**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

# SUBFERTILIDAD EN VACAS PARA CARNE: CARACTERIZACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD OVÁRICA

**por**

ALVEZ, Andrea

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**

**2014**

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

TESIS aprobada por:

Presidente de mesa: _____

Marcelo Rodríguez

Segundo miembro: _____

Dra. Carolina Viñoles Gil

Tercer miembro: _____

Ing. Agr. Graciela Quintans

Cuarto miembro: _____

Dra. Ana Meikle

Fecha: 29/09/2014

Autor: _____

Andrea Lorena Alvez Cerizola

**A mi abuela Evangelina Müller por transmitirme sus fuertes convicciones de lucha por lograr una meta, simplemente gracias**

**AGRADECIMIENTOS**

A Carolina Viñoles por su contribución en mi formación profesional en destrezas prácticas y teóricas para realizar esta tesis, y orientarme, motivarme y exigirme lo necesario para cumplir con las obligaciones del caso y hacer posible la finalización del trabajo
A Ana Meikle por brindar su tiempo en corregir la tesis y orientarme.

A Serrana Guillén por el apoyo al trabajo de campo que fue fundamental y Milena Sequeira por el procesamiento de muestras en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de Facultad de Veterinaria.

Al personal de INIA Tacuarembó, especialmente a Daniel Parada que estuvo en la mayor parte del trabajo de campo.

A mi familia por apoyarme en el transcurso de mi carrera y formarme en valores.

**TABLA DE CONTENIDO**

PÁGINA DE APROBACIÓN ..... 1
AGRADECIMIENTOS ..... 3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS ..... 6
RESUMEN ..... 7
SUMMARY ..... 8
INTRODUCCIÓN ..... 9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA ..... 10
Relevancia de la cría en la ganadería ..... 10
Eficiencia reproductiva ..... 10
Síndrome de vaca repetidora ..... 12
HIPÓTESIS ..... 14
OBJETIVO ..... 14
MATERIALES Y MÉTODOS ..... 14
Selección de los animales ..... 14
Sanidad en vacas ..... 15
Animales y diseño experimental ..... 16
Sincronización de estros ..... 16
Ultrasonografía ovárica ..... 16
Procesamiento de sangre y análisis de progesterona ..... 17
Asignación de forraje ..... 17
Determinaciones en los animales ..... 17
Peso vivo ..... 17
Condición corporal ..... 18
Altura ..... 18
Músculo y grasa ..... 18

Análisis Estadístico ..... 19
RESULTADOS ..... 19
Peso vivo y ganancia diaria de peso ..... 19
Condición corporal ..... 22
Altura ..... 23
Músculo y grasa ..... 24
Dinámica folicular ..... 24
Perfiles de progesterona ..... 26
DISCUSIÓN ..... 27
CONCLUSIONES ..... 31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 32

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1: Registro de altura de anca en vacas fértiles y subfértiles . .24
Cuadro 2: Porcentaje de grasa intramuscular, AOB, grasa subcutánea y P8 en vacas fértiles y subfértiles... .24
Cuadro 3: Número de ondas foliculares, área del cuerpo lúteo (CL), cantidad de folículos de 2 a 5 mm, duración del ciclo e intervalo celo-ovulación en vacas fértiles y subfértiles ...26
Figura 1: Representación esquemática del diseño experimental .....16
Figura 2: Posición para una correcta medición de la altura de la cadera .. .....18
Figura 3: Evolución del peso vivo, corregido por peso a los 205 días de edad, desde el nacimiento hasta la culminación del experimento en vacas fértiles y subfértiles .. .21
Figura 4: Evolución de la condición corporal desde el inicio del período de servicios con 2 años de edad hasta la culminación del experimento para vacas fértiles y subfértiles .. 23
Figura 5: Perfiles de crecimiento de los folículos ovulatorios y sus subordinados, folículo dominante de la primer onda y su subordinado, folículo dominante de la segunda onda y su subordinado y folículo dominante de la primer onda del siguiente ciclo y su subordinado y folículos totales en vacas subfértiles y fértiles .. .. 25
Figura 6: Perfiles de progesterona durante la fase folicular inducida por la prostaglandina, fases luteales temprana y media-tardía y fase folicular espontánea del ciclo y fase luteal temprana del siguiente ciclo en vacas fértiles y subfértiles .. .. 27

**RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue caracterizar los patrones de crecimiento de los folículos y del cuerpo lúteo (CL) y la concentración de progesterona durante el ciclo estral en vacas adultas con diferente grado de fertilidad. Se utilizaron 11 vacas Hereford (fértiles n = 5; subfértiles n = 6) de 89 meses de edad. Las categorías fueron definidas basadas en la preñez luego de 5 servicios (3 después de inseminación artificial y 2 servicios naturales consecutivos) realizados a los 24 y 73 meses de edad (total de 10 servicios) en fértiles (si quedó preñada al primer servicio con 24 meses de edad, y quedó preñada 3 veces a los 73 meses de edad) y subfértil (si quedó preñada en el cuarto o quinto servicio o no quedó preñada a los 24 meses pero quedó preñada una o dos veces a los 73 meses de edad habiéndose realizado el servicio y posterior inducción de aborto en caso de que la vaca estuviera preñada). A los 89 meses el tracto reproductivo fue examinado por ultrasonografía para evaluar presencia de contenido uterino y todas las vacas fueron sincronizadas con dos dosis de prostaglandina (PG) con intervalo de 14 días y los signos de estros fueron observados cada 12 horas luego de la segunda dosis de PG. La ecografía ovárica comenzó el día de la segunda dosis de PG y continuó diariamente por un ciclo estral completo y cada 8 horas luego del segundo celo espontáneo hasta el día 7 del siguiente ciclo. Se evaluó el área de hojo de bife y depósitos grasos subcutáneo, intra e intermuscular por ultrasonografía al final del experimento. Las muestras de sangre fueron extraídas diariamente durante este período para determinar la concentración de progesterona por radioinmunoanálisis. No hubieron diferencias en la dinámica folicular, número de ondas foliculares, área del CL, número de folículos de 2 - 5 mm, número de folículos totales, duración del ciclo estral y el intervalo celo-ovulación entre grupos. Sin embargo, la concentración de progesterona fue menor en vacas fértiles (5,19 ± 1,08 ng/ml) que en vacas subfértiles (7,58 ± 0,96 ng/ml; $P < 0,01$) desde el día 8 al 18 del ciclo. Las vacas fértiles tuvieron mayor área de ojo de bife (76,68 ± 3,14 $cm^2$) que las vacas subfértiles (66,93 ± 2,87$cm^2$; $P < 0,01$), asociada a una mayor tasa de crecimiento y peso vivo durante el período prepuberal. En conclusión, bajo las condiciones en que fue realizado este experimento observamos que las vacas fértiles tuvieron una mayor área de ojo de bife comparadas con las vacas subfértiles. Las vacas fértiles tuvieron menores concentraciones de progesterona del día 8 al 18 del ciclo estral respecto a las subfértiles, pero esta diferencia no tuvo efectos en el crecimiento y desarrollo folicular.

**SUMMARY**

The aim of this study was to characterize the pattern of follicle and corpus luteum (CL) development and progesterone concentrations during the oestrus cycle of cows in different fertility categories. Eleven seven-year old Hereford cows (fertile n = 5; sub-fertile n = 6) were used in this experiment. The categories were defined based on their pregnancy after 5 services (3 after artificial and 2 after natural consecutives services) at 24 and 73 months of age (10 services in total) in fertile (if being pregnant at first service with 24 months of age, got pregnant 3 times at five years old) and sub-fertile (if they got pregnant in the fourth of fifth service or did not got pregnant at 24 months of age and got pregnant one or two times at 73 months of age and considering the abortion was induced after each services). At 89 months of age, the reproductive tract was examined and all cows were synchronized with two prostaglandin (PG) injections given 14 days apart and signs of oestrous behaviour observed every 12 hours after the second prostaglandin injection. The ovarian ultrasonography examination started the day of the second PG injection and continued daily for a complete oestrous cycle and every 8 hours after second spontaneous oestrus up to day seven of the following cycle. Rib eye area and subcutaneous, intramuscular and intermuscular depot were evaluated by ultrasonography at end of the experiment. Blood samples were collected daily during this period to determinate progesterone concentrations by radioimmunoassay. There were no differences in follicle dynamics, number of follicular waves, area of the CL, number of 2 - 5 mm follicles, total number of follicles, duration of the oestrous cycle and interval from oestrus to ovulation between groups. However, progesterone concentrations were lower in fertile (5.19 ± 1.08 ng/ml) than in sub-fertile cows (7.58 ± 0.96 ng/ml; $P<0.01$) from Day 8 to 18 of the cycle. Fertile cows had a greater rib eye area (76.68 ± 3.14 $cm^2$) than sub-fertile cows (66.93 ± 2.87 $cm^2$; $P < 0.01$) that was associated with a greater average daily gain and live weight during the prepuberal period. In conclusion, under the conditions in which this experiment was conducted, a greater rib eye area was observed in fertile than sub-fertile cows. Fertile cows had lower progesterone concentrations from Day 8 to 18 of the cycle compared to sub-fertile cows, but this difference had no impact on follicle growth and development.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva es un factor crítico en la rentabilidad de los sistemas de producción de carne (Oliveira y col., 2002). En Uruguay la baja eficiencia reproductiva ha

72,3 % y la tasa de procreo (terneros destetados/vientres entorados) adquiere valores de 63 % (MGAP-DIEA, 2013).

la cola de parición, y constituyen el núcleo de vacas difíciles de preñar cada año, porque no se recuperan al momento de retirar los toros y en muchos casos se terminan descartando del rodeo.

Las vacas repetidoras tienen patrones hormonales alterados alrededor del estro, caracterizados por concentraciones supra-basales de progesterona al momento del estro (día 0) y al día 1 (Gustafsson y col., 1986; Albihn, 1991; Båge y col., 2002). Esto determina que el período de manifestación estral sea más prolongado, con un mayor intervalo desde el inicio del estro al pico preovulatorio de LH e inicio del estro a la ovulación (Gustafsson y col.,1986). Además del mencionado retraso en el pico de LH, la amplitud del mismo (LH total liberada) fue menor en vacas repetidoras comparadas con las vaquillonas vírgenes (Gustafsson y col.,1986).

La relevancia del hallazgo de niveles suprabasales de progesterona al estro en vacas repetidoras (Gustafsson y col., 1986), es debido a que estos niveles prolongan el desarrollo del folículo dominante, y por lo tanto ovula un folículo más viejo, de menor fertilidad (Sirois y col., 1990; Duchens y col., 1994; Duchens, 1995; Duchens y col., 1995; Revah y col., 1996; Viñoles y col., 1999; Viñoles y col., 2001). La baja fertilidad de folículos envejecidos se asocia con una menor tasa de recambio folicular, lo que determina una menor número de ondas por ciclo(Adams y col., 1992a). Durante el ciclo estral, los folículos se desarrollan en un patrón de 2 o 3 ondas, cuya emergencia es estimulada por un aumento en las concentraciones de FSH (Adams y col.,1992a). Una onda folicular involucra el reclutamiento inicial de un grupo de folículos sensibles a las gonadotrofinas donde uno, en especies mono-ovulatorias, es seleccionado para continuar su desarrollo y se transforma en el folículo dominante. Dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, el folículo dominante ovula o se vuelve atrésico (folículo dominante anovulatorio; Sirois y col., 1988). El número de ondas que se desarrollan durante el ciclo, depende en parte de los niveles de progesterona circulantes. Altos niveles de progesterona tienen un efecto supresivo sobre el crecimiento del folículo más grande dando lugar a más ondas por ciclo, mientras que bajos niveles de progesterona tienen un efecto estimulatorio sobre el tamaño folicular (Adams y col.,1992b). Si las concentraciones de progesterona son significativamente menores a las normales durante la fase lútea, aumenta la frecuencia de pulsos de LH (Stock y col., 1993) y se produce la persistencia del folículo dominante (Mihm y col., 1994). Vacas con ciclos estrales de 2 ondas, tienen una menor duración del ciclo estral y ovulan un folículo más viejo comparadas con vacas de 3 ondas (Lucy, 2001; Townson y col., 2002). Se ha descrito que las vacas que desarrollan 2 ondas tienen menos fertilidad que las que desarrollan 3 ondas foliculares (Ahmad y col., 1997). A pesar de que las vacas repetidoras tienen niveles de progesterona y estradiol alterados, se desconoce si está asociado a cambios en la dinámica folicular y luteal durante el ciclo estral. La información con respecto a la concentración de progesterona durante la fase luteal en vacas fértiles y subfértiles es inconsistente. Båge y col., (2002) no observaron diferencias cuando las concentraciones de progesterona se midieron diariamente durante el ciclo estral, pero Båge (2002) observa mayores concentraciones en vacas fértiles respecto a las subfértiles, cuando las muestras se extrajeron a intervalos de cuatro a seis días durante el ciclo estral (Días 0, 6 ,12 y 16). La progesterona es la hormona que estimula el desarrollo embrionario, y determina su capacidad de producir interferón tau (Ergene, 2012), por lo cual sus concentraciones en la fase

luteal temprana (llegada del embrión al útero), y fase luteal media-tardía (reconocimiento materno de la gestación) determinan el éxito reproductivo.

El modelo experimental de vaca repetidora, ha comparado los parámetros reproductivos de vacas repetidoras con los de vaquillonas vírgenes, para eliminar la potencial presencia de enfermedades reproductivas (Båge, 2002). Sin embargo, esta comparación puede tener el efecto confundido de la edad, y por lo tanto del peso vivo, en las diferentes variables. Además, dado que las vaquillonas control nunca han sido servidas, se podrían estar utilizando como normales a vaquillonas potencialmente repetidoras. Considerando que las vaquillonas todavía no han alcanzado el tamaño adulto al momento del primer servicio, con 24 meses de edad, sería importante compararlas con vacas fértiles de la misma edad y poder evaluar la fertilidad de los mismos animales cuando han completado su desarrollo corporal (ej. 73 meses de edad; Arango y col.,2002). Por este motivo, la selección de las vacas para este experimento, se realizó basado en la fertilidad obtenida a los 24 y 73 meses de vida de los animales.

## HIPÓTESIS

Las vacas subfértiles tendrán niveles suprabasales de progesterona durante la fase folicular y menores concentraciones de progesterona durante la fase luteal temprana y media-tardía, lo que determina un crecimiento más lento del folículo preovulatorio, prolongando su vida media y enlenteciendo el recambio folicular, comparadas con vacas fértiles de edad y desarrollo corporal similares.

## OBJETIVO

Evaluar los patrones de crecimiento de las estructuras ováricas y los perfiles de progesterona durante el ciclo estral en vacas adultas con diferente grado de fertilidad y similar desarrollo corporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue aprobado el día 29 de Febrero de 2012 por el Comité de Ética en el Uso de Animales de Experimentación de INIA (CEUA) con el número de Registro 0009/11.

### Selección de los animales

La selección de los animales comenzó en Noviembre del año 2007, a partir de un grupo de 92 vaquillonas Hereford de 2 años de edad con un peso promedio de 309 ± 9,4 kg y una condición corporal de 4,8 ± 0,1 unidades (escala 1 a 8 unidades, Vizcarra y col., 1986). El tracto reproductivo de las vaquillonas fue evaluado previo al servicio por ultrasonografía, para evaluar la presencia de cuerpos lúteos y sincronizar los estros con dos dosis de prostaglandina (PG, Dalmaprost®, Fatro, Montevideo, Uruguay) con diferencia de 11 días. A las 12 horas de detectado el

estro, las vaquillonas fueron inseminadas con semen proveniente de dos toros Hereford de 24 meses de edad. El período de servicios abarcó 5 ciclos estrales consecutivos: los tres primeros con inseminación artificial y los 2 últimos con un solo toro. La aptitud reproductiva del toro y el estado del semen fueron evaluados antes de la inseminación y el servicio de monta natural. Se realizó ecografía para determinar la preñez cada 30 días, durante todo el período de servicios. Las vacas fueron clasificadas como: 1) fértiles, si se preñaron a la primera inseminación (n = 9); 2) repetidoras, si no concibieron luego de 3 servicios con inseminación artificial, mostrando estro a períodos regulares de 18 a 21 días, pero se preñaron con el servicio de monta natural (n = 8); y 3) infértiles, si no concibieron al final del período de servicios, pero se mantuvieron ciclando regularmente durante el mismo (n = 8). Luego del diagnóstico de gestación final (30 días de retirados los toros), las vaquillonas infértiles fueron separadas del resto del rodeo. A las vacas preñadas de los grupos fértiles y repetidoras se les aplicó destete precoz a los 120 días pos-parto y se les realizó un manejo nutricional para aumentar el peso vivo (fértiles: 429 ± 11 kg; repetidoras: 435 ± 7 kg) y la condición corporal (fértiles: 4,9 ± 0,2 unidades; repetidoras: 4,8 ± 0,2 unidades), a niveles similares a los de las vacas del grupo infértiles (459 ± 15 kg; infértiles y 4,9 ± 0,1 unidades) momento a partir del cual fueron manejadas en forma conjunta durante 6 meses. Luego de éste período de mantenimiento de peso y habiendo alcanzado 73 meses de edad (Setiembre de 2010), las vacas fueron sometidas a ciclos de sincronización de estros, y se realizaron tres servicios con inseminación artificial y dos con monta natural, con un toro apto desde el punto de vista reproductivo y con calidad seminal adecuada. Luego de cada servicio, se dejó pasar un lapso de 30 días, para realizar el diagnóstico de gestación por ultrasonografía transrectal. Al diagnóstico, todas las vacas (gestantes y no gestantes) fueron inyectadas con PG para inducir el aborto y la manifestación de estro. A las 2 semanas de inducido el aborto y el estro, el tracto reproductivo de las vacas fue evaluado por ultrasonografía, para confirmar la presencia del cuerpo lúteo y la ausencia de contenido uterino. Se permitió un descanso de 4 - 6 semanas entre la inducción del aborto y celo y el siguiente servicio, hasta culminar los 5 servicios planificados. Al final de los 5 servicios (Diciembre de 2011), las vacas fueron clasificadas como fértiles, si habiendo obtenido esta clasificación con 24 meses de edad, lograron 3 o más preñeces en los 5 servicios en su edad adulta, o cómo subfértiles, si se preñaron 1 o 2 veces, habiendo sido clasificadas como repetidoras o infértiles a los 24 meses de edad.

Sanidad en vacas

Se realizó la vacunación contra enfermedades reproductivas previo al primer servicio con 24 meses de edad y previo al inicio de los servicios con 73 meses de edad (Bioabortogen® H, Laboratorio BIOGÉNESIS-BAGÓ, primoinmunizados: dos dosis, la primera a los 45 días y la segunda 15 días antes del inicio del servicio; vacas adultas vacunadas 15 días antes de comenzar el período de servicios).

Se vacunó contra Fiebre Aftosa el 8 de Febrero de 2013 según reglamentación del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (Bioaftogen, Laboratorio BIOGÉNESIS-BAGÓ, dosis 2 ml, vía s/c).

Antes de comenzar el experimento el 11 de Marzo se aplicó un ectoparasiticida y insecticida pour on con 1 % de Fipronil (Actyl, Laboratorio CALIER, dosis 10 ml cada 100 kg de peso de uso tópico pour on).

**Animales y diseño experimental**

Se utilizaron 11 vacas Hereford (fértiles n = 5; subfértiles n = 6; la selección de las mismas fue explicada en el ítem "Selección de los animales") de 89 meses de edad, a las que se les realizó un examen ginecológico antes de comenzar el experimento y tenían un peso vivo fue 599 ± 13,7 kg y la condición corporal de 7,2 ± 0,13 unidades (escala 1  8 unidades, 1 = animal emaciado y 8 = animal con exceso de grasa; Vizcarra y col., 1986). El experimento se realizó en las instalaciones de la Sede de INIA Tacuarembó, ubicado en departamento de Tacuarembó (longitud 31° 44' 17,87" S, longitud 55° 58' 46,48" W a 150 metros de altitud), en Ruta 5, Km 386, sobre suelos de Areniscas, desde el 27 de Febrero al 3 de Abril de 2013.

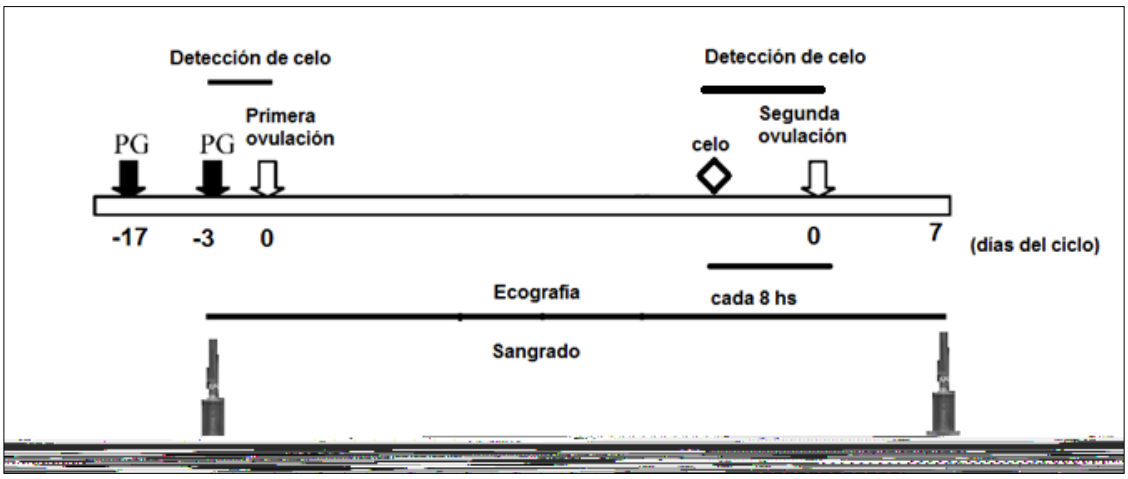


Figura 1. Representación esquemática del diseño experimental. PG = inyección de prostaglandina, sangrado y ecografía diaria. La ultrasonografía y el control de celo se realizaron cada 8 hs solo después el segundo celo hasta la ovulación.

Sincronización de estros

Los ciclos estrales fueron sincronizados utilizando dos dosis de PG con un intervalo de 14 días. En forma conjunta con la segunda dosis de PG, se pusieron parches (Kamar®, Kamar Products Inc, Zionsville, Estados Unidos) para la ayuda en la detección de estros, y se evaluaron los signos de manifestación estral cada 12 horas. La detección del estro se realizó diariamente monitoreando dos veces al día a las 7 am y 7 pm por 30 minutos. El criterio principal en la detección del estro fue la aceptación e inmovilidad de la vaca durante la monta.

**Ultrasonografía ovárica**

**Condición corporal**

La medición de la condición corporal se realizó por apreciación visual con una frecuencia mensual o cada 3 semanas, desde los 29 meses de edad hasta finalizar el experimento, utilizando la escala de 1 8. (Vizcarra y col., 1986)

Altura

Se realizó la medición de la altura de los animales a partir de los 42 meses de edad hasta la culminación del experimento. La medición de la altura se realizó con una regla específica para ese propósito. Esta regla de medición tenía marcada una escala de alturas y sobre ella se deslizaba un brazo que contenía un nivel de burbuja. Para hacer la medición, la regla fue colocada verticalmente al costado de la cadera del animal y el brazo deslizante ubicado, controlando su nivelación, sobre la cadera. La medida se leyó sobre la escala de la regla vertical. El piso debió ser plano, para que el animal se encontrara bien parado, determinando un rectángulo con sus puntos de apoyo, y con la cabeza en posición normal, sin encepar (Bavera, 2005; BIF, 2010; Figura 2).

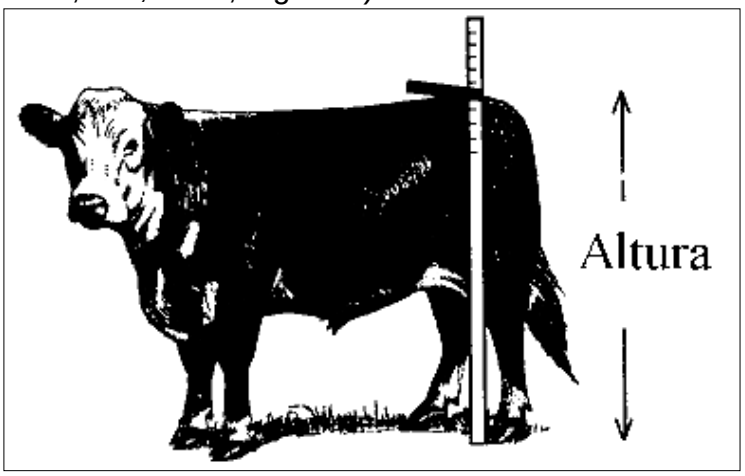


Figura 2. Posición para una correcta medición de la altura de la cadera (Adap. de BIF,2010).

Músculo y grasa

La determinación de la cantidad de músculo y grasa fue realizada a los 89 meses de edad, utilizando un equipo Aloka 500 con una sonda lineal de 3,5 MHz. Las variables evaluadas fueron marmóreo (%), área de ojo de bife (AOB; $cm^2$), grasa subcutánea (mm) y deposición de grasa en el anca (P8; mm). Para determinar el AOB se colocó aceite vegetal en la superficie del animal y la sonda se posicionó en paralelo, con una profundidad de imagen de 6 o 15 cm, entre la costilla $12^a$ y $13^a$. El marmóreo se tomó entre la costilla $11^a$, $12^a$ y $13^a$ (escala USDA; Tatum, 2007). En la misma imagen que se obtuvo para evaluar el AOB en las 3/4 parte hacia el borde lateral del mismo, se midió el espesor de grasa subcutánea.

**Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico de las variables continuas con medidas repetidas en el tiempo (peso vivo, ganancia diaria de peso y condición corporal, concentraciones de progesterona, tamaño del folículo dominante y subordinado, número de folículos de 2 - 5 mm y folículos totales, área del cuerpo lúteo) se utilizó el procedimiento mixto de SAS (Statical Analysis System, 2007). Para evaluar el peso vivo y ganancia diaria de peso se definieron tres períodos. El período 1 abarcó desde el nacimiento hasta la culminación del primer período de servicios (0 a 28 meses de edad); el período 2 se extendió desde el final del primer período de servicios hasta el final del segundo período de servicios (29 a 74 meses de edad) y el período 3 comenzó al finalizar el segundo período de servicios hasta el final del período experimental. Dado que la condición corporal se comenzó a evaluar a partir de los 29 meses, esta información fue analizada solamente en los períodos dos y tres. Durante el experimento, que tuvo una duración de 32 días, se evaluaron dos fases foliculares, dos fases luteales tempranas y una fase luteal media-tardía por animal. Para analizar las concentraciones de progesterona, el ciclo estral fue dividido en 3 fases: 1) la fase folicular, que abarcó desde el día -3 al 0; 2) la fase luteal temprana, desde el día 1 al 7, y 3) la fase luteal media-tardía, desde el día 8 al 18 del ciclo. Se analizaron solamente los folículos de 2 a 5 mm de diámetro y los folículos totales, debido a que las clases foliculares de 6-9 mm, 10 - 15 mm y > 15 mm no estuvieron presentes en todos los días evaluados. Para analizar el perfil de crecimiento de los folículos dominantes, se utilizó la información de la primer onda y ultima onda del ciclo en todas las vacas, ya que la onda del medio está ausente en las vacas que desarrollan dos ondas foliculares durante el ciclo estral. Para analizar la dinámica folicular se utilizó solamente la información colectada a las 8 am. Para evaluar el intervalo celo-ovulación y el tamaño máximo alcanzado por el folículo ovulatorio correspondiente al estro espontáneo, se usaron los datos de la ultrasonografía realizada cada 8hs. En el modelo estadístico se consideraron al grupo, día del ciclo estral y la interacción entre ambos factores como efectos fijos, y la identificación del animal como efecto al azar. Para las variables peso vivo, ganancia diaria de peso y condición corporal se utilizó la edad al destete como covariable. Se utilizó la estructura de covarianza que mejor se adaptó al modelo estadístico de acuerdo a la información del criterio Akaike, siendo las utilizadas más frecuentemente AR(1) y CS (Littell y col., 1998). La normalidad de los residuales fue evaluada mediante el Proc univariate de SAS, eliminándose los valores extremos. Para analizar las variables continuas sin mediciones repetidas en el tiempo, se utilizó el procedimiento GLM de SAS. Estas variables fueron la tasa de crecimiento, vida media y tamaño máximo del folículo ovulatorio y dominante de la onda 1, número de ondas por ciclo, duración del ciclo estral e intervalo celo-ovulación. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas si $P < 0,05$ y tendencia para valores de P entre 0,09 y 0,06.

## RESULTADOS

Peso vivo y ganancia diaria de peso

En la Figura 3 se muestra la evolución de peso vivo de las vacas fértiles y subfértiles en los tres períodos estudiados. En el período 1, se observó un efecto significativo del grupo ($P < 0,05$), siendo las vacas fértiles (140 ± 8,6 kg) más pesadas al destete

que las subfértiles (106 ± 7,8 kg). La observación y la interacción grupo*observación fueron significativas (P < 0,05; Figura 3 A), pero la edad al destete no fue significativa (P = 0,98). En la ganancia en este período se observó un efecto significativo del grupo (P < 0,05), las vacas fértiles tuvieron mayores ganancias de peso (0,537 ± 0,03 kg / animal / día) que las subfértiles (0,456 ± 0,02 kg / animal / día). La observación y la interacción* grupo fueron significativamente diferentes (P < 0,05), pero no la edad al destete.

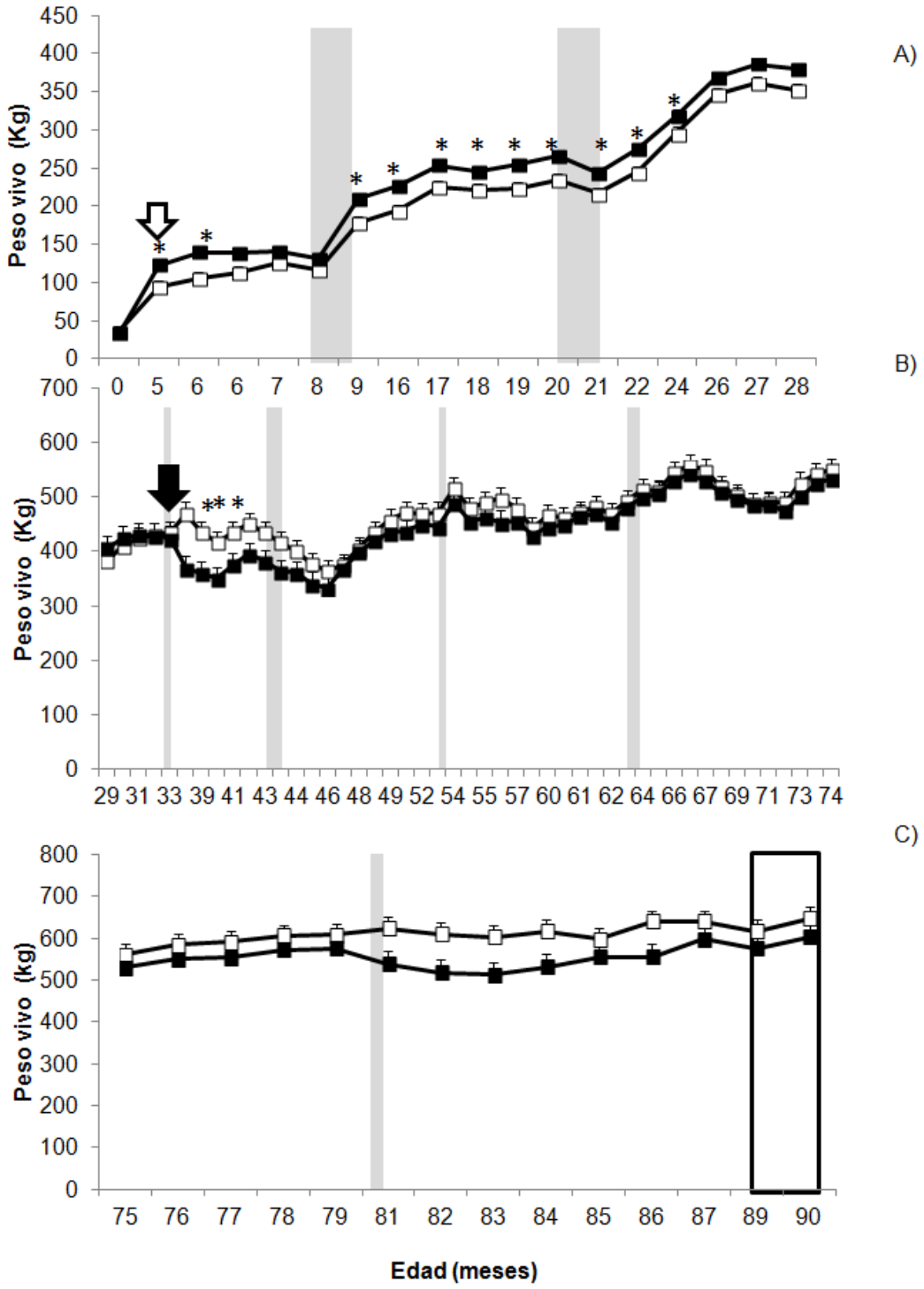


Figura 3. Evolución del peso vivo en tres etapas desde el nacimiento hasta culminación del experimento de vacas fértiles (■) y subfértiles (□). A) Período 1: desde el nacimiento al final de primer período de servicios. El área sombreada gris representa el período invernal y la flecha blanca representa el destete. B) Período 2: Desde el diagnóstico de preñez hasta finalizado el segundo período de servicios. La flecha negra representa el comienzo de los partos) C) Período 3: comenzó al finalizar el segundo período de servicios hasta el final del período experimental. El

área enmarcada indica el período en que se llevó a cabo el experimento. * = P > 0,05

En el período 2, no fueron significativos el efecto grupo ni edad al destete, pero se observo un efecto significativo para la interacción grupo*observación (Figura 3 B). Esta interacción se explica por el aumento en los requerimientos metabólicos de última tercio de gestación y lactancia, que ocurrió antes en las vacas fértiles (n = 5, partos 5 al 9 de Agosto de 2008) respecto a las subfértiles (n = 3, partos 24 de Setiembre y 10 de Octubre de 2008).

En el período 3 no se observaron diferencias para peso vivo entre grupos, ni en la interacción grupo*observación, pero fue significativo el efecto observación (Figura 3 C).

El efecto significativo de la observación para peso vivo y ganancia de peso (P < 0,05) en todos los períodos, se debió a las fluctuaciones en la disponibilidad de forraje que ocurrieron durante todo el seguimiento (Figuras 3 A, B y C).

**Condición corporal**

En el período 2 se observó efecto significativo de la observación, la interacción grupo*observación y edad al destete (P > 0,05; Figura 4 A). Estas diferencias están asociadas a la pérdida de condición corporal producto de la pérdida de reservas corporales posparto y diferente mes de parición para vacas fértiles y subfértiles.

En el período 3 no se observan diferencias entre grupos, ni en la interacción grupo* observación, como tampoco en la edad al destete (Figura 4 B).

Figura 4. Evolución de la condición corporal para vacas fértiles (■) y subfértiles (□) durante el periodo 1 (A: Desde el diagnóstico de preñez hasta finalizado el segundo período de servicios). El área sombreada gris representa el período invernal y la flecha negra representa el comienzo de los partos. El período 2 (B: comenzó al finalizar el segundo período de servicios hasta el final del período experimental. El área enmarcada indica el período en que se llevó a cabo el experimento. * = P < 0,05

**Altura**

No se observaron diferencias en altura entre el grupo de vacas fértiles y subfértiles, registrándose un aumento en éste parámetro entre la primera medición, y todas las siguientes, siendo similar entre los tres últimos registros



No

Cuadro 1. Altura de anca (cm) en vacas fértiles y subfértiles en diferentes fechas (Media ± Error Estándar).

| | Altura de anca (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Edad | 42 meses | 59 meses | 89 meses | 94 meses |
| Fechas | 30-Apr-09 | 16-Sep-10 | 14-Mar-13 | 29-Aug-13 |
| Fértiles | 124,24 ± 1,62[a] | 128,20 ± 1,63[b] | 127,90 ± 1,63[b] | 127,90 ± 1,63[b] |
| Subfértiles | 124,60 ± 1,48[a] | 129,58 ± 1,48[b] | 127,68 ± 1,48[b] | 130,17 ± 1,48[b] |

[a vs b] dentro de la misma fila difieren estadísticamente (P < 0,05).

Músculo y grasa

No se observaron diferencias significativas en cantidad de grasa intramuscular (marmóreo), grasa subcutánea y deposición de grasa en el anca entre grupos, pero el área de ojo de bife fue mayor para las vacas fértiles respecto a las subfértiles (P < 0,05; Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de grasa intramuscular (marmóreo), área ojo de bife (AOB), grasa subcutánea y deposición de grasa en anca (P8) en vacas fértiles y subfértiles (Media ± Error Estándar).

| | Marmóreo (%) | AOB ($cm^2$) | Grasa subcutánea (mm) | P8 (mm) |
|---|---|---|---|---|
| Fértiles | 5,9 ± 0,45[a] | 76,7 ± 3,14[a] | 11,1 ± 2,51[a] | 18,0 ± 4,68[a] |
| Subfértiles | 6,3 ± 0,41[a] | 66,9 ± 2,87[b] | 8,7 ± 2,29[a] | 15,5 ± 4,28[a] |

[a vs b] dentro de la misma columna difieren estadísticamente (P < 0,05).

**Dinámica folicular**

No se observaron diferencias significativas para el efecto grupo y la interacción grupo*día del ciclo para ninguna de las variables de dinámica folicular evaluadas. El diámetro máximo del folículo inducido a ovular por la segunda dosis de PG fue similar para las vacas fértiles (8,8 ± 0,76 mm) y subfértiles (10,0 ± 0,69 mm; P > 0,05). Tampoco se observaron diferencias significativas en el tamaño máximo alcanzado por el folículo que ovuló espontáneamente entre vacas fértiles (13,2 ± 0,48 mm) y subfértiles (12,3 ± 0,53 mm; P > 0,05). La mayoría de las variables evaluadas variaron a lo largo del ciclo estral, excepto el tamaño de los folículos subordinados de todas las ondas analizadas (Figura 5). La Figura 5 muestra la evolución del número de folículos totales y los perfiles de crecimiento de los folículos dominantes y subordinados durante el ciclo estral en vacas fértiles y subfértiles.

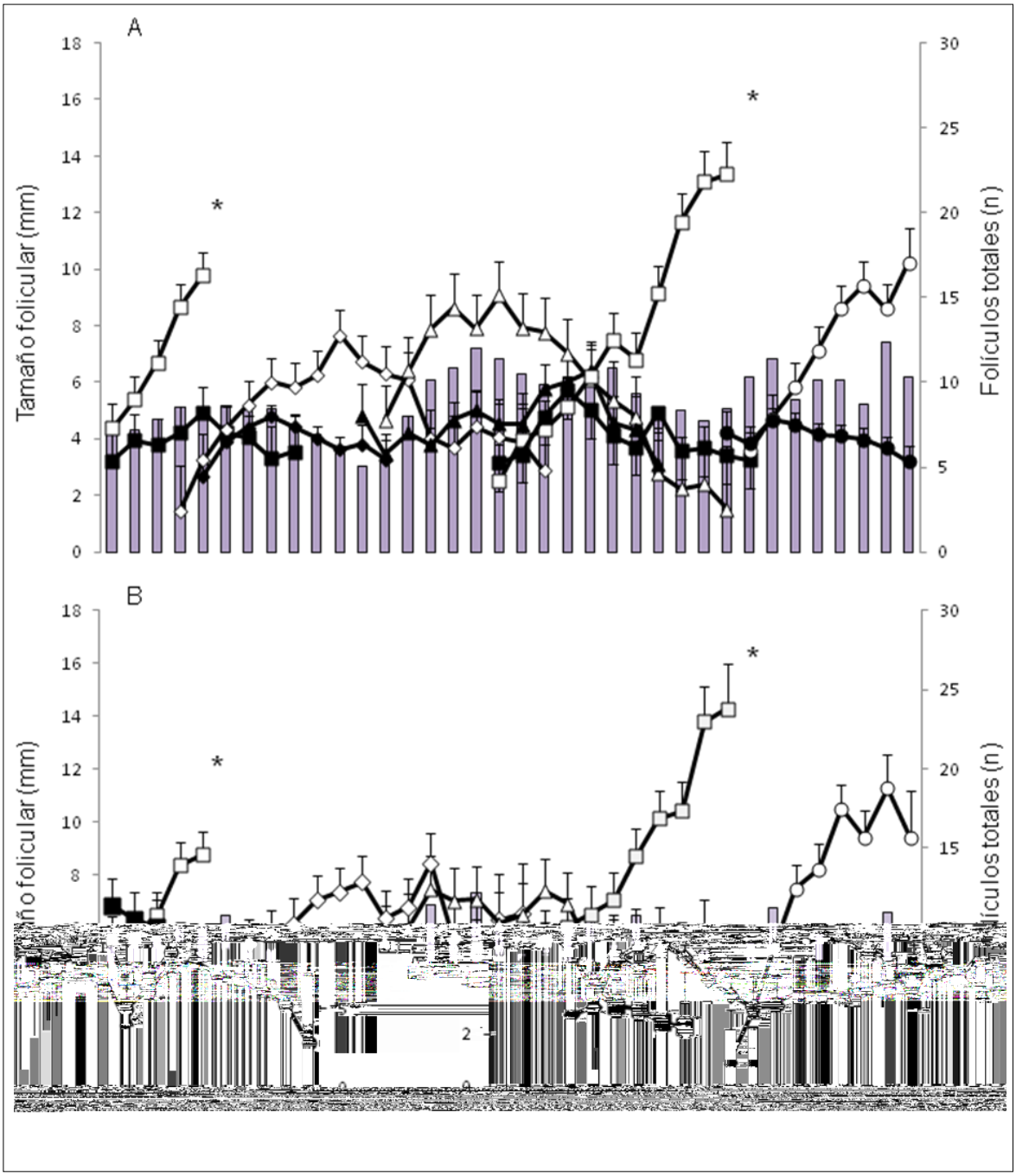


Figura 5. Perfiles de crecimiento de los folículos ovulatorios (□) y sus subordinados (■), folículo dominante de la primer onda (◇) y su subordinado (◆), folículo dominante de la segunda onda (U ) y su subordinado (S ) y folículo dominante de la primer onda del siguiente ciclo (○) y su subordinado (●) y folículos totales (barras grises) en vacas subfértiles (A) y fértiles (B). * = Ovulación

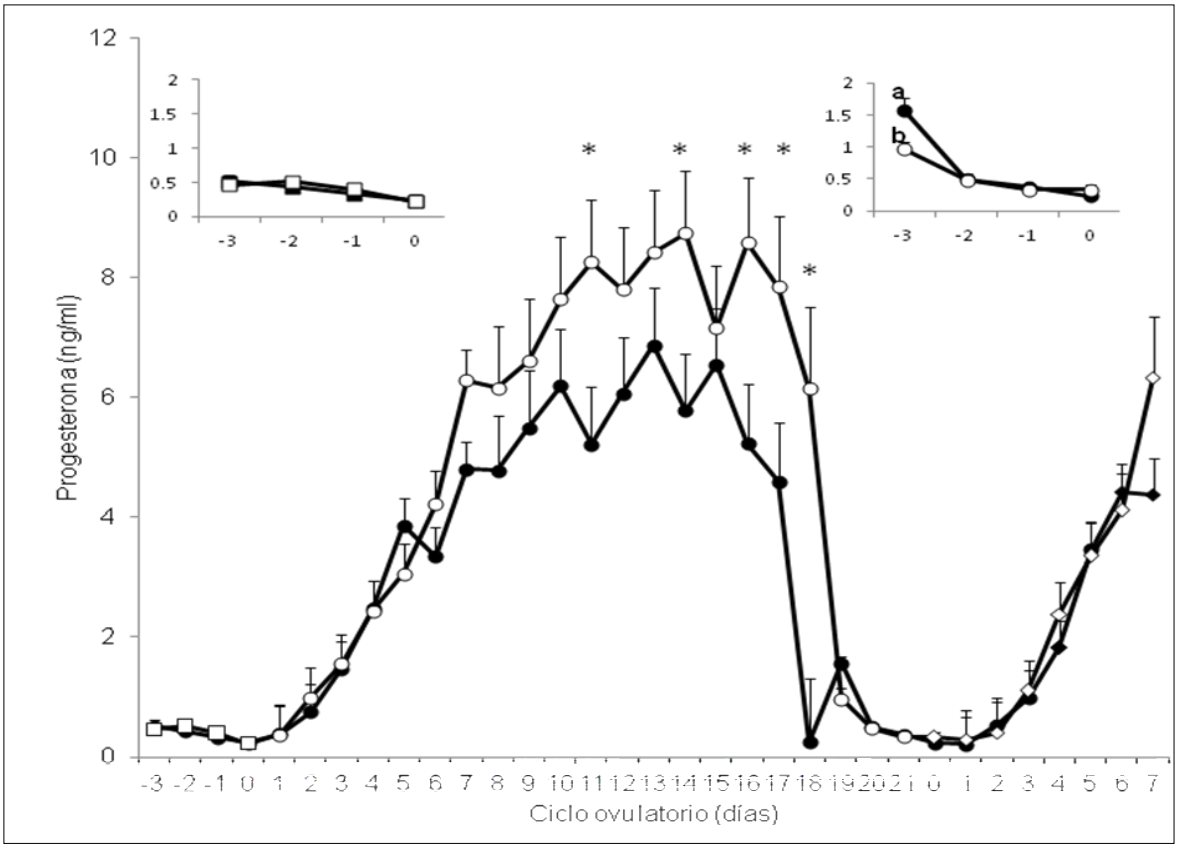


Figura 6. Perfiles de progesterona durante la fase folicular inducida por la prostaglandina (□ y ■), fases luteales temprana y media-tardía y fase folicular espontánea del ciclo (○ y ●) y fase luteal temprana del siguiente ciclo (◇ y ◆) en vacas fértiles (símbolos negros) y subfértiles (símbolos blancos). La figura incluida en la parte superior izquierda corresponde a una ampliación del día -3 a 0 del ciclo inducido y la figura incluida en la parte superior derecha corresponde a una ampliación del día -3 a 0 de la fase folicular espontánea. * = P < 0,05.

## DISCUSIÓN

La hipótesis de que vacas subfértiles tendrían niveles alterados de progesterona durante las fases luteal y folicular del ciclo estral, lo que determinaría alteraciones en el número de ondas y en las características del folículo preovulatorio, comparadas con vacas fértiles de similar edad y peso vivo, fue rechazada. El hallazgo más importante de este experimento está relacionado al impacto de la nutrición en etapas temprana de la vida de las terneras sobre su posterior performance reproductiva. Las vacas fértiles tuvieron una mayor tasa de ganancia y peso vivo en la fase de crecimiento prepuberal comparada con las subfértiles, lo que habría generado una mayor deposición de tejido muscular que fue evidenciada a los 89 meses de edad, cuando ya no existían diferencias en peso vivo y desarrollo corporal.. En este experimento se observaron mayores concentraciones de progesterona el día -3 de la fase folicular espontánea en vacas fértiles con respecto

quienes observaron que en las vacas subfértiles se prolongó la vida del folículo preovulatorio, el cual produjo estradiol por más tiempo dando lugar a la liberación de un ovocito envejecido, lo que explicó la menor fertilidad de estos animales. Las diferencias pueden ser debidas a que en el caso de Båge y col., (2002) se observaron concentraciones suprabasales de progesterona que afectaron la frecuencia de pulsos de LH y el desarrollo del folículo ovulatorio. Por el contrario, en nuestro experimento no se observaron diferencias en las concentraciones promedio de progesterona durante la fase folicular, por lo que no se habría modificado la frecuencia de pulsos de LH, el desarrollo folicular, ni el intervalo celo-ovulación.

En éste experimento, la vacas fértiles tuvieron niveles suprabasales de progesterona solamente al día -3 de la fase folicular espontánea comparadas con las vacas subfértiles, pero esta diferencia no se asoció con cambios en el tamaño folicular (morfología), lo que induciría a pensar que no ocurrieron cambios funcionales (producción de estradiol). Sin embargo, las concentraciones circulantes de estradiol no fueron evaluadas en este experimento, para descartar diferencias en la funcionalidad del folículo. Por lo tanto, en las condiciones en que fue realizado este experimento, con un número reducido de animales, la subfertilidad de las vacas no podría ser explicada por diferencias en el tamaño folicular y potencial calidad del ovocito. En la fase luteal temprana, definida como Día 1 al 7 posovulación, no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de progesterona entre vacas fértiles y subfértiles. Estos resultados difieren de los reportados por Carter y col., (2008), quienes describen que una alta concentración de progesterona sistémica inmediatamente luego del periodo de concepción, está asociado con un avance en la elongación del concepto (Garrett y col., 1988; Carter y col., 2008; Satterfield y col., 2009;; Forde y col., 2014), un incremento en la producción de interferón tau (Mann y col., 2001; Mann y col., 2006; Forde y col., 2011) y mayor porcentaje de preñez en vacas y ovejas (Ashworth y col., 1989; Stronge y col., 2005; McNeill y col., 2006; Forde y col., 2011). Las diferencias en fertilidad observadas en éste experimento, no pueden ser atribuidas a las concentraciones circulantes de progesterona durante la fase luteal temprana, desde el momento esperado de la concepción hasta la llegada del embrión al útero. Por el contrario, señales que ocurrieron posteriormente a ésta fase podrían explicar la capacidad de supervivencia embrionaria en ambos grupos de vacas.

Las vacas fértiles éste



Ba(n)0 0 1 27087.93.49 Tm[(fa)-5(se)]TJETBT1 0 3(n)BT1 0 0 1 12.73 366.89 T5[(30)BT1 0 0 1 172261 1 0 0 JETE

## CONCLUSIONES

Se encontró que las vacas fértiles tuvieron una mayor área de ojo de bife asociado a un mayor peso y ganancia diaria de peso en el período prepuberal comparadas con las vacas subfértiles. Las vacas fértiles tuvieron menores concentraciones de progesterona del día 8 al 18 del ciclo estral respecto a las subfértiles. Sin embargo, no se observó un efecto de las concentraciones de progesterona en el crecimiento y desarrollo folicular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. Adams, G. P.; Matteri, R.; Ginther, O. (1992a) Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. Journal of Reproduction and Fertility. 96: 627 640

2. Adams, G.; Dierschke, D. (1992b) Ultrasonic imagine of ovarian dvnamics during the menstrual cycle in rhesus, monkeys. American Journal of Primatology. 27: 13.

3. Ahmad, N.; Townsend, E.; Dailey, R.; Inskeep, E. (1997) Relationships of hormonal patterns and fertility to ocurrence of two or three waves of ovarian follicles, before and after breeding, in beef cows and heifers. Animal Reproduction Science. 49: 13 28.

4. Albihn, A. (1991) Standing oestrus, ovarian function and early pregnancy in virgin and repeat breeder heifers. Zentralblatt fur Veterinarinarmedizin. 38 (3) 212 221.

5. Arango, J.; Cundiff, L.; Van Vleck, L. (2002) Breed comparisons of Angus, Charolais, Hereford, Jersey, Limousin, Simmental, and South Devon for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score of cows. Journal of Animal Science. 80: 3123 3132.

6. Ashworth, C.; Sales, D.; Wilmut, I. (1989) Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. Journal of Reproduction and Fertility. 87: 23 32.

7. Astessiano, A. L., Pérez-Clariget, R., Quintans, G., Soca, P., & Carriquiry, M. (2012). Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, hepatic gene expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96(3)535 44. doi:10.1111/j.1439-0396.2011.01178.x

8. Ayalon, N. (1978) A review of embryonic mortality in cattle. Journal of Reproduction and Fertility. 54: 483 493.

9. Ayalon, N. (1984) The repeat breeder problem. Proceedings Xth International Congress Animal Reproduction and Artificial Insemination.Illinios, USA. p. 41 50.

10. Båge, R. (2002) On repeat breeding in dairy heifers. With especial focus on follicular dynamics, ovulation, and oocyte quality. Doctor s dissertation. Department of Obstetrics and Gineacology. Tesis de Doctorado. Universidad de Uppsala. 44p.

11. Båge, R., Gustafsson, H., Larsson, B., Forsberg, M.; Rodríguez-Martínez, H. (2002) Repeat breeding in dairy heifers: follicular dynamics and estrous cycle

characteristics in relation to sexual hormone patterns. Theriogenology .57: 2257 2269.

12. Bartlett, P.; Kirk, J.; Mather, E. (1986) Repeat insemination in Michigan Holstein-Friesian cattle: incidence, descriptive epidemiology and estimated economic impact. Theriogenology. 26: 309 322.

13. Baroni, L. (2000) Ganadería en busca del camino. Bajos porcentajes de gestaciòn, o de procreo? Revista Plan Agropecuario 92. Disponible en: <http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R92/R92_26.htm> Fecha de consulta: 16-07-2014.

14. Bavera, G. A. (2005). Escala de tamaño, estructura corporal o frame score. Río Cuarto. Facultad de Veterinaria y Agronomía. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 9p.

15. Bervejillo, T. (2013) Anuario OPYPA. Variabilidad regional en la productividad ganadera .Ed. MGAP. p. 277-288. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,7,758,O,S,0,,>. Fecha de consulta: 16-07-2014

16. BIF. (2010). Guidelines For Uniform Beef Improvement Programs. Eds.Ninth. Edit North Carolina State University: Beef Improvement Federation. pp. 28 34.

17. Bishop, M. (1964) Paternal contribution to embryonic death. Journal of Reproduction and Fertility. 7: 383 396.

18. Blache, D.; Chagas, L.; Martin, G. (2007) Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system--a multidimensional perspective. Journal of Reproduction and Fertility supplement. 64: 123 39.

19. Boyd, H. (1965) Embryonic death in cattle, sheep and pigs. The Veterinary bulletin. 35: 251 266.

20. Bruyas, J. F., Fieni, F.; Tainturier, D. (1993) Le syndrome repeat-breeding : analyse biblio- graphique 1$^{o}$ partie: Étiologie. Revue Medicine Veterinaire.144, 385 398.

21. Carriquiry, M.; Espasandin, A.; Astessiano, A.; Casal, A; Claramunt, M.; Genro, C.; Gutierrez, V. (2012) IV Congreso AUPA. La cría vacuna sobre campo nativo: un enfoque de investigación jerárquico para mejorar su productividad y sostenibilidad. Sociedad Medica Veterinaria del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 1(48) 41 48.

22. Carriquiry, M.; Espasandín, A.; Soca, P.; Astessiano, A.; Bielli, A.; Casal, A.; Guitérrez, V.; Laporta, J.; López-Mazz, C.; Meikle, A.; Naya, H.; Quintans, G.; Scarsi, R.; Pérez- Clariget, R.; Viñoles, C.; Guilherme, J.; Rosa, C. (2013) Metabolismo de la vaca de carne y su cría en pastoreo de campo nativo : un enfoque endócrino-molecular. Serie. FPTA N° 43. INIA. 88p

23. Carter, F.; Forde, N.; Duffy, P.; Wade, M.; Fair, T.; Crowe, M.; Evans, A.; Kenny, D.; Roche, J.; Lonergan, P. (2008) Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. Reproduction, fertility, and development. 20: 368 375.

24. Casida, L. (1961) Present Status of the Repeat-Breeder Cow Problem. Journal of Dairy Science. 44: 2323 2329.

25. Chapman, D. y Parsons, A. (2007) Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. Crop Science. 47: 399 415.

26. Day, M., Anderson, L. (1998) Current Concepts on the Control of Puberty in Cattle1. Journal of Animal Science. 76: 1 15.

27. Desai, M., & Hales, C. N. (1997). Role of fetal and infant growth in programming metabolism in later life. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 72(2) 329 48.

28. DIEA (2013) ANUARIO ESTADÍSTICO AGROPECUARIO. Montevideo, Uruguay. Ed. MGAP. 270p.

29. Diskin, M. y Sreenan, J. (1980) Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. Journal of Reproduction and Fertility 59: 463 468.

30. Do Carmo Corujo, M. (2013) Efecto de la oferta de forraje y genotipo vacuno sobre la productividad de la cría vacuna en campos de Uruguay.Tesis de maestría. Montevideo, Uruguay. 85p.

31. Dochi, O.; Takahashi, K.; Hirai, T.; Hayakawa, H.; Tanisawa, M.; Yamamoto, Y.; Koyama, H. (2008) The use of embryo transfer to produce pregnancies in repeat-breeding dairy cattle. Theriogenology. 69: 124 128.

32. Duchens, M.; Forsberg, M.; Edqvist, L.-E.; Gustafsson, H.; Rodriguez-Martinez, H. (1994) Effect of induced suprabasal progesterone levels around estrus on plasma concentrations of progesterone, estradiol- and LH in heifers. Theriogenology. 42: 1159 1169.

33. Duchens, M. (1995) Influence of suprabasal progesterone on preovulatory follicle development in heifers. Clinical, endocrinological and morphological studies. Tesis doctoral , Uppsala. 30p.

34. Duchens, M.; Forsberg, M.; Gustafsson, H.; Edqvist, L.; Rodr, H. (1995) Reproductive perfomance of heifers induced oestrous asynchrony by suprabasal plasma progesterone levels. Animal Reproduction Science. 39: 171 182.

35. El-Khadrawy, H.; Ahmed, W.; Hanafi, M. (2011) Observations on Repeat Breedingin Farm Animals with Emphasis on its Control. Journal of Reproductionand Infertility. 2: 1 7.

36. Ergene, O. (2012) Progesterone concentrations and pregnancy rates of repeat breeder cows following postinsemination PRID and GnRH treatments *. Turkish Journal of Veterinary & Animal Science. 36: 283 288.

37. Ferguson, M. (2011). Selection for growth, muscling and fatness alters the maternal performance and intermediary metabolism of Merino ewes. Tesis de doctorado. Murdoch University. 330 p

38. Forde, N.; Beltman, M.; Duffy, G.; Duffy, P; Mehta, J.; O'Gaora, P.; Roche, J.; Lonergan, P.; Crowe, M. (2011) Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. Biology of Reproduction. 84: 266 278.

39. Forde, N.; McGettigan, P.; Mehta, J.; O Hara, L.; Mamo, S.; Bazer, F. W.; Lonergan, P. (2014) Proteomic analysis of uterine fluid during the pre-implantation period of pregnancy in cattle. Reproduction (Cambridge). 147(5) 575 87.

40. Garrett, J.; Geisert, R.; Zavy, M.; Morgan, G. (1988) Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. Reproduction. 84: 437 446.

41. Guenther, J.; Bushman, D.; Pope, L. ; Morrison, R. . (1965). Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. Journal of Animal Science. 24: 1184 1191.

42. Greiner, S. P., Rouse, G. H., Wilson, D. E., Cundiff, L. V, & Wheeler, T. L. (2003). The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. Journal of Animal Science, 81 (3) 676 682.

43. Grimard, B.; Humblot, P.; Ponter, A.; Mialot, J.; Sauvant, D.; Thibier, M. (1995) Influence of postpartum energy restriction on energy status , plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. Journal of Reproduction and Fertility. 104: 173 179.

44. Guggeri, D. ; Meikle, A.; Carriquiry, M.; Montossi, F.; De Barbieri ,I.; Viñoles,C. (2014) Effect of different management systems on growth, endocrine profiles and puberty in Hereford female calves grazing Campos grassland. Livestock Science. p. 1 41. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci. 2014.06.026

45. Gustafsson, H.; Larsson, K.; Kindahl, H.; Madej, A. (1986) Sequential endocrine changes and behaviour during estrus and metestrus in repeat breeder and virgin heifers. Animal Reproduction Science. 19: 261 273.

46. Gustafsson, H. y Emanuelson, U. (2002) Characterisation of the Repeat Breeding Syndrome in Swedish Dairy Cattle. Acta veterinaria scandinavica. 43: 115 125.

47. Hanly, S. (1961) Prenatal mortality in farm animals. Journal of Reproduction and Fertility. 2: 182 194.

48. Hawk, H. (1979) Infertility in dairy cattle. Beltsville Symposia in Agricultural Research. 3: 19 29.

49. Kastelic, J.; Bergfelt, D.; Ginther, O. (1990). Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. Theriogenology. 33: 1269 1278

50. Koong, L.J.; Ferrell, C. L.; Nienaber, J.(1985). Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. The Journal of Nutrition, 115(10)1383 90.

51. Knobil, E., Neill, J. (1994) The Physiology of Reproduction. Raven Press, New York. 1011 1059.

52. Lafi, S.; Kaneene, J. (1992) Epidemiological and economic study of the repeat breeder syndrome in Michigan dairy cattle. I. Epidemiological modelling. Preventive Veterinary Medicine. 14: 87 98.

53. Laing, J. (1952) Early embryonic mortality. Proceedings II International Congress on Physiology and Pathology in Animal Reproduction. Copenhagen, Denmark. 2: 17 34.

54. Lambe NR, Brotherstone S, Young MJ, Conington J and Simm G (2005) Genetic relationships between seasonal tissue levels in Scottish Blackface ewes and lamb growth traits. Animal Science 81: 11-21

55. Levine, H. (1999) The repeat breeder cow. The Bovine Practitioner 33: 97 105.

56. Littell, R., Henry, P., & Ammerman, C. (1998). Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. Journal of Animal Science. 76: 1216 1231.

57. Lucy, M. C. (2001) Physiological Mechanisms Linking Reproduction to Nutrition in High-Producing Dairy Cows. In: Proceedings of the Mid-South Ruminant Nutrition Conference.Arleington,Texas, USA. p. 39 48.

58. Mackey, D.; Sreenan, J.; Roche, J.; Diskin, M. (1999) Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropin concentrations in beef heifers. Biology of Reproduction. 61: 1601 1607.

59. Mann, G.; Lamming, G. (2001) Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. Reproduction. 121: 175 180.

60. Mann, G.; Fray, M.; Lamming, G. (2006) Effects of time of progesterone supplementation on embryo development and interferon-tau production in the cow. Veterinary journal. 171: 500 503.

61. Maurer, R. & Chenault, J. (1983) Fertilization failure and embryonic mortality in parous and nonparous beef cattle. Journal of Animal Science 56:1186 1189.

62. McNeill, R. E.; Diskin, M.; Sreenan, J.; Morris, D. (2006) Associations between milk progesterone concentration on different days and with embryo survival during the early luteal phase in dairy cows. Theriogenology. 65: 1435 1441.

63. Mihm, M.; Baguisi, A.; Boland, M.; Roche, J. (1994) Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. Journal of Reproduction and Fertility. 102: 123 130.

64. Noakes, D.; Parkinson, T. (2009) Veterinary Reproduction and obstetrics . The repeat breeder syndrome (Elsevier., 2009). 463 466.

65. Oliveira, J.; Neves, J.; Moraes, J.; Gonçalves, P.; Bahr, J.; Hernandez, A.; Costa, L. (2002) Follicular development and steroid concentrations in cows with different levels of fertility raised under nutritional stress. Animal Reproduction Science. 73 (2) 1 10.

66. Owens, F. N.; Dubeski, P.; Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. Journal of Animal Science. 71(11) 3138 3150.

67. Peters, A., Ball, P. (1991) Reproducción Del Ganado Vacuno. Zaragoza, España. Acribia. 222p.

68. Pope, W. F. (1988) Uterine asynchrony: a cause of embryonic loss. Biology of Reproduction. 39: 999 1003.

69. Quintans, G., & Vaz Martins, D. (1994). Efecto de diferentes fuentes de suplemento sobre el comportamiento de terneras. In Bovinos para carne. Avances en la Suplementación en la Recría e Invernada Intensiva. Resultados Experimentales . Serie Técnica INIA No 33. pp. 2 8.

70. Quintans, G., Vaz Martins, D., & Carriquiry, E. (1994). Alternativas de suplementación de vaquillonas. In Avances en la suplementación de la recría e invernada intensiva. Resultados experimentales. Actividades de difusión INIA (pp. 8 12).

71. Quintans, G., Banchero, G., Carriquiry, M., López-Mazz, C., & Baldi, F. (2010). Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. Animal Production Science. 50(10) 931.

72. Revah, I.; Butler, W. R. (1996) Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. Journal of Reproduction and Fertility. 106: 39 47

73. Roche, J.; Bolandl, M.; McGeady, T. (1981) Reproductive wastage following artificial insemination of heifers. Veterinary Record. 109: 401 404.

74. Rodrigues, R. O.; Trevisanuto, C.; Cooke, R. F.; Vasconcelos, J. L. M. (2011). Effects of body weight loss on serum progesterone concentrations of non-lactating dairy cows. Theriogenology. 75(1)131 7.

75. Satterfield, M.; Song, G.; Kochan, K.;Riggs, P.; Simmons, R.; Elsik, C.; Adelson, D.; Bazer, F.; Zhou, H.; Spencer, T. (2009) Discovery of candidate genes and pathways in the endometrium regulating ovine blastocyst growth and conceptus elongation. Physiological Genomics. 39: 85 99.

76. Sauerwein, H.; Miyamoto, A.; Günther, J.; Meyer, H.; Schams, D. (1992). Binding and action of insulin-like growth factors and insulin in bovine luteal tissue during the oestrous cycle. Journal of Reproduction and Fertility. 96(1)103 15.

77. Scaramuzzi RJ, Murray JF, Downing JA, Campbell BK. The effects of exogenous growth hormone on follicular steroid secretion and ovulation rate in sheep. Domestic Animal Endocrinology, 1999. 17: 269 277.

78. Senger, P. L. (2003) Pathways to Pregnancy and Parturition. 2ª ed. Whashington,USA. Ed. Current Conceptions. 368p.

79. Schröder, U. J., & Staufenbiel, R. (2006). Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to

ultrasonographic measurement of backfat thickness. Journal of Dairy Science. 89(1) 1 14.

80. Short, R.; Bellows, R.; Staigmiller, R.; Berardinelli, J.; Custer, E. (1990) Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science. 68: 799 816.

81. Sirois, J.; Fortune, J. (1988) Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. Biology of Reproduction. 39: 308 317.

82. Sirois, J.; Fortune, J. (1990) Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. Endocrinology. 127: 916 925.

83. Soares de Lima, J.; Montossi, F. (2013) Propuesta tecnológica de intensificación de la cría vacuna.INIA Seminario Actualización Técnica Cría vacuna. (Editado por Quintans, G. y Scarsi, A.). p. 7 14.

84. Soca, P. (2014) La condición corporal al parto afecta las respuestas reproductiva y metabólica al destete temporario y flushing en vacas primíparas. Montevideo, Uruguay. Tesis de Doctorado.130p.

85. Sosa, C.; Lozano, J. ; Viñoles, C.; Acuña, S.; Abecia, J. (2004) Effect of plane of nutrition on endometrial sex steroid receptor expression in ewes. Animal Reproduction Science. p. 1 12.

86. Sreenan, J. y Diskin, M. (1985) The Extent and Timing of Embryonic Mortality in the Cow. Embryonic Mortality in Farm Animals. Dordrecht, Boston. p. 1 11.

87. Sreenan, J.; Diskin, M.; Morris, D. (2001) Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. BSAS Occasional Publication. p. 93 104.

88. Statical Analysis System. (2007). Statical Analysis System.

89. Stock, A.; Fortune, J. (1993) Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. Endocrinology. 132: 1108 1114.

90. Stronge, A.; Sreenan, J.; Diskin, M.; Mee, J.; Kenny, D.; Morris, D. (2005) Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. Theriogenology. 64: 1212 1224.

91. Tatum, D. (2007). Beef Grading. Department of Animal Science, Colorado State University,USA. 4p.

92. Thatcher, W.; Meyer, M.; Danet-Desnoyers, G. (1995) Maternal recognition of pregnancy. Journal of reproduction and fertility. Supplement. 49: 15 28.

93. Townson, D.; Tsang, P.; Butler, W.; Frajblat, M; Griel, L; Johnson, C.; Milvae, R.; Niksic, G.; Pate, J . (2002) Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows . Journal of Animal Science. 80: 1053 1058.

94. Vernon, R (1981) Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminants. En: Lipid Metabolism in ruminant animals. (Ed. W. W. Christie) Oxford: Pergamon Press. pp. 279-362

95. Viñoles, C.; Meikle, A.; Forsberg, M.; Rubianes, E. (1999) The effect of subluteal level of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. Theriogenology. 51: 1351 1361.

96. Viñoles, C.; Forsberg, M.; Banchero, G.; Rubianes, E. (2001) Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology. 55: 993 1004.

97. Viñoles, C.; Banchero, G.; Quintans, G.; Pérez-Clariget, R.; Soca, P.; Ungerfeld, R.; Bielli, A.; Fernández Abella, D.; Formoso, D.; Pereira Machín, M.; Meikle, A. (2009) Estado actual de la investigación vinculada a la Producción Animal Limpia, Verde y Ética en Uruguay. Agrociencia. 13: 59 79.

98. Viñoles, C.; Soares de Lima, J.; De Barbieri, I.; Cuadro, R. (2012) Dia de campo. Propuestas tecnológicas para sistemas ganaderos de Basalto. Serie actividades de difusión n 693. El entore precoz como alternativa para aumentar la competitividad de la cría. INIA. p. 4 8.

99. Vizcarra, J.; Ibañez, W.; Oscasberro, R. (1986) Repetibilidad y reproductividad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. Investigaciones Agrónomicas. 7: 45-47.

100. Warnick, A.; Hansen, P. (2010) Comparison of ovulation, fertilization and embryonic survival in low-fertility beef cows compared to fertile females. Theriogenology. 73: 1306 1310.

101. Wathes, D.; Taylor, V.; Cheng, Z.; Mann, G. (2003) Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. Reproduction Supplement . 61: 219 237.