

**Evaluación de la relación del tamaño del folículo dominante al momento de la
inseminación artificial con la tasa de concepción en vacas Holstein de alta
producción.**

Trabajo de grado para optar por el título de Médica Veterinaria

Andrea Álvarez Arango

Asesor:

John Jairo Giraldo Giraldo

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ciencias Administrativa y Agropecuaria

Medicina Veterinaria

Caldas – Antioquia

2015

TABLA DE CONTENIDO

1.	LISTA DE FIGURAS	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	6
3.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	7
4.	OBJETIVOS.....	8
4.1	Objetivo general.....	8
4.2	Objetivos Específicos.....	8
5.	MARCO TEÓRICO	9
6.	METODOLOGÍA	13
6.1	Localización geográfica	13
6.2	Animales.....	13
6.3	Alimentación	13
6.4	Determinación del tamaño del folículo dominante.....	13
6.5	Evaluación de peso y grado de condición corporal	14
6.6	Evaluación de parámetros reproductivos	15
6.7	Análisis estadístico	15
7.	RESULTADOS	16
8.	DISCUSIÓN	21
9.	CONCLUSIONES.....	24
	REFERENCIAS.....	25

1. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evaluación de los parámetros con respecto al peso menor (478 Kg).....	17
Figura 2. Evaluación de los parámetros con respecto al peso medio (593 Kg).....	18
Figura 3. Evaluación de los parámetros con respecto al peso mayor (709 Kg).....	19
Figura 4. Tamaño folicular con respecto al porcentaje de servicio efectivo	20
Figura 5. Folículo dominante, ovario derecho u ovario izquierdo.....	20

RESUMEN

Si bien se han reportado algunas relaciones entre el tamaño del folículo dominante y la fertilidad de las vacas de alta producción, aún permanecen vacíos en el conocimiento del efecto de la dinámica folicular sobre la concepción. Por ello el objetivo de este proyecto se centró en identificar la relación entre el tamaño del folículo dominante al momento de la inseminación artificial y la tasa de concepción en vacas Holstein de alta producción; para ello se evaluaron 42 animales a los cuales se les determinó el tamaño del folículo dominante al momento de la inseminación artificial y su localización (derecho-izquierdo), condición corporal (CC) y peso vivo. Se determinó un promedio en cuanto al peso, clasificándolos en menor (478 kg), medio (593 kg) y mayor (709 kg) de los animales evaluados, al igual que el tamaño folicular en tres parámetros: menor (7 mm), medio (15 mm) y mayor (23 mm) de diámetro folicular encontrados en el grupo de estudio. Los datos se analizaron en el programa Statgraphics versión 15. Se empleó un nivel de confianza de 95%, para encontrar diferencias significativas; mediante el ajuste de ecuaciones de regresión se establecieron relaciones entre el tamaño del folículo dominante al momento del servicio y el porcentaje de concepción con el tamaño del folículo dominante. Se aceptó asociación estadísticamente significativa entre variables cuando $p \leq 0,05$.

El programa arrojó gráficas evaluando la relación entre los tres tamaños promedio de los folículos con respecto a la condición corporal y al servicio efectivo con cada uno de los tres pesos, mostrando un comportamiento muy similar en todas las gráficas donde a medida que aumentaba el tamaño del folículo dominante se incrementaba el porcentaje de servicio efectivo pero que a medida que aumenta el peso de los animales y la condición

corporal, los porcentajes de servicio efectivo disminuyen acorde a la teoría que vacas con alta condición corporal tienen menores índices reproductivos y que el diámetro folicular al momento del servicio está directamente relacionado con la tasa de concepción, independientemente del ovario en el que se encuentre el folículo dominante al momento del servicio. Al relacionar los folículos en localización derecha o izquierda no se encontró diferencia para ninguno de los dos.

2. INTRODUCCIÓN

El desarrollo folicular está relacionado directamente con el estado energético de las vacas en el postparto. La relación entre balance energético negativo (BEN) y función ovárica se cree debida en parte a la secreción de la hormona luteinizante (LH). Los centros cerebrales superiores donde se estimula la secreción de LH son sensibles a los niveles de hormonas secretadas en ovarios y también al BEN. Se ha encontrado que el balance energético positivo al día 15 posparto incrementa los niveles de LH en sangre y el desarrollo folicular. El BEN ocasiona bajos niveles de progesterona, los cuales se asocian con baja fertilidad. Se cree que la baja producción de progesterona es debida a la alteración en la capacidad esteroidogénica del cuerpo lúteo (Lucy *et al*, 1992).

Dada la importancia de la producción hormonal para el adecuado desarrollo folicular y viceversa y apoyados en los resultados en los altiplanos norte y oriente de Antioquia (ciclos estrales irregulares), se podría plantear que una buena proporción de los problemas de infertilidad tienen su origen en una baja producción hormonal, en la lactancia temprana, condicionada por una baja disponibilidad de sustratos para su síntesis y por condiciones metabólicas adversas (Galvis y Correa, 2002), las cuales pueden afectar el desarrollo folicular y como tal la ovulación, la viabilidad del oocito y el tamaño y persistencia del cuerpo lúteo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con base en la importancia de la eficiencia reproductiva de un hato y lo que implica para un productor, son muchos los factores que pueden llegar a afectarlo a nivel metabólico, nutricional, ambiental entre muchos otros, de los cuales depende directa o indirectamente, pero que al integrarlos en buenas condiciones van a permitir que el animal presente un comportamiento reproductivo regular y con ello poder evaluarlo.

El proyecto se enfocó en determinar cuál sería la relación existe entre el tamaño del folículo dominante con respecto a la concepción, debido a que se han reportado algunas relaciones entre estos y aún se desconoce cuál sería el efecto directo de la dinámica folicular sobre la concepción. Por consiguiente la realización de esta investigación contribuye con la generación de conocimiento científico en torno a las relaciones anteriormente expuestas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Identificar la relación entre el tamaño del folículo dominante al momento de la inseminación artificial y la tasa de concepción.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la tasa de crecimiento folicular en vacas Holstein de alta producción al momento de la inseminación artificial.
- Establecer la relación entre la dinámica folicular y la tasa de concepción en vacas Holstein de alta producción.
- Identificar la relación existe entre el tamaño del folículo dominante con respecto a la tasa de concepción.

5. MARCO TEÓRICO

Existe asociación entre la alta producción de leche y la reducción de la fertilidad, pero no hay consenso sobre la correlación entre el tiempo del primer estro y la ovulación con la producción láctea. Es muy difícil separar los efectos de la producción láctea de otros factores confusos, particularmente los relacionados con el estado nutricional; por ejemplo, las vacas de alta producción al principio de la lactancia son incapaces de mantener un estado de equilibrio energético, independientemente del nivel de alimentación. Por lo tanto, un estado nutricional inadecuado puede ser la causa directa de afecciones reproductivas en vacas de alta producción.

El aumento de la producción lechera ha desmejorado el desempeño reproductivo de los animales, a causa de los altos requerimientos nutricionales que necesitan las enormes producciones de leche con los estándares de calidad requeridos por las empresas industrializadoras de lácteos. Estos problemas han sido ocasionados por los procesos de mejoramiento genético que han hecho más eficientes los sistemas productivos, procesos intensos y muy bien estructurados, pero que no han tomado en cuenta la nutrición ni el manejo de los animales (Galvis y Correa, 2008). Estos y otros factores afectan la eficiencia reproductiva, seleccionando animales con altos índices productivos pero con pobres capacidades reproductivas, un factor de gran importancia, ya que los animales deben preñarse en el menor tiempo posible para no alargar demasiado las lactaciones que presentarían menores producciones al final de la misma (Bach, 2001).

Es claro que la producción de leche es un fenómeno fisiológico con dependencia directa de la reproducción. Si una vaca no concibe, no podrá tener una nueva lactancia. Pero más efectos perjudiciales sobre la economía del hato puede tener la reducción parcial

en la fertilidad ya que esta puede estar presente en todas las vacas de hato, ocasionando aumento de costos asociados a la repetición de servicios (semen, implementos, mano de obra) ocasionando disminuciones importantes en la disponibilidad de crías y en el promedio de producción de leche por vaca por día, ya que las vacas con un mayor número de días abiertos también tendrán un mayor número de días dentro de la fase de lactancia en la cual su curva de producción es descendente afectando negativamente la eficiencia productiva de todo el hato (Bach, 2001).

La reactivación de la función cíclica ovárica después del parto tienen como antesala el restablecimiento de la liberación cíclica hipotalámica de la hormona liberadora de gonodotropinas (GnRh), a la circulación portal y la recuperación de la sensibilidad hipofisiaria al estímulo de esta neurohormona para liberar la hormona folículo estimulante (FSH) y (LH) en cantidades y momentos adecuados, de manera que se establezca un ambiente propicio para el desarrollo final del folículo dominante y la ovulación (Galvis y Correa, 2002).

La condición corporal al parto se encuentra altamente relacionada con el comportamiento reproductivo posparto; se espera que el proceso de involución uterina y reactivación ovárica sea más rápido y mejor, si se ha llegado al parto con una buena condición corporal (Galvis y Durango, 2008). Las consecuencias reproductivas y productivas de un manejo nutricional pobre antes del parto pueden ser funestas en el desenlace del comportamiento reproductivo posparto.

Después del parto y durante el período de alta producción lechera y déficit energético, el útero, los ovarios y el eje hipotálamo-hipófisis deben restablecer su actividad. En este período se esperan la maduración hormonal del eje hipotálamo-hipófisis, cambios morfológicos e histológicos en el útero y el establecimiento de la nueva

población folicular en el ovario que conducirá a la primera ovulación. Todo esto puede ser afectado por el BEN. Una combinación de efectos asociados con el BEN incluye cambios en la concentración de hormonas y metabolitos circulantes que pueden interactuar con los centros altos del cerebro, hipotálamo e hipófisis (Drackley, 1999).

Dada la importancia de la producción hormonal para el adecuado desarrollo folicular y viceversa y apoyados en los resultados en los altiplanos norte y oriente de Antioquia (ciclos estrales irregulares), se podría plantear que una buena proporción de los problemas de infertilidad tienen su origen en una baja producción hormonal, en la lactancia temprana, condicionada por una baja disponibilidad de sustratos para su síntesis y por condiciones metabólicas adversas (Galvis y Correa 2002). Titterton (1994), sugiere que la acelerada pérdida de condición corporal afecta el desempeño reproductivo debido a los efectos de la excesiva tasa de movilización de tejidos sobre la salud del útero y su motilidad y añade que la pérdida de condición corporal está íntimamente relacionada con el balance energético negativo y sus efectos sobre la concentración de metabolitos que influyen en el balance hormonal.

El aumento de la capacidad para la producción de leche en las vacas lecheras se ha asociado con una disminución de la fertilidad. Tras el parto, requerimientos nutricionales aumentan rápidamente con la producción de leche y el balance energético negativo resultante se extiende durante 10-12 semanas. BEN está fuertemente asociado con la longitud del período anovulatorio postparto a través de atenuación de frecuencia de pulso de LH y bajos niveles de glucosa en sangre, la insulina y el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-I) que limitan colectivamente la producción de estrógenos por los folículos dominantes. Se ha acumulado evidencia que vincula las demandas metabólicas de alta producción de leche y asociados al BEN con disminución en la calidad de los

ovocitos y la capacidad para el desarrollo del embrión. También el BEN y pérdida de condición corporal están relacionados con la reducción en las concentraciones séricas de progesterona durante el período de cría y para disminuir la tasa de preñez. En general, el BEN se relaciona con una menor fertilidad en las vacas lecheras tanto a través de efectos ejercidos en la lactancia temprana y más tarde durante el período de reproducción. (Lucy et al, 1992).

Según Anzola (1993), el metabolito lipídico más directamente relacionado con la función ovárica es el colesterol y afirma que esto se puede evidenciar en el efecto positivo del suplemento de grasa sobre el tamaño del folículo y la producción de progesterona. Sugiere que al usar esta suplementación se puede mejorar el funcionamiento reproductivo. La importancia de los niveles de colesterol en sangre sobre la funcionalidad ovárica aun no es clara, pues Rabiee et al. (1999), encontraron que la función ovárica se afectó con los niveles circulantes de glucosa pero no con los de colesterol. Según Lucy et al. (1991) y Saltiel y Pessin (2002), las concentraciones plasmáticas de insulina están directamente relacionadas con el balance energético en vacas lactantes y acorde con la insulina es un regulador metabólico del desarrollo folicular. Parece ser que la movilización lipídica exagerada repercute directamente sobre la actividad ovárica, pues se ha observado que las vacas tienen niveles más bajos de progesterona entre días 40 a 60 posparto, a la vez que presentan un mayor número de servicios por concepción (Bronicki, 1996). Estos autores concluyen que los desórdenes lipídicos alteran la producción de progesterona y los índices de fertilidad.

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización geográfica

El trabajo se realizó en la estación agraria Paysandú de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, ubicado a 2400 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 14°C y una humedad relativa promedio de 80% en una formación ecológica de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB), según la clasificación de Holdridge.

6.2 Animales

Cada vaca del hato Paysandú que se evaluó fue inseminada y se incluyó en el proyecto hasta ajustar un total de 100 servicios; cabe anotar que se incluyeron las vacas repetidoras de servicio, para un total de 42 animales muestreados. Todas las vacas fueron inseminadas artificialmente por el mismo técnico.

6.3 Alimentación

Los animales pastorean praderas de kikuyo (*Penisetum clandestinum*) sometidos al manejo tradicional con fertilización compuesta, y reciben suplementación alimenticia al momento del ordeño con concentrado comercial acorde con su peso y nivel de producción, además de suplemento mineral a voluntad.

6.4 Determinación del tamaño del folículo dominante

Al momento de la inseminación artificial, a cada vaca se le determinó el tamaño del folículo dominante por exámen ultrasonográfico. Para tal efecto se utilizó un ecógrafo de tiempo real y modo B (Pie Medical® 240 Parus Vet), dotado con una sonda transrectal de doble frecuencia 6,0/8,0 MHz, una profundidad de penetración promedio de 5 – 10 cm;

siguiendo las recomendaciones de Ginther (1995). Los folículos fueron definidos como estructuras esféricas anecogénicas (color negro) con una clara demarcación entre la pared y el antro folicular. Se midieron los diámetros mayor y menor del folículo preovulatorio utilizando el caliper propio de la máquina y se especificó si el folículo se encontraba localizado en ovario derecho o izquierdo del animal.

Los tamaños de los folículos dominantes se agruparon en tres parámetros: menor (7 mm), medio (15 mm) y mayor (23 mm) de diámetro folicular encontrados en el grupo de estudio.

6.5 Evaluación de peso y grado de condición corporal

Para determinar el peso al momento del servicio, se utilizó una cinta métrica o cinta pesadora bovina, la cual arroja un peso aproximado basado en una medición de la circunferencia del animal. Situándola exactamente detrás de las manos, o miembros craneales del animal a la altura del corazón o la cruz. Para las gráficas se determinó un promedio en cuanto al peso menor (478 kg), medio (593 kg) y mayor (709 kg) de los animales evaluados.

Se estimó conjuntamente el grado de condición corporal propuesto por Lowman et al. (1976) y Van Niekerk y Louw (1980) el cual es usado corrientemente para determinar en vacas de cría el estado corporal. Emplea una escala de 5 puntos. El puntaje 1 indica un animal extremadamente flaco y el puntaje 5 un animal excesivamente gordo. Están contemplados puntajes intermedios (cuarto o medio punto, o sea 0,25 ó 0,5) cuando es necesario ajustar más exactamente la condición del animal, tomando como rango de estudio los animales con una mínima CC de 2.2 y un máximo de 3.7. Esta medición la

realizó siempre la misma persona debido a que el método es bastante subjetivo y así permitir una mayor simetría entre el grupo evaluado.

6.6 Evaluación de parámetros reproductivos

Se hizo un seguimiento de los parámetros reproductivos posteriores a la realización de los servicios. Dentro de los parámetros a evaluar se encuentran: Intervalo entre parto y primer calor observado; intervalo entre parto y primer servicio; intervalo entre parto y servicio fértil (días abiertos) y días perdidos (intervalo primer servicio y servicio fértil) e intervalo entre servicios.

6.7 Análisis estadístico

Mediante el ajuste de ecuaciones de regresión se establecieron relaciones entre el tamaño del folículo dominante al momento del servicio y el porcentaje de concepción con el tamaño del folículo dominante. Se aceptó asociación estadísticamente significativa entre variables cuando $p \leq 0,05$. Por último, se exploró por medio de un modelo regresión logístico que involucró las diferentes variables de la investigación de tal modo que permitió determinar el peso relativo que tiene cada una de éstas sobre la concepción.

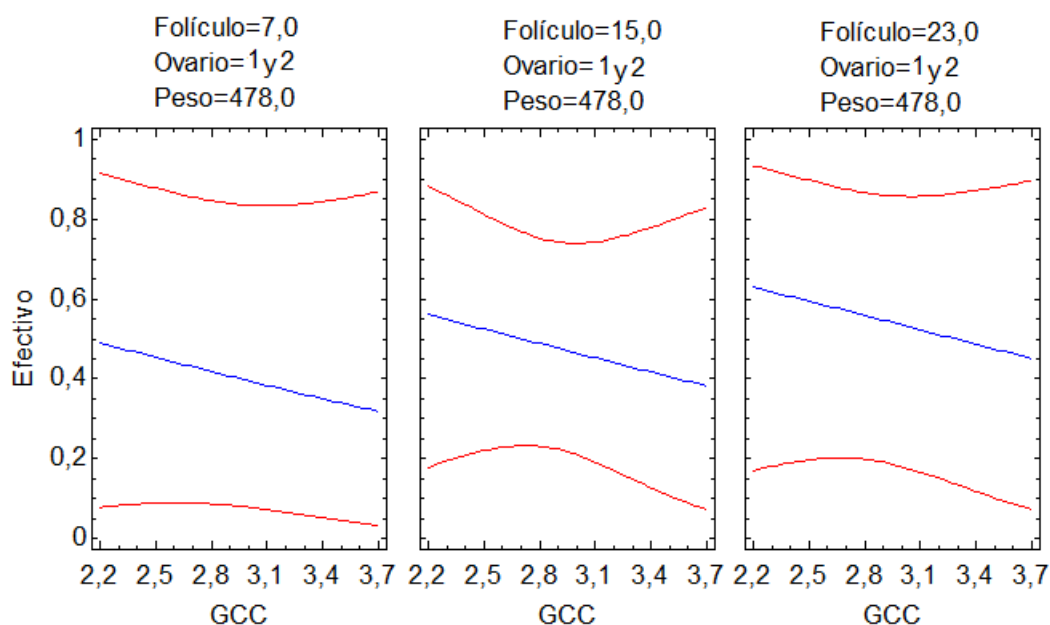
Los datos se analizaron en el programa Statgraphics versión 15. Se empleó un nivel de confianza de 95%, para encontrar diferencias significativas.

7. RESULTADOS

Se comparan las variables, condición corporal CC, peso, tamaño del folículo dominante, porcentaje de servicio efectivo y el ovario en el cual se encuentra el folículo dominante, evaluados al momento de realizar la inseminación artificial.

Tomando en la *figura 1* el peso promedio menor de 478 kg que se encontró en el grupo experimental de 42 animales, observamos que a medida que aumenta el tamaño del folículo dominante hay un aumento porcentual con respecto al servicio efectivo y que a medida que aumenta la condición corporal se observa un descenso sobre ese mismo servicio efectivo, acorde a la teoría que vacas con alta condición corporal tienen menores índices reproductivos y que el diámetro folicular al momento del servicio está directamente relacionado con la tasa de concepción, independientemente del ovario en el que se encuentre el folículo dominante al momento del servicio. Mostrando la gráfica una tendencia muy constante en los tres tamaños foliculares arrojando una diferencia significativa con respecto al porcentaje de servicio efectivo y como tal la tasa de concepción.

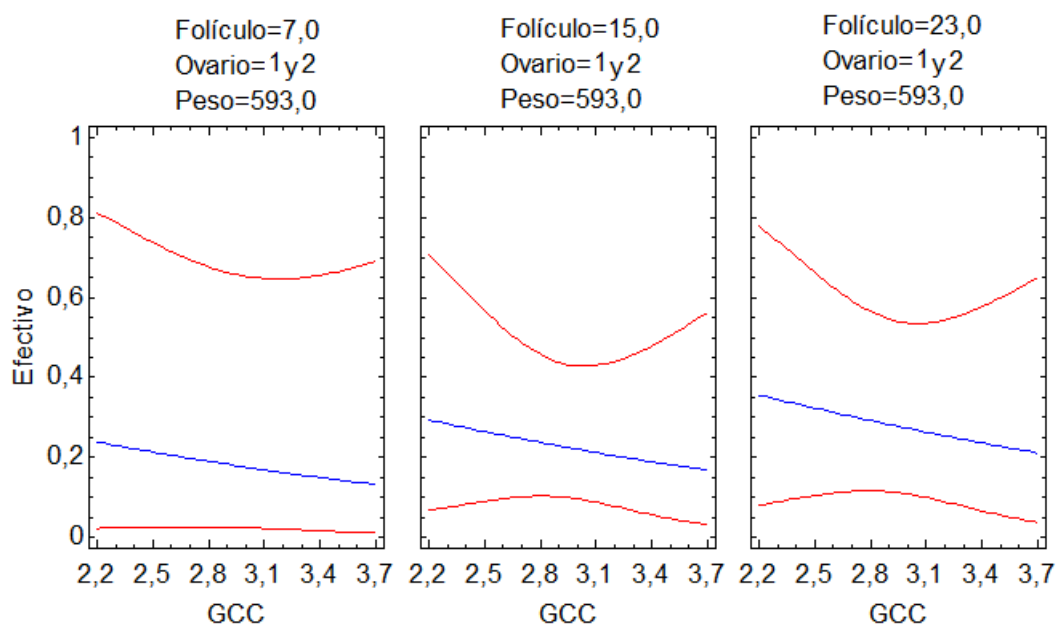
Figura 1. Evaluación de los parámetros con respecto al peso menor (478 Kg).



Evolución de parámetros tales como el tamaño del folículo dominante, condición corporal y servicio efectivo con respecto al peso menor (478 kg) en el grupo evaluado, independiente del ovario.

Comparando la *figura 2* con la anterior, la única variable que cambia es el peso intermedio de 593 kg de la población de estudio; encontrando el mismo comportamiento de la gráfica, en donde a medida que aumenta el tamaño del folículo dominante, incrementa el porcentaje de servicio efectivo, pero en este caso el servicio efectivo se encontró en menor porcentaje que las vacas con menor peso (478 Kg) de la *figura 1*; e igualmente decreció el servicio efectivo cuando aumenta la condición corporal. Independientemente del ovario en el que se encuentre el folículo dominante.

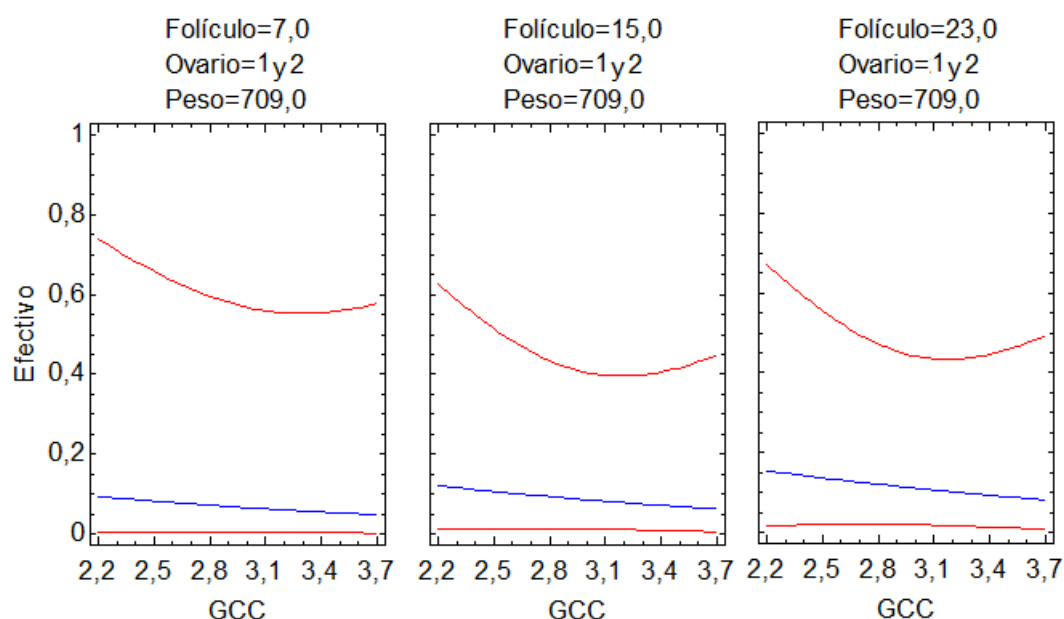
Figura 2. Evaluación de los parámetros con respecto al peso medio (593 Kg).



Evolución de parámetros tales como el tamaño del folículo dominante, condición corporal y servicio efectivo con respecto al peso medio (593 kg) en el grupo evaluado, independiente del ovario.

Esta misma situación ocurre en la *figura 3* donde el servicio efectivo se encontró por debajo de los pesos anteriores cuando se comparó con el peso superior 709 kg; no obstante aumenta con respecto al incremento del tamaño del folículo dominante, mostrando el mismo comportamiento de las gráficas anteriores con respecto al incremento del tamaño del folículo dominante, CC y servicio efectivo.

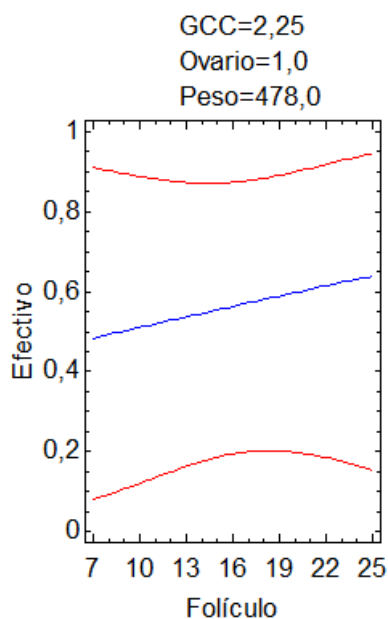
Figura 3. Evaluación de los parámetros con respecto al peso mayor (709 Kg).



Evolución de parámetros tales como el tamaño del folículo dominante, condición corporal y servicio efectivo con respecto al peso mayor (709 kg) en el grupo evaluado, independiente del ovario.

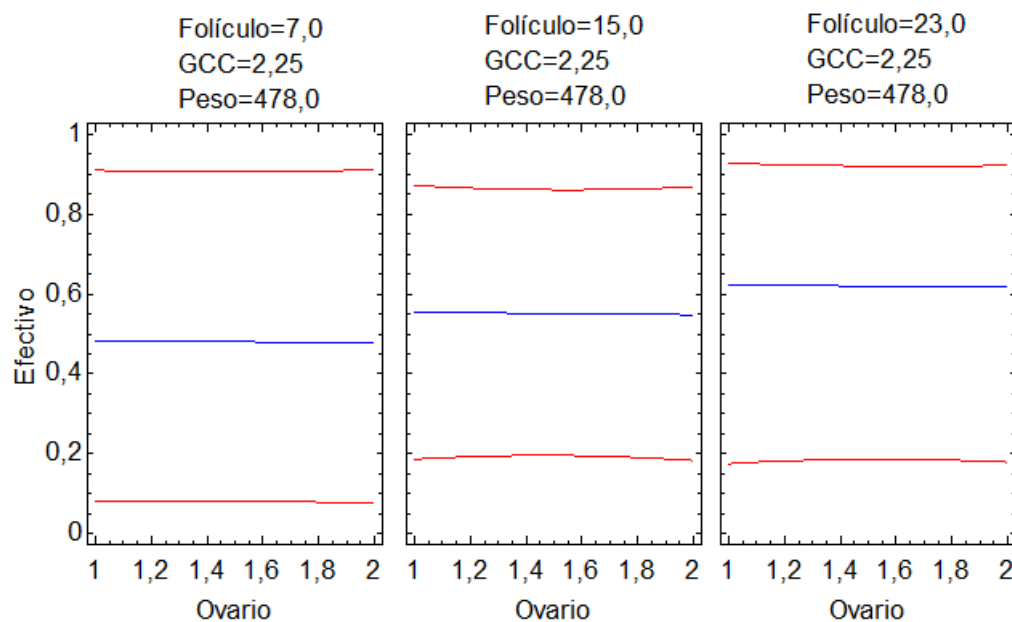
En la *figura 4* se observa el comportamiento del tamaño folicular con respecto al servicio efectivo, como a medida que aumenta el tamaño del folículo dominante incrementa el porcentaje del servicio efectivo, de lo cual se podría concluir que dicho tamaño folicular si tiene relación directa con el porcentaje de concepción y este comportamiento sustenta una relación directa entre ambos teniendo en cuenta hay muchas variable de tipo metabólico, nutricional, ambiental entre otros que podrían afectar esta relación.

Figura 4. Tamaño folicular con respecto al porcentaje de servicio efectivo



Al evaluar el comportamiento de todos los parámetros frente al tipo de ovario en el que se encontraba el folículo dominante, siendo ovario derecho u ovario izquierdo, no se encontró ninguna diferencia significativa; ver figura 5.

Figura 5. Folículo dominante, ovario derecho u ovario izquierdo.



8. DISCUSIÓN

Un estudio similar realizado en la Universidad Nacional de Córdoba en el Instituto de Reproducción Animal por Martín G. Ludueña y Pedro Molfino llamado “Relación del tamaño folicular y presencia de celo previo a la iatf a 48 y 56 horas del retiro de dispositivos en la concepción de vacas holando”, concluye que existe una estrecha relación entre el tamaño folicular, al momento del retiro del dispositivo intravaginal y la presencia de celo previo a la IATF. El tamaño del folículo dominante preovulatorio al retiro (FDPR) fue de $13,7 \pm 4,4$ mm en las preñadas y de $12,7 \pm 3,5$ mm en las vacías ($P > 0,05$). El tamaño del folículo preovulatorio es similar entre preñadas y vacías al momento del retiro del dispositivo intravaginal (Scándolo et al., 2011; Scándolo et al., 2011 b). El FDPR en las vacas preñadas inseminadas a las 48 horas fue 4,5 mm ($P = 0,0323$) mayor que las vacías, mientras que fue similar entre las preñadas y vacías inseminadas a las 56 horas ($P > 0,05$). El tamaño promedio del FDPR de todas las vacas fue de $13,1 \pm 3,8$ mm. El 53,8 % (7/13) de las vacas que tuvieron a la IATF un detector de monta negativo (DMN) mostraron un $FDPR \leq 13,1$ mm, mientras que en las vacas con $FDPR \geq 13,2$ mm la presentación de detector de monta negativo fue del 7,1 % (1/14) ($P = 0,012754$), donde el 92,8 % restante presentó un detector de monta positivo (DMP). Las vacas con DMP a la IATF presentaron un FDPR 4,5 mm ($P = 0,0027$) mayor de las que presentaron un DMN.

Galvão et al. (2004) describen que una mayor proporción de vacas con folículos ≥ 15 mm fue observada en celo (78,4 vs. 57,1%; $P < 0,001$) y alcanzó la ovulación (87,7 vs. 73,7%; $P = 0,05$) cuando se las comparó con vacas con folículos < 15 mm. Además estos autores describen que vacas con folículos ≥ 15 mm tienen 3,7 veces más chance de

presentar celo (95% CI = 2,24 a 6,05), y 2 veces más de ovular (95% CI = 1,00 a 3,76) que vacas con folículos más pequeños.

Los resultados de nuestro proyecto son similares a los reportados, donde los animales muestreados con folículos dominantes >15mm obtuvieron mayores porcentajes de servicio efectivo cercanos al 60% en los animales más livianos; esto iba disminuyendo en los grupos más pesados pero los índices de porcentaje de servicio efectivo a medida que aumentaba el tamaño del folículo dominante siempre fueron crecientes, evaluados en los tres pesos.

Diversos autores (Galvão et al., 2004; Perry et al., 2005; Perry et al., 2007; Sá Filho et al., 2011) reportaron que las hembras que presentaron celo tuvieron un mayor tamaño folicular al momento del retiro del DI, un mayor diámetro folicular a la IATF, una mayor tasa de ovulación que aquellas hembras que no manifiestan celo previo a la IATF.

Lo que soporta los resultados encontrados en esta investigación que a mayor tamaño del folículo dominante se observa un incremento porcentual en la efectividad del servicio.

Otro trabajo complementario a estos llamado “Influencia del Tamaño del Folículo Preovulatorio Sobre la Concepción de Vaquillonas Holstein Inseminadas a Tiempo Fijo, (Scandolo Lucini, Scandolo, Cuatrin, Vottero, & Maciel, 2014) Determinó el tamaño del folículo dominante ovulatorio (FDO) y se consideró la proporción de vaquillonas preñadas y vacías con folículos $\geq 16,1$ mm y $\leq 16,0$ mm a la IATF. El 100 % de las hembras manifestaron celo previo a la IATF. El 42,9 % presentó un FDO $\geq 16,1$ mm, mientras que en el 57,1 % restante fue $\leq 16,0$ mm. La tasa de concepción fue del 83,3 % en las que presentaron un FDO $\geq 16,1$ mm, mientras que fue del 25,0 % en las que

presentaron un FDO $\leq 16,0$ mm ($P < 0,05$). La prevalencia fue del 14,3 % con $\leq 10,7$ mm, 28,6 % entre 10,8 mm y 15,6 mm y en el 57,1 % $\geq 15,7$ mm. Se concluyó que vaquillonas sometidas a un protocolo de IATF inducidas a ovular con benzoato de estradiol, tienen una tasa de concepción superior cuando el FDO a la IATF es $\geq 16,1$ mm, mostrando que el tamaño folicular puede ser un indicador de fertilidad y, con este inductor de ovulación, es mejor que la demostración de celo. La proporción de hembras con diferente tamaño folicular y la concepción obtenida son similares a los reportados en otro trabajo (Scándolo, D et al., 2011) y coincide con Perry, G.A et al. (2007) que expresaron que el tamaño del FDO es mejor indicador de fertilidad que la concentración de estradiol al momento de la IATF o y que la expresión de celo.

Los resultados obtenidos en este proyecto se resumen en la *figura 4*. En la cual se compara la relación entre el porcentaje de servicio efectivo contra el incremento del tamaño del folículo dominante, la gráfica muestra un incremento progresivo entre ambos indicando que folículos dominantes de mayor tamaño son un buen indicador para un mayor porcentaje de servicio efectivo y como tal la tasa de concepción; así como lo mencionan los artículos descritos anteriormente folículos dominantes >15 mm son un buen indicador de fertilidad y con ello está relacionado con la tasa de concepción.

En nuestra investigación se logró graficar dicho comportamiento, con diferentes tamaños de folículos dominantes comparándolos en animales con diferentes pesos, donde observamos que a medida que incrementaba el tamaño del folículo dominante esta arrojaba un aumento lineal creciente con respecto al porcentaje de concepción y dichos resultados son acordes a reportados por otras investigaciones similares a esta.

9. CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto fue identificar la relación entre el tamaño del folículo dominante al momento de la inseminación artificial y la tasa de concepción en vacas Holstein de alta producción, del cual podemos concluir y considerar, el tamaño folicular como un indicador de fertilidad con respecto al servicio efectivo pos inseminación, debido que al realizar nuestro análisis estadístico con los datos muestreados en el grupo de estudio, observamos un comportamiento homogéneo con respecto a la relación existente entre el aumento del tamaño del folículo dominante con respecto al aumento en el porcentaje de servicio efectivo indicando relevancia con respecto a la concepción de ambos parámetros evaluados.

Al evaluar también peso y condición corporal en los tres grupos de estudio específicos con respecto a menor, media y mayor, los cuales se compararon con respecto al tamaño folicular y el porcentaje de servicio efectivo, indicando en cada una de las gráficas nuevamente que a medida que aumentaba el tamaño del folículo dominante incrementaba el porcentaje de servicio efectivo, pero que este comportamiento en animales con mayor peso se afectaba el porcentaje de concepción haciéndolo menor.

Además se demostró que no existe diferencia significativa si el folículo dominante se encontraba en el ovario derecho o izquierdo, el comportamiento fue el mismo.

Concluimos que este proyecto alcanzó el objetivo propuesto, identificando una relación directa entre el tamaño del folículo dominante y la tasa de concepción, teniendo en cuenta este parámetro del tamaño folicular como un indicador en cuanto al porcentaje del servicio efectivo.

REFERENCIAS

- Andringa M. F. A., Cavestany D, van Eerdenburg F. J. C. M., (2013). Relaciones entre la expresión de celo, tamaño del folículo y ovulación en vacas de leche en pastoreo. *Veterinaria SMVU*. 49, 04-15. Recuperado de <http://www.revistasmvu.com.uy/revista-numero-190/61-current-users/190-cientifico-relaciones-entre-la-expresion-de-celo-tamano-del-foliculo-y-ovulacion-en-vacas-de-leche-en-pastoreo.html>
- Anzola HV. (1993). Relaciones entre la nutrición y la reproducción en ganado lechero. *Despertar Lechero*. (9), 5-17.
- Bach A. (2001). *La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología*. XVII Curso de Especialización FEDNA. Recuperado de: <http://www.acorex.com/PO/pienso/Lareproducciondelvacunolecheronutricionyfisiologia.pdf>
- Bronicki M, Dembinski Z, Bronicka A. (1996). *Effect of lipid metabolism disorders on the blood progesterone level in cows in the perinatal period*. Zeszyty-Naukowe-Akademii-Rolniczej-w-Szczecinie,-Zootechnika. (33), 7-13.
- Galvis R, Correa H, Ramírez N. (2008). *Proteína degradable en rumen, metabolismo del nitrógeno y precursores gluconeogénicos en vacas lactantes*. Documento para optar a la categoría de profesor asociado. Departamento de producción animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional, seccional Medellín.
- Galvis R, Durango S, Díaz J. (2008). *Efecto de la inclusión del propilenglicol sobre algunas variables productivas y metabólicas en vacas Holstein en su pico de producción*. EN: Primer Simposio en producción animal. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Galvis R, Héctor J. Correa, Nicolás Ramírez. (2003). Interacciones Entre El Balance Nutricional, Los Indicadores Del Metabolismo Energético Y Proteico Y Las Concentraciones Plasmáticas De Insulina, E Igf-1 En Vacas En Lactancia Temprana, *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, 16, (3).
- Lucy, M. Staples C., Michel C.R., F.M. & Thatcher, W.W. (1991). Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science*. 70, 3015-3020.
- M.V. Martín G. Ludueña, M.V. Pedro Molfino., (2013). *Relacion del tamaño folicular y presencia de celo previo a la iatf a 48 y 56 horas del retiro de dispositivos en la concepción de vacas holando*. Recuperado de <http://www.iracbiogen.com.ar/admin/biblioteca/documentos/Molfino-Ludueno.pdf>

- Mateos Romo, A., J. Hernández Cerón, J.S. Morales Roura y G. Rodríguez Trejo (2002). Tamaño folicular, progesterona y estradiol plasmáticos en los días 12-14 posinseminación y porcentaje de concepción de vacas Holstein. *Arch. Zootec.* 51, 327-334. Obtenido de http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_21_40_04mateos.pdf
- Perry, G. A., M. F. Smith, A. J. Roberts, M. D. MacNeil, and T. W. Geary. (2007). Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85, 684–689.
- Perry, G. A., M. F. Smith, M. C. Lucy, J. A. Green, T. E. Parks, M. D. MacNeil, A. J. Roberts, and T. W. Geary. (2005). Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *PNAS* 102: 5268-5273.
- Scandolo Lucini, D. E., Scandolo, D. G., Cuatrin, A., Vottero, D. A., & Maciel, M. (2014). *Influencia del tamaño del folículo preovulatorio sobre la concepción de vaquillonas Holstein inseminadas a tiempo fijo.* Obtenido de http://inta.gob.ar/documentos/intadocument.2014-10-16.1953583978/at_multi_download/file/INTA_Scandolo_Influencia_tama%C3%B1o.pdf
- Scándolo, D.G., Scándolo, D., Cuatrín, A., Vottero, D., Reynals M. V., Maciel, M. (2011). *Relación entre el momento de la ovulación, el tamaño del folículo ovulatorio y la preñez de vaquillonas Holstein inseminadas a tiempo fijo.* I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal. 7 y 8 de Noviembre. Viña del Mar, Chile.
- Titterton, M. (1994). *The interaction between energy balance, hepatic metabolism and return to cyclicity in dairy cows in early lactation: a review and report on recent studies.* In: Journal-of-the-Zimbabwe-Society-for-Animal-Production, 6, 3-14; 70 ref. Abs. In: Beast CD, 1987 - may 1999.
- W. Ronald Butler (2003) Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science* 83, 211–218. Recuperado de [file:///C:/Users/Andrea/Downloads/00b4952810f492aa33000000%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Andrea/Downloads/00b4952810f492aa33000000%20(2).pdf)