007). Seasonal variations in antioxidant enzyme activity in ram seminal plasma. *Theriogenology* 67 (9): 1446-1454.
47. Mc Donald, L. E. (1991). *Endocrinología veterinaria y reproducción*. 4ª ed. México. McGraw- Hill / Interamericana. 551p.
48. Mc Dowell, L. R.; Conrad, J.; Ellis, G.; Loosli, J. (1984). Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnaaq591.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnaaq591.pdf). Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
49. Méndez, C. (2011). Inserción del Uruguay y sus carnes en el comercio exterior; ¿dónde están nuestras fortalezas? Foro de las carnes. Instituto Nacional de Carnes. Disponible en: [http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6060/1/mesa\\_4\\_diseno.pdf](http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6060/1/mesa_4_diseno.pdf). Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
50. MGAP. (1976). Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Clasificación de suelos. Montevideo, MGAP, V 1.
51. MGAP-DIEA. (2014). Anuario Estadístico. Ministerio de ganadería agricultura y pesca. Dirección de investigación de estadística agropecuaria. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Diea/>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
52. MGAP-OPYPA. (2014). Anuario 2014 OPYPA. Análisis sectorial y cadenas productivas. Temas de política. Estudios. Ministerio de ganadería agricultura y pesca. OPYPA 50 años. p 61-74.
53. MGAP-PRENADER. (2015). Grupo de suelos CONEAT. Disponible en: <http://www.prenader.gub.uy/coneat/>. Fecha de consulta: 19 de Noviembre de 2015.

54. Miles, W.; McDowell, L. R. (1983). Mineral deficiencies in the llanos rangeland of Colombia. *World Anim Rev.* 46 (2): 2 - 40.
55. Miller, J. K.; Brzezinska-Slebod-Zinska, F.; Madsen, C. (1993). Oxidative stress, antioxidants and animal function. *J. Dairy Sci.* 76: 2812-2823.
56. Murphy, M. G.; Boland, M. P.; Roche, J. F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *J Reprod Fertil* 90: 523-533.
57. Nett, T. M. (1987). Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. *J Reprod Fertil.* 34: 201-213.
58. Noreña, D. (2011). *Revista genética bovina colombiana*. Disponible en: <http://www.revistageneticabovina.com>. Fecha de consulta: 21 de octubre de 2015.
59. NRC (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*, 7<sup>a</sup> ed. Washington, National Academy Press, 408 p.
60. NRC (2005). *Mineral Tolerance of Animals: Second Revised Ed* Sciences-National Research Council, Washington. Academy of D. C.
61. Odde, K. G.; Kiracofe, G. H.; Schalles, R. R. (1986). Effect of fortyeight-hour calf removal, once-or-twice-daily suckling and Norgestomet on beef cow and calf performance. *Theriogenology*, 26: 371-381.
62. Orcasberro, R. (1991). Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. *INIA Serie técnica N° 13*, p 158-169.

63. Orcasberro, R. (1994). Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Parte I). *Rev Merc Agrop*, 206:12-16.
64. Perez, M. A.; Peña, F. A.; Benitez, M. J. (2011). Sales minerales en la ganadería de leche bovina. *Rev Sist Prod Agroecol* 2 (2): 65-80.
65. Pesutic, D.; Leyan, V.; Schurig, G.; Wittwer, F.; Contreras, P.; Kruze, J.; Matamoros, R. (2001). Efectos de una dieta selenio-deficiente sobre la respuesta inmune a la vacuna RB51 en vaquillas a pastoreo. V Jornadas Chilenas de Buiatría. Puerto Varas-Chile. pp. 141-142.
66. Peters, A. R.; Ball, P. J. (1991). Reproducción del ganado vacuno. Zaragoza, Acriba, 222 p.
67. Quintans, G.; Salta, M. V. (1988). Efecto del destete sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, 109 p.
68. Quintans, G. (1998). Opioid peptides and the regulation of gonadotropin release in post-partum beef cows and ewes. Tesis de doctorado, University of Aberdeen, U.K. 278 p.
69. Quintans, G.; Pigurina, G.; Paiva, N. (1999). Rodeo de cría. Alternativas de manejo para la zona este. INIA Treinta y Tres Actividades de difusión N° 195, p 1-23.
70. Quintans, G.; Viñoles, C.; Gari, C.; Paiva, N. (2000). Destete a corral: Resultados preliminares. INIA Treinta y Tres Actividades de difusión N° 225, p 58-64.
71. Quintans, G.; Yldiz, S.; Gebby, F. E.; Hutchinson, J. S. M.; Broadbent, P. J.; Sinclair, K. D. (2000). Opioid peptides and the suckling and

- nutritionally-induced suppression of LH release in post-partum beef cows. 14<sup>o</sup> International Congress on Anim Reprod. 1: 171 (Abstract).
72. Quintans, G.; Vázquez, A. I. (2002). Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. INIA Tacuarembó-INIA Treinta y Tres Actividades de difusión N° 288, p 110-122.
73. Randel, R. D. (1985). Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). Theriogenology. 21: 170-185.
74. Randel, R. D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J Anim Sci, 68: 853-862.
75. Radox Laboratories (1994). Technical brief. Crumlin, UK. 2p.
76. Rava, C.; Ferraro, Z. B.; Lanfranco, B. (2012). Competitividad y transferencias en la cadena cárnica bovina en Uruguay. INIA Serie Técnica N° 198, 42 p.
77. Reinoso, V.; Soto, C. (2009). Importancia de la vitamina E y el selenio en vacas lecheras. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
78. Reza, L. C. (2009). Efectos de la vitamina E y Selenio sobre parámetros reproductivos y productivos de los bovinos. Disponible en: <http://www.slideshare.net>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
79. Rice, L. E. (1991). The effects of the nutrition on reproductive performance of beef cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 7: 1-26.

80. Robaina, F.; Irabuena, O.; Sterla, S.; Fernandez Abella, D. (2013). Efecto de la suplementación con Selfos Plus® sobre el desempeño reproductivo en bovinos. 36° Congreso Argentino de Producción Animal, 1 al 3 octubre de 2013 Corrientes, Argentina, p 12.
81. Roche, J. F. (1996). Physiology and practice of induction and control of oestrus in cattle. XIX World Buiatrics Congress, Edingurgh 8-12 July 1996. Proceedings Vol. 1: 157-163.
82. Rovira, J. (1996). Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur, 288p.
83. Ruiz, L. A.; Aréchiga, C. F.; Morales, S.; Ortiz, O.; Gutiérrez, C. G.; Hernández, J. (2009). Incidencia de patologías uterinas y fertilidad de vacas Holstein tratadas con selenio y vitamina E antes y después del parto. Vet. Méx 40 (2): 133-140.
84. Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina. RED VET. Revista electrónica de veterinaria, 11(9): 1-10. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
85. Sapelli, H. A.; Taferrnaberry, M. I. (1989). Efecto del destete precoz sobre el comportamiento reproductivo en vacas de carne. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, 106 p.
86. Savio, J. D.; Boland, M. P.; Roche, J. F. (1990). Development of dominant follicles and lenth of ovarian cycles in postpartum dairy cows. J Reprod Fertil. 88: 581-591.

87. Scalzilli, B.; Moraes, I. (2012). O ciclo estral nas especies domesticas. Web Video Quest de fisiología veterinaria – UFF. Disponible en: <http://www.uff.br/webvideoquest/MN/LM18.htm>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2015.
88. Schillo, K. K. (1992). Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim Sci.* 70: 1271-1282.
89. Segerson, E. C.; Murray, F. A.; Moxon, A. L.; Redman, D. R.; Conrad, H. R. (1977). Selenium/vitamin E: role in fertilization of bovine ova. *J Dairy Sci*, 60:1001–1005.
90. Shively, T. E.; Williams, G. L. (1989). Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows following varying intervals of temporary weaning. *Dom Anim Endocrinol.* 6 (4): 379-387.
91. Short, R. E.; Bellows, R. A.; Moody, E. L.; Howland, B. E. (1972). Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J Anim Sci* 31: 70-74.
92. Short, R. E.; Bellows, A. R.; Staigmiller, R. B.; Berardinelli, J. G.; Custer, E. E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci.* 68: 799-816.
93. Simeone, A. (1995). Destete precoz: una alternativa tecnológica para incrementar la productividad del rodeo de cría. *Cangüe.* 5: 22-27.
94. Simeone, A. (2000). Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. *INIA Treinta y Tres Serie Técnica* 108, p 35-39.

95. Simeone, A.; Berretta, V. (2002). Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur, 118 p.
96. Stagg, K.; Diskin, M. G.; Sreenan, J. M.; Roche, J. F. (1995). Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim Reprod Sci.* 38: 49-61.
97. Stahringer, R. C. (2001). Estrategias para el manejo de anestro postparto en rodeos de cría. Congreso Nacional de Veterinaria. EEA INTA Colonia Benítez, Provincia de Chaco, Argentina. p. 1-9.
98. Stevenson, J. S.; Knoppel, E. L.; Minton, J. E.; Salfen, B. E.; Garverick, H. A. (1994). Estus, Ovulación, Luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *J Anim Sci.* 72: 690-699.
99. Tedo, G.; Casas, J. (2005). Importancia de los aportes de microminerales en la dieta de ganado ovino. TEGASA – Departamento Técnico Rumiantes. Disponible en: <http://www.tegasa.com>. Fecha de consulta: 21 de octubre de 2015.
100. Tommasino, H.; Bruno, Y. (2007). Algunos elementos para la definición de productores familiares, medios y grandes. Anuario 2005, OPYPA, MGAP, Uruguay. Disponible en: [http://www.coprofam.org/admin/uploads/archivos/reaf/hy5ua8rk9ANEXO\\_XIII.pdf](http://www.coprofam.org/admin/uploads/archivos/reaf/hy5ua8rk9ANEXO_XIII.pdf) Fecha de consulta: 21 de octubre de 2015.
101. Trenkle, A.; Willham, R. L. (1977). Beef production efficiency. *Science*, 198:1009- 1014.

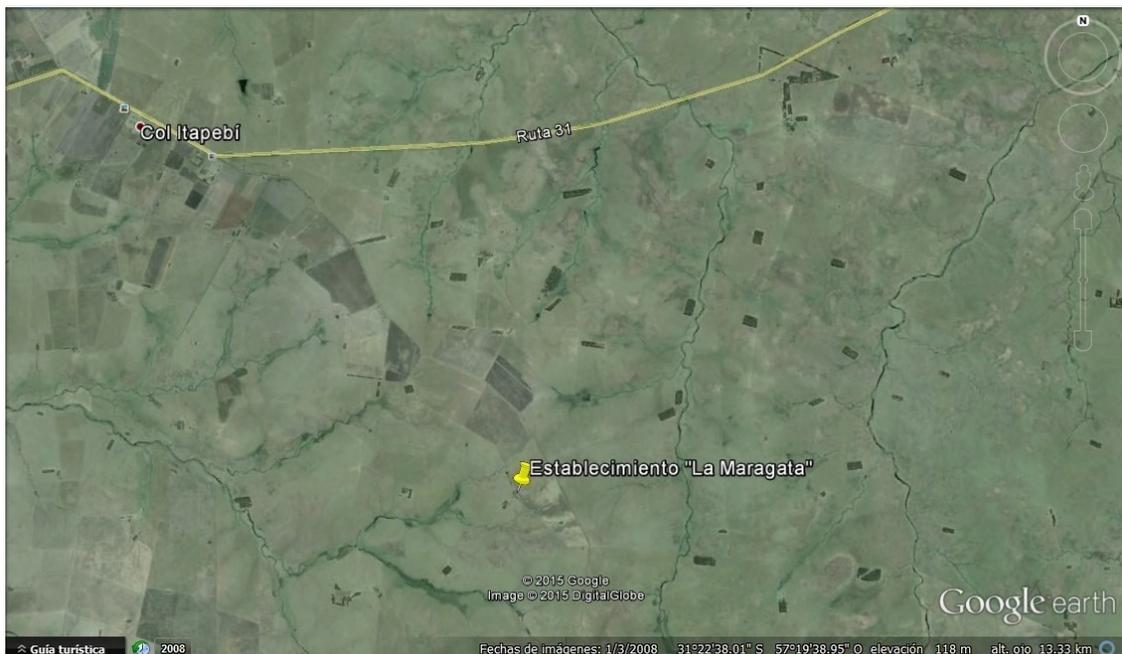
102. Underwood, E. J. (1977). Trace elements in human and animal nutrition. 4<sup>a</sup> ed. New York, Academic Press, 545 p.
103. Underwood, E. J. (1981). The mineral nutrition of livestock. 2<sup>a</sup> ed. London Commonwealth Agricultural Bureaux, 180 p.
104. Ungerfeld, R. (2002). Reproducción en los animales domésticos. Montevideo, Melibea, V 1 y V 2.
105. Van Vleet, J. F. (1975). Retention of selenium in tissue of calves lambs and pigs after parenteral injection of selenium-vitamin E preparation. Am. J. Vet. Res. 36: 1335-1340.
106. Viker, S. D.; Larson, R. L.; Kiracofe, G. H.; Stewart, R. E.; Stevenson, J. S. (1993). Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows required tactile stimulation by the calf. J Anim Sci 71: 999-1003.
107. Villanueva, G. J. (2011). Nutrición del ganado: selenio. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Fecha de consulta: 21 de octubre de 2015.
108. Vivas Garay, J. A. (2008). Toxicología veterinaria. Managua, Universidad Nacional Agraria, 118 p.
109. Wichtel, J. J. (1998). A review of selenium deficiency in grazing ruminants. Part 1: New roles for selenium in ruminant metabolism. N. Z. Vet. J. 46: 47-52.

110. Williams, G. L.; Kozirowski, M.; Osborn, R. G.; Kirsch, J. D.; Slanger, W. D. (1987). The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking or the physical presence of the calf. *Biol Reprod.* 36: 1079-1084.
111. Williams, G. L. (1990). Suckling as a regulator of post-partum rebreeding in cattle. A review. *J Anim Sci* 68: 831-852.
112. Williams, G. L.; Gazal, O. S.; Guzman Vega, G. A.; Stanko, R. L. (1996). Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim Reprod Sci.* 42: 287-297.
113. Wittwer, F.; Araya, O.; Contreras, P. A. (2002). Strategic procedures for important herd problems of heifers. En: Kaske M., Scholz M, Höltershinken M (eds.) *Recent Developments and Perspectives in Bovine Medicine.* Hannover, Tierärztliche Hochschule, p. 396-409.
114. Wright P. L.; Bell M. C. (1966). Comparative metabolism of selenium and tellurium in sheep and swine. *Am. J. Physiol.* 211:6-10.
115. Wright, I. A.; Rhind, S. M.; Russel, A. J. F.; Whyte, T. K.; Mc Bean, A. J.; Mc Millen, S. R. (1987). Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Anim Prod.* 45: 395-402.
116. Wright, I. A.; Rhind, S. M.; Whyte, T. K. (1992). A note on the effects of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anoestrous period and LH profiles in beef cows. *Anim Prod.* 54: 143-146.

## ANEXOS:

### Anexo 1:

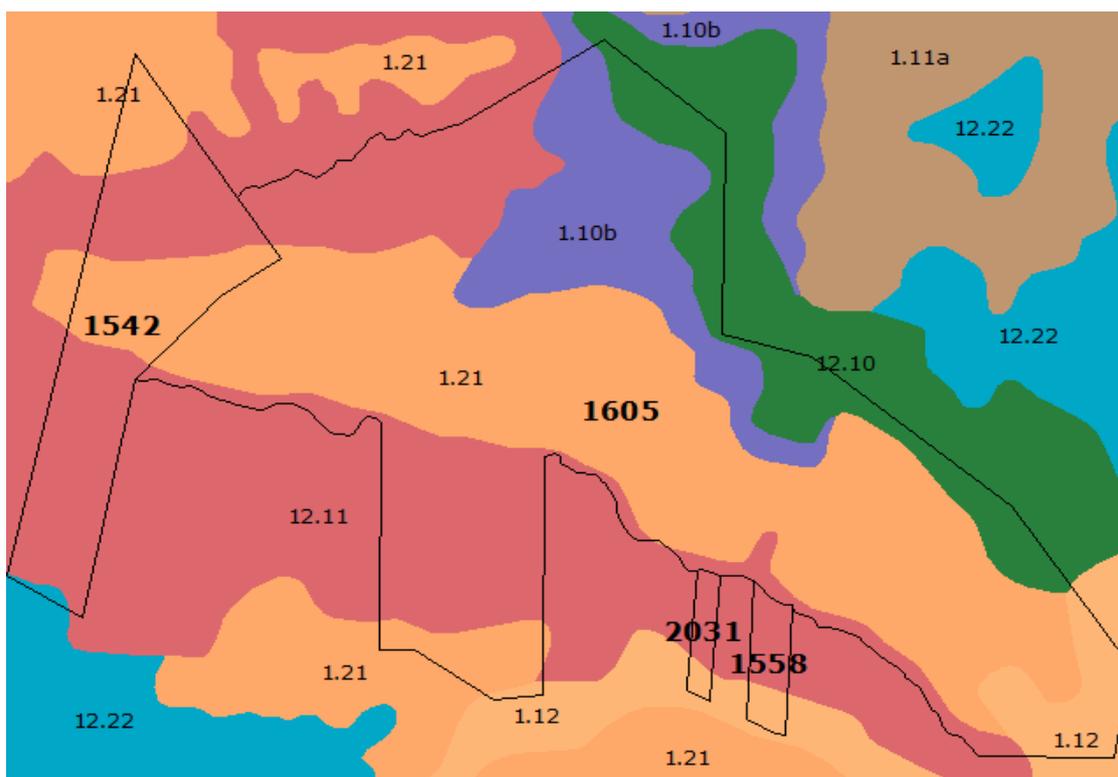
**Ubicación del predio:** El establecimiento “La Maragata” se encuentra ubicado en el departamento de Salto, paraje Colonia Itapebí. (31° 50´ latitud sur).



Fuente: Google earth.

Anexo 2:

**Suelos CONEAT del predio:** Mapa de suelos y descripción de suelos para el establecimiento “La Maragata”, según padrón (MGAP-PRENADER, 2015):



Departamento	N° de padrón	Secc. Policial	Sup. Catastral (Has)	Índice de productividad
Salto	1542	9	187	131
Salto	1558	9	14	127
Salto	1605	9	978	94
Salto	2031	9	7	131

**1542**

Grupo	Índice	%
12.22	151	1.14
1.21	86	35.45
12.11	162	63.41

**1558**

Grupo	Índice	%
1.12	61	30.82
12.11	162	69.18

**1605**

Grupo	Índice	%
1.21	86	48.75
1.12	61	4.25
12.1	109	8.95
1.10b	30	14.17
12.11	162	23.89

**2031**

Grupo	Índice	%
1.12	61	26.46
12.11	162	73.54

### Anexo 3:

**Descripción de grupos de suelos CONEAT:** Descripción de los grupos de suelos para el establecimiento la “Maragata”.

**12.22:** El relieve es de lomadas fuertes (3 a 6% de pendiente) y suaves (1 a 3%), con valles cóncavos asociados. Incluye también interfluvios ondulados convexos. Los suelos dominantes son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Eutricos Típicos (Praderas Negras mínimas). Como suelos asociados ocupando las pendientes mayores, se encuentran suelos de menor profundidad: Vertisoles Háplicos (Grumosoles) moderadamente profundos, Brunosoles Eutricos Típicos moderadamente profundos y superficiales (Praderas Negras superficiales y Regosoles) y Litosoles Eutricos Melánicos (Litosoles Negros). El uso actual es pastoril, pero existen áreas donde se puede hacer agricultura aunque con limitaciones. Se corresponde con la unidad Itapebí – Tres Arboles de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 151.

**1.21:** El relieve de este Grupo es de lomadas fuertes (Pendientes de 3 a 6%) incluyendo también pequeños interfluvios y valles. La rocosidad y/o pedregosidad oscilan de 2 a 6%. Los suelos dominantes que ocupan de 50 a 75% de la superficie son: Litosoles Eutricos Melánicos, de colores negros a pardo oscuro y a veces pardo rojizos y rojos (ródicos) y Brunosoles Eutricos Típicos de profundidad moderada, (Praderas Negras mínimas y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Las características de los suelos son: color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de basalto en todo el perfil, alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. Los suelos asociados, que ocupan de 25 a 50% de la superficie son: Litosoles Subéutricos Melánicos de textura franca muy superficiales, ródicos, (Litosoles rojos) y tienen una profundidad de 30 cms, aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10 cms); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media (en los Subéutricos) a alta (en los Eutricos). También como asociados aparecen Brunosoles Eutricos Típicos (Praderas Negras mínimas) y Vertisoles

Háplicos (Grumosoles). El uso actual es pastoril, aunque hay algunas zonas dentro de este grupo donde se hace agricultura. Este grupo integra la unidad Curtina de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se distribuye en toda la región basáltica, pudiéndose mencionar como zona típica la Ruta 31, en las inmediaciones del Arroyo Valentín Chico. Índice de Productividad 86.

**12.11:** El relieve es de lomadas suaves (1 a 3% de pendientes) con valles cóncavos asociados. Incluye también interfluvios ondulados convexos. Los suelos dominantes son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Eutricos Típicos (Praderas Negras mínimas). Como suelos asociados, ocupando las pendientes más fuertes, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles), moderadamente profundos, Brunosoles Eutricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras superficiales) y superficiales (Regosoles) y Litosoles Eutricos Melánicos (Litosoles Negros, a veces pardo rojizos). El uso actual es pastoril agrícola. En este grupo hay áreas donde se puede incentivar la agricultura, aunque los suelos presentan limitaciones. Se corresponde con la unidad Itapebí - Tres Arboles de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se pueden mencionar como zonas típicas los alrededores de Tomás Gomensoro, Itapebí, Laureles y Palomas. Índice de Productividad 162.

**1.12:** El relieve correspondiente a este grupo es de zonas altas planas (interfluvios tabulares) que coinciden con relictos de la formación Arapey. La rocosidad y/o pedregosidad varían de 5 a 10%; ocasionalmente pueden alcanzar hasta 20%. Hasta el 75% de la superficie del grupo está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo, el resto corresponde a suelos de profundidad moderada. Los suelos dominantes son Litosoles Subéutricos (a veces Eutricos) Melánicos ródicos (Litosoles rojos). Como suelos asociados se encuentran Litosoles Eutricos Melánicos (Litosoles negros) Brunosoles Eutricos Típicos (Praderas Negras superficiales y Regosoles) y Vertisoles Háplicos (Grumosoles) de profundidad moderada. Los suelos son de uso pastoril. La vegetación es de pradera invernal, de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) y cerrado en los valles. Se corresponde con la unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 61.

**12.10:** El relieve es una altiplanicie (pendientes 0 a 1%) con lomadas suaves (1 a 3% de pendientes) en las zonas de disección. Entre los suelos dominantes encontramos Planosoles Eutricos Melánicos de 70 cm o mas de profundidad, de color pardo oscuro en superficie y negro en profundidad, presentando motas pardo oscuras a pardo rojizas en los horizontes superiores e incluso blancuzcas en el horizonte A2; textura franco limosa, drenaje imperfecto y fertilidad natural media a alta, Brunosoles Eutricos Típicos (Praderas Negras mínimas) son suelos profundos de 70 cm y mas, color pardo oscuro a negro, textura franco arcillo limosa con gravillas de basalto en todo el perfil y calcáreo en concreciones y/o disperso, Vertisoles Háplicos (Grumosoles) de profundidad variable entre 50 y 120 cm o más, de color pardo muy oscuro y negro de textura arcillo limosa a arcillosa apareciendo gravillas en todo el perfil y concreciones de carbonato de calcio en todo el perfil y/o disperso. Como suelos asociados, ocupando los quiebres de pendientes, se encuentran Litosoles Eutricos Melánicos (Litosoles negros, a veces pardo rojizos), como variante superficial y Brunosoles y Vertisoles como suelos moderadamente profundos. Se pueden encontrar en forma accesoria Brunosoles Eutricos Lúvicos (Praderas Negras máximas). El uso actual es pastoril. En este Grupo hay áreas donde se puede hacer agricultura, aunque los suelos presentan limitaciones. Se corresponde con la unidad Cuaró de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se ubica fundamentalmente en Cuaró, inmediaciones de Diego Lamas y Sequeira. Índice de Productividad 109.

**1.10b:** El relieve es de sierras con escarpas escalonadas y laderas de disección de forma convexa; incluye pequeños valles. Las pendientes modales son de 10 a más de 12%. La rocosidad y/o pedregosidad varían de 20 a 30% pudiendo ser a veces de más de 30%. De 85 a 95% de la superficie de este grupo está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo donde aflora la roca basáltica; el resto son suelos de profundidad moderada. Los suelos dominantes son Litosoles Subéutricos (a veces Eutricos) Melánicos, ródicos (Litosoles pardo rojizos). Tienen una profundidad de 30 cms, aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10 cms); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media (en los Subéutricos) a alta (en los

Eutricos). Estos suelos se encuentran en las posiciones más fuertes del paisaje (sierras con escarpas y laderas de disección de más de 6% de pendientes). Como asociados, ocupando pendientes menores, se encuentran Litosoles Eutricos Melánicos (Litosoles negros) y Brunosoles Eutricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Ocupando pequeños valles y zonas cóncavas, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles) de profundidad moderada y profundos. Los suelos son de uso pastoril. La vegetación es de pradera invernal, de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) y cerrados en los valles. Este grupo corresponde con la unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se distribuye en toda la región basáltica, pudiéndose mencionar como zona típica, sobre Ruta 26, en las inmediaciones de Tambores. Índice de Productividad 30.

#### Anexo 4:

**Registros meteorológicos:** Registros del periodo comprendido entre los meses de Febrero a Setiembre del año 2014, aportados por la estación meteorológica ubicada en la Estación Experimental Facultad de Agronomía, San Antonio. Salto. (Comunicación personal - Ing. Agr. Celmira Saravia).

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
TMED <sup>(1)</sup>	24	21	19	15	12	13	15	16
TXM <sup>(2)</sup>	28	26	24	19	17	18	21	22
TNM <sup>(3)</sup>	19	15	13	11	7	9	8	11
TX <sup>(4)</sup>	34.8	32.8	32	24	22.8	24.6	30	30.5
TN <sup>(5)</sup>	13	7.7	6.5	2	0.1	-0.3	1.9	5.7
RR <sup>(6)</sup>	201.4	116.5	206.6	52.9	52.9	178.1	16.2	85.7
FRR <sup>(7)</sup>	16	11	6	16	10	11	5	13
HR <sup>(8)</sup>	78.9	76.4	80.8	88.6	84.5	83.4	70.2	80.5
T s/c <sup>(9)</sup>	16.5	10.9	8.5	6.3	2.6	4.0	3.5	7.1
T s/c <sup>(10)</sup>	8.1	3.4	1	-2	-7.2	-6	-5.5	-0.5
N°HM <sup>(11)</sup>	0	0	0	0	0	1	0	0
N°HAM <sup>(12)</sup>	0	0	0	3	15	12	11	2

Fuente: EEFAS, Salto 2014.

#### Referencias:

- (1)Temp. media mensual.
- (2)Temp. máxima media.
- (3)Temp. mínima media.
- (4)Temp. máxima absoluta.
- (5)Temp. mínima absoluta.
- (6)Precipitación acumulada mensual.
- (7)Días con precipitación.
- (8)Humedad relativa promedio.
- (9)Temp. Mín.s /césped media mensual.
- (10)Temp. mínima absoluta s/ césped.
- (11)Número de heladas meteorológicas (1,5 m).
- (12)Número de heladas agromet. (0,05m).

