



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
MAESTRÍA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

Tema:

“Influencia de la grasa bypass sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete”.

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN
REPRODUCCIÓN ANIMAL**

AUTOR: Dr. Andrés Leonardo Moscoso Piedra. MVZ.

DIRECTOR: Dr. Teófilo Estuardo Palacios Ordoñez. MVZ. Mg. Sc.

CUENCA, ECUADOR

2016



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la adición de grasa sobrepasante como suplemento energético en la actividad ovárica y retorno a la ciclicidad de vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete. Se emplearon 60 vacas Holstein y sus cruizas, de 2 a 5 partos, con condición corporal al parto de 3,0 a 3,5; libres de patologías reproductivas, bajo sistema de pastoreo y ordeño mecánico; se distribuyeron en 4 tratamientos (15 animales por tratamiento) suplementadas con grasa sobrepasante en base al consumo estimado de MS: tratamiento A 3% (475-538gr); tratamiento B 2% (296-3611gr); tratamiento C 1% (154-175gr) y tratamiento D 0% (0gr). Se evaluaron cada 10 días mediante ultrasonografía: presencia de cuerpos lúteos, folículos, tamaño folicular, se registró el número de días al primer celo posparto hasta los 60 días, CC desde el parto hasta los 60 días. Se realizaron mediante ADEVA y pruebas de significación de Tukey 5%. Se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento C y los demás tratamientos en cuanto a presencia de folículos ($C > B \geq D \geq A$). Así mismo se observó diferencias estadísticas en el período de días al primer celo posparto ($B \leq C < D \leq A$) y en la condición corporal ($A = B = C > D$). No existió diferencias significativas en el número y tamaño de folículos ($A = B = C = D$), ni en la tasa de concepción. Se concluye que la adición de grasa de sobrepaso mejora la condición corporal y reduce el intervalo de tiempo al primer celo posparto pero no mejora el número y tamaño de los folículos, tampoco mejora las tasas de preñez al primer servicio posparto.

Palabras clave: GRASA SOBREPASO, CONDICIÓN CORPORAL, ULTRASONOGRAFÍA, ESTRUCTURAS OVÁRICAS, CELO, POSPARTO.



ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of bypass fat as an energy supplement in ovarian activity and return to the cyclicity of dairy cows of Victoria del Portete. 60 Holstein cows and their crosses, 2 to 5 calving were used with body condition at calving of 3.0 to 3.5; Free of reproductive diseases under grazing system and mechanical milking; They were distributed in 4 treatments (15 animals per treatment) supplemented with bypass fat based on the estimated DMI: A 3% treatment (475-538gr); Treatment B 2% (296-361gr); C treatment 1% (154-175gr) and treatment D 0% (0gr). They were evaluated every 10 days by ultrasonography: presence of corpora lutea, follicles, follicular size, number of days to first postpartum estrus up to 60 days, CC was recorded from birth to 60 days. ANOVA followed by Tukey significance tests. Follicles ($C > B \geq D \geq A$): significant differences between treatment C and other treatments for the presence of ovarian structures were found. Likewise statistical difference was observed in the period of days to first postpartum estrus ($B \leq C < D \leq A$) and body condition ($A = B = C > D$). There was no significant differences in the number and size of follicles ($A = B = C = D$), or conception rate. It is concluded that the addition of bypass fat improves body condition and reduces the time interval to first postpartum estrus but does not improve the number and size of follicles, does not improve pregnancy rates at the first postpartum insemination.

Keyword: BYPASS FAT, BODY CONDITIONAL SCORE, ULTRASONOGRAPHY, OVARIAN STRUCTURES, ESTRUS, POSPART PERIOD.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
LISTA DE CUADROS.....	6
LISTA DE GRÁFICOS.....	8
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR.....	9
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	10
DEDICATORIA.....	12
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA.....	13
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Periodo de anestro posparto.....	17
2.1.1. Establecimiento de la primera ovulación posparto.....	18
2.1.2. Establecimiento de la primera fase luteal de longitud normal.....	19
2.1.3. Categorización del Anestro posparto.....	20
2.1.4. Factores de riesgo para un prolongado intervalo de parto- primera ovulación posparto (anestro posparto).....	21
2.1.5. La Vaca en el Posparto temprano.....	22
2.2. Metabolismo energético.....	23
2.2.1. Procesos metabólicos de los lípidos.....	23
2.2.2. Metabolismo de los ácidos grasos no esterificados “NEFA”.....	25
2.2.3. Demanda y partición de nutrientes durante la lactancia temprana.....	27
2.2.4. Requerimientos de la glándula mamaria.....	27
2.2.5. Efectos de la movilización del tejido adiposo.....	28
2.3. Balance energético y condición corporal.....	28
2.3.1. Importancia de la condición corporal en la producción y reproducción.....	29
2.3.2. Rol de la nutrición en la regulación del balance energético y los cambios en la condición corporal.....	30
2.3.3. Factores que afectan la condición corporal.....	33
2.4. Las grasas en la alimentación de los rumiantes.....	33
2.4.1. Grasa bypass, protegida, sobre pasante o inerte.....	35



2.5.	Suplementación de lípidos en el posparto.	36
2.5.1.	Efectos generados por la suplementación lipídica.....	37
2.6.	La grasa en la reproducción.	39
2.6.1.	Influencia de la suplementación grasa en la función reproductiva.....	39
2.6.2.	Mecanismos de acción de la grasa de sobrepeso en la dieta sobre la función reproductiva.....	40
2.6.3.	Niveles de la suplementación lipídica con grasas de sobrepeso.	40
2.7.	Fuentes de grasa y su disponibilidad en el intestino delgado.	41
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		42
3.1.	Materiales.	42
3.1.1.	Físicos.	42
3.1.2.	Bioquímicos.	42
3.1.3.	Biológicos.	42
3.2.	Métodos.....	43
3.2.1.	Ubicación de la investigación.....	43
3.2.2.	Descripción de la zona de injerencia.	43
3.2.3.	Descripción de las unidades de análisis.....	44
3.2.4.	Descripción de la grasa de sobrepeso empleada.....	44
3.2.5.	Manejo de la alimentación de los animales.	44
3.2.6.	Diseño experimental.....	46
3.2.7.	Tratamientos.....	46
3.2.8.	Variables de la investigación.	48
3.2.9.	Recolección de datos.	49
3.2.10.	Análisis estadístico.	49
CAPITULO IV: RESULTADOS		50
4.1.	Comportamiento de la Actividad Folicular.....	50
4.1.1.	Vacas con folículos.....	50
4.1.2.	Vacas con Cuerpo Lúteo.	55
4.1.3.	Número total de folículos encontrados por animal.....	58
4.1.4.	Tamaño Folicular.....	62
4.2.	Comportamiento del Performance Reproductivo.	73
4.2.1.	Periodo de tiempo al primer celo posparto.	74
4.2.2.	Tasa de concepción generada por los tratamientos.	77



4.3. Comportamiento de la Condición Corporal desde el parto hasta el día 60.....	78
CAPITULO V: DISCUSIÓN	83
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	87
ANEXOS.....	93



LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Dosis de Grasa de sobrepaso calculadas en base al peso corporal y el 3% de consumo de materia seca.	45
Cuadro N° 2 Energía Neta de Lactancia ENL suministrada a cada grupo de vacas mediante suministro de grasa de sobrepaso.	47
Cuadro N° 3 Necesidades energéticas de vacas en lactancia temprana calculadas para vacas con un peso estimado de 600kg.	47
Cuadro N° 4 Total de energía suministrada a cada grupo de vacas en base a la dieta empleada para los animales.	48
Cuadro N° 5 Cantidad de vacas que presentaron folículos dentro de los tratamientos en los diferentes días posparto y ovarios.	50
Cuadro N° 6. Análisis de varianza de la respuesta de las vacas a la presencia de folículos en los diferentes tratamientos y días en los que se levantó la información.	51
Cuadro N° 7 Medias marginales estimadas para la variable: Vacas con presencia de folículos.	52
Cuadro N° 8 Prueba de significación de Tukey 5% para la variable: Vacas con Folículos.	54
Cuadro N° 9 Subconjuntos homogéneos obtenidos del cuadro de comparaciones múltiples dado por la prueba de Tukey 5%.	54
Cuadro N° 10 Cantidad de vacas que presentaron cuerpo lúteo dentro de los tratamientos en los diferentes días posparto y ovario.	55
Cuadro N° 11 Análisis de varianza de la respuesta de las vacas a la presencia de cuerpo lúteo en los diferentes tratamientos y días en los que se levantó la información.	57
Cuadro N° 12 Medias marginales estimadas para la variable: Vacas con presencia de cuerpo lúteo.	57
Cuadro N° 13 Número Folículos obtenidos durante la investigación en los diferentes tratamientos por vaca.	59
Cuadro N° 14 Análisis de varianza del número de folículos encontrados en la investigación.	60
Cuadro N° 15. Medias marginales estimadas para la variable: Número de folículos encontrados por animal en la investigación.	60
Cuadro N° 16 Distribución por frecuencia de los folículos clasificados por el tamaño como Clase I.	62
Cuadro N° 17 Análisis de varianza para folículos clase I.	64
Cuadro N° 18 Medias marginales estimadas para la variable folículos de clase I. ...	64
Cuadro N° 19 Distribución de folículos de clase II en los diferentes tratamientos. ...	66
Cuadro N° 20 Análisis de varianza para los folículos de clase II.	68



Cuadro N° 21. Medias marginales estimadas para folículos clase II.	68
Cuadro N° 22 Distribución de los folículos de clase III en los diferentes días en que se levanto la información.	70
Cuadro N° 23 Análisis de varianza para los folículos de clase III.	72
Cuadro N° 24 Medias marginales estimadas para los folículos de clase III.....	72
Cuadro N° 25 Período de días al primer celo posparto.	74
Cuadro N° 26. Análisis de varianza para "Días al primer celo posparto" por tratamiento.....	74
Cuadro N° 27. Tabla de comparaciones múltiples entre tratamientos para "Días al primer celo posparto".....	75
Cuadro N° 28. Prueba de Tukey al 5% para "Días al primer celo posparto".	75
Cuadro N° 29 Medias marginales estimadas para la variable "Días al primer celo posparto"	76
Cuadro N° 30 Tasa de concepción de las vacas inseminadas por tratamiento.	77
Cuadro N° 31 Prueba de Chi-cuadrado para la tasa de concepción por tratamientos.	77
Cuadro N° 32. Condición corporal de las vacas durante el experimento.....	78
Cuadro N° 33. Análisis de varianza para la condición corporal desde el parto hasta los 60 días posparto.	80
Cuadro N° 34. Tabla de comparaciones múltiples para la condición corporal por tratamientos.....	80
Cuadro N° 35. Prueba de significación de Tukey al 5% para la condición corporal desde el parto al día 60 posparto.	81
Cuadro N° 36 Medias marginales estimadas de la variable: Condición Corporal.....	82



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Distribución de las vacas con presencia de folículos por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se levantó la información.	51
Gráfico N° 2 Distribución de las medias marginales estimadas para las vacas que presentaron folículos en los diferentes días en que se levantó la información.	53
Gráfico N° 3 Distribución de las vacas con presencia de cuerpo lúteo por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se levantó la información.	56
Gráfico N° 4 Distribución de las medias marginales estimadas para las vacas que presentaron cuerpo lúteo en los diferentes días en que se levantó la información. .	58
Gráfico N° 5 Número de folículos obtenidos por animal en cada tratamiento.	60
Gráfico N° 6 Número de folículos promedio por animal encontrados en los diferentes tratamientos durante la investigación.	61
Gráfico N° 7. Distribución de los folículos de clase I en los diferentes días posparto en los que se levanto la información.	63
Gráfico N° 8 Medias marginales estimadas para folículos de Clase I.	65
Gráfico N° 9. Distribución de los folículos clasificados como clase II por tratamiento y ovario según los días en que se levanto la información.	67
Gráfico N° 10 Medias marginales estimadas para folículos clase II en los diferentes días posparto.	69
Gráfico N° 11 Distribución de los folículos de clase III por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se realizó el experimento.	71
Gráfico N° 12 Distribución de los folículos de clase III en los diferentes días posparto.	73
Gráfico N° 13 Distribución gráfica de las medias de los días al primer celo posparto por tratamiento.	77
Gráfico N° 14 Evaluación de la condición corporal en los diferentes días en que se levanto la información.	79
Gráfico N° 15 Condición corporal de las vacas en los diferentes tratamientos durante la investigación.	82



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR.



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Andrés Leonardo Moscoso Piedra, autor de la tesis "(Influencia de la grasa bypass sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete)", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Reproducción Animal. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 13 de Septiembre de 2016

Andrés Leonardo Moscoso Piedra

C.I: 0104156443



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Andrés Leonardo Moscoso Piedra, autor de la tesis "(Influencia de la grasa bypass sobre el reinicio de la ciclicidad de las vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete)", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca 13 de Septiembre de 2016

Andrés Leonardo Moscoso Piedra

C.I: 0104156443



AGRADECIMIENTOS

A mi padre José Moscoso Duran (+) quien fue el que me formo para ser un profesional en el área de Medicina Veterinaria, con su esfuerzo y empeño que ponía todos los días en sus animales.

A mi hermano Luis Miguel Moscoso (+) que desde su partida ha sido el ángel de la guarda en mi caminar.

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento a mi Director de tesis el Dr. Estuardo Palacios por apoyarme en este proyecto de investigación.

Andrés Leonardo



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres Alicia Piedra y José Moscoso Duran (+) que fueron mi apoyo incondicional para poder lograr estos objetivos.

A mis hermanos en especial a Luis Miguel Moscoso (+) que en su corta estadía en este mundo nos dejó un legado de felicidad y amor.

A mi esposa y mis dos hijas Rafaela y Amalia que todo el esfuerzo que hago en mi vida es para brindarles lo mejor para ellas.

Andrés Leonardo



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

AGL	Ácidos grasos libres
AGPI	Ácidos grasos poli-insaturados
ALC	Ácido Linoléico conjugado
ATP	Adenosino trifosfato
AVG	Ácidos grasos volátiles
BCS	Body conditional score
BEN	Balance energético negativo
CAMP	Adenosino monofosfato cíclico
CC	Condición corporal
DM	Dry Matter
ENL	Energía neta de lactancia
FADH	Flavina-adenina-dinucleótido
FBP	Fat bypass
FSH	Hormona folículo estimulante
GBP	Grasa bypass o de sobrepaso
GH	Hormona de crecimiento
GnRH	Hormona liberadora de Gonadotropinas
HHO	Eje hipotálamo-hipófisis-ovario
HSL	Lipasa sensible a hormonas
IGF	Factor de crecimiento tipo insulínico
LH	Hormona luteinizante
MS	Materia Seca
MSC	Materia seca consumida
NADH	Nicotina-adenina-dinucleótido
NEFA	Ácidos grasos no esterificados
NSC	Carbohidratos no estructurales
PGF2a	Prostaglandina luteolítica
PKA	Proteínas kinasa tipo A
PP	Periodo posparto
PUFA	Poli-unsaturated fatty acid
TMR	Ración totalmente mezclada
VLDL	Lipo-proteínas de muy baja densidad



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Los largos periodos entre partos afectan dramáticamente la rentabilidad de las ganaderías tanto de leche como de carne a consecuencia de varias circunstancias entre ellas un estado anovulatorio conocido como “Anestro posparto prolongado” y que está ligado fuertemente a la influencia de la nutrición, así también influye el número de partos y las enfermedades del peri-parto (metritis, mastitis, laminitis, cetosis) (Rhodes, et al. 2003) resultando en un aumento en los costos de producción de la leche.

Para que una hembra bovina pueda volver a quedar preñada deben ocurrir básicamente dos eventos: la involución del útero que ocurre 4 a 5 semanas posparto y la reactivación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (H-H-O) que se da 45 a 60 días posparto en ganado en pastoreo (Morales, et al., 2012). Al igual que en otras latitudes, es evidente la dificultad para alcanzar un reinicio de la actividad ovárica de las vacas posparto en forma satisfactoria en los tiempos señalados, situación generada por la pérdida de reservas energéticas del animal que se refleja en la pérdida de condición corporal sin permitir que ocurra la primera ovulación posparto por la deficiente pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH) dada por un balance energético negativo (Báez et. al., 2009).

El desarrollo de ondas foliculares ocurre temprano en el posparto tanto en ganado índico como taurino (Kawashima, et al. 2011). Posterior al parto existe un incremento dramático en la FSH que es seguido por la emergencia de la primera onda folicular (7 ± 3 días posparto) (de Nava, et al., 2012; Báez, et al., 2009; Rivas, et al., 2011). Sin embargo, la ovulación del folículo dominante solamente ocurre cuando éste es expuesto a una adecuada frecuencia de pulsos de LH (aproximadamente 1 pulso/h), que permita el incremento en el tamaño del folículo y la producción de estradiol, que eventualmente puede conllevar a un pico de LH y una ovulación (Báez, et al., 2009); por lo tanto, para que las vacas tengan una nueva la función reproductiva se debe restablecer rápidamente para lo cual es necesario la normal involución del útero y el rápido restablecimiento de la actividad ovárica (Rivas, et al., 2011; Ruiz, et al., 2013).



El consumo restringido de energía antes y/o después del parto afecta las tasas de preñez y la actividad ovárica posparto alargando el ciclo productivo de la vaca (Espinoza, et al., 2010). El periodo postparto es una etapa crítica para la hembra bovina, ya que en este estadio se da una pérdida progresiva de condición corporal por el aumento agudo de gasto energético en la producción de leche, además del consumo restringido de materia seca por reducción del volumen ruminal producto de la gestación (Giraldo et al., 2012).

La suplementación con lípidos en la dieta de las vacas en posparto está asociada en forma positiva a una adecuada función del hipotálamo, hipófisis anterior, ovarios y útero, permitiendo así una reactivación temprana de su ciclo reproductivo (Giraldo and Uribe 2012). No obstante, el nivel de suplementación de grasa sobrepasante es variable, ubicándose entre el 1 y 4% de la ración con respecto al consumo estimado de MS (Herrera et al., 2012; Tyagi, et al., 2010; Salas, et al. 2011).

Aunque se conoce ampliamente los diferentes eventos que sufren las vacas en el posparto y al igual que las estrategia para contrarrestar los efectos negativos de estos sucesos, en nuestro medio existe poca información que nos indique cual es el nivel óptimo de suplementación de lípidos sobrepasantes para que ocurra un reinicio de la actividad ovárica ajustada al periodo óptimo de espera voluntaria para bovinos lecheros en pastoreo, en la parroquia Victoria del Portete; por lo tanto, el presente trabajo investigativo está enfocado en analizar el efecto del suministro de tres niveles de grasa bypass sobre el reinicio de la actividad ovárica dentro del periodo de espera voluntario determinado para sistemas de producción de leche sobre pasturas.



1.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de la adición de Grasa sobrepasante como suplemento energético en la actividad ovárica y retorno a la ciclicidad de vacas lecheras de la parroquia Victoria del Portete.

1.2. Objetivos específicos.

- Establecer el periodo de retorno a la actividad ovárica cíclica con la adición de grasa sobrepasante en la dieta.
- Demostrar el aumento de las oportunidades de preñez al primer servicio pos tratamiento.
- Evaluar la condición corporal en el periodo posparto, con la adición de grasa sobrepasante en la dieta.



CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Periodo de anestro posparto.

El anestro posparto se define como el período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro (Báez, et al. 2009). Seguido al parto, la estrategia reproductiva de la vaca es transformada pasando de vaca preñada y pariendo un ternero sano al restablecimiento reproductivo para la siguiente preñez. La inactividad del desarrollo folicular que prevalece después de la preñez, requiere de nuevo ser remplazado por una secuencia de eventos culminando con el comportamiento estral, ovulación de folículos saludables y una función luteal normal, siendo estos los requerimientos para lograr una excelente función reproductiva en cualquier tipo de sistema de producción de ganado (Rhodes, et al. 2003).

El periodo posparto involucra una combinación de procesos fisiológicos y patológicos en el útero, incluyendo la contracción de la musculatura uterina, la eliminación del exceso de tejido caruncular, la regeneración del epitelio endometrial (involución uterina), la infección bacteriana y la inflamación. En este periodo se distinguen tres fases: el posparto temprano que se extiende desde el parto hasta el momento en el cual la hipófisis recupera su sensibilidad a la GnRH; el intermedio considerado como la segunda fase de la involución uterina y que continúa hasta que ocurre la primera ovulación posparto; y el post-ovulatorio que se define como la fase de culminación de la involución uterina (Palomares, 2008).

Tanto el estado nutricional así como el amamantamiento (sistemas de producción de leche tradicionales o sistema de producción de carne) son factores que afectan la duración del anestro posparto. Además factores como la raza, edad, número de partos, producción de leche, presencia del toro, involución uterina, distocias y estado de salud general modulan los efectos provocados por los dos factores señalados (Báez, et al. 2009).



2.1.1. Establecimiento de la primera ovulación posparto.

El intervalo parto-primer ovulación en el ganado lechero manejado bajo sistemas de pasturas está alrededor de los 43-45 días, (hasta 86 días en vacas con ternero al pie) pudiendo diagnosticarse un 48% de vacas en anestro luego de este tiempo y de un 23 a 38% hasta los 60 días (Becerra, et al. 2008). Se determinó que los animales en anestro tienen una baja tasa de concepción al primer servicio posparto comparado con los animales que ovulan antes de este tiempo; además el anestro posparto prolongado afecta tanto a sistemas lecheros bajo pasturas como sistemas lecheros intensivos (Rhodes, et al. 2003).

Las concentraciones de gonadotropinas son muy bajas al final de la gestación por la fuerte retroalimentación negativa de la progesterona y los estrógenos (Robson, et al. 2008). Después del parto, los niveles de FSH incrementan dentro de los 5 a 10 días en las vacas con o sin ternero al pie y con aumentos de LH de los días 10 a 20 posparto. La pulsatilidad de la LH en vacas lecheras se detecta alrededor de este tiempo y su frecuencia de liberación se relaciona con la primera ovulación (Rhodes, et al. 2003).

El crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos son detectados mediante ultrasonografía dentro de los dos primeros días luego del primer incremento significativo de las concentraciones plasmáticas de FSH posterior al nacimiento. Un folículo dominante comienza a crecer de 10 a 14 días posparto pudiendo madurar completamente y ovular o volverse atrésico y ser remplazado por uno o más folículos dominantes subsiguientes, o puede seguir creciendo y volverse quístico (Wiltbank et al., 2002) (Silva, et al. 2011). La ovulación de un folículo dominante ocurre cuando la producción de estradiol por el folículo es suficiente para estimular una oleada preovulatoria de LH y FSH. La producción de estradiol esta a su vez bajo la dependencia de suficiente soporte gonadotrópico en términos de frecuencia de pulsos de LH y el aumento de las concentraciones plasmáticas de estradiol que son asociadas a elevadas concentraciones plasmáticas de IGF-I (Rhodes, et al. 2003).



2.1.2. Establecimiento de la primera fase luteal de longitud normal.

La primera ovulación posparto es frecuentemente asociada con una ausencia de manifestación de estro y es a menudo seguida por una fase luteal de corta duración, resultado de la interacción entre el útero, el cuerpo lúteo y posiblemente el folículo ovulatorio (Becerra, et al. 2008). La liberación prematura de prostaglandina F2a por el útero, es la principal causa del acortamiento del intervalo de vida del primer cuerpo lúteo. Bajas o insignificantes concentraciones de progesterona precedentes a la primera ovulación posparto resultan en un mas bajo número de receptores de progesterona y altos números receptores de oxitocina en las células endometriales, permitiendo el desarrollo temprano de la retroalimentación positiva enlazado entre la oxitocina y PGF2a. Bajas concentraciones preovulatorias de estradiol también son probablemente involucradas en el incremento del número de receptores de oxitocina endometriales, ligando la oxitocina a la liberación prematura de PGF2a (Rhodes, et al. 2003) (Motta, et al. 2011).

El intervalo del parto a la primera ovulación posparto es caracterizada por un período de incremento de la liberación pulsátil de LH, asociado con un crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos. Para que estos folículos maduren y ovulen, el aporte gonadotrópico debe ser suficiente para estimular el incremento de la producción de estradiol, pudiendo inducir una oleada preovulatoria de LH y FSH. Además, las concentraciones circulantes de hormonas metabólicas (IGF-I) están involucradas en optimizar la respuesta de las células de la granulosa y de la teca a la estimulación gonadotrópica (Silva, et al. 2011). La fase luteal seguida a la primera ovulación posparto es de corta duración, por la prematura liberación de PGF2a del útero, asociado con grandes números de receptores para oxitocina en el endometrio. Este periodo corto de elevación de la progesterona (generado por el cuerpo lúteo de la fase luteal corta) es requerido para la máxima expresión del estro y de la duración normal de la subsiguiente fase luteal (Rhodes, et al. 2003).



2.1.3. Categorización del Anestro posparto.

La clasificación fisiológica de la anovulación dada por (Wiltbank, et al., 2002) y que muchos autores lo toman como base para la categorización del anestro, se enfoca en los patrones de crecimiento folicular en las fases de emergencia, desviación y ovulación, considerados como puntos críticos en la dinámica folicular; así:

- **Tipo I:** Anestro por anovulación con desarrollo folicular solamente en emergencia sin desviación de los folículos que se observa en animales sometidos a restricción nutricional severa resultando en la ausencia de folículos ováricos > 8mm y nula liberación pulsátil de LH; ocurre en menos del 10% de las vacas de un rebaño (Rhodes, et al. 2003; Morales, et al. 2012; Wiltbank, et al., 2002).
- **Tipo II:** Anestro por anovulación con crecimiento folicular hasta la desviación pero que no llegan al tamaño de folículo ovulatorio por atresia o regresión. Puede o no haber la presencia de folículo dominante. Se observa en la mayoría de vacas que muestran un anestro prolongado, comúnmente exhibidos por vacas con cría al pie y vacas lecheras bajo sistemas de producción a pastoreo. Está asociado relativamente con la baja frecuencia de la liberación pulsátil de LH y el aumento sensible a los efectos de la retroalimentación negativa del estradiol sobre la liberación de gonadotropinas (poca producción de estradiol por el folículo que pudiera estar en dominancia) (Rhodes, et al. 2003; Morales et al. 2012).
- **Tipo III:** Anestro por anovulación con crecimiento folicular a tamaños mas grandes que el del folículo ovulatorio (>25mm; quiste folicular) sin ovulación y con persistencia ovárica. Observando comúnmente en vacas lecheras y está asociado a condiciones de excesiva conducta sexual o ausencia del mismo. Causado por la insensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación positiva



del estradiol o por una respuesta alterada del folículo a las gonadotropinas (Rhodes, et al. 2003; Morales, et al. 2012; Wiltbank, et al. 2002).

- **Tipo IV:** Anestro por anovulación con la presencia de tejido luteal. La vaca presenta celo, ovulación y formación de cuerpo lúteo de carácter persistente que prolonga la fase luteal; puede deberse a distocias, enfermedades en el primer de lactación, estrés, ovulación luego del parto, infecciones uterinas (Morales, et al. 2012; Wiltbank, et al. 2002).

2.1.4. Factores de riesgo para un prolongado intervalo de parto-primera ovulación posparto (anestro posparto).

Los principales factores considerados como influyentes en la duración del anestro posparto son: la nutrición antes y después del parto (balance energético y condición corporal), edad al parto, estacionalidad y enfermedades del periparto (Rhodes, et al. 2003; Morales, et al. 2012; Becerra, et al. 2008; Silva, et al. 2011).

- **Influencia de la nutrición.** El estado nutricional reflejado en la condición corporal al parto tiene una fuerte influencia sobre la duración del anestro posparto estableciéndose que la nutrición preparto tiene más relevancia que la nutrición posparto (Báez, et al. 2009). Se pudo establecer que en ganado en pastoreo, el incremento en la condición corporal reduce significativamente el intervalo a la primera ovulación. Por el contrario, el intervalo a la primera ovulación posparto se extiende a un mayor número de días cuando se incrementa el balance energético negativo. Aunque no es posible medir acertadamente el balance energético, los indicadores fisiológicos del estado metabólico pueden reflejar de mejor manera el control de la reanudación de la ovulación expresándose con un aumento de la hormona del crecimiento y del β -hidroxibutirato, y la disminución de las concentraciones plasmáticas de insulina y glucosa (Rhodes, et al. 2003, Montaña, et al. 2005).
- **Influencia de la estacionalidad.** En las latitudes en donde existen dos estaciones marcadas (calurosa y fría), la función reproductiva es reducida en



la estación calurosa, comparada con la estación fría. Cambios en la calidad y cantidad de las pasturas remplazan probablemente los efectos estacionales sobre el intervalo del anestro posparto (Rhodes, et al. 2003).

- **Influencia de la cantidad de partos.** En sistemas lecheros basados en pasturas, la duración del intervalo posparto-primera ovulación es más largo en animales primíparos que en vacas viejas, con una disminución significativa en la probabilidad de que exista animales en anestro con el incremento de la edad. Estas relaciones probablemente reflejan el gran estrés nutricional existente impuesto sobre las vacas jóvenes debido a los requerimientos para el crecimiento así como para la lactación (Rhodes, et al. 2003).
- **Influencia de las enfermedades periparto.** Las distocias y/o los desórdenes puerperales (metritis, descarga vaginal anormal), o las ocurrencias de enfermedades clínicas como mastitis, laminitis y especialmente cetosis durante el primer mes después del parto fueron reportados como factores de riesgo significativos para un extenso intervalo parto-primera ovulación (Rhodes, et al. 2003).

2.1.5. La Vaca en el Posparto temprano.

Para una función exitosa tanto productiva como reproductivamente, es necesario un adecuado estatus nutricional. Vacas con baja condición corporal al parto sufren un desbalance energético al que el animal responde movilizand o sus reservas corporales, generando fallas reproductivas alargando el intervalo posparto-primera ovulación o anestro posparto. El balance energético posparto esta influenciado por la producción de leche y la ingestión de energía presente en la dieta (Hernández and Díaz 2011).

Durante el periodo posparto la vaca debe cumplir funciones como la lactación que demanda un mayor gasto energético, disminuyendo la disponibilidad energética para la involución uterina, y el reinicio de la actividad cíclica ovárica marcando el final del puerperio. Los problemas de salud y reproductivos en vacas lecheras de alta



producción y en vacas con baja condición corporal ocurren durante la lactancia temprana y han sido relacionados con el balance energético negativo permitiendo que la partición de nutrientes sea preferencial al mantenimiento, lactación y recuperación de peso, sobre las actividades reproductivas (involución uterina, reinicio de la actividad cíclica, concepción y la generación de una nueva gestación) (Hernández and Díaz 2011).

2.2. Metabolismo energético.

Los rumiantes son herbívoros de digestión fermentativa microbiana, los microorganismos emplean los carbohidratos tanto estructurales (celulosa y hemicelulosa) y no estructurales (almidones y azúcares), y junto con el nitrógeno no proteico y la proteína de los forrajes les permite producir ácidos grasos volátiles (AVG) lipogénicos (acetato y butirato) y glucogénicos (propionato), estos últimos están relacionados directamente con el consumo del sustrato fermentable (almidón) y la acción de las bacterias aminolíticas sobre éste. Las necesidades energéticas son suplidas por los almidones que se absorben en el intestino al sobrepasar la digestión bacteriana y por la gluconeogénesis que realiza el hígado a partir del propionato y del glicerol obtenido por la lipólisis del tejido graso (Duque , Olivera and Rosero 2011).

El tejido adiposo representa predominantemente las reservas energéticas corporales y consisten de células llenas de triglicéridos conocidas como adipocitos. Dentro de estas células ocurren continuamente dos procesos metabólicos resultando en la degradación y resintetización intracelular de los triglicéridos (lipólisis y lipogénesis) (Roche, et al. 2009).

2.2.1. Procesos metabólicos de los lípidos.

Los principales procesos metabólicos que sufren los lípidos dentro de los adipocitos son conocidos como lipólisis (degradación de lípidos) y lipogénesis (sintetización de lípidos). Cuando el requerimiento de energía es mayor que su suministro, la tasa de lipólisis es superior a la de la lipogénesis por lo que la vaca pierde condición corporal



e incrementa los niveles séricos de ácidos grasos no esterificados (NEFA). Por el contrario, cuando la ingesta de energía metabolizable es mayor a la requerida, las tasas de lipogénesis exceden a las de lipólisis, y la vaca, al estar en balance energético positivo, aumenta las reservas energéticas y la condición corporal (Hills, et al. 2015) (Roche, et al. 2009).

- **Lipogenesis.-** En los adipocitos de los rumiantes, este proceso se da por dos vías: la resintetización y la recuperación de la circulación de los ácidos grasos preformados. Por la vía de la resintetización, los rumiantes usan el acetato como la principal fuente de carbón para la síntesis de los ácidos grasos. La limitada acción de la enzima Acetil-CoenzimaA-carboxilasa en la resintetización de los ácidos grasos, cataliza la formación de malonil-CoA que junto con el Acetil-CoA por acción de la enzima ácido-graso-sintetaza, produce butirato. El acetato es la base para el crecimiento de los ácidos grasos, y que gracias a la acción de la adición de malonil-CoA, por efecto de la encima acido-graso-sintetaza que los une a la cadena del Acil, se produce los ácidos grasos de cadena larga, siendo el palmitato el producto primario. En el caso de los ácidos grasos recuperados de los lípidos de la circulación, la enzima lipoprotein-lipasa hidroliza los triacilglicéridos del plasma, produciendo ácidos grasos no esterificados (NEFA) y monoacilglicéridos que son recuperados y transportados al interior de la célula, probablemente, por ácidos grasos ligados a proteínas. Los triacilglicéridos adiposos son sintetizados por cualquiera de las dos vías: la fosfatídica o la del monoacilglicerol, dependiendo de la disponibilidad del glicerol-3-fosfato y monoacilglicéridos (Roche, et al. 2009).
- **Lipolisis.-** Dentro del adipocito, la lipasa sensible a las hormonas (HSL) actúa catalizando la gota de grasa para hidrolizar los ácidos grasos presentes en ella. La HSL es activada por hormonas lipolíticas mediadas por una fosforilación reversible vía AMP cíclico (cAMP) dependiente de proteínas quinasa A (PKA). La regulación adicional ocurre vía perilipin, proteína hidrofóbica asociada con la gota de grasa. La fosforilación de la proteína



perilipínica se cree es esencial para la traslocación de la HSL desde el citosol a la superficie de la gota de grasa, permitiendo que la hidrólisis de los ácidos grasos ocurra. La enzima monoacilglicerol-lipasa luego de hidrolizar los ácidos grasos faltantes, generan tres unidades de NEFA y un glicerol base (Brasaemle 2013) (Roche, et al. 2009). La sobrerregulación por parte del tejido adiposo de vacas lactantes con relación a vacas en preparto, sobre los receptores B-adrenérgicos, HSL, y el mRNA-perilipínico, incrementa la lipólisis en la lactancia temprana. Una vez movilizados los NEFA, rápidamente se unen a la albumina sérica para transportarse a varios tejidos. Durante las altas tasas de lipólisis, el radio de los NEFA hacia las albuminas incrementa y los NEFAS ocupan los sitios de unión de mas baja afinidad sobre la molécula de la albúmina. Esta débil conexión favorece la entrega y recuperación de los NEFA por los requerimientos tisulares de energía y lípidos (Roche, et al. 2009).

2.2.2. Metabolismo de los ácidos grasos no esterificados “NEFA”.

Los NEFA circulantes son metabolizados por tres vías: pueden ser oxidados por el hígado y músculo esquelético como una fuente de energía; al no experimentar β -oxidación sufren una re-esterificación a triglicéridos en el hígado; o son usados por la glándula mamaria como una fuente de grasa de la leche (Rivas, et al. 2011).

La β -oxidación de los ácidos grasos en el hígado es localizada en las mitocondrias de los hepatocitos donde produce acetil CoA y formas reducidas de NADH (nicotina-adenina-dinucleótido) y FADH (flavina-adenina-dinucleótido); generando energía vía producción de ATP en el ciclo del ácido cítrico y cadenas de electrones de transporte, respectivamente (Roche, et al. 2009).

La carnitina-palmitoiltransferasa-I (CPT-I), enzima de acción limitada, es responsable por el transporte citosólico de los ácidos grasos a la mitocondria por β -oxidación. La actividad de CPT-I y las subsecuentes tasas de β -oxidación de los ácidos grasos están incrementadas durante el balance energético negativo (BEN), probablemente



por concentraciones disminuidas de malonil CoA y la reducida sensibilidad de CPT-I a este componente, el cual es un potente inhibidor de CPT-I (Roche, et al. 2009).

El malonil CoA es un ácido graso de síntesis intermedia y con concentraciones decrecientes durante periodos de BEN, cuando la proporción de insulina con respecto al glucagón es baja y la lipogénesis es limitada. Cuando la movilización de los ácidos grasos de los adipocitos es acelerada, los hepatocitos convierten los excesos de acetil CoA generados por β -oxidación en cuerpos cetónicos (Rivas, et. al 2011).

La formación de cuerpos cetónicos es directamente proporcional a la oxidación de los ácidos grasos, y aunque la conversión de acetil CoA a cuerpos cetónicos, en lugar de la β -oxidación completa, es menos eficiente energéticamente, la cetosis es un importante mecanismo proveedor de energía para las vacas lecheras en la lactancia temprana. Esto es porque durante la lactación, la mayor parte de glucosa disponible (>80%) es repartida a la glándula mamaria y órganos vitales que no pueden metabolizar ácidos grasos como una fuente de energía confiando en la oxidación de los cuerpos cetónicos para su mantenimiento (Zeoula and Ferreira 2001) .

Una vía alterna a la oxidación hepática de los NEFA es la vía de los peroxisomas, organelas sub-celulares presentes en muchos órganos del cuerpo. Sin embargo, comparado con la β -oxidación mitocondrial, que genera energía en forma de NADH reducido a más de acetil CoA, la β -oxidación peroxisomal produce peróxido de hidrógeno y calor; los peroxisomas no contienen una cadena respiratoria asociada a la formación de ATP. Esto propone que las pérdidas energéticas generadas por la eficiencia de la β -oxidación peroxisomal juega un rol como una vía de rebalse para oxidar ácidos grasos solamente durante una extensiva movilización de NEFA (Roche, et al. 2009).

Los NEFA que no experimentaron la β -oxidación hepática son re-esterificados a triglicéridos y liberados a la circulación como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Durante periodos de BEN, la capacidad hepática para re-esterificar los



ácidos grasos se incrementa. Sin embargo, la tasa de exportación de VLDL del hígado permanece baja, posiblemente a causa de la reducida capacidad bovina para generar apoproteína B, el componente clave que aparentemente controla la tasa global de síntesis y secreción de VLDL. Así, durante periodos de BEN, incrementa la recuperación hepática y re-esterificación combinada con ineficiente liberación de VLDL pudiendo resultar en la acumulación de triglicéridos en los hepatocitos, dando origen a un fenómeno conocido como “Hígado graso” (Bobe, et al. 2004).

2.2.3. Demanda y partición de nutrientes durante la lactancia temprana

Al momento del parto e inicios de la lactancia, los requerimientos nutricionales cambian y no son cubiertos por el consumo de materia seca. Se estima que a los 4 días posparto los requerimientos de energía neta de lactancia (ENL) y la proteína metabolizable exceden en un 26 y 25% respectivamente sobre la cantidad ofrecida. Además la utilización de ENL y proteína metabolizable por la glándula mamaria para producir leche representa el 97 y 83% de la ingesta para cada uno (Duque, et al. 2011).

2.2.4. Requerimientos de la glándula mamaria

La glándula mamaria emplea la glucosa como el principal sustrato para la producción de leche, requiriéndose hasta un 80% del total de la glucosa producida, por lo que se destaca la importancia de la gluconeogénesis hepática y el incremento de su tasa metabólica por el hecho de que los requerimientos de glucosa se incrementan hasta cuatro veces en animales con alta genética lechera, debiendo el hígado de la vaca producir el doble o más la cantidad de glucosa en el periparto para satisfacer la demanda, la cual no es suplida totalmente por la dieta por lo que se da un proceso de lipólisis, removiendo las reservas corporales para obtener la energía requerida para el mantenimiento, producción y reproducción (Duque, et al. 2011).



2.2.5. Efectos de la movilización del tejido adiposo.

La grasa corporal se moviliza al liberar los Ácidos Grasos Libres (AGL) por hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo en el torrente sanguíneo y transportados al hígado por la albumina sérica. Los AGL son tomados por el hígado en proporción a su oferta pudiendo ser reesterificados formando nuevamente triglicéridos y exportados en lipoproteínas de muy baja densidad para lo cual se requiere la glucosa, la cual es limitada. Además, los AGL son convertidos en Acetil-CoA que se combina con el ácido oxalacético y entra en el ciclo de Krebs para producir ATP y oxalacetato. En este punto, tanto el metabolismo de las grasas como la gluconeogénesis necesitan de oxalacetato, generándose una competencia entre las dos reacciones. Si no hay suficiente oxalacetato disponible por falta de precursores (propionato, acetato, glicerol, aminoácidos), o por la demanda de glucosa para la síntesis láctea, el Acetil-CoA no puede ser introducido a en el ciclo de Krebs convirtiéndose en cuerpos cetónicos (acetona, acetato, B-hidroxibutirato) alterando el estado metabólico cuando las concentraciones séricas exceden los 0,4mmol/L pudiendo generar el síndrome de hígado graso (Duque, et al. 2011).

2.3. Balance energético y condición corporal.

La provisión de nutrientes para el ternero es facilitado por la lipólisis y el catabolismo del músculo por la vaca en el periodo posparto, perdiendo condición corporal por aproximadamente 40 a 100 días después del parto antes de reabastecer las reservas perdidas del tejido. Lo que hace a las vacas lecheras distintas de todas las otras especies mamíferas es la intensa selección genética transgeneracional para la producción de leche total y en la lactancia temprana, particularmente en los últimos 50 años (Hills, et al. 2015).

Tales precisiones de selección han resultado en muchos cambios fisiológicos que facilitan mayor movilización de las reservas energéticas del organismo afectando la condición corporal en vacas lecheras más que en otros mamíferos (Hills, et al. 2015). La importancia de la condición corporal y el balance energético son claves en la lactación; sin embargo, hay factores que afectan la condición corporal como la



paridad, edad al parto, época de parto, niveles de alimentación, tipo de dieta, entre otros (Roche, et al. 2009).

2.3.1. Importancia de la condición corporal en la producción y reproducción.

La condición corporal al parto y durante el período reproductivo, así como los cambios en este parámetro entre el parto y la siguiente preñez son sucesos importantes para la producción, salud y bienestar animal, y la función reproductiva. Cualquier estrategia que asegure una condición corporal al parto de 3 o 3,5 y una mínima pérdida posparto $\leq 0,5$ unidades mejoraría la productividad y salud de la vaca, mientras tanto también aseguraría una favorable percepción pública de su bienestar (Hills, et al. 2015).

Por muchos años la selección de las vacas a estado apegada a la producción de leche incrementándola; sin embargo, dicha selección no ha incrementado la capacidad de ingesta de materia seca y que está influenciada por la condición corporal al parto y en la lactancia temprana generando una correlación negativa entre la condición corporal y la ingesta de materia seca, siendo regulada por los depósitos grasos corporales que interactúan con el hipotálamo afectando el apetito, y a su vez está ligado a componentes genéticos que individualizan el componente adiposo que la vaca trata de mantener. El tejido adiposo, a través de los adipocitos, produce un gran número de hormonas siendo aparentemente la leptina la señal más significativa de la regulación de la ingesta de materia seca (Roche, et al. 2009).

Así como los ácidos grasos de cadena larga abastecen la producción de grasa de la leche, el incremento de la lipólisis provee un sustrato energético para los tejidos no mamarios en la lactancia temprana, escatimando la glucosa para la síntesis mamaria de lactosa y el incremento de la producción láctea (Ortega, et al. 2012). Se ha demostrado que las pérdidas de condición corporal asociadas a la producción de leche responden de diferente manera de acuerdo al sistema de producción



empleado; no obstante, en los diferentes modelos experimentales y sistemas de producción láctea, se indica que la condición corporal al parto debe estar entre 3,0 y 3,5 (escala de 1 a 5) y una pérdida de condición corporal posparto de 0,5 a 1,0 puntos. Además, tanto la condición corporal al parto así como la condición corporal en la lactancia temprana, son asociadas positivamente con el contenido de proteína y grasa en la leche (Roche, et al. 2009).

La reproducción exitosa está bajo la dependencia de varias funciones fisiológicas funcionando óptimamente y que están influenciados por el balance energético antes y después del parto. En efecto, el balance energético es el factor más probable que inflencie sobre la función reproductiva, estableciéndose que el aumento de la condición corporal al parto (nadir 3,5 puntos), reduce las pérdidas de condición corporal posparto, menor número de días en lactancia hasta recobrar el nadir de la condición corporal, ganancia de peso corporal al momento del servicio y una preñez exitosa (Ortega, et al. 2012).

En forma general, la condición corporal en la lactancia temprana está negativamente asociada con los días al primer estro posparto, y positivamente asociada con la probabilidad de que la vaca sea detectada en celo antes del inicio de la planificación de sincronización de celos. La correlación negativa entre la condición corporal al parto y los cambios de ésta en la lactancia temprana y los días al primer estro posparto, están asociados con la disminución de la actividad ovárica, pulsos atípicos de la hormona luteinizante (LH), pobre respuesta folicular a las gonadotropinas y competencia funcional reducida de los folículos; situaciones generadas muy probablemente por efectos negativos de la leptina, adiponectina, insulina, o alguna otra hormona asociada con el tejido graso sobre el hipotálamo o la función ovárica (Roche, et al. 2009) (Rivas, et al. 2011).

2.3.2. Rol de la nutrición en la regulación del balance energético y los cambios en la condición corporal.

El balance entre la lipólisis y la lipogénesis está bajo la regulación endócrina. La hormona del crecimiento (GH) directamente regula las reservas adiposas de los



rumiantes destacando la respuesta a los estímulos lipolíticos, atenuando la respuesta lipogénica a la insulina, e inhibiendo la insulina mediada por la recuperación de la glucosa por los adipocitos. Las catecolaminas (epinefrina y norepinefrina) actúan como un potente estimulador lipolítico (activa HSL y proteína perilipínica) incrementando la lipólisis. En comparación, la insulina suprime la gluconeogénesis, estimulando la lipogénesis del acetato en los adipocitos bovinos, e incrementa la recuperación de glucosa por los tejidos adiposos; además, aumenta los receptores de GH en el tejido hepático, reduciendo la concentración circulante de la misma e indirectamente la acción lipolítica (Hills, et al. 2015).

Esta regulación endócrina del metabolismo del tejido adiposo es abundantemente evidente en las vacas lecheras de alta producción en la lactación temprana. Durante la transición entre gestación y lactación, hay una amplia reducción de los receptores hepáticos primarios de GH (GHR-1A), reduciendo la producción de IGF-1 por aproximadamente 70% y, en efecto, parando completamente la producción de GH. Este fenómeno es comúnmente referido al incumplimiento del eje somatotrópico y es propio de las vacas de alta producción lechera. Al mismo tiempo, las concentraciones circulantes de insulina son bajas, los tejidos periféricos son resistentes a la acción de la insulina, y el tejido adiposo de los bovinos es progresivamente receptivo a las catecolaminas. Colectivamente, estos patrones endócrinos facilitan una red liberadora de NEFA del tejido adiposo (Hills, et al. 2015) (Ortega, et al. 2012) (Rivas, et al. 2011).

La regulación endócrina del metabolismo del tejido adiposo puede ser manipulada por la nutrición, aunque esto parece ser una interacción con la etapa de lactación y la genética de la vaca. Durante períodos de restricción nutricional, la abundante transcripción de GHR-1A en el hígado es reducido, incrementa las concentraciones de GH, y declinan las concentraciones de IGF-1 e insulina. Estos cambios resultan en el incremento de la lipólisis, reduciendo la lipogénesis, y una red de exportación de NEFA fuera del tejido adiposo (Herrera, et al. 2011).

En comparación, la suplementación de vacas a pastoreo con concentrados resultan en un reacoplamiento más temprano del eje somatotrópico y una consecuente



declinación en la concentración de GH y un incremento en la concentración circulante de insulina e IGF-1. Además, la suplementación de concentrado de vacas lecheras a pastoreo reduce la resistencia a la insulina e incrementa las tasas de purificación de glucosa siguiendo un test in vivo de tolerancia a la glucosa. Estos cambios resultan ya sea en un retorno más temprano al balance energético positivo o un mayor balance energético positivo y un incremento en las reservas adiposas (Hills, et al. 2015).

Estos efectos de la nutrición son, sin embargo, afectados por la lactación y la genética de la vaca y, posiblemente, una interacción entre las dos. La lipólisis en la lactación temprana está genéticamente controlada, mientras que la lipogénesis está bajo la regulación de la genética y el medioambiente. La restricción energética no tiene efecto sobre la lipólisis en la lactación temprana. La falta del efecto de la nutrición sobre la lipogénesis o lipólisis en la lactación muy temprana indica la priorización de los nutrientes para la producción de leche y que las tasas de lipólisis están cerca al máximo fisiológico y no pueden ser incrementadas mas allá por la desnutrición. Una disminución de las concentraciones de insulina circulantes y un gran desacoplamiento del eje somatotrópico con la selección genética para producción lechera más allá de soportar una adaptación homeorrética, facilita la producción de leche a expensas del tejido corporal (Wadhwa, et al. 2012) (Hills, et al. 2015).

El metabolismo del tejido adiposo consiste de un balance entre lipólisis, lipogenesis, y la re-esterificación de los ácidos grasos. Aunque las pérdidas de condición corporal es una adaptación natural de los mamíferos, la intensiva selección para producir leche tuvo resultados en las vacas que están preparadas para movilizar la condición corporal al detrimento de la salud y reproducción (Roche, et al. 2009). Después de aproximadamente 30 días en leche, el balance entre lipólisis y lipogénesis puede, en promedio, retornar en favor de la ganancia de condición corporal en vacas a pastoreo por incrementar el consumo de suplementos concentrados. Sin embargo, las vacas de alta producción requieren un gran nivel de suplementación de concentrados para efectuar cambios en esta vía metabólica. La eficiencia en la producción de leche y mejoramiento de condición corporal en vacas a pastoreo es



baja por la poca eficiencia de ganancia de condición corporal en pasturas (Hills, et al. 2015).

2.3.3. Factores que afectan la condición corporal.

Los factores que afectan la condición corporal en los bovinos están enfocados en dos circunstancias o niveles: Factores relacionados con el rebaño y factores relacionados con las vacas:

- **Factores relacionados con el rebaño.-** Dentro de estos factores nos referimos a las tasas de suministro, el contenido de carbohidratos no estructurales (NSC) de una ración totalmente mezclada (TMR), niveles de concentración de grasa en las raciones de vacas a pastoreo, o si a los animales se les ofrece hierba picada o una TMR, todos estos factores están bien reportados que afectan la condición corporal de la vaca; además están asociados con el nivel de alimentación o el tipo de dieta. Otras variables que intervienen como factor que afecta la condición corporal es el personal que evalúa al animal y la escala en la que se mide (Roche, et al. 2009).
- **Factores relacionados a la vaca como tal.-** Se encuentran reportados muchos como el intervalo-interparto, condición corporal al parto, paridad, edad al primer parto, estación de parto, prolificidad o merito genético, y heterosis que de igual forma están bien reportados sus efectos sobre la condición corporal (Roche, et al. 2009).

2.4. Las grasas en la alimentación de los rumiantes.

Las grasas o lípidos son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético. La combustión de un gramo de grasa produce 9,45 Kcal de energía neta versus las 4,4 Kcal que genera la misma cantidad de carbohidratos generando un aporte energético por parte de los lípidos de 2,25 veces más energía que los carbohidratos. Las grasas cumplen muchas funciones en el organismo



animal; forman parte de las membranas celulares, algunas hormonas son sintetizadas a partir de los lípidos (estradiol, progesterona, testosterona), tienen funciones inmunológicas y forman parte de las vitaminas lipídicas (A, D, E y K) (Hernández and Díaz 2011).

La dieta de los herbívoros generalmente tienen bajo contenido de lípidos debido al hecho que el tenor de grasa bruta de los pastos se encuentra entre 1 a 4% de la materia seca (MS). Dietas de rumiantes conteniendo más del 5% de lípidos en la materia seca consumida (MSC) disminuye la concentración de microorganismos celulolíticos, metanogénicos y protozoarios, generando alteraciones en la producción de proteína microbiana, disminuyendo la relación acético/propiónico y la digestibilidad de la fibra (Angel 2009).

Se ha reportado una disminución del consumo de alimento por efecto de altos niveles de grasa en la dieta. Dicha reducción se debe a la baja utilización de la fracción fibrosa por formación de una película lipídica en la superficie de la fibra previniendo el ataque enzimático y bacteriano afectando el proceso fermentativo en el rumen. La disminución del consumo también se debe a la reducción de la actividad microbiana por adsorción de la grasa a la membrana bacteriana y a la formación de jabones cálcicos o magnésicos en el rumen disminuyendo la disponibilidad de minerales esenciales para la actividad fermentativa del rumen. Además, existen posibles efectos tóxicos de algunos ácidos poli-insaturados sobre las bacterias celulolíticas. Todas estas situaciones alteran la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen (Salvador, et al. 2011).

Las fuentes de lípidos en los sistemas de alimentación para rumiantes son los forrajes, cereales, semillas oleaginosas, subproductos de la industria (sebos, grasas amarillas, mezcla de grasa animal y vegetal), gasa hidrogenada, aceite de palma africana y jabones cálcicos. Los diferentes estudios realizados indican que el organismo animal requiere de ácidos grasos que no pueden ser formados en el organismo animal por lo que deben ser suplementados en la dieta definiéndoles como ácidos grasos esenciales, son ácidos grasos poli-insaturados o PUFA (Salvador, et al. 2011).



El alto potencial reductor del rumen dificulta el aprovechamiento de los beneficios nutracéuticos (alimento funcional) de los ácidos grasos poli-insaturados (PUFA), pues los lípidos ingeridos por el animal son modificados por la fermentación ruminal, a través de la bío-hidrogenación. La saturación de los PUFA en el rumen ocurre como mecanismos de defensa de los microorganismos ruminales, que, al saturar los ácidos grasos, disminuye la toxicidad de los mismos para la microbiota ruminal sin presentar ventajas de alimento funcional (Angel 2009).

Un alimento funcional es aquel que siendo ofrecido periódicamente en la dieta trae beneficios además de los observados solo por la ingestión de nutrientes. La incorporación de las fuentes lipídicas en las dietas de los rumiantes es muy atractiva ya que además del potencial energético de los lípidos, algunos PUFA han demostrado tener efectos nutracéuticos (alimento funcional), los cuales benefician el desempeño reproductivo de la vaca (Angel 2009).

2.4.1. Grasa bypass, protegida, sobre pasante o inerte.

Cuando se utiliza en la dieta de los rumiantes una fuente de grasa activa (no protegida o no sobrepasante) con altos niveles de PUFA, la mayoría de estos elementos se pierden por acción de la biohidrogenación, limitando su utilización. Con el avance de nuevas tecnologías, se han podido modificar químicamente las grasas para permitir su utilización en mayores niveles y con una menor interacción ruminal, reduciendo los efectos deletéreos de los lípidos sobre la actividad del rumen. A este tipo de grasas tratadas químicamente se les conoce como “grasas de sobrepaso, grasas sobrepasantes, grasas inertes, grasa bypass o grasas protegidas”, están diseñadas para tener muy pocos o ningún efecto negativo sobre la digestibilidad de los alimentos en rumiantes (Hernández and Díaz 2011) (Salvador, et al. 2011).

Generalmente el punto de fusión de las grasas sobrepasantes están por encima de los 100°C y la solubilidad se presenta en niveles de pH por debajo de los 5,5, valores



que no se producen en el rumen. A nivel del abomaso y la primera porción del duodeno los niveles de pH son mucho menores permitiendo la disociación de la sal carboxilada, dejando disponibles los ácidos grasos para su absorción generando un incremento en la disponibilidad de ácidos grasos insaturados a nivel intestinal, incrementando la absorción de los mismos y su incorporación a los tejidos (Hernández and Díaz 2011) (Salvador, et al. 2011).

Básicamente, las grasas protegidas consisten en una fuente de ácidos grasos insaturados, denominados anteriormente como esenciales, siendo los más importantes los ácidos grasos linolénico y linoleico y que al estar protegidos no son utilizados por los microorganismos ruminales, siendo mayoritariamente aprovechados por el animal (Duque , et al. 2011).

2.5. Suplementación de lípidos en el posparto.

Los lípidos son importantes moléculas que sirven como fuente de energía y son componentes críticos de la estructura física y funcional de las células. La suplementación lipídica en vacas en posparto incrementa la densidad energética de la dieta mejorando el comportamiento productivo y reproductivo; sin embargo, el suministro de grasa total de la dieta para rumiantes no debe exceder el 4% del total de la materia seca consumida por día. Los PUFA, lípidos presentes en la membrana celular cuya síntesis no puede ser realizada por el organismo animal, juegan un rol importante en la regulación de actividades de la misma y su inclusión en la dieta de rumiantes está asociada positivamente con la función reproductiva del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios-útero, reduce los intervalos primera ovulación posparto, modula la síntesis de prostaglandina en el útero y mejora la calidad del oocito. Aunque los efectos de la suplementación de lípidos son evidentes, no compensa de forma efectiva el gasto energético del animal en la lactación temprana viéndose reflejado en los cambios de la condición corporal al disminuir el tejido adiposo, situación dada por las exigencias de la lactancia temprana y la alteración de la bioquímica del tejido adiposo en favor de la distribución de nutrientes hacia el tejido mamario para la síntesis de leche (Giraldo and Uribe 2012) (Hernández and Díaz 2011) (Herrera, et al. 2012).



2.5.1. Efectos generados por la suplementación lipídica.

Se plantea que los mayores y mejores efectos en la utilización de grasas sobrepasantes se logran en el primer tercio de lactancia y pueden estar relacionados con una mejor utilización de la energía y no con un aumento de la oferta de energía (Giraldo and Uribe 2012). A continuación se describen los efectos de la suplementación lipídica en diferentes puntos que afectan la función reproductiva de la hembra bovina en posparto:

- **Efectos sobre el eje hipotálamo-hipófisis-ovario.**- el principal objetivo de una empresa ganadera es producir un ternero por vaca lo mas cercano posible al año. Estudios previos reportaron que la utilización de grasa dietética (PUFAs) como un alimento nutraceútico, posiblemente influencia en la función reproductiva en las vacas, independientemente de la contribución energética adicional de las diferentes fuentes de PUFAs. Se ha propuesto diferentes mecanismos de como la suplementación grasa afecta el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, así: 1) Disminuyendo el balance energético negativo que conduce a un retorno temprano al estro en vacas posparto mejorando la fertilidad; 2) Incrementando la esteroidogénesis favoreciendo el mejoramiento de la fertilidad; 3) manipulando la insulina tanto como para estimular el desarrollo folicular ovárico; y 4) Estimulando o inhibiendo la producción y liberación de PGF2a, con influencia en la persistencia del cuerpo lúteo, aumentando los niveles séricos de P4 (Herrera, et al. 2011) (Staples, Burke and Thatcher 1998).
 - o **Secreción hormonal.**- Aunque aun no se conoce el mecanismo por el cual la suplementación lipídica afecta la secreción hormonal (Herrera, et al. 2012), algunos estudios demuestran que la suplementación dietética de grasa en ganado lechero incrementa la circulación de P4, y mejora la vida media del cuerpo lúteo formado durante el posparto temprano; también se sugiere que incrementa la densidad energética, el balance energético es mejorado con influencia directa sobre la



actividad hipófisis-gonadal posparto incrementando principalmente la amplitud y frecuencia de la secreción de LH (Herrera, et al. 2011).

- **Actividad ovárica.-** resultados observados sugieren otro mecanismo de acción de la suplementación dietética lipídica (4 a 6% en relación al consumo de materia seca), este mecanismo influencia el desarrollo folicular y la ovulación pudiendo mejorar la función reproductiva. Estudios demostraron que la adición de PUFAs a la dieta de las vacas con 25 días en posparto incrementó el número y el tamaño medio de los folículos (18,2mm vs 12,4mm), y además, el reinicio de la actividad ovárica en hembras bovinas con suplementación lipídica se da 7 días antes que las que no reciben suplementación lipídica (Herrera, et al. 2011).

- **Efectos sobre la producción.-** La suplementación con grasas con altos niveles de PUFA's genera una respuesta favorable en la producción de leche y una respuesta variable en cuanto a su composición dependiendo de la forma de presentación de la grasa suministrada (jabones de calcio, grasas libres o encapsuladas) (Martínez, et al. 2010), pudiendo mejorar el perfil de ácidos grasos que la componen especialmente los niveles de ácido linoleico conjugado (ALC) el mismo que se ha reportado como benéfico al poseer propiedades anticancerígenas y antidiabetogénicas, potenciando la respuesta inmune y mejorando la mineralización ósea, convirtiendo a la leche de vacas que han sido suplementadas con este tipo de grasa en un alimento nutracéutico (Hernández and Díaz 2011) (Salvador, et al. 2011).

- **Efectos sobre el consumo voluntario.-** La grasas de sobrepeso puede presentar sabores poco gustosos para el animal, las sales de calcio de aceite de palma presenta un olor penetrante y un sabor ligeramente amargo, por lo cual los animales que no han estado expuestos a este tipo de alimentos requieren un periodo de adaptación. La grasa a suministrar debe tener un tamaño de partícula que permita la manipulación y mezcla con el alimento rutinario con el fin de asegurar su consumo (García 2012).



2.6. La grasa en la reproducción.

Como ya se mencionó anteriormente, algunos ácidos grasos son esenciales para la función reproductiva de los rumiantes siendo influenciada más por el tipo y la forma de suministro del lípido consumido que por el consumo total de grasa. La suplementación grasa es empleada principalmente para incrementar la concentración de energía en la dieta y mejorar el estado energético de la vaca al suplir las demandas de energía de la lactancia. La suplementación lipídica en cantidades moderadas estimula normalmente la producción de leche debido a su alta concentración de energía, pero su impacto en la reproducción es menos consistente debido a que muchos de los datos publicados provienen de investigaciones que tienen un enfoque nutricional y no un enfoque reproductivo (Herrera, et al. 2012).

2.6.1. Influencia de la suplementación grasa en la función reproductiva.

Staples *et al.*, (1998) analizaron varios estudios en los que se empleó grasa de sobrepaso determinando que existe una tendencia a mejorar las tasas de concepción empleando ciertos tipos de grasa (jabones de calcio, aceite de pescado, sebo). El uso de jabones de calcio de ácidos grasos de cadena larga en la dieta de vacas lecheras indujo una gran proporción de vacas que mostraron fuertes signos de estro y tuvieron mayor actividad ovárica. En algunos estudios se observó que, aunque los días abiertos no variaron entre los de control y a los que se les suministró grasa de sobrepaso, disminuyó el número de servicios por concepción, pudiendo ser considerado como una mejora reproductiva (Staples, et al. 1998).

Al aumentar la disponibilidad de ácidos grasos para ser absorbidos en el intestino de rumiantes, estos ácidos pueden alcanzar con mayor facilidad los tejidos reproductivos y mejorar la fertilidad las mismas que están asociadas con el incremento de desarrollo folicular en el posparto, mayor diámetro en el folículo ovulatorio, incremento de progesterona en la fase luteal (Ortega, et al. 2012).



2.6.2. Mecanismos de acción de la grasa de sobrepaso en la dieta sobre la función reproductiva.

Para mejorar la función reproductiva de las vacas tipo lechero a través de la suplementación lipídica es necesario que se suministre lípidos que contengan ácidos grasos esenciales (ácidos grasos poli-insaturados o PUFAs: oleico, linoleico, linolénico) y estar protegidos para no ser afectados por la acción ruminal ni alterar la degradación de la celulosa presente en los forrajes (Hernández and Díaz 2011). Los mecanismos de acción por los cuales los ácidos grasos esenciales mejoran la función reproductiva se describen a continuación:

- Los ácidos grasos esenciales pueden restablecer la glucosa para estimular la liberación de LH de la hipófisis, la cual estimula el desarrollo de las células luteales ováricas;
- Así mismo, los ácidos grasos esenciales pueden incrementar la concentración circulante de colesterol, precursor de la progesterona que es asociado con el mejoramiento de la fertilidad; y
- Por último, también pueden inhibir la producción de agentes luteolíticos (PGF2a) y 17B-estradiol en orden para incrementar la vida del cuerpo lúteo, mejorando potencialmente la supervivencia del embrión (Staples, et al. 1998).

2.6.3. Niveles de la suplementación lipídica con grasas de sobrepaso.

La cantidad de suplementación grasa necesaria para provocar efectos sobre la función reproductiva no es totalmente precisa. Estudios indican que la cantidad de aceite vegetal necesario para lograr un efecto positivo a nivel ovárico no debe ser menor al 4%; sin embargo, niveles de adición de 2% y 3% de grasas de la dieta ya influye en la respuesta reproductiva en ganado lechero, e incluso, en ciertos estudios en los que se ha adicionado harina de pescado en menos del 1% a la dieta ya produce efectos en la función reproductiva. Por otra parte, la suplementación con cantidades mayores a 5% de grasa (con respecto al consumo de MS) genera



efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra y reducción del consumo de materia seca (Herrera, Tinoco and Orozco 2012).

2.7. Fuentes de grasa y su disponibilidad en el intestino delgado.

Para vacas lecheras lactantes, muchas dietas sin suplementación grasa contienen aproximadamente 2% de ácidos grasos poli-insaturados de cadena larga. El mayor ácido graso en los lípidos de muchas semillas es el ácido linoleico; en cuanto a los lípidos presentes en los forrajes, se encuentra predominantemente el ácido linolénico. Tanto el ácido linoleico como el linolénico son considerados como esenciales y deben ser suplidos en la dieta porque el doble enlace entre el carbono en la posición 9 y el grupo terminal metilo de un ácido graso no puede ser insertado por sistemas biológicos mamíferos (Staples, Burke and Thatcher 1998).

Como fuentes de grasa para la suplementación lipídica de vacas lactantes resaltan los preparados de grasa animal y vegetal, sebos, grasa amarilla, aceite de pescado, semillas de oleaginosas, grasa granulada, grasa hidrogenada, jabones cálcicos de grasa, triglicéridos de cadena media y ácidos grasos libres. Así, la disponibilidad de fuentes de grasa es muy diversa; sin embargo, los ácidos grasos contenidos en estas fuentes de grasa varían ampliamente. Muchas de las plantas que contienen aceite y sin procesamiento previo, muestran un alto contenido de ácidos grasos poli-insaturados de cadena larga, tales como el ácido linoleico y el ácido linolénico. Por otro lado, las grasas animales como el sebo y las grasas amarillas, contienen una amplia proporción de ácidos grasos mono-insaturados como el ácido oleico; además pueden variar ampliamente en la relación del contenido de ácido grasos saturados e insaturados y la proporción del ácido linoleico (rango de 2 a 9%) (Staples, Burke and Thatcher 1998) (Herrera, Tinoco and Orozco 2012) (Martínez, et al. 2010).



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.

3.1.1. Físicos.

- 1 Balanza con capacidad de 5 kg,
- 1 Tablero.
- Hojas de campo.
- Registros diarios de producción.
- Materiales de escritorio (papel bond, calculadora, lápiz, esferos).
- Equipo informático.
- Equipo georeferencial (GPS)
- Equipo de ultrasonografía

3.1.2. Bioquímicos.

- 17 sacos de 20 kg de sal mineral Ca 20% y P 10%.
- 40 sacos de 25 kg de Grasa de sobrepaso Toco BP®

3.1.3. Biológicos.

- 60 hembras bovinas adultas de 2 a 5 partos.
- 30 hectáreas de pasturas de mezcla forrajera de Pasto azul, trébol blanco, Raygrass, kikuyo y holco (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*; *Pennisetum clandestinum* y *Holcus Lanatus*).
- 180 sacos de 40 kg de concentrado Proganado Súper lechero ®.



3.2. Métodos.

3.2.1. Ubicación de la investigación.

El presente trabajo investigativo se llevó a cabo en la parroquia Victoria del Portete del cantón Cuenca, provincia del Azuay; en la Hacienda “La Rosa” ubicada a 2850 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM:

Georreferencia	
Zona:	17 M
8Coordenada Este:	765603
Coordenada Norte:	9706089

Fuente: GPS

3.2.2. Descripción de la zona de injerencia.

La parroquia “Victoria del Portete” está ubicada en la parte sur-occidental del cantón Cuenca. Limita al norte, con la parroquia Tarqui; al este, la parroquia Cumbe; al sur, la periferia del cantón Girón; y al oeste, la parroquia San Gerardo perteneciente al cantón Girón y la parroquia Baños. Tiene una extensión de 206,0 km²; ocupa el 6,7% del territorio cantonal. Localizado a una distancia de 23 km desde la ciudad de Cuenca; conectada por la vía Cuenca- Girón-Pasaje. En el aspecto económico sobresale la ganadería con criaderos de ganado de raza, proveedoras de leche a los mercados de Cuenca y Machala; los pequeños agricultores de la zona, también cuentan con ganado lechero de razas puras y sus cruzas como Holstein friesland, Brown Swiss y Jersey, particular que les ayuda a solventar la economía de sus hogares (INEC, 2006).



3.2.3. Descripción de las unidades de análisis.

Los animales empleados en la investigación fueron vacas de raza Holstein Friesian y sus cruza, de 2 a 5 partos, condición corporal al parto de 3 a 3,5 en escala de 1 a 5, que no tengan problemas reproductivos ni metabólicos al parto (distocias, hipocalcemia, acidosis metabólica) bajo sistema de pastoreo y suplementación con concentrado y sistema de ordeño mecánico.

3.2.4. Descripción de la grasa de sobrepeso empleada.

La grasa de sobrepeso empleada se encuentra en el mercado con el nombre de Toco BP®, producida por la empresa La Fabril S.A. Este suplemento es un compuesto de sales de calcio a partir de ácidos grasos vegetales. Su energía disponible es de 30 MJ/kg y una digestibilidad del 95%. Tiene un contenido mínimo de grasa de 80%, un contenido de calcio máximo de 9,5%. Dentro de los ácidos grasos insaturados que lo conforman se encuentran el oleico, linoleico y linolénico (producto no registra porcentajes de estos ácidos grasos).

3.2.5. Manejo de la alimentación de los animales.

La alimentación de los animales se manejó con una dieta basal de mezcla forrajera (Ceniza: 10%; Extracto etéreo: 2,82%; Proteína: 16,36%; Fibra: 22,16%; ver anexo 1) más la suplementación de 2 kg/vaca/día de concentrado Proganado Súper lechero® (Proteína: 14%; Grasa: 3%; Fuente: Pronaca) al momento del ordeño divididos en dos raciones diarias con suministro de agua constante. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día en horarios de 05H00 a 06H00 y 16H00 a 17H00. La cantidad de grasa de sobrepeso se les suministro de acuerdo a los tratamientos planteados y calculada según el intervalo de pesos obtenidos por el promedio y la desviación estándar del grupo de animales intervinientes en el experimento para cada tratamiento (ver cuadro 1). Se instauró un periodo corto de acostumbramiento



a la grasa de sobrepeso por un lapso de 5 días desde el parto. Este sistema de alimentación se mantuvo en los animales hasta el día 60 posparto.

Cuadro N° 1. Dosis de Grasa de sobrepeso calculadas en base al peso corporal y el 3% de consumo de materia seca.

	Tratamiento A GBP3%		Tratamiento B GBP2%		Tratamiento C GBP1%		Tratamiento D GBP0%	
	Vaca	Peso (kg)	Vaca	Peso (kg)	Vaca	Peso (kg)	Vaca	Peso (kg)
	82	570	15	500	45	515	4619	500
	50	515	90	650	40	550	28	550
	44	600	36	650	113	540	14	650
	85	620	13	550	112	530	4609	550
	84	570	18	525	595	550	82474	550
	30	600	80	530	56	530	1	550
	65	500	7	500	67	550	14696	525
	104	550	70	500	91	550	12474	520
	114	580	19	630	63	550	35	610
	96	550	20	550	556	650	39	520
	33	550	22	530	591	520	29	650
	32	550	16	500	9	500	11	650
	2392	525	4	500	3	550	10	550
	37	550	12	550	2	600	8	510
	5	610	89	550	6	550	54	510
Peso promedio	562,67		547,67		549,00		559,67	
Desv. Estándar	34,99		53,61		35,87		53,67	
Intervalo de pesos	527,67	597,66	494,05	601,28	513,13	584,87	506,00	613,33
CMS (3%)	15,83	17,93	14,82	18,04	15,39	17,55	15,18	18,40
CGBP (gr)	475	538	296	361	154	175	0	0

CMS: Consumo de materia seca (3%)

CGBP: Cantidad de Grasa de Sobrepeso (gr)



3.2.6. Diseño experimental.

Para esta investigación se planteó un Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones dando un total de 60 unidades experimentales, siendo considerada cada vaca como una unidad experimental. Este diseño es de carácter unifactorial ya que solo se analizó la influencia de 4 niveles de suplementación con grasa de sobrepaso (0%; 1%; 2%; y, 3%) en la dieta de las vacas tipo lechero bajo el siguiente modelo estadístico lineal establecido para diseños balanceados:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

- Y_{ij} : es la observación ij-esima.
- μ : es la media general de los tratamientos.
- t_i : efecto del tratamiento i-esimo.
- ε_{ij} : es el error generado por la variabilidad natural de los tratamientos y las repeticiones.

3.2.7. Tratamientos.

Se evaluaron 3 dosis de suministro de suplemento lipídico a base de grasa de sobrepaso frente a un testigo sin suplemento. Las dosis de suministro se establecieron en 1, 2 y 3% de grasa de sobrepaso con relación al consumo total de materia seca (MS) (Cuadro N 1). De esta forma se evaluaron 4 tratamientos con 15 repeticiones cada uno y analizándose un total de 60 unidades experimentales, considerándose cada vaca como una unidad experimental (Cuadro N° 2). Los tratamientos se describen a continuación:



- **Tratamiento A.-** Dieta suplementada con 3% de grasa de sobrepaso (475 a 538gr)
- **Tratamiento B.-** Dieta suplementada con 2% de grasa de sobrepaso.- (296 a 361gr).
- **Tratamiento C.-** Dieta suplementada con 1% de grasa de sobrepaso.- (154 a 175gr).
- **Tratamiento D.-** Dieta sin suplementación, testigo (0gr).

Cuadro N° 2 Energía Neta de Lactancia ENL suministrada a cada grupo de vacas mediante suministro de grasa de sobrepaso.

Grupos	Rango	Gramos	Cantidad de ENL	Unidad
A	Min	538	2,37	Mcal
	Max	475	2,10	
B	Min	361	1,59	
	Max	296	1,31	
C	Min	175	0,77	
	Max	154	0,68	
D	-	0	0,00	

Fuente: Autor.

Cuadro N° 3 Necesidades energéticas de vacas en lactancia temprana calculadas para vacas con un peso estimado de 600kg.

NECESIDADES ENERGÉTICAS DE VACAS EN LACTANCIA ESTIMADO PARA UNA VACA DE 600 KG		
E. N. L. Y MANTENIMIENTO	19,4	Mcal
GASTO EN MOVILIZACION	4,02	Mcal
GASTO EN REGULAR TEMP	5,4	Mcal
TOTAL	28,82	Mcal

Fuente: Autor.



Cuadro N° 4 Total de energía suministrada a cada grupo de vacas en base a la dieta empleada para los animales.

Grupo	Rango		Promedio	Unidad
A	Min	30,91	31,05	Mcal
	Max	31,19		
B	Min	30,12	30,26	
	Max	30,41		
C	Min	29,49	29,54	
	Max	29,59		
D	Testigo		28,82	

3.2.8. Variables de la investigación.

Las variables medidas en la investigación se obtuvieron mediante observación en campo para condición corporal y número de días al primer celo posparto, y observaciones de imágenes por ultrasonografía para la actividad ovárica y diagnóstico de gestación. Las variables estudiadas se detallan a continuación, así:

- Variables independientes

- Tratamientos.- Dosis en gramos de grasa de sobrepeso suministrada.

- Variables dependientes

- Actividad ovárica.- medidas a intervalos de 10 días desde el parto hasta los 60 días posparto:
 - Vacas con presencia folículos
 - Vacas con presencia de cuerpos lúteos.
 - Número total de folículos encontrados por animal.
 - Tamaño folicular
 - Folículos de clase I (≤ 5 mm).
 - Folículos de clase II (6 a 9mm).
 - Folículos de clase III (≥ 10 mm).



- Performance reproductivo.- registrada el momento que se observó el evento:
 - Número de días al primer celo posparto.
 - Preñeces obtenidas al primer servicio posparto en cada tratamiento.- confirmadas a los 35 días pos-inseminación.

- Condición corporal:
 - Al momento del parto, y medidas cada 10 días hasta los 60 días.

3.2.9. Recolección de datos.

El levantamiento de la información se la realizó cada 10 días luego del ordeño de la mañana hasta el día 60; para esto, los animales fueron conducidos a una manga en donde fueron chequeadas por ultrasonografía, en este momento también se evaluó la condición corporal de cada una de las unidades experimentales. Se registro el número de días al primer celo posparto de las vacas que lo presentaron y estas a su vez fueron inseminadas para luego de 35 días determinar gestación por ultrasonografía.

3.2.10. Análisis estadístico.

Tanto las variables de actividad ovárica, performance reproductivo, y condición corporal fueron evaluadas bajo el modelo estadístico planteado empleando el paquete estadístico SPSS Statistics Versión 19.0. Los datos escalares fueron evaluados mediante un análisis de varianza sujeto al Modelo Lineal General con pruebas de significación de Tukey al 5% en los casos en que existieron diferencias estadísticas.



CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Comportamiento de la Actividad Folicular.

4.1.1. Vacas con folículos.

La presencia de vacas con folículos en los cuatro tratamientos de esta investigación se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5 Cantidad de vacas que presentaron folículos dentro de los tratamientos en los diferentes días posparto y ovarios.

Vacas con Foliculo

	Tratamientos							
	GBP3%		GPB2%		GPB1%		GBP0%	
	Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
10	14	14	15	15	13	15	14	12
20	13	12	15	15	15	15	12	15
30	11	12	6	14	11	15	13	9
40	14	8	13	11	10	15	13	12
50	9	13	14	12	14	15	10	13
60	11	8	15	15	14	13	13	11

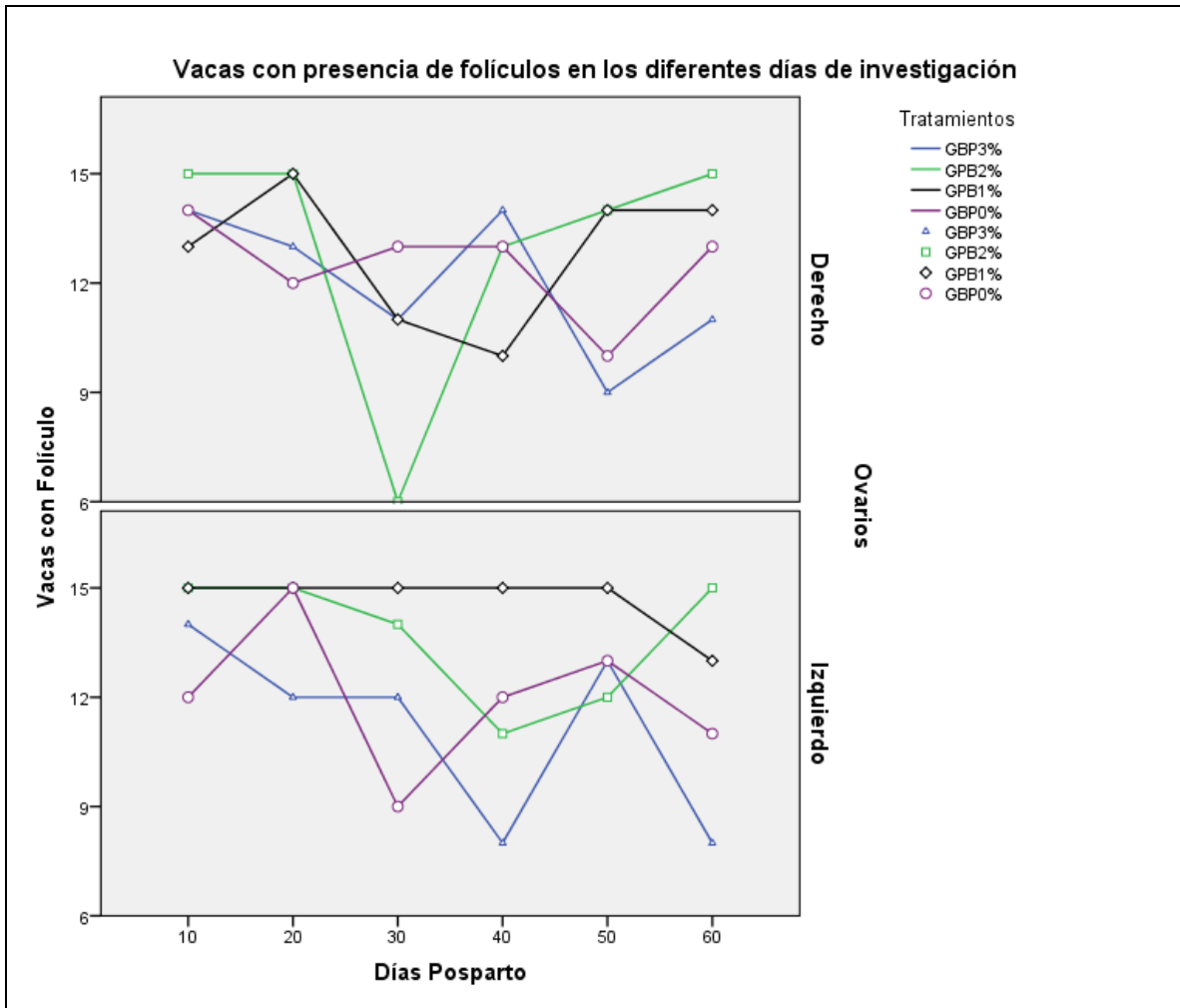


Gráfico N° 1 Distribución de las vacas con presencia de folículos por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se levantó la información.

Al realizar el análisis de varianza se pudo apreciar diferencias estadísticas generadas por los tratamientos ($p: 0,042$) sobre la actividad folicular de los ovarios en los diferentes días en que se levantó la información. Los datos obtenidos se muestran en el cuadro N°6.

Cuadro N° 6. Análisis de varianza de la respuesta de las vacas a la presencia de folículos en los diferentes tratamientos y días en los que se levantó la información.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Vacas con Folículo

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	82.021 ^a	9	9.113	2.317	.034
Intersección	7777.521	1	7777.521	1977.446	.000
Tratamientos	35.396	3	11.799	3.000	.042
DPP	45.604	5	9.121	2.319	.062
Ovario	1.021	1	1.021	.260	.613
Error	149.458	38	3.933		
Total	8009.000	48			
Total corregida	231.479	47			

a. R cuadrado = .354 (R cuadrado corregida = .201)

El análisis de varianza indica valores de p superiores a 0,05 tanto para los días en que se levantó la información y para los ovarios, estableciendo que la variación obtenida se debe a los tratamientos.

Cuadro N° 7 Medias marginales estimadas para la variable: Vacas con presencia de folículos.

Tratamientos

Variable dependiente: Vacas con Folículo

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP3%	11.583	.573	10.424	12.742
GPB2%	13.333	.573	12.174	14.492
GPB1%	13.750	.573	12.591	14.909
GBP0%	12.250	.573	11.091	13.409

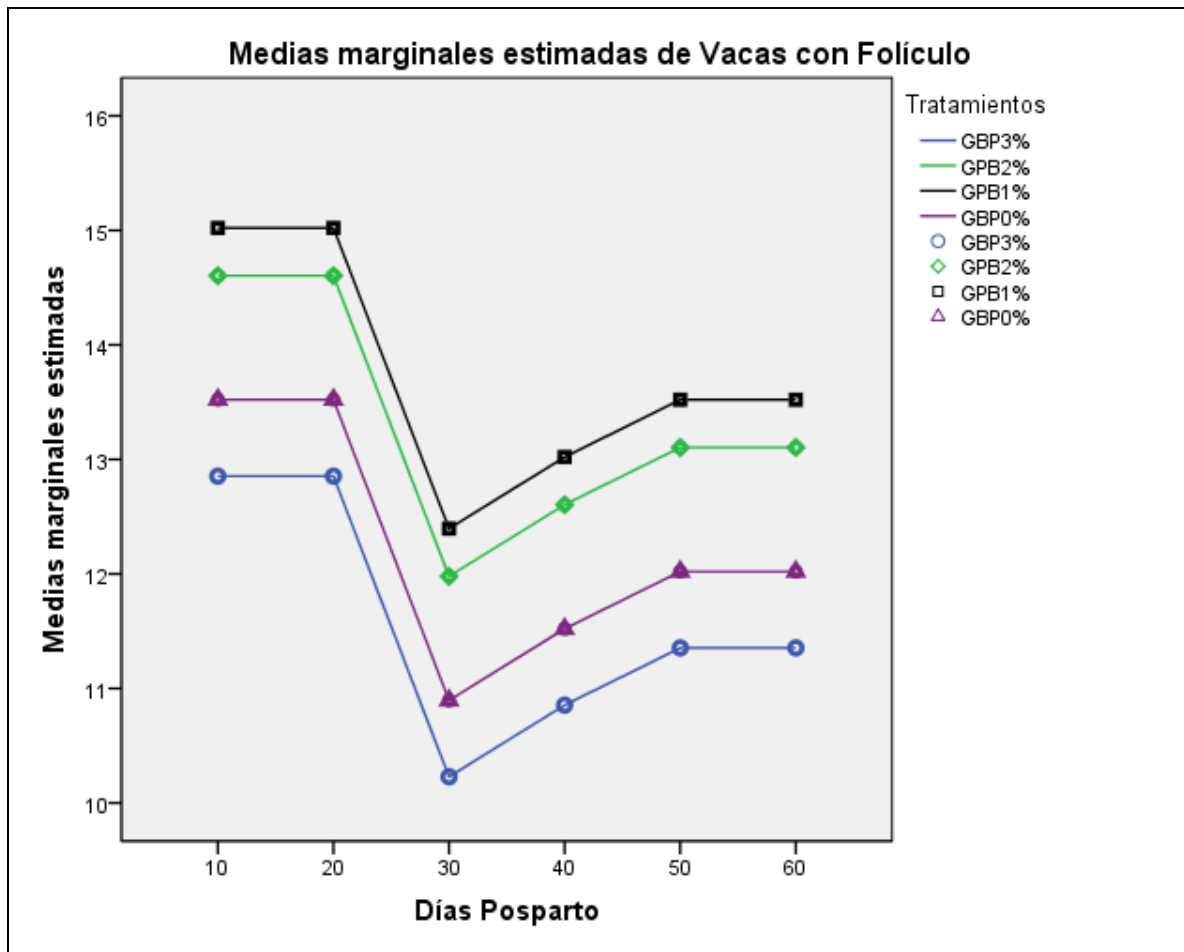


Gráfico N° 2 Distribución de las medias marginales estimadas para las vacas que presentaron folículos en los diferentes días en que se levantó la información.

El gráfico 2 muestra que aparentemente el tratamiento C (grasa de sobrepaso 1%) promovió el aumento del número de vacas con presencia de folículos en los diferentes días en que se levantó la información de esta investigación permitiendo someter estos datos a pruebas de significación siendo la prueba de Tukey 5% la empleada. A continuación se muestra los resultados obtenidos:



Cuadro N° 8 Prueba de significación de Tukey 5% para la variable: Vacas con Folículos.

Comparaciones múltiples

Vacas con Folículo

DHS de Tukey

(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GBP3%	GPB2%	-1.75	.810	.153	-3.93	.43
	GPB1%	-2.17	.810	.051	-4.34	.01
	GBP0%	-.67	.810	.843	-2.84	1.51
GPB2%	GPB1%	-.42	.810	.955	-2.59	1.76
	GBP0%	1.08	.810	.545	-1.09	3.26
GPB1%	GBP0%	1.50	.810	.265	-.68	3.68

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3.933.

Cuadro N° 9 Subconjuntos homogéneos obtenidos del cuadro de comparaciones múltiples dado por la prueba de Tukey 5%

Vacas con Folículo

DHS de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
GBP3%	12	11.58
GBP0%	12	12.25
GPB2%	12	13.33
GPB1%	12	13.75
Sig.		.051

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3.933.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.000

b. Alfa = .05.

Aunque el análisis de varianza (ANOVA) estableció diferencias significativas entre tratamientos para la variable vacas con presencia de folículos, la prueba de significación de Tukey 5% no establece superioridad de un tratamiento sobre otro (p :



0,051); sin embargo, la tendencia de aumentar el número de vacas con presencia de folículos se inclina hacia el tratamiento C, suministro de grasa de sobrepeso al 1% del consumo de materia seca de la ración diaria.

4.1.2. Vacas con Cuerpo Lúteo.

La presencia de cuerpos lúteos en las vacas de los cuatro tratamientos de esta investigación se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 10 Cantidad de vacas que presentaron cuerpo lúteo dentro de los tratamientos en los diferentes días posparto y ovario.

Vacas con Cuerpo Lúteo

		Tratamientos							
		GBP3%		GPB2%		GPB1%		GBP0%	
		Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
		Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Días Posparto	10	1	0	0	0	2	0	1	0
	20	1	2	0	0	0	0	2	0
	30	2	1	9	1	4	0	1	2
	40	1	1	2	1	5	0	1	1
	50	6	0	0	0	1	0	3	0
	60	3	1	0	0	1	2	2	0

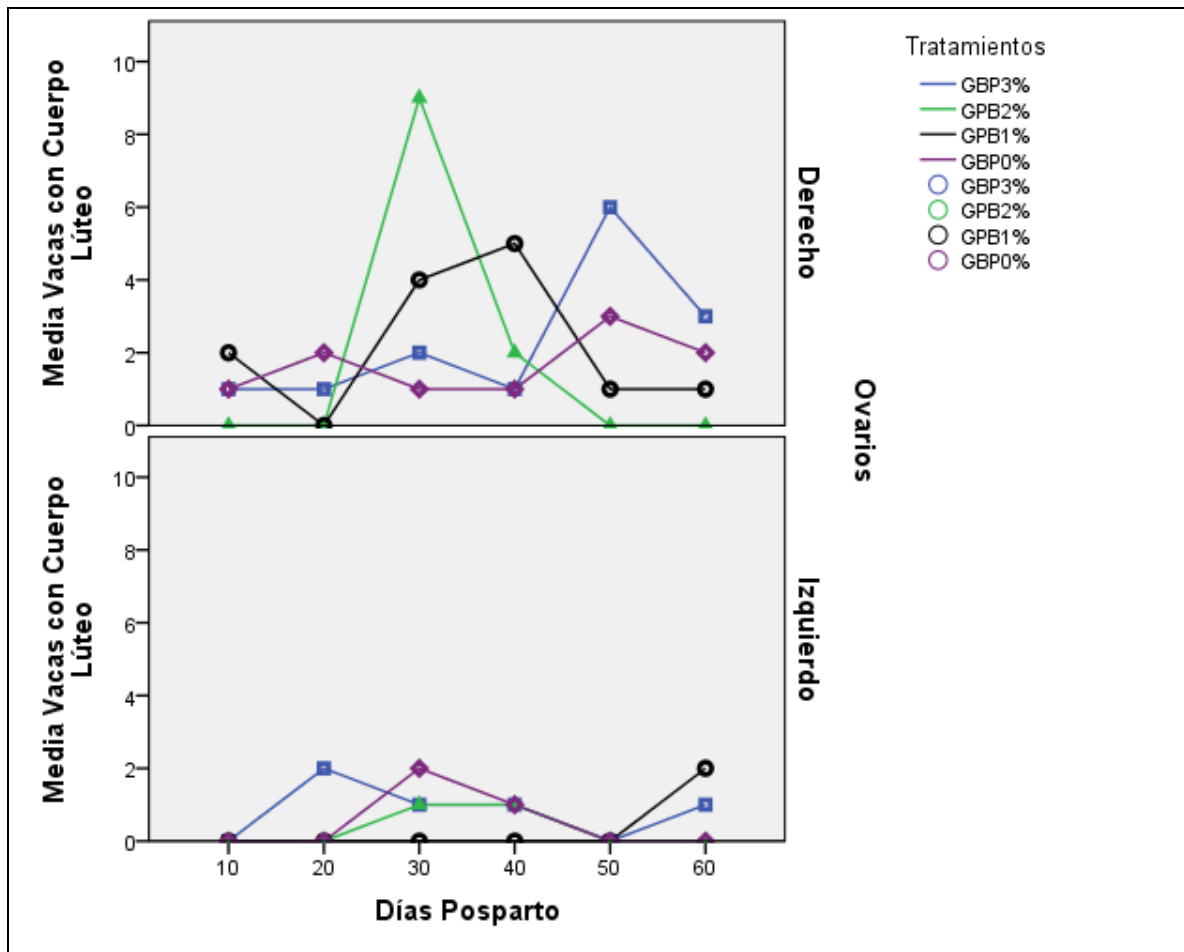


Gráfico N° 3 Distribución de las vacas con presencia de cuerpo lúteo por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se levantó la información.

Al realizar el análisis de varianza no se pudo apreciar diferencias estadísticas generadas por los tratamientos ($p: 0,853$) sobre el número de vacas con presencia de cuerpo lúteo en sus ovarios en ninguno de los días en que se levantó la información ($p: 0,364$). Los datos obtenidos se muestran en el cuadro N°11.



Cuadro N° 11 Análisis de varianza de la respuesta de las vacas a la presencia de cuerpo lúteo en los diferentes tratamientos y días en los que se levantó la información.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Vacas con Cuerpo Lúteo

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	49.750 ^a	9	5.528	2.160	.048
Intersección	75.000	1	75.000	29.306	.000
Tratamientos	2.000	3	.667	.260	.853
DPP	20.750	5	4.150	1.622	.178
Ovario	27.000	1	27.000	10.550	.002
Error	97.250	38	2.559		
Total	222.000	48			
Total corregida	147.000	47			

a. R cuadrado = .338 (R cuadrado corregida = .182)

Cuadro N° 12 Medias marginales estimadas para la variable: Vacas con presencia de cuerpo lúteo.

Tratamientos

Variable dependiente: Vacas con Cuerpo Lúteo

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP3%	1.583	.462	.648	2.518
GPB2%	1.083	.462	.148	2.018
GPB1%	1.250	.462	.315	2.185
GBP0%	1.083	.462	.148	2.018

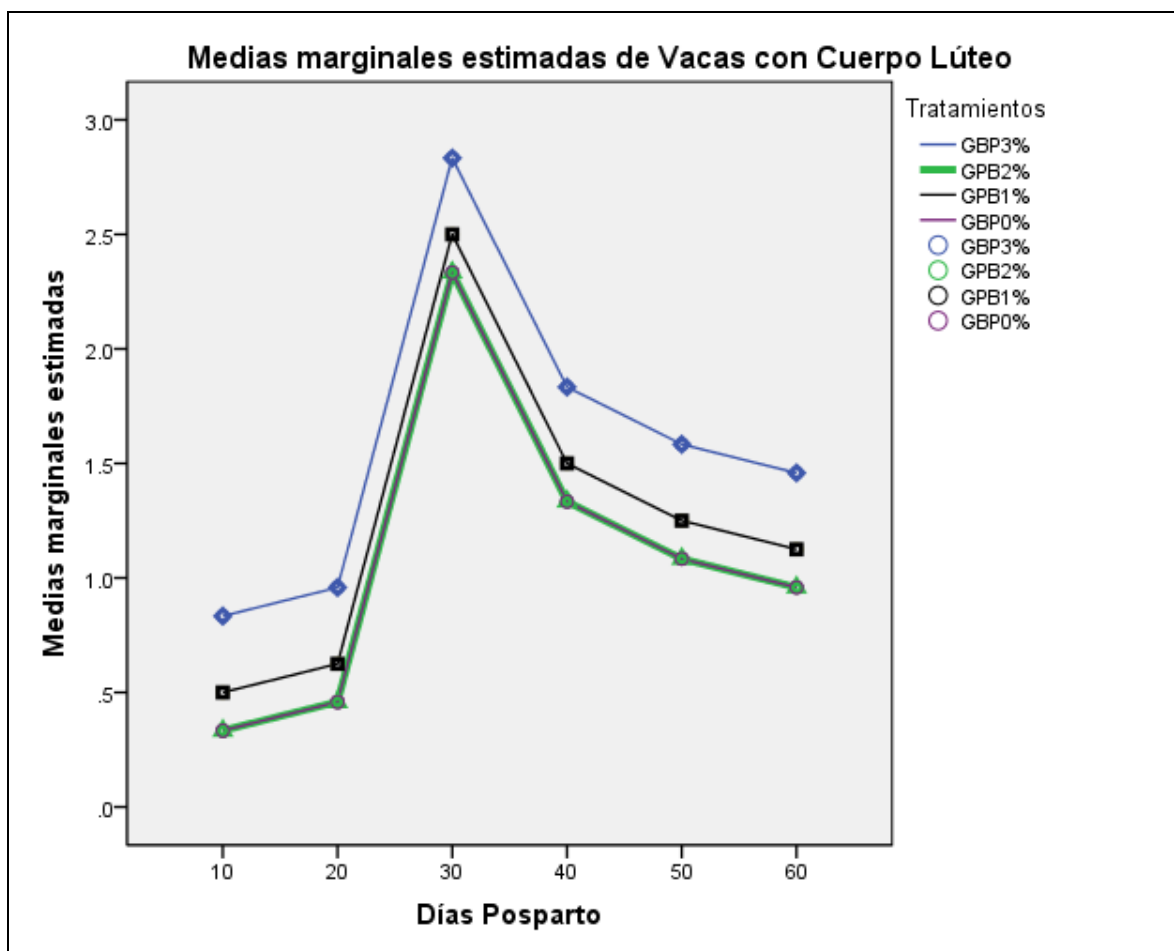


Gráfico N° 4 Distribución de las medias marginales estimadas para las vacas que presentaron cuerpo lúteo en los diferentes días en que se levantó la información.

El gráfico 4 muestra una ligera variación entre las medias marginales de la variable: vacas con cuerpo lúteo, corroborando el análisis de varianza realizado.

4.1.3. Número total de folículos encontrados por animal.

Otra de las variables estudiadas fue el número de folículos encontrados por animal, en el cuadro N° 13 podemos observar la distribución del número de folículos encontrados mediante ecografía durante la investigación.



Cuadro N° 13 Número Folículos obtenidos durante la investigación en los diferentes tratamientos por vaca.

Número de Folículos

	Tratamientos							
	GBP3%		GBP2%		GBP1%		GBP0%	
	Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
10	8	7	5	8	7	7	5	8
20	7	6	5	8	7	10	5	8
30	7	7	4	11	6	8	4	4
40	7	7	5	7	4	5	3	4
50	4	6	4	7	7	6	4	9
60	5	5	5	6	5	4	5	6

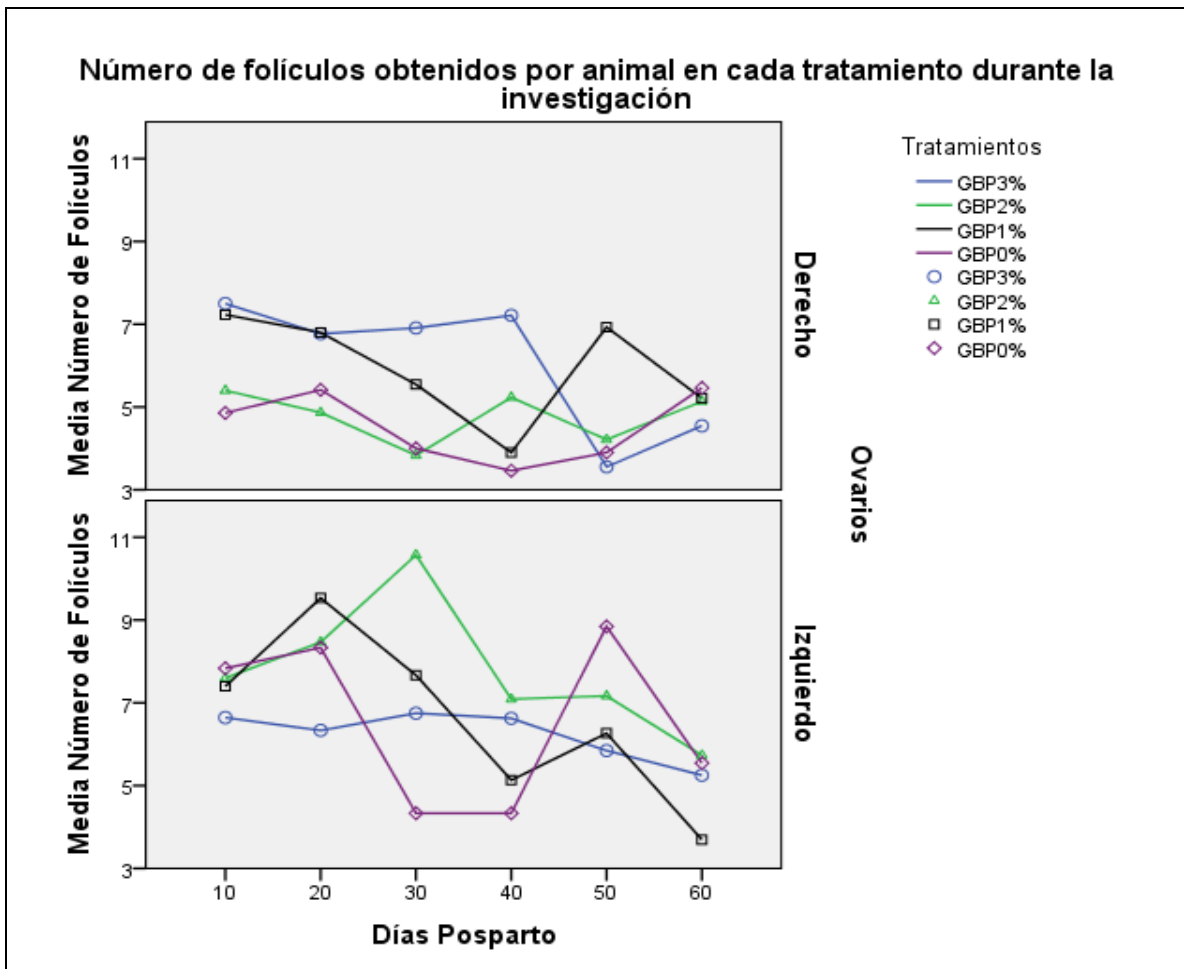




Gráfico N° 5 Número de folículos obtenidos por animal en cada tratamiento.

Al realizar el análisis de varianza (cuadro N°14) se pudo establecer que los tratamientos en estudio no generaron ninguna diferencia estadística en cuanto al número de folículos encontrados en los animales de esta investigación ($p>0,05$), sugiriendo que el suministro de la grasa de sobrepeso en las dosis planteadas no aumenta el número de folículos.

Cuadro N° 14 Análisis de varianza del número de folículos encontrados en la investigación.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número de Folículos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	715.224 ^a	9	79.469	7.597	.000
Intersección	22691.908	1	22691.908	2169.199	.000
Tratamiento	53.684	3	17.895	1.711	.164
DPP	326.043	5	65.209	6.234	.000
Ovario	308.698	1	308.698	29.510	.000
Error	6287.038	601	10.461		
Total	30301.000	611			
Total corregida	7002.262	610			

a. R cuadrado = .102 (R cuadrado corregida = .089)

Cuadro N° 15. Medias marginales estimadas para la variable: Número de folículos encontrados por animal en la investigación.

Variable dependiente: Número de Folículos

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP3%	6.233	.275	5.693	6.772
GBP2%	6.345	.256	5.842	6.849
GBP1%	6.314	.252	5.819	6.809
GBP0%	5.613	.267	5.089	6.137

Las medias marginales estimadas para el número de folículos encontrados fluctúan entre $5,61\pm 0,267$ y $6,34\pm 0,256$ folículos sin mostrar diferencias estadísticas



significativas pero existe la tendencia que la grasa de sobrepeso suministrada a partir de 1% del consumo de materia seca estima mejora estos valores en comparación con el testigo.

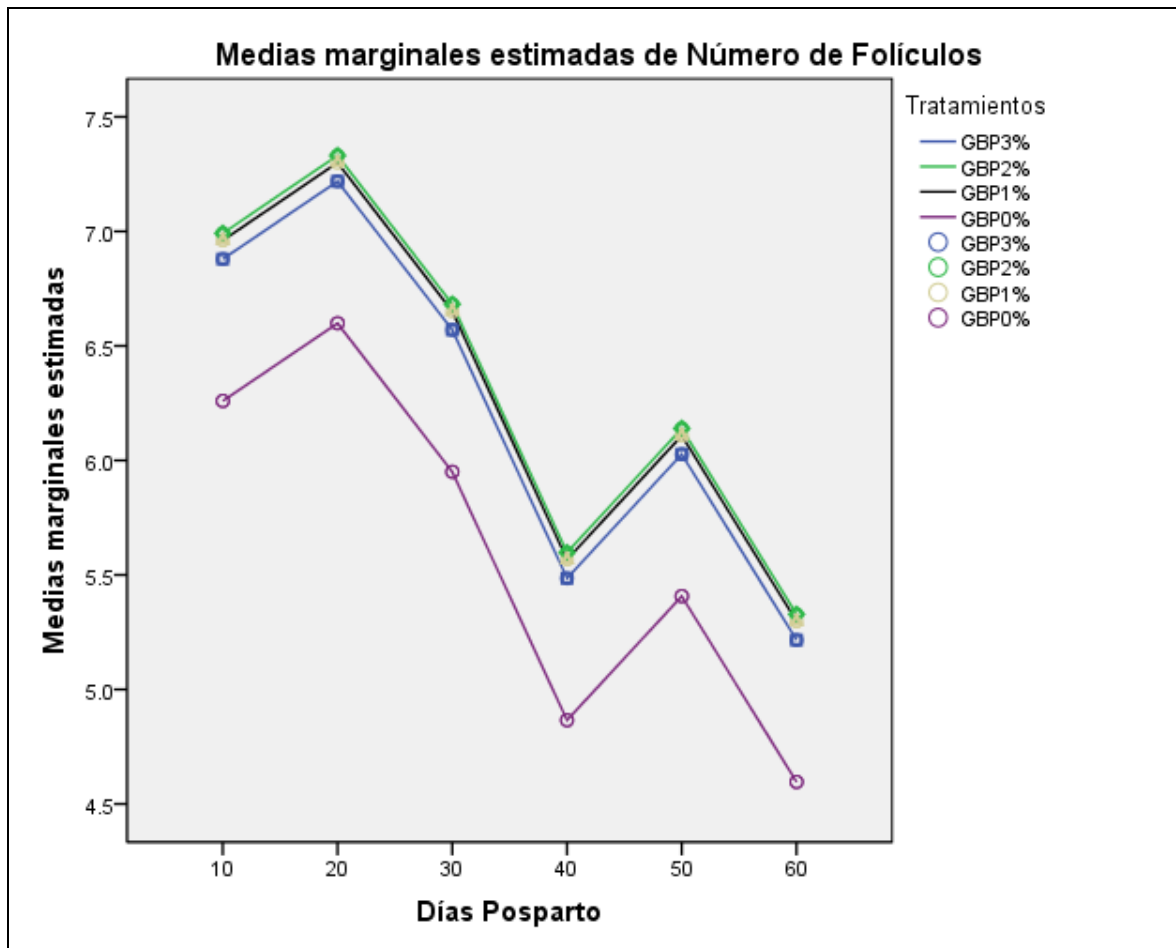


Gráfico N° 6 Número de folículos promedio por animal encontrados en los diferentes tratamientos durante la investigación.

Visualmente, El gráfico 6 muestra en este experimento la tendencia de encontrar un mayor número de folículos en un grupo de animales cuando se administra grasa de sobrepeso a partir del 1% con respecto al consumo de MS frente a animales que no recibieron este suplemento; no obstante, los análisis estadísticos realizados indicaron que todos los tratamientos generan los mismos resultados.



4.1.4. Tamaño Folicular.

Para analizar el tamaño de los folículos encontrados en los diferentes tratamientos planteados se procedió a clasificarlos en tres categorías: Clase I ≤ 5 mm; Clase II de 6 a 9mm; Clase III ≥ 10 mm.

4.1.4.1. Folículos clase I.

Cuadro N° 16 Distribución por frecuencia de los folículos clasificados por el tamaño como Clase I.

Folículos clase I

	Tratamientos							
	GBP0%		GBP1%		GBP2%		GBP3%	
	Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
10	5	8	7	11	3	6	9	9
20	5	8	13	12	.	11	7	7
Días 30	6	.	6	7	5	11	9	8
posparto 40	4	5	5	5	5	7	10	8
50	3	10	11	9	.	7	.	7
60	6	5	5	3	4	6	12	6

El cuadro anterior muestra la media de presentación de los folículos de clase I en los diferentes días por tratamientos y ovarios. Las casillas en blanco en las columnas de los tratamientos indican que en ese día de evaluación y ovario, no existieron folículos de esa clase.

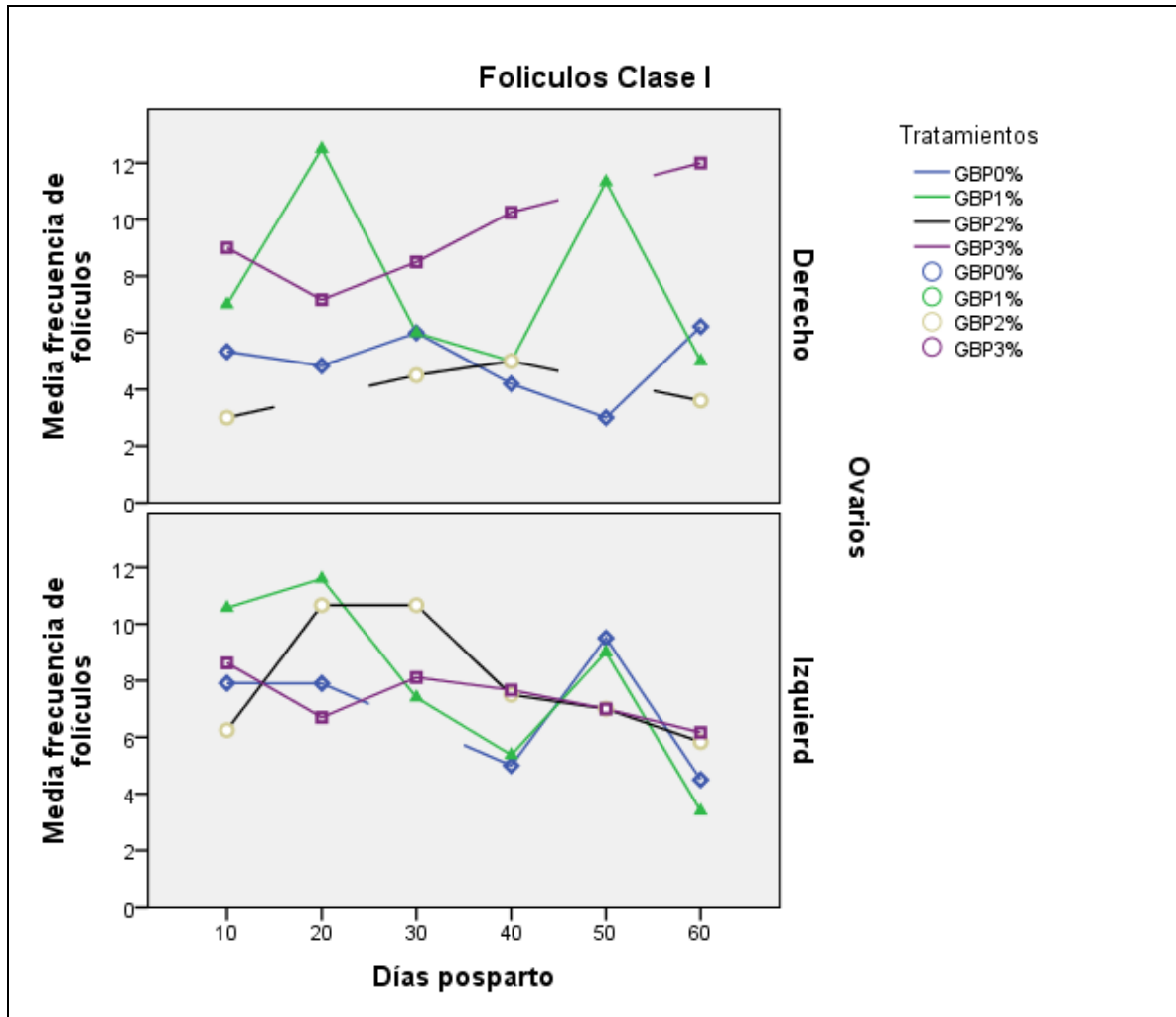


Gráfico N° 7. Distribución de los folículos de clase I en los diferentes días posparto en los que se levanto la información.

En el grafico 7, las líneas discontinuadas indican que los puntos no graficados se debe a que no se presentaron folículos de esta categoría; con los datos obtenidos se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo.



Cuadro N° 17 Análisis de varianza para folículos clase I.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Folículos Clase I

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	421.284 ^a	9	46.809	4.333	.000
Intersección	10342.653	1	10342.653	957.279	.000
Tratamiento	63.862	3	21.287	1.970	.119
Díaposparto	266.417	5	53.283	4.932	.000
Ovarios	22.541	1	22.541	2.086	.150
Error	2657.837	246	10.804		
Total	17255.000	256			
Total corregida	3079.121	255			

a. R cuadrado = .137 (R cuadrado corregida = .105)

El análisis de varianza para los folículos de clase I indica que no existen diferencias significativas para los tratamientos (p: 0.119).

Cuadro N° 18 Medias marginales estimadas para la variable folículos de clase I.

Tratamientos

Variable dependiente: Folículos Clase I

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP0%	6.466	.418	5.643	7.290
GBP1%	7.881	.443	7.009	8.754
GBP2%	7.289	.462	6.378	8.199
GBP3%	7.442	.415	6.625	8.258

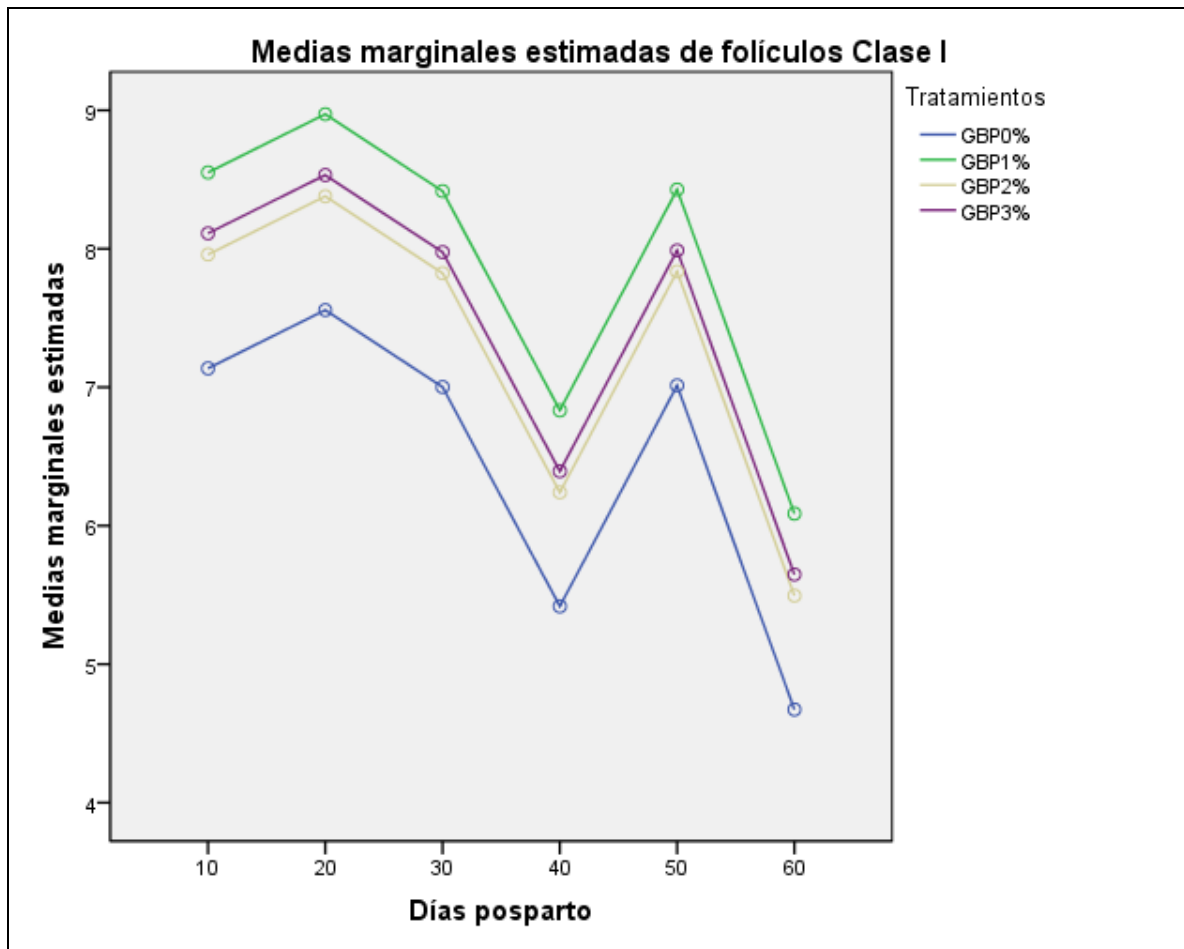


Gráfico N° 8 Medias marginales estimadas para folículos de Clase I.

En el gráfico se observa que el tratamiento B, grasa de sobrepeso 1%, genera mayor cantidad de folículos de clase I que los obtenidos por los demás tratamientos, pero que estadísticamente no son significativos.



4.1.4.2. Folículos clase II

Cuadro N° 19 Distribución de folículos de clase II en los diferentes tratamientos.

Folículos Clase II

	Tratamientos							
	GBP0%		GBP1%		GBP2%		GBP3%	
	Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
10	4	.	7	5	6	9	7	5
20	6	7	7	5	5	7	8	7
Días 30	5	5	6	8	3	10	5	5
posparto 40	3	5	4	5	6	6	7	4
50	5	8	8	3	2	.	4	5
60	5	5	5	4	7	6	4	4

El cuadro anterior muestra la media de frecuencia de los folículos de clase II en los diferentes días por tratamientos y ovarios. Las casillas en blanco en las columnas de los tratamientos indican que en ese día de evaluación y ovario, no existieron folículos de esa clase.

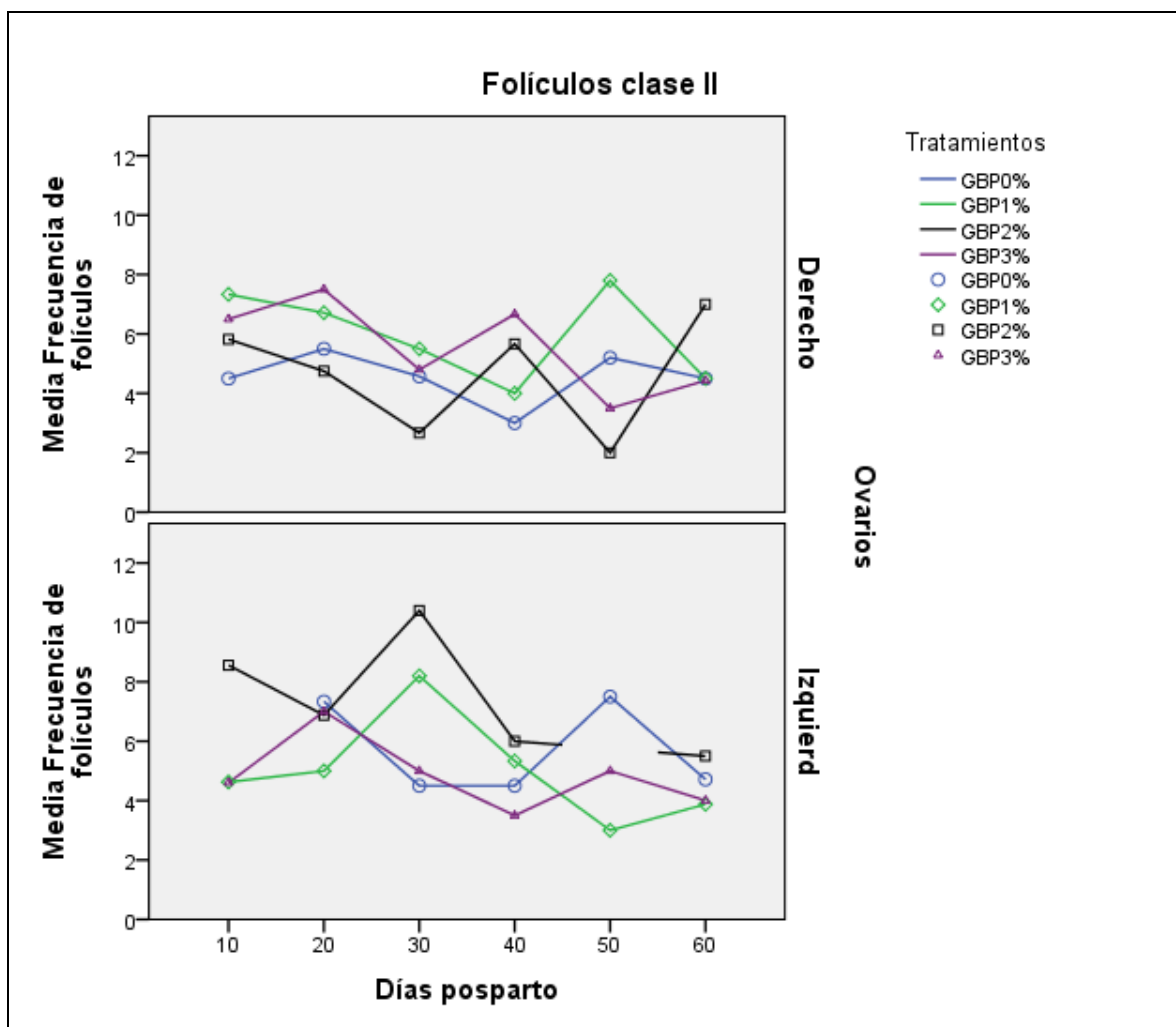


Gráfico N° 9. Distribución de los folículos clasificados como clase II por tratamiento y ovario según los días en que se levanto la información.

En el gráfico se puede observar que en el punto correspondiente al día 50 del tratamiento B (grasa de sobrepaso 2%) la línea de conexión está discontinuada debido a que en ese día y tratamiento no se presentó folículos de esa clase; de igual manera para el tratamiento D (grasa de sobrepaso 0%: Testigo) en el día 10.

Con los datos del cuadro 19 se procedió a realizar el análisis de varianza para la variable folículos de clase II. Los datos se muestran a continuación.



Cuadro N° 20 Análisis de varianza para los folículos de clase II.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Folículos Clase II

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	139.111 ^a	9	15.457	1.794	.071
Intersección	5820.417	1	5820.417	675.726	.000
Tratamiento	39.848	3	13.283	1.542	.205
Díaposparto	61.236	5	12.247	1.422	.218
Ovarios	15.613	1	15.613	1.813	.180
Error	1783.009	207	8.614		
Total	8725.000	217			
Total corregida	1922.120	216			

a. R cuadrado = .072 (R cuadrado corregida = .032)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos sobre los folículos de clase II. Los valores de p ($0,205 > p > 0,05$) para los tratamientos son superiores a los establecidos para determinar diferencias estadísticas.

Cuadro N° 21. Medias marginales estimadas para folículos clase II.

Tratamientos

Variable dependiente: Folículos Clase II

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP0%	4.936	.416	4.116	5.756
GBP1%	5.571	.358	4.865	6.277
GBP2%	6.215	.418	5.392	7.038
GBP3%	5.472	.478	4.530	6.415

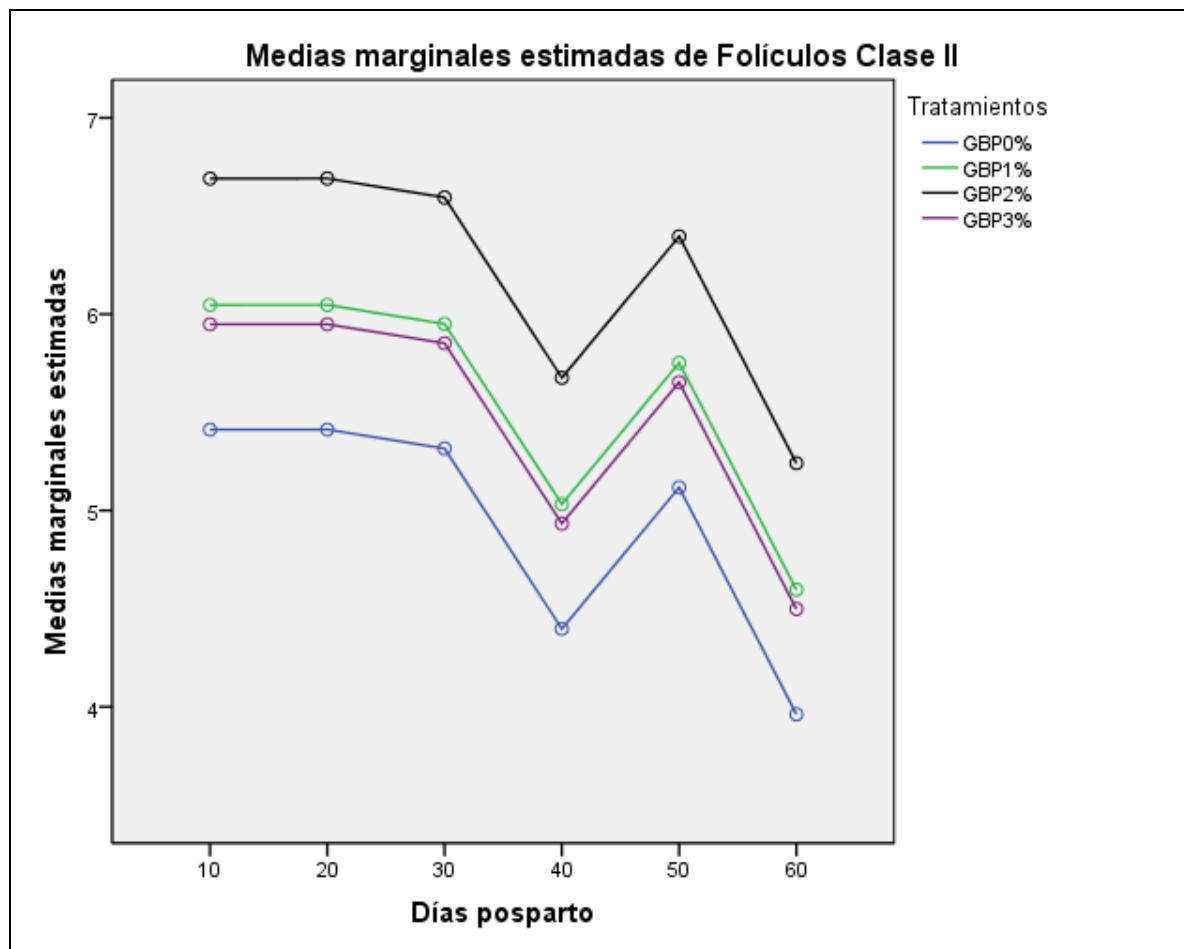


Gráfico N° 10 Medias marginales estimadas para folículos clase II en los diferentes días posparto.

En el gráfico se observa que el tratamiento B (GBP2%) genera más folículos de clase II que los demás tratamientos; sin embargo, tal apreciación no se ve expresada en los análisis estadísticos.



4.1.4.3. Folículos clase III

Una animal perteneciente al grupo de vacas que se les suministro grasa de sobrepeso al 3% (GBP3%) mostro un folículo quístico a los 60 días posparto y no se la consideró para los análisis respectivos. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro N° 22 Distribución de los folículos de clase III en los diferentes días en que se levanto la información.

Folículos Clase III

		Tratamientos							
		GBP0%		GBP1%		GBP2%		GBP3%	
		Ovarios		Ovarios		Ovarios		Ovarios	
		Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Días	10	.	7	.	.	5	6	3	1
posparto	20	6	12	5	6	5	8	6	2
	30	3	4	.	.	6	.	9	2
	40	3	2	3	5	5	.	5	.
	50	3	9	4	3	4	9	4	2
	60	3	10	5	.	6	5	2	1

En el cuadro anterior, los espacios vacíos indican que en ese tiempo, tratamiento y ovario, no se registró folículos de clase III.

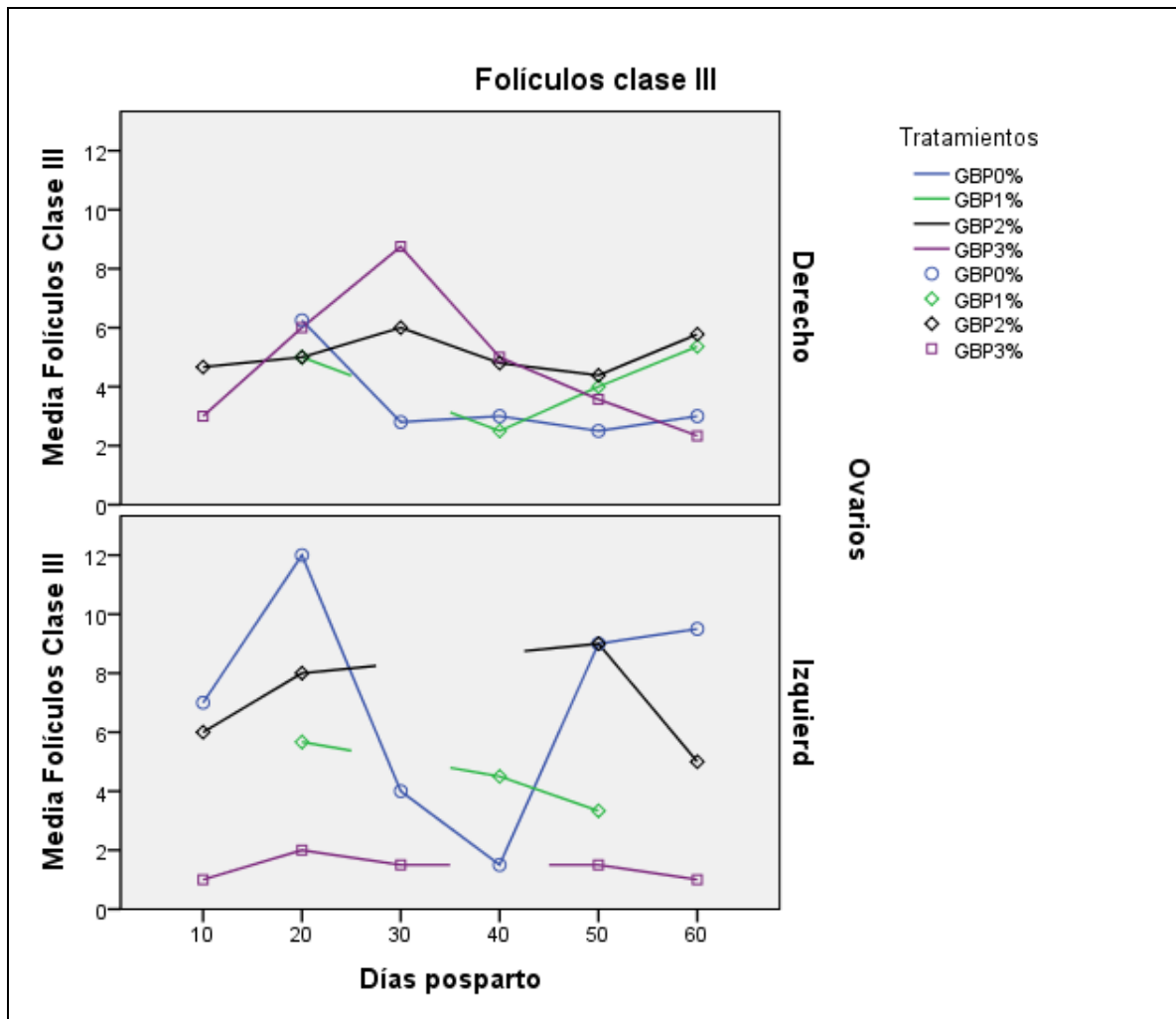


Gráfico N° 11 Distribución de los folículos de clase III por tratamiento y ovario en los diferentes días en que se realizó el experimento.

En el gráfico anterior la discontinuación de las líneas indican que en los puntos faltantes no hubo la presencia de folículos de clase III.

Con los datos del cuadro 22 se procedió a realizar el análisis de varianza. Los resultados se muestran en el cuadro 23, a continuación.



Cuadro N° 23 Análisis de varianza para los folículos de clase III.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Folículos Clase III

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	101.136 ^a	9	11.237	1.273	.258
Intersección	1985.691	1	1985.691	224.939	.000
Tratamiento	20.769	3	6.923	.784	.505
Día_posparto	80.613	5	16.123	1.826	.112
Ovarios	4.950	1	4.950	.561	.455
Error	1129.944	128	8.828		
Total	4321.000	138			
Total corregida	1231.080	137			

a. R cuadrado = .082 (R cuadrado corregida = .018)

El análisis de varianza realizado no indica la existencia de diferencias significativas para los tratamientos en estudio. Los valores obtenidos de p para los tratamientos (p : 0,505) son superior a los permitidos para un valor significativo (0,05).

Cuadro N° 24 Medias marginales estimadas para los folículos de clase III.

Estimaciones

Variable dependiente: Folículos Clase III

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP0%	4.719	.580	3.571	5.866
GBP1%	4.603	.568	3.479	5.726
GBP2%	5.366	.528	4.322	6.410
GBP3%	4.323	.570	3.197	5.450

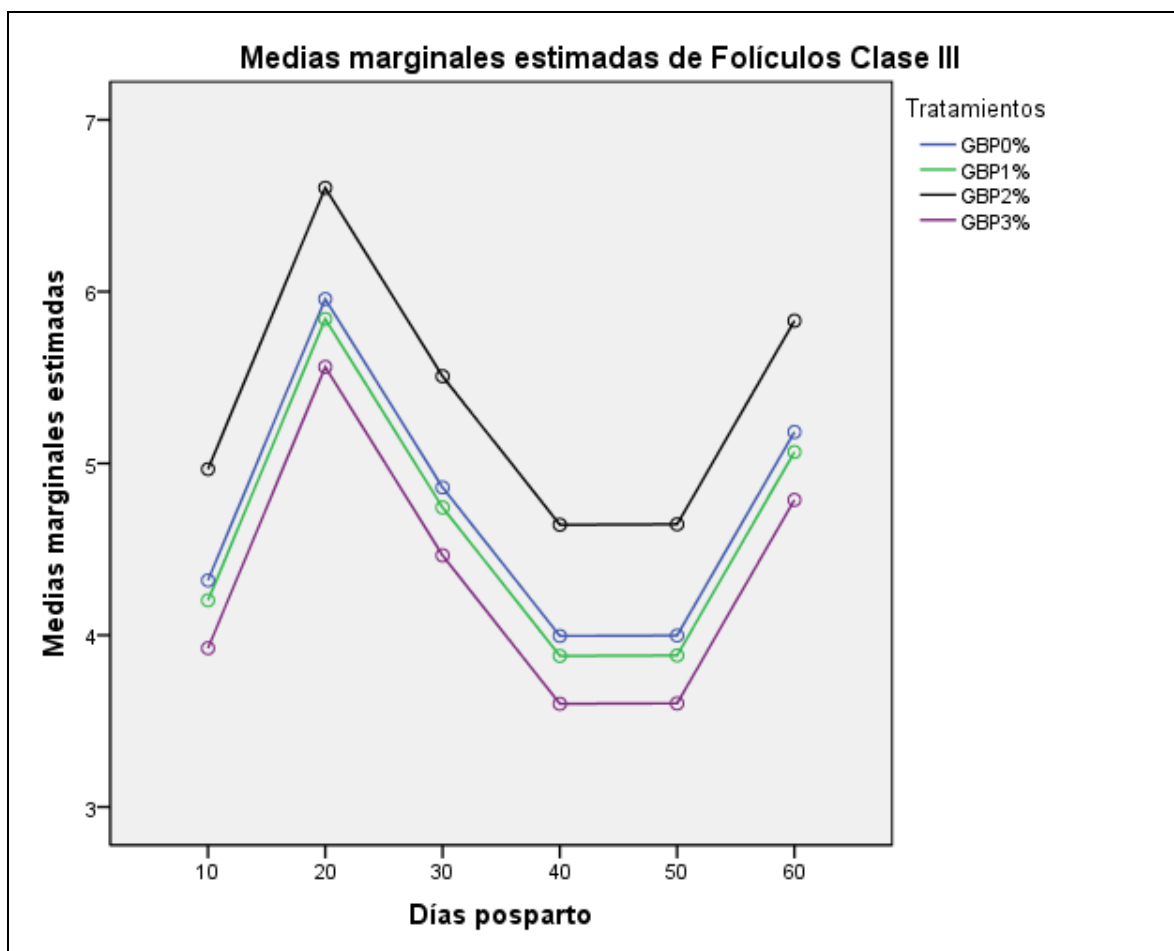


Gráfico N° 12 Distribución de los folículos de clase III en los diferentes días posparto.

El gráfico anterior señala que el suministro de grasa de sobrepeso al 2% genera folículos de clase III en mayor proporción que los producidos por los demás tratamientos.

4.2. Comportamiento del Performance Reproductivo.

Se analizó el comportamiento del performance reproductivo mediante el registro del número de días transcurridos desde el parto hasta la presentación del primer celo posparto y las vacas que gestaron al primer servicio posparto. Los datos se expresan a continuación.



4.2.1. Periodo de tiempo al primer celo posparto.

Los periodos de tiempo al primer celo posparto de las vacas que lo presentaron en los diferentes tratamientos se expresa en el cuadro N° 29.

Cuadro N° 25 Período de días al primer celo posparto.

	Tratamiento			
	GBP3%	GBP2%	GBP1%	GBP0%
Días al primer celo posparto	47,88 ±8,06	31.17±8,84	32.20±12,85	46.00±4,55

El análisis de varianza establece diferencias estadísticas para los tratamientos en lo que respecta a la variable "Número de días al primer celo posparto". El valor calculado de p : 0,006 es inferior al valor mínimo establecido para significancia ($p < 0,05$) permitiendo de esta manera realizar la prueba de significación de Tukey al 5%.

Cuadro N° 26. Análisis de varianza para "Días al primer celo posparto" por tratamiento.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Días al primer celo posparto

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1411.405 ^a	3	470.468	5.699	.006
Intersección	33337.000	1	33337.000	403.825	.000
Tratamiento	1411.405	3	470.468	5.699	.006
Error	1568.508	19	82.553		
Total	39381.000	23			
Total corregida	2979.913	22			

a. R cuadrado = .474 (R cuadrado corregida = .391)



Cuadro N° 27. Tabla de comparaciones múltiples entre tratamientos para "Días al primer celo posparto".

Comparaciones múltiples

Días al primer celo posparto

DHS de Tukey

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GBP3%	GBP2%	16.71*	4.907	.014	2.91	30.51
	GBP1%	15.67*	5.180	.032	1.11	30.24
	GBP0%	1.88	5.564	.986	-13.77	17.52
GBP2%	GBP1%	-1.03	5.502	.998	-16.50	14.44
	GBP0%	-14.83	5.865	.087	-31.32	1.66
GBP1%	GBP0%	-13.80	6.095	.142	-30.94	3.34

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 82.553.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Cuadro N° 28. Prueba de Tukey al 5% para "Días al primer celo posparto".

Días al primer celo posparto

DHS de Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
GBP2%	6	31.17 ^a	
GBP1%	5	32.20 ^a	
GBP0%	4	46.00 ^{ab}	46.00 ^{ab}
GBP3%	8		47.88 ^b
Sig.		0.065	0.986

El término de error es la media cuadrática (Error) = 82.553

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5.393

b. Alfa = 0.05.

Como se puede apreciar en el cuadro N° 28, la prueba de significación de Tukey al 5% establece dos niveles de efectividad, siendo el nivel "a" el que mostro un menor número de días al primer celo posparto y está formado por los tratamientos B, C y D; a su vez el tratamiento D junto con el tratamiento A forman un segundo nivel o nivel "b".

Cuadro N° 29 Medias marginales estimadas para la variable “Días al primer celo posparto”

Tratamiento

Variable dependiente: Días al primer celo posparto

Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP3%	47.875	3.212	41.151	54.599
GBP2%	31.167	3.709	23.403	38.930
GBP1%	32.200	4.063	23.695	40.705
GBP0%	46.000	4.543	36.492	55.508

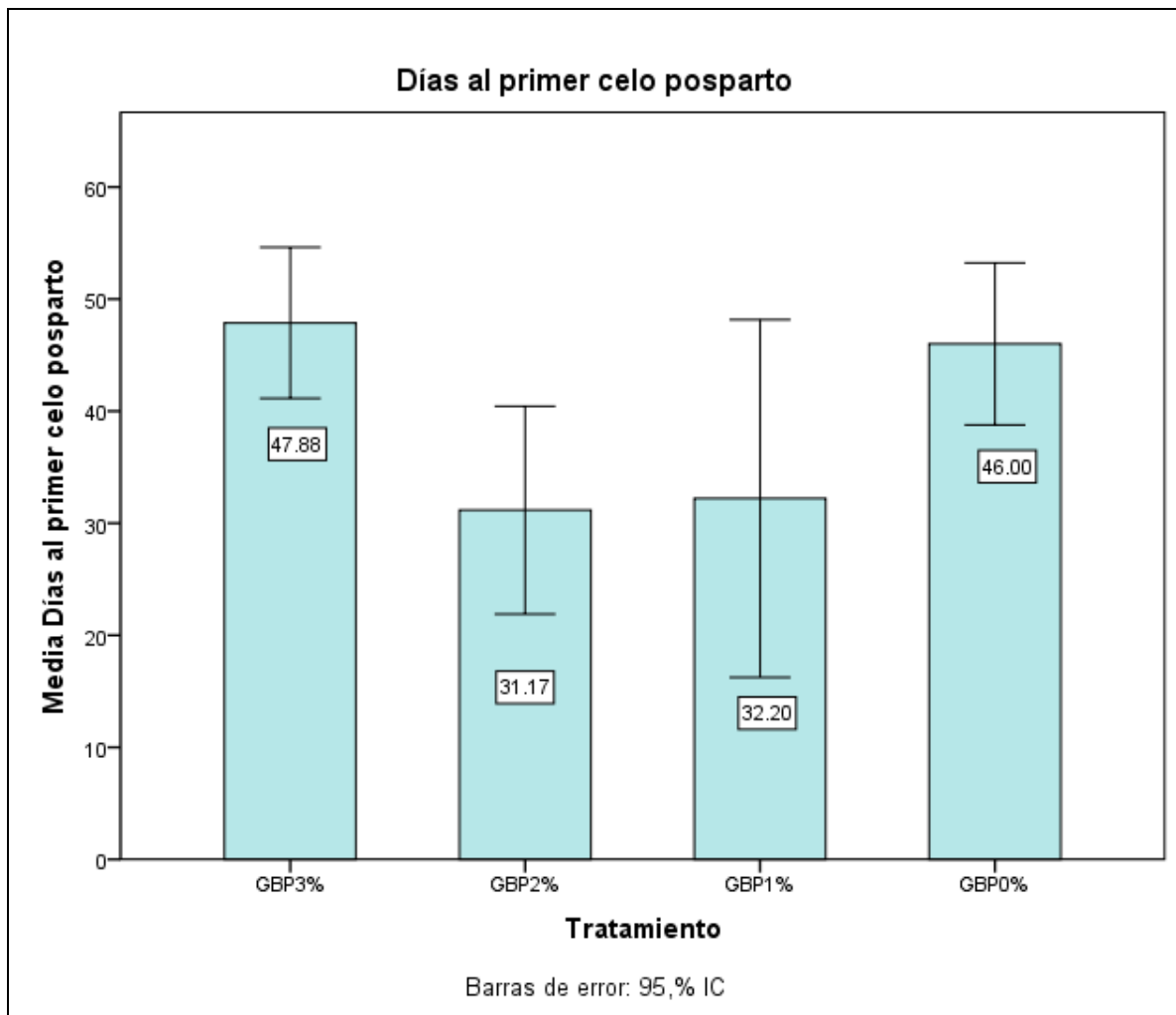




Gráfico N° 13 Distribución gráfica de las medias de los días al primer celo posparto por tratamiento.

El gráfico 13 muestra claramente que el número de días al primer celo posparto varía notablemente entre los tratamientos. Se aprecia que la adición de grasa de sobre paso en niveles de 1 y 2% con respecto al consumo de MS reduce hasta 14,83 días el intervalo “parto-primer celo detectado” en vacas en pastoreo en la zona de Victoria del Portete con respecto al tratamiento testigo.

4.2.2. Tasa de concepción generada por los tratamientos.

La tasa de concepción generada por la inseminación de las vacas que presentaron celo en cada tratamiento se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 30 Tasa de concepción de las vacas inseminadas por tratamiento.

		Diagnóstico de gestación		Tasa concepción al 1er servicio posparto	
		Preñada	Vacía	Relación	%
Tratamiento	GBP3%	6	2	6/8	75,00
	GBP2%	1	5	1/6	16,67
	GBP1%	2	3	2/5	40,00
	GBP0%	3	1	3/4	75,00

Cuadro N° 31 Prueba de Chi-cuadrado para la tasa de concepción por tratamientos.

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson		
		Diagnóstico de gestación
Tratamiento	Chi cuadrado	5.834
	Gl	3
	Sig.	.120 ^a



El valor de Chi-cuadrado determinó que los tratamientos no influenciaron en la tasa de concepción de las vacas que fueron inseminadas. No obstante, los tratamientos en los que se empleo grasa de sobrepaso presentaron un mayor número de vacas para inseminar (Tratamiento A: 8; Tratamiento B: 6; Tratamiento C: 5; y, Testigo: 4) aumentando las posibilidades de preñez en la finca.

4.3. Comportamiento de la Condición Corporal desde el parto hasta el día 60.

La pérdida de condición corporal es inevitable en la lactancia temprana por lo que en esta investigación también se realizó un análisis del efecto de la suplementación con grasa de sobrepaso sobre la condición corporal en los diferentes días posparto.

Cuadro N° 32. Condición corporal de las vacas durante el experimento.

Condición Corporal

	Tratamientos							
	GBP3%		GBP2%		GBP1%		GBP0%	
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica	Media	Desv Típica	Media	Desv. Típica
Días Posparto 0	3.35	0.28	3.12	0.21	3.03	0.09	3.22	0.36
10	2.93	0.36	2.95	0.22	2.93	0.11	2.68	0.33
20	2.88	0.43	2.88	0.19	2.97	0.09	2.60	0.28
30	3.02	0.35	3.00	0.28	3.00	0.09	2.60	0.28
40	3.05	0.33	3.02	0.15	3.00	0.09	2.58	0.26
50	3.12	0.31	3.07	0.20	2.95	0.19	2.58	0.31
60	3.15	0.26	3.07	0.20	3.03	0.13	2.60	0.31

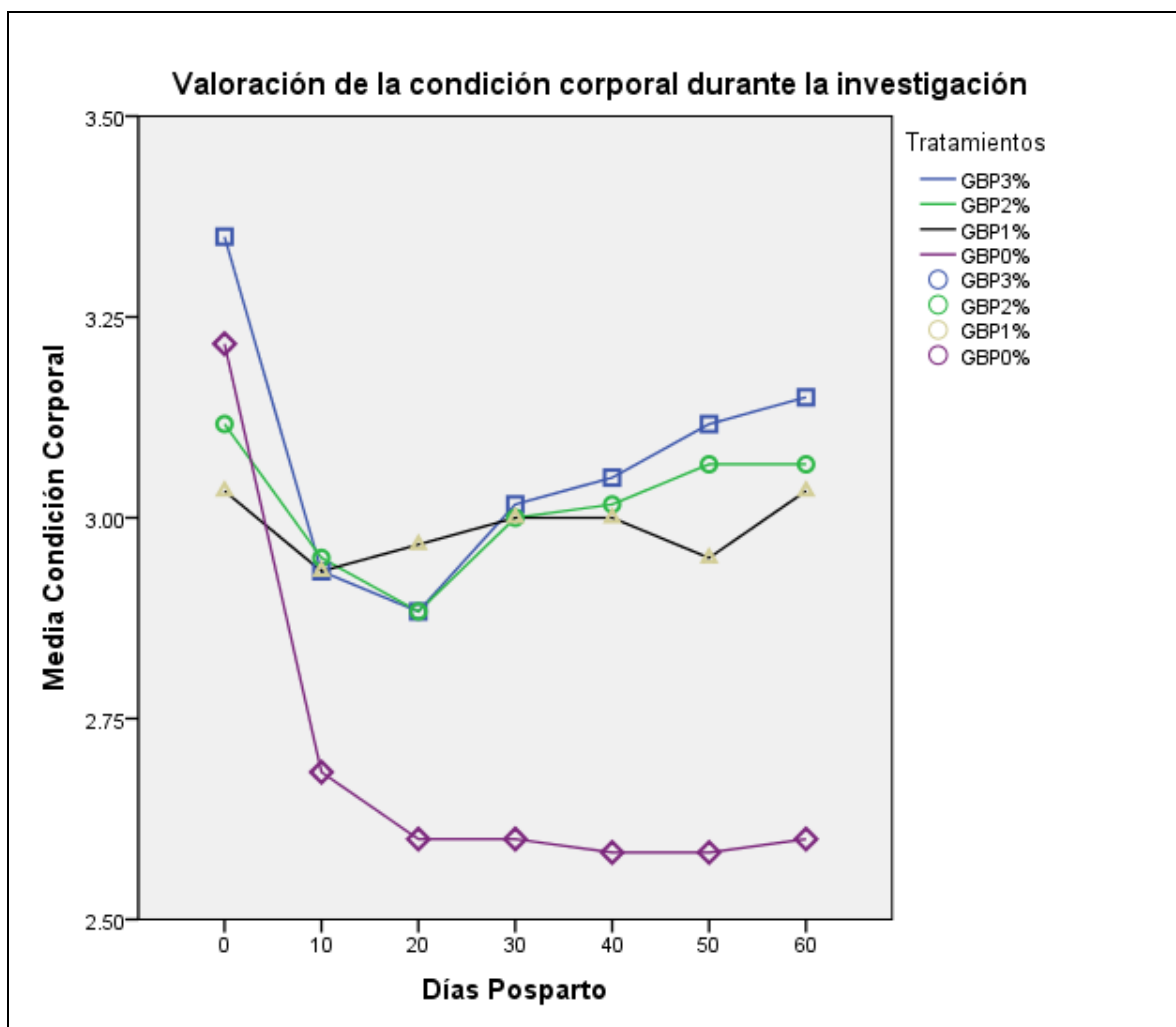


Gráfico N° 14 Evaluación de la condición corporal en los diferentes días en que se levantó la información.

Con los datos del cuadro N° 32 se procedió a realizar el análisis de varianza. El análisis estadístico estableció la presencia de diferencias significativas ($p: 0,000$) generadas por los tratamientos sobre la variable "Condición Corporal". Los resultados del análisis se muestran a continuación:



Cuadro N° 33. Análisis de varianza para la condición corporal desde el parto hasta los 60 días posparto.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Condición Corporal

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	13.450 ^a	9	1.494	20.975	.000
Intersección	3635.900	1	3635.900	51030.697	.000
Tratamientos	8.924	3	2.975	41.751	.000
DPP	4.526	6	.754	10.587	.000
Error	29.212	410	.071		
Total	3678.563	420			
Total corregida	42.662	419			

a. R cuadrado = .315 (R cuadrado corregida = .300)

Al establecerse la existencias de diferencias estadísticamente significativas su pudo aplicar la prueba de significación de Tukey 5% para la variable en estudio. Los datos se muestran a continuación.

Cuadro N° 34. Tabla de comparaciones múltiples para la condición corporal por tratamientos.

Comparaciones por pares

Variable dependiente: Condición Corporal

(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^a	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
GBP3%	GBP2%	.057	.037	.122	-.015	.130
	GBP1%	.083 [*]	.037	.024	.011	.156
	GBP0%	.376 [*]	.037	.000	.304	.449
GBP2%	GBP1%	.026	.037	.478	-.046	.099
	GBP0%	.319 [*]	.037	.000	.247	.391
GBP1%	GBP0%	.293 [*]	.037	.000	.220	.365

Basadas en las medias marginales estimadas.



Comparaciones por pares

Variable dependiente: Condición Corporal

(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^a	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
GBP3%	GBP2%	.057	.037	.122	-.015	.130
	GBP1%	.083 [*]	.037	.024	.011	.156
	GBP0%	.376 [*]	.037	.000	.304	.449
GBP2%	GBP1%	.026	.037	.478	-.046	.099
	GBP0%	.319 [*]	.037	.000	.247	.391
GBP1%	GBP0%	.293 [*]	.037	.000	.220	.365

Basadas en las medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Cuadro N° 35. Prueba de significación de Tukey al 5% para la condición corporal desde el parto al día 60 posparto.

Condición Corporal

DHS de Tukey^a.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
GBP0%	105	2.695 ^b	
GBP1%	105		2.988 ^a
GBP2%	105		3.014 ^a
GBP3%	105		3.071 ^a
Sig.		1.000	0.09

El término de error es la media cuadrática (Error) = .066.

a. Alfa = 0.05.

La prueba de significación de Tukey determina dos niveles, el primer nivel está conformado por los tratamientos A, B y C en ese orden, y el segundo nivel está formado por el tratamiento D (testigo). Con la prueba de significación queda claro que las dietas enriquecidas con grasa de sobrepeso permite que las pérdidas de condición corporal posparto sean mínimas con resultados visibles a partir del 1% de incorporación en la dieta en base al consumo de MS.



Cuadro N° 36 Medias marginales estimadas de la variable: Condición Corporal

Estimaciones

Variable dependiente: Condición Corporal

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
GBP3%	3.071	.026	3.020	3.123
GBP2%	3.014	.026	2.963	3.065
GBP1%	2.988	.026	2.937	3.039
GBP0%	2.695	.026	2.644	2.746

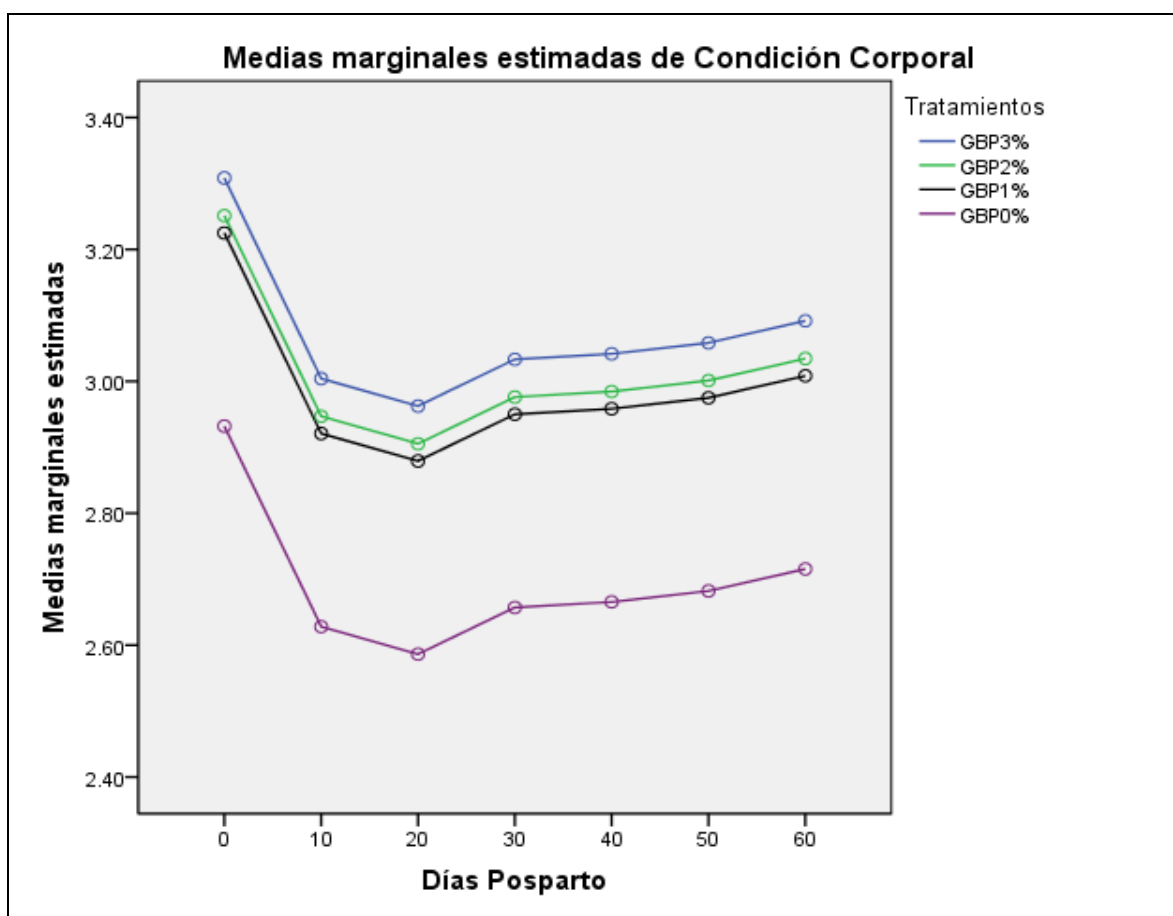


Gráfico N° 15 Condición corporal de las vacas en los diferentes tratamientos durante la investigación.

El gráfico 15 muestra la influencia que tiene la adición de grasa de sobrepeso sobre la condición corporal. El consumo de grasa durante los primeros 60 días posparto pudo mantener la condición de las vacas favoreciendo el comportamiento del performance reproductivo en cuanto al número de días registrados al primer celo posparto.



CAPITULO V: DISCUSIÓN

La grasa de sobrepaso a partir del 1% del consumo de MS (154 a 175gr) incluida en una dieta basal de mezcla forrajera con 16% de proteína generó cambios en el número de vacas con presencia de folículos ($p: 0,041$).

A diferencia de los datos encontrados por Takahashi et al., (2013) empleando grasa de sobrepaso por 19 días en la alimentación de vacas donadoras en un proceso de súper-ovulación obtuvo un mayor número de folículos y embriones ($14,9 \pm 8,9$) frente al control ($10,0 \pm 7,6$), en esta investigación no se determinó diferencias estadísticas en cuanto al número total de folículos obtenidos.

Al clasificar los folículos por el tamaño en folículos de clase I ($\leq 5\text{mm}$), II (6 a 9mm) y III ($\geq 10\text{mm}$) y analizarlos no se encontró diferencias significativas. Estos resultados contrastan de los obtenidos por Beam et al., (1997), que en un ensayo determinó que las raciones de alto contenido energético incrementan el diámetro de los folículos dominantes. Beam et al., (1997) empleó tres dietas con diferente cantidad de energía (28,4Mcal; 30,06 Mcal; y, 31,68 Mcal), similar a las empleadas en este estudio (28,82Mcal; 29,54Mcal; 30,26Mcal; y, 31,05Mcal), pero la información levantada la realizó a intervalos de 7 días (una semana).

Los resultados a favor de dietas al 1% de suplementación grasa en base a la ingesta de materia seca puede deberse a que los lípidos ofrecidos están protegidos, reduciendo el impacto de la acción del rumen (Hernández and Díaz 2011) (Rhodes, et al. 2003); por otro lado, en este trabajo, raciones suplementadas con el 2 y 3% de grasa de sobrepaso no mejoraron la presencia de folículos probablemente porque las vacas no ingirieron la ración completa ya sea por no haber sido acostumbradas al suministro o por el sabor de este suplemento de acuerdo a observaciones realizadas por García (2012).

El suministro de grasa de sobrepaso en las dosis definidas para esta investigación no generó diferencias estadísticas en cuanto al tamaño de los folículos a pesar de



que visualmente se observe una ventaja en el tratamiento con grasa al 2% ($p: 0,258$; $p>0,05$). Beam et al., (1997) señalan que hasta los 42 días posparto en vacas de alta producción ya se presentan ondas foliculares con folículos de clase I (3 a 5mm), clase II (6 a 9mm), clase III (10 a 15mm) y clase IV ($>$ a 15mm) observados a los 8 y 15 días posparto; los resultados de esta investigación podrían deberse a que los días en que se realizó el levantamiento de la información no fueron los indicados.

Se analizó el comportamiento de la actividad reproductiva mediante el registro del número de días transcurridos desde el parto hasta la presentación del celo. El análisis de esta variable demostró diferencias estadísticas entre los tratamientos generando dos niveles de significancia: a) tratamiento B, C y D registraron menor días al primer celo posparto; b) tratamiento D y A registraron retorno a la ciclicidad en un mayor número de días. La adición de grasa de sobre paso en niveles de 1 y 2% con respecto al consumo de MS reduce hasta 15 días el intervalo “parto-primer celo” en vacas en pastoreo en la zona de Victoria del Portete. Los datos son similares a los de Duque, et al. (2013) al suministrar grasa de sobrepaso a niveles superiores a los empleados en esta investigación (no mayor del 6%) y a los resultados obtenidos por Tyagi et al., (2010) con suplementación grasa de 2,5%. Ramteke, et al. (2014) obtuvieron similares datos estadísticamente significativos al suplementar con 100 gr de grasa de sobrepaso a hembras de búfalo en el posparto hasta los 120 días posparto reduciendo en 9,12 días el periodo de tiempo al primer celo posparto.

Los tratamientos no influenciaron en la tasa de concepción de las vacas que fueron inseminadas. No obstante, los tratamientos en los que se empleo grasa de sobrepaso presentaron un mayor número de vacas para inseminar (Tratamiento A: 8; Tratamiento B: 6; y, Tratamiento C: 5) aumentando las posibilidades de preñez en la finca.

La condición corporal fue modificada por efecto de la grasa de sobrepaso (3%, 2%, 1%, y 0% en ese orden) quedando en claro que las dietas enriquecidas con este suplemento reducen las pérdidas de condición corporal posparto. Los datos obtenidos en esta investigación con respecto a la condición corporal también



concuerdan con los obtenidos por Roche, et al. (2009) y respaldados por un meta-análisis realizado por Rodney, et al. (2015) en donde, a través de una recopilación de datos, la alimentación con grasa de sobrepeso mejora la condición corporal.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión podemos manifestar que en el ganado lechero de la parroquia Victoria del Portete, la inclusión del 1% (154 a 175gr) de grasa de sobrepaso en la dieta aumentó el número de vacas que presentan folículos; sin embargo, no mejoró el número total ni el tamaño de los folículos encontrados en las vacas estudiadas; así mismo, no mejoró las tasas de concepción de las vacas que presentaron celo y fueron inseminadas, no obstante, si se registró mejoras en la condición corporal de los animales.

Aunque no se observan mejorías en el número y tamaño de los folículos, podemos concluir que existió una reducción en el periodo de tiempo al primer celo posparto en las vacas que consumieron 1% (154-175gr) y 2% (296-361gr) de grasa de sobrepaso de alrededor de 15 días menos que los animales del tratamiento testigo (0gr) o de los animales del tratamiento en donde consumieron 3% (475-538gr) de este suplemento.

En base a las conclusiones obtenidas en esta investigación podemos realizar la siguiente recomendación:

- Administrar grasa de sobrepaso en niveles del 1% con respecto al consumo de materia seca (154-175gr/día) con la finalidad de minimizar las pérdidas en la condición corporal.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Angel, Juan Camilo. "SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS RECEPTORAS DE EMBRIÕES COM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS ESTERIFICADOS." Vers. Tesis. Universidad Federal de Rio Grande del Sur; Facultad de Agronomía; pp 107. Diciembre 2009.
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28303/000768628.pdf?sequence=1> (accessed Febrero 9, 2016).
2. Báez, Giovanni, and Henry Grajales. "Anestro Posparto en Ganado Bovino en el Trópico." Revista MVZ Córdoba. 2009.
<http://revistas.unicordoba.edu.co/ojs/index.php/mvz/article/viewFile/291/285> (accessed Novimebre 07, 2014).
3. Beam, Stephen, and W. R. Butler. "Energy Balance and Ovarian Follicle Development Prior to the First Ovulation Postpartum in Dairy Cows Receiving Three Levels of Dietary Fat." BIOLOGY OF REPRODUCTION; pp: 133-142. 1997. <http://www.biolreprod.org/content/56/1/133.long> (accessed Marzo 13, 2016).
4. Becerra, J. J., L. A. Quintela, C. Díaz, C. Rey, S. Gracia, and P. G. Herradón. "Estudio del Posparto en la raza bovina "Rubia Gallega"." Información Técnica Económica Agrarioa ITEA; pag 421-432. 2008. (accessed Mayo 24, 2016).
5. Bobe, G., J. W. Young, and D. C. Beitz. "Invited Review: Pathology, Etiology, Prevention, and Treatment of Fatty Liver in Dairy Cows*." American Dairy Science Association; Journal Dairy Science 87: pp 3105–3124. 2004.
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2804%2973446-3/abstract> (accessed Enero 30, 2016).
6. Brasaemle, Dawn. " Perilipin 5: putting the brakes on lipolysis." Journal of Lipid Research; pag 876-877. 2013. <http://www.jlr.org/content/54/4/876.full.pdf+html> (accessed Abril 1, 2016).
7. de Nava, G., C. de Olarte, S. Frade, L. Reyes , and D. Cavestany. *ANESTRO POSPARTO EN VACAS DE CRÍA. RESULTADOS DE LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO O MONTA NATURAL*. Montevideo: Hemisferio Sur, 2012.
8. Duque , Mónica, Martha Olivera, and Ricardo Rosero . "Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida." Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; pp 74-82. 2011. <http://rccp.udea.edu.co> (accessed Febrero 27, 2016).



9. Duque, Mónica, Ricardo Rosero, Jorge Gallo, and Martha Olivera . "Efecto de la suplementación con grasas protegidas sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas lactantes." *Revista de Medicina Veterinarias y Zootecnia de Córdoba*; pp 3812-3821. 2013.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69329149010> (accessed Marzo 07, 2016).
10. Espinoza, J. L., R. Ortega, A. Palacios, and A. Guillén. "Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo." *Scielo*. 2010. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2010000100004&script=sci_arttext (accessed Noviembre 28, 2014).
11. García, Katherine. "Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico." *Vers. Tesis de Maestría*. . Universidad Nacional de Colombia; Facultad de Ciencias Agropecuarias; pp 64. 2012.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/7136/1/206518.2012.pdf> (accessed Febrero 23, 2016).
12. Giraldo, David, and Luís Uribe. "ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CONDICIÓN CORPORAL POSPARTO EN VACAS DE CARNE." *Biosalud*. 2012. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502012000100008 (accessed Noviembre 28, 2014).
13. Hernández, Rolando, and Thaís Díaz. "LAS GRASAS SOBREPASANTES Y SU EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN RUMIANTES." In *Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*, by C. González, M. Madrid, & E. Soto, 333-343. Astro Data S.A., 2011.
14. Herrera, J., J. Tinoco, and K. Orozco. "Reunión Bianual sobre Reproducción Animal." *Suplementación Grasa y su Efecto sobre la Reproducción de Rumiantes*. UAEM-UAT. 2012.
<https://bib.irb.hr/datoteka/598856.Compendio.pdf> (accessed Noviembre 28, 2014).
15. Herrera, José, Alejandra Soberano, Karlos Orozco, Carlos Aguilar, and Juan Carlos Ku. "Effect of Fatty Acids on Reproductive Performance of Rumiantes." Chap. 13 in *Artificial Insemination in Farm Animals*, by Milad Manafi, 300 pp. India: INTECH, 2011.
16. Hills, J. L., W. J. Wales, F. R. Dunshea, S. C. Garcia, and J. R. Roche. "An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows." *American Dairy Science*



- Association; Journal Dairy Science. 98: pp 1363–1401. 2015. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8475> (accessed Enero 31, 2016).
17. Kawashima, Chiho, Motozumi Matsui, Takashi Shimizu, Katsuya Kida, and Akio Miyamoto. "Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows." *Journal of Reproduction and Development*; Vol 58; pp 10-16. 2011. [http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/bitstream/10322/4041/1/kawashima58\(1\),%2010-16,%202012.pdf](http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/bitstream/10322/4041/1/kawashima58(1),%2010-16,%202012.pdf) (accessed Enero 21, 2016).
18. Martínez, Andrés, Manuel Pérez, Luis Pérez, Gustavo Gómez, and Ana Garzón. "Efecto de la grasa de la dieta sobre la grasa láctea de los rumiantes: Una revisión." *Interciencia*; Vol 35; pp 723-729. 2010. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33915592003> (accessed Enero 31, 2016).
19. Montaña, Erika, and Zulma Ruiz. "Porque no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano?" *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*; pp 127-135. 2005. (accessed Mayo 24, 2016).
20. Morales, J. T., and D. Cavestany. "Anestro posparto en vacas lecheras: tratamientos hormonales." *Revista Veterinaria (Montevideo)*. 2012. http://www.produccionbovina.com/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/154-anestro_19.pdf (accessed Noviembre 07, 2014).
21. Motta, Pablo, Natalia Ramos, Claudia Gonzalez, and Eгна Castro . "Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina." *Veterinaria y Zootécnia*; pp 88-99. 2011. (accessed Mayo 31, 2016).
22. Ortega, Ricardo, José Espinoza, Alejandro Palacios, Olivia Arjona, and Elena Palacios . "LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA AFECTAN LA FISIOLÓGIA REPRODUCTIVA EN LA HEMBRA BOVINA: UNA REVISIÓN." *Tropical and Subtropical Agroecosystems*; pp 153-163. 2012. <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1494/727> (accessed Abril 10, 2016).
23. Palomares, Roberto A. "Fundamentos para la terapia estratégica de las patologías posparto de la vaca." *Desarrollo Sostenible de la ganadería de doble propósito*. 2008. http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_47.pdf (accessed Noviembre 09, 2014).
24. Ramteke, P. V., D. C. Patel, S. Parnerkar, S. S. Shankhpal, G. R. Patel, and A. Pandey. "Effect of bypass fat supplementation during prepartum and



- postpartum on reproductive performance in buffaloes." *LIVESTOCK RESEARCH INTERNATIONAL*; Vol 2; Pages 54-58. 2014.
http://www.jakraya.com/Journal/pdf/5-IriArticle_3.pdf (accessed Marzo 07, 2016).
25. Rhodes, F. M., S. McDougall, C.R. Burke, G. A. Verkerk, and K. L. McMilla. "Treatment of Cows with an Extended Postpartum Anestrous Interval." *Journal of Dairy Science*. 86: pp 1876–1894; American Dairy Science Association. 2003. [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)73775-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)73775-8/pdf) (accessed Enero 20, 2016).
26. Rivas, Cristina, Álvaro Suárez, and Eugenio Ramírez. "Influencia de las hormonas metabólicas y la nutrición en el desarrollo folicular en el ganado bovino: implicaciones prácticas." *Revista de Medicina Veterinaria- Colombia*. 2011. <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/view/574> (accessed Noviembre 09, 2014).
27. Robson, C., J. F. Aller, S. Callejas, and R. H. Alberio. "DINÁMICA FOLICULAR POSPARTO Y COMPORTAMIENTO DEL AMAMANTAMIENTO EN RAZAS ANGUS Y CRIOLLA ARGENTINA." *Archivos de Zootecnia*; pag 477-488. 2008. (accessed Abril 16, 2016).
28. Roche, J. R., N. C. Friggens, J. K. Kay, M. W. Fisher, K. J. Stafford, and D. P. Berry. "Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare." American Dairy Science Association. *Journal Dairy Science*. 92: pp 5769–5801. 2009.
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2809%2971299-8/pdf> (accessed Diciembre 23, 2015).
29. Rodney, R. M., P. Celi, W. Scott, K. Breinhild, and I. J. Lean. "Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression." *Journal Dairy Science*; pp: 5601–5620. 2015.
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9528> (accessed Marzo 09, 2016).
30. Ruiz, L. F., and R. Sandoval. "INVOLUCIÓN UTERINA EN EL GANADO BOVINO: UN NUEVO SCORE PARA SU EVALUACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PARTOS Y LOS DÍAS EN LACTACIÓN." *SPERMOVA*. 2013.
http://www.reproduccionanimal.org/site3/files/revistas/spermova3/87-88-20-Ruiz-Vacas_involucion.pdf (accessed Noviembre 07, 2014).
31. Salas, G., J. Herrera, E. Gutiérrez, J. Ku, and J. Aké. "REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVARICA POSPARTO Y CONCENTRACION PLASMÁTICA DE METABOLITOS LÍPIDOS Y PROGESTERONA EN VACAS SUPLEMENTADAS CON GRASA DE SOBREPASO." *Tropical and*



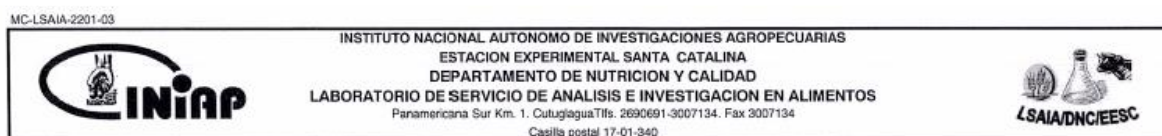
- Subtropical Agroecosystems-Redalyc. 2011.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93918231003> (accessed Noviembre 30, 2014).
32. Salvador, Alejandro, Rolando Hernandez, Thais Díaz, and Ricardo Betancourt. "RESPUESTA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA AL USO DE LA GRASA SOBREPASANTE CON ALTOS NIVELES DE ÁCIDOS GRASOS POLI-INSATURADOS EN RUMIANTES." Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela; 19 pp. 2011.
http://www.academia.edu/20588643/RESPUESTA_PRODUCTIVA_Y_REPRODUCTIVA_AL_USO_DE_LA_GRASA_SOBREPASANTE_CON_ALTOS_NIVELES_DE_%C3%81CIDOS_GRASOS_POLI-_INSATURADOS_EN_RUMIANTES (accessed Febrero 14, 2016).
33. Silva, A. M., M. Stangaferro, F. Barberis, A. F. Taboada, L. Cattaneo, and H. Ortega. "Factores Asociados a la reanudación de la ciclicidad ovárica posparto en vacas lecheras y de carne." Revista FAVE Ciencias Veterinarias; pp 33-48. 2011. (accessed Mayo 31, 2016).
34. Staples, C. R., J. M. Burke, and W. W. Thatcher. "Optimizing energy nutrition for reproducing dayri cow." *Influence of Supplemental Fats on Reproductive Tissues and Performance of Lactating Cows*. Journal of Dairy Science Vol. 81; pp 856-871. 1998. <http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2898%2975644-9/pdf> (accessed Enero 15, 2016).
35. Takahashi, Masahiro, Kumiku Sawada, Noritoshi Kawate, Toshio Inaba, and Hiromichi Tamada. "Improvement of Superovulatory Response and Pregnancy Rate after Transfer of Embryos Recovered from Japanese Black Cows Fed Rumen Bypass Polyunsaturated Fatty Acids." *Theriogenology; Journal Veterinary Medicine Science*; pp 1485–1490. 2013.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3942974/> (accessed Marzo 09, 2016).
36. Tyagi , Nitin, Sudarshan S. Thakur , and Sachin K. Shel. "Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows." *Tropical Animal Health Production*-Springer. 2010.
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-010-9631-1> (accessed Noviembre 29, 2014).
37. Wadhwa, M., R. S. Grewal, M. P. Bakshi, and P. S. Brar. "Effect of supplementing bypass fat on the performance of high yielding crossbred cows." *Indian Journal of Animal Sciences*; pp:200–203. 2012.
<http://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAnS/article/view/15268> (accessed Marzo 09, 2016).



38. Wiltbank, Milo, A. Gümen, and Roberto Sartori. "PHYSIOLOGICAL CLASSIFICATION OF ANOVULATORY CONDITIONS IN CATTLE." *Elsivier Science; Theriogenology* 57: pp 21-52. 2002.
https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Sartori/publication/11581987_Physiological_classification_of_anovulatory_conditions_in_cattle/links/5461055e0cf2c1a63bff7aee.pdf (accessed Enero 25, 2016).
39. Zeoula, Lucia María, and Saul Ferreira. *RECENTES AVANÇOS EM AMIDO NA NUTRIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS*. Edited by Julio César Teixeira, Roseli dos Santos, Flávia David, & Lucia Andrade. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001.

ANEXOS

Fotografía 1. Análisis del Pasto



INFORME DE ENSAYO No: 16-0144

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Andres Moscoso
DIRECCION: Cuenca
FECHA DE EMISION: 21 de junio de 2016
FECHA DE ANALISIS: Del 7 al 20 de junio de 2016

INSTITUCION: Particular
ATENCIÓN: Sr. Andres Moscoso
FECHA DE RECEPCION.: 6 de junio de 2016
HORA DE RECEPCION: 09H45
ANÁLISIS SOLICITADO: Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEINA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
16-0853	81,27	10,00	2,82	16,36	22,16	48,65	Pasto

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Bartolomé Rubio
x Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD



Iván Samaniego
Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Fotografía 2. Grasa sobre pasante de Rumen toco B P



Fotografía 3. Animales consumiendo la grasa Toco BP



Fotografía 4. Mezcla forrajera consumida por los animales en la investigación



Fotografía 5. Animales en su primer celo post parto



Fotografía 6. Pesando a los animales pos parto



Fotografía 7. Animales pastoreando



Fotografía 8. Examen de Ultrasonografía



Fotografía 9. Toma de datos en campo

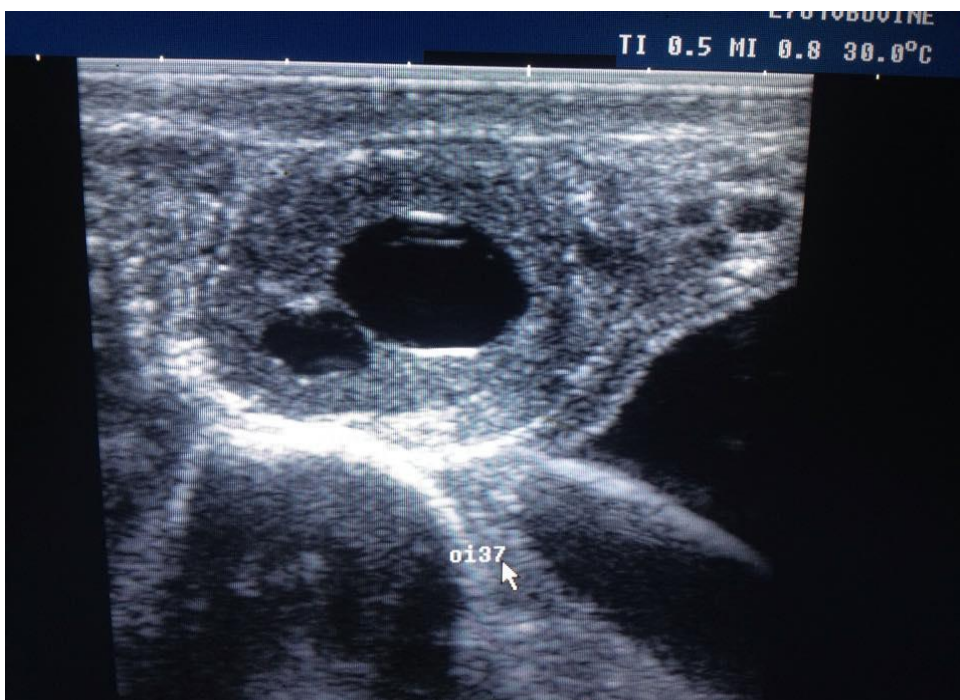
TESIS DR. ANDRES MOSCOSO PIEDRA

VACA NRO:	C.C.	PESO:	FECHA PARTO:	GMS/DIA/GBP	LTS MAÑANA:	LTS TARDE:
28	30		15/04/15	70 kg	8	4
					3	5
					8	5
					9	6
					10	7
					10	7
					12	9
					12	9
					12	9
					12	9
					12	9
					12	9
					12	10
					13	8
					72	9

Fotografía 10. Cuerpo Lúteo del grupo A



Fotografía 11. Folículo dominante del grupo B



Fotografía 12. Folículo dominante del grupo C



Fotografía 13. Folículos del grupo D

