



<https://revistaagrocienza.wordpress.com/>

Artículo de investigación

DOI:10.5281/zenodo.10709638

Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio con el porcentaje de preñez en vacas encastadas sometidas a un protocolo de sincronización de celo en el municipio de San Miguel, San Miguel, El Salvador

Relationship between the diameter of the pre-ovulatory follicle and the percentage of pregnancy in pregnant cows subjected to a heat synchronization protocol in the municipality of San Miguel, San Miguel, El Salvador

Flores-Escobar, O.I.¹, Lopez-Salazar, C.D.¹, Amaya-Montoya, C.S.², Leyton-Barrientos, L.V.³

Correspondencia:
olguish90@hotmail.com
ludwing.leyton@ues.edu.sv
camayamontoya@gmail.com

Presentado:
02 de septiembre de 2020
Aceptado:
20 de octubre de 2020

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.
- 2 Ministerio de Agricultura y Ganadería, División de identificación, rastreabilidad y reproducción animal.
- 3 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.

RESUMEN

La investigación se realizó de julio a diciembre de 2019 en una ganadería comercial ubicada en Cantón El Brazo, departamento de San Miguel. En el experimento se midió el diámetro del folículo pre-ovulatorio de vacas encastadas y se relacionó con el porcentaje de preñez. La investigación duró seis meses. Durante ese tiempo se seleccionaron 34 vacas para ser sometidas a un protocolo de sincronización de celos (HeatSynch), medir el folículo pre-ovulatorio desarrollados en ellas y posteriormente fueron inseminadas. Se aplicó una dosis de GnRH (0.01mg) el día 0, PGF2a (0.150mg) el día 7 y Estradiol (1mg) el día 8, para ser inseminadas artificialmente (IA) el día 10 (IATF). Para medir los folículos, se utilizó un ultrasonógrafo con transductor lineal (5.0-7.5MHz.). Se revisaron ambos ovarios a partir del día 8 de protocolo, cada 12 horas hasta horas antes (entre 30 minutos y 3 horas) de la IA de cada vaca. La última revisión se realizó entre los días 30-35 después del servicio para diagnóstico de preñez. De las que resultaron preñadas se tomó captura del ovario que contenía el cuerpo lúteo. Solamente 4 vacas resultaron preñadas en este estudio. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos durante la investigación, se utilizaron análisis descriptivos y diferenciales entre cada variable. Las variables analizadas fueron la correlación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez, la correlación entre la condición corporal y el diámetro del folículo pre-ovulatorio, la correlación entre la edad y el diámetro del folículo pre-ovulatorio y la correlación entre el número de lactancias y el diámetro del folículo pre-ovulatorio. Al relacionar la variable diámetro del folículo pre-ovulatorio con cada una de las demás variables, dio resultados no significativos. Conclusiones: El mayor número de preñeces se dio en vacas que desarrollaron folículos pequeños (21.43%), contra una preñez en vacas que desarrollaron folículos grandes (16.67%), mientras que en las vacas que desarrollaron folículos medianos (0%) no se obtuvo ninguna preñez. Los resultados demostraron que no existe relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en vacas encastadas; no obstante, el protocolo de sincronización utilizado durante la investigación en ganado encastado mostró signos de celo y desarrollo folicular.

Palabras claves: ganado encastado, diámetro folicular, sincronización de celos, inseminación artificial.

ABSTRACT.

The research was carried out from July to December 2019 in a commercial livestock facility located in El Brazo county, department of San Miguel. The diameter of the pre-ovulatory follicle of pregnant cows was measured to be later related to the percentage of pregnancy. The investigation lasted six months. During that time, 34 cows were selected to undergo a heat synchronization protocol (HeatSynch), then measure their developed pre-ovulatory follicle and inseminated. A dose of GnRH (0.01mg) was applied on day 0, PGF2a (0.150mg) on day 7 and Estradiol (1mg) on day 8, to be artificially inseminated (IA) on day 10 (IATF). To measure the follicles, an ultrasound with a linear transducer (5.0-7.5MHz.) was as used. From day 8 of the protocol, both ovaries were checked every 12 hours until hours before (between 30 minutes and 3 hours) the AI of each cow. The last check-up was performed between days 30-35 after pregnancy diagnosis. Only four cows became pregnant in the study from which, a capture was taken of the ovary that contained the corpus luteum. For the statistical analysis of the data, descriptive and differential analyzes were used between each variable. The analyses performed were: correlations between the diameter of the pre-ovulatory follicle and percentage of pregnancy, between the body condition and the diameter of the pre-ovulatory follicle, between the age and the diameter of the pre-ovulatory follicle and between the number of lactations and the diameter of the pre-ovulatory follicle. When relating the diameter of the pre-ovulatory follicle with each of the other variables, there were non-significant associations. Conclusion: The highest number of pregnancies occurred in cows that developed small follicles (21.43%), against pregnancy in cows that developed large follicles (16.67%), while in cows that developed medium follicles (0%) there were no pregnancies. The results showed that there is no relationship between the diameter of the pre-ovulatory follicle and the percentage of pregnancy in encased cows; despite this fact that, the synchronization protocol used during the research in encased cattle showed signs of heat and follicular development.

Key words: cross-breed cattle, follicular diameter, heat synchronization protocol, artificial insemination.

INTRODUCCION

La selección genética en vacas lecheras aparentemente ha creado una situación de conflicto donde el rendimiento de la reproducción se reduce mientras la producción de leche aumenta. Las vacas lecheras generalmente se inseminan durante el máximo de la lactancia y la preñez, lo cual es obligatoria para lograr una producción óptima (Gvozdić et al. 2013). Los problemas reproductivos resultan en lactaciones excesivamente prolongadas o en largos periodos secos, ambos muy costosos para el ganadero. Cuando una novilla atrasa su incorporación al servicio o una vaca posparto se atrasa en entrar en celo, los productores están conscientes que los días vacíos aumentarán y causarán daños a la economía de la finca. Cuando un animal es inseminado varias veces sin preñar, incrementará la tasa de servicios repetidos y la tasa de eliminación del rebaño por problemas reproductivos, lo que constituye un golpe al plan económico de cada productor. La producción disminuirá, los gastos incrementarán y los ingresos serán menores (González 2015).

La producción en el sistema doble propósito puede verse limitada por un pobre desempeño reproductivo que a su vez puede ser consecuencia de un sistema ineficiente de detección de estros, de una baja en la fertilidad a los diferentes servicios, de elevados índices de pérdida embrionaria y/o de abortos, entre otras causas (Garrido 2010). Un mecanismo para el control del anestro es el tratamiento hormonal. La sincronización de celos en bovinos permite alcanzar mejores desempeños reproductivos. En los últimos años se han logrado importantes avances en la efectividad de los tratamientos para la inducción de la ovulación y la ciclicidad, los cuales, asociados a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), permiten lograr muy buenas tasas de preñez en campo (Vallejo, 2017).

El estudio del desarrollo folicular en bovinos en etapas tempranas de la vida aporta valiosa información acerca de una serie de eventos coordinados que inducen cambios fisiológicos y morfológicos en el ovario, que intervienen en la diferenciación en el desarrollo ovocitario y, por lo tanto, en el futuro desempeño reproductivo de las hembras (Filipiak et

al. 2016).

En *Bos taurus* los diámetros de los folículos dominantes son marcadamente menores en animales pre-púberes que en post-puberales (11.2 ± 0.2 mm vs. 15.8 ± 0.5 mm respectivamente) (Filipiak *et al.* 2016). Vaquillas Holstein con dos ondas foliculares tenían folículos dominantes con diámetros máximos de 16.5 mm. En contraste, en las hembras *Bos indicus*, los diámetros reportados fueron 12.3 mm (Sartori *et al.* 2010). Aunque parece haber claras diferencias en el tamaño de las estructuras ováricas entre *Bos taurus* y *Bos indicus* (el tamaño del folículo), esto puede estar determinado por factores distintos de la raza. Sartori *et al.* (2010) observaron que el diámetro máximo del folículo pre-ovulatorio, en ocasiones, puede ser mayor en *Bos indicus* (15.6 ± 0.5 mm) que en ganado *Bos taurus* (12.8 ± 0.4 y 13.6 ± 0.4 mm para Angus y Senepol, respectivamente).

Para conocer de mejor forma la fisiología reproductiva de las vacas encastadas de la ganadería en estudio, se relacionó el diámetro del folículo pre-ovulatorio con el porcentaje de preñez en vacas encastadas bajo un protocolo de sincronización, ya que, según Vergara (2005) el tamaño de los folículos en los ovarios es considerado un indicador de fertilidad. Con los resultados obtenidos se comprende mejor la dinámica folicular del ganado encastado de la ganadería en estudio, logrando así proporcionar información que conlleve al establecimiento de mejores protocolos de sincronización de celos y ovulación, que mejoren los parámetros reproductivos en el hato y obtener mejores ingresos por vaca al año. Los resultados sirven tanto a médicos veterinarios como a técnicos inseminadores para realizar la inseminación artificial (IA) en un momento más favorable.

Por lo tanto, determinar la relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio con el porcentaje de preñez en vacas encastadas ayudó a conocer de mejor forma la dinámica folicular en el ganado encastado, con lo cual, se comprende mejor la fisiología reproductiva para obtener un perfil del desarrollo folicular, en vacas encastadas, previo a la inseminación artificial.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación, Duración, Unidades Experimentales

Este estudio se realizó en una ganadería en el municipio de San Miguel, ubicada en cantón el Brazo, departamento de San Miguel, con una elevación de 120 msnm (metros sobre el nivel del mar) con coordenadas $13^{\circ}21'13''$ N $88^{\circ}14'23''$ W. La fase de campo tuvo una duración de 6 meses (de julio a diciembre de 2019), y para el análisis estadístico de los datos recopilados 2 meses (enero a febrero 2020). Se utilizaron 34 vacas encastadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en condiciones similares de manejo.

Metodología de campo

Para este estudio se sometieron a evaluación ginecológica a 51 vacas, de las cuales solamente 34 fueron seleccionadas para ser sometidas a un protocolo de sincronización de celos (HeatSynch), medición del folículo pre-ovulatorio (FPO) y, posteriormente, a diagnóstico de gestación; el resto fue descartado por diversas razones (quistes foliculares, tumores en aparato reproductor, metritis). Todas las vacas que se incluyeron en el estudio (34 vacas) fueron suplementadas con vitaminas y minerales (sales orgánicas e inorgánicas vitaminadas: vitamina A, vitamina D3, vitamina E, fósforo, calcio, magnesio, selenio, yodo, cobre, hierro, zinc, entre otros) durante 2 meses previos a iniciar la investigación, desde 30 días antes del parto hasta 30 días después del parto, suplementos que fueron administrados por vía oral junto con el alimento. Las vacas que tenían > 45 días post-parto fueron sometidas a diagnóstico ginecológico (se examinó el tracto reproductor de cada vaca, tanto órganos internos como externos, desde ovarios hasta vulva) con ultrasonógrafo para determinar si eran aptas o no para entrar al estudio, a las vacas seleccionadas se les colocó un listón en el cuello o los cuernos para identificarlas y fueron sometidas a un protocolo de sincronización de celos (HeatSynch) que consistió en la administración de una dosis de GnRH ($0.01\mu\text{g}$) el día 0, PGF2a (0.150mg) el día 7 y Estradiol (1mg) el día 8, para ser inseminadas artificialmente el día 10 (IATF) (figura 2).

Para estudiar el desarrollo del folículo pre-ovulatorio (FPO) se utilizó un equipo de ultrasonido BMV, provisto de un transductor lineal (5.0-7.5MHz.). Fueron evaluados ambos ovarios de cada vaca ultrasonográficamente (USG). La evaluación por USG fue continua ya que no todas las vacas fueron sometidas a protocolo de sincronización el mismo día; realizando el primer diagnóstico antes de seleccionar las vacas para comprobar la ciclicidad de estas (presencia de cuerpo lúteo). La medición del FPO se realizó a partir del día 7 de iniciado el protocolo de sincronización hasta antes de la IA, mediciones que se realizaron cada 12 horas. Después de 30-35 días de realizada la IA, fueron sometidas a evaluación USG para determinar preñez. Para la clasificación de los FPO, se utilizó la propuesta de Perry (2005) donde se considera como folículos pequeños a los que miden ≤ 12 mm, folículos pre-ovulatorios medianos aquellos que miden entre 12.1 a 16.00 mm y como folículos pre-ovulatorios grandes, aquellos que miden >16 mm.

Análisis de datos

Los datos recopilados ($n= 34$) durante el experimento se agruparon en tres categorías (según lo propuesto por Perry, 2005) y fueron analizados a través del programa estadístico Infostat®, 2019, con un nivel de significancia de $p\leq 0.05$. Para el análisis de estos, se utilizaron análisis descriptivos y diferenciales (Análisis de varianza, Correlación y Coeficiente de determinación) para cada variable en estudio.

Variables analizadas

Diámetro promedio en milímetros del folículo pre-ovulatorio (DFPO).

Correlación entre el DFPO y el porcentaje de preñez.
Correlación entre la Condición Corporal (CC) y el DFPO.

Correlación entre la Edad (Ed) y el DFPO.

Correlación entre el número de lactancias y el DFPO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se midieron folículos pre-ovulatorios en vacas encastadas (figura 1), obteniendo los siguientes

resultados:

Diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio

Estos resultados (cuadro 1) concuerdan con los observados en el estudio de Del Valle (2008), quien investigó diez ciclos estrales de vacas de doble propósito (encastadas: Holstein, Pardo Suizo y Criollo x Brahman, Gyr y Guzerat), donde el folículo pre-ovulatorio alcanzó un diámetro máximo de 14.9mm (diámetro mediano) el día antes de la ovulación. En este caso, el tamaño observado fue inferior comparado con el alcanzado por el folículo pre-ovulatorio en vacas Holstein, cuyo diámetro puede llegar a los 18mm, lo cual puede explicar la poca presencia de folículos grandes ya que todas las vacas eran encastadas. Sin embargo, es de similar tamaño que el diámetro alcanzado por el FPO de vacas Brahman, en cuyo caso el folículo alcanza un diámetro de 13.5 ± 2.1 mm, el día antes de la ovulación coincidiendo con los diámetros observados en el presente estudio.

Motta *et al.* (2011) reportó que, en hembras taurinas con dos ondas de crecimiento folicular, el diámetro del folículo dominante es de 17.1mm para la primera onda y de 16.5mm para la segunda onda; en cebuinas, los diámetros fueron de 11.3mm y 12.1mm, para la primera y segunda onda folicular, respectivamente; lo cual, como se mencionó anteriormente, puede explicar la mayor presencia de folículos pequeños y medianos en las vacas encastadas durante este estudio.

De Ondiz *et al.* (2002) evaluaron el crecimiento folicular aplicando un protocolo de sincronización, en vacas mestizas cebú, el cual se incluía Hormona Liberadora de Gonadotropina (GnRH), Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) y un implante de progesterona, encontrando que el 83% mostró evidencias de un crecimiento folicular progresivo. El FPO se evidenció con un diámetro de 11.7 ± 2.4 mm; aunque el protocolo de sincronización fue diferente al utilizado en el presente estudio, los resultados en cuanto al diámetro de FPO (DFPO) coinciden en la prevalencia de diámetros pequeños (< 12 mm). Similar caso sucedió en un estudio realizado por Gutiérrez *et al*

Cuadro 1. Diámetros del folículo pre-ovulatorio de acuerdo a cada categoría.

Clasificación	Valor de referencia (mm)	Nº de vacas	Media ± DE (mm)
Pequeños	$n \leq 12$	14	10.64 ± 0.90
Medianos	$12 > n < 16$	14	14.62 ± 1.12
Grandes	$n > 16$	6	17.67 ± 0.77
Media global			13.49 ± 2.82

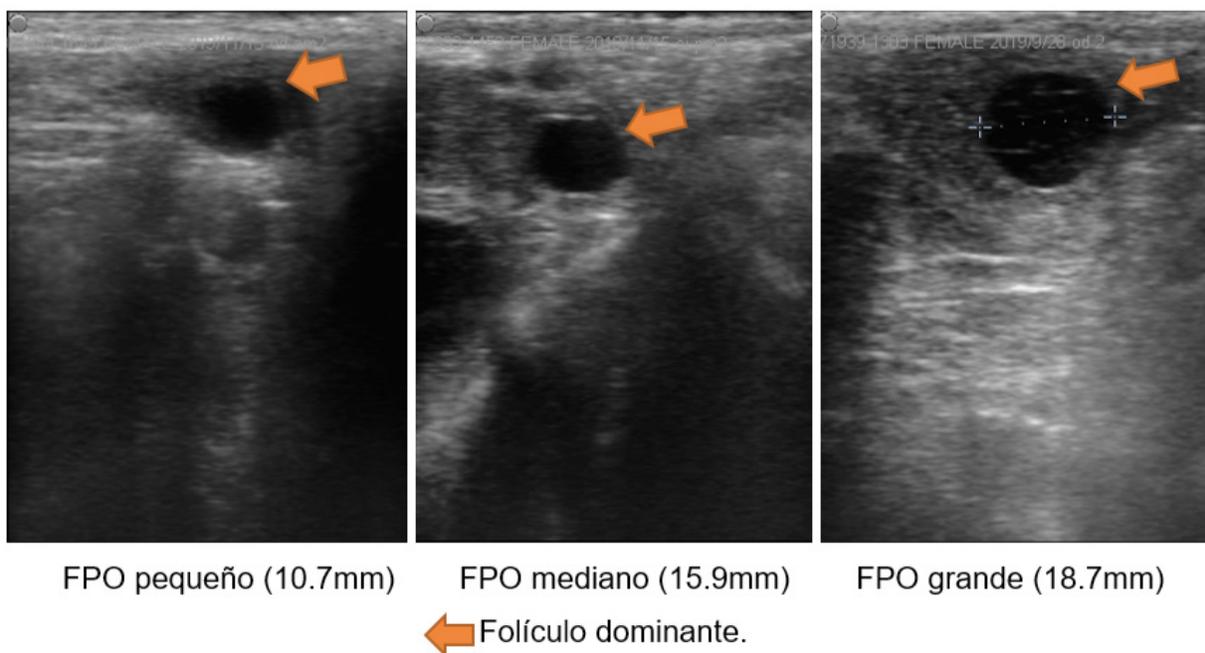


Figura 1. Diámetros foliculares observados durante el estudio.

(2007) donde evaluaron la dinámica folicular de vacas mestizas en anestro tratándolas con un progestágeno intravaginal más eCG y Prostaglandina F2a (PGF2a) donde encontraron FPO de 12.4 ± 0.41 mm.

Correlación entre el DFPO y el porcentaje de preñez

La tasa de preñez global obtenida fue del 11.76% (4/34) (figura 2), comparado contra un 35.86% que normalmente tienen en la ganadería en estudio, esto probablemente debido a diversos factores que pueden afectar a la reproducción como los mencionados por Badinga (1985), Thirunavukkarasu y Kathiravan (2009), el Manual del Protagonista (INATEC, 2016) y Guáqueta (2009): tamaño de la explotación

ganadera, edad de las vacas, número de partos, etapa de la lactancia, producción de leche, postparto y desórdenes reproductivos, época del año, tiempo de detección del celo, tiempo al servicio, temperatura y humedad, genéticos o congénitos, alimentación o nutrición, aspectos de manejo, tipo de sistema de producción, medio ambiente, tipo de piso y tipo de alojamiento.

Durante el estudio se observaron variaciones en la dieta, inadecuado manejo del semen y equipo de IA, poco interés por mejorar o corregir las fallas, pisos de corrales en malas condiciones y poca higiene de estos. El mayor porcentaje (por categoría) se observó en las vacas que desarrollaron FPO pequeños (21%) (cuadro 2). Al realizar el análisis estadístico de los datos no se

observaron diferencias significativas.

Perry *et al.* (2005) y Vergara (2005) coinciden en la observación de mayores porcentajes de preñez para diámetros de folículos medianos y pequeños (78 y 75% respectivamente), en segundo lugar, le siguen los folículos grandes (67%) y medianos (60%) (Perry *et al* y

Vergara, respectivamente) y por últimos los folículos pequeños (67%) y grandes (25%) (Perry *et al* y Vergara, respectivamente).

Para este estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 2. Relación entre el DPFO y la preñez.

Valor de referencia (mm)	Preñeces (%)
n ≤ 12	21 (3/14)
12 > n < 16	0 (0/14)
n > 16	16.66 (1/6)

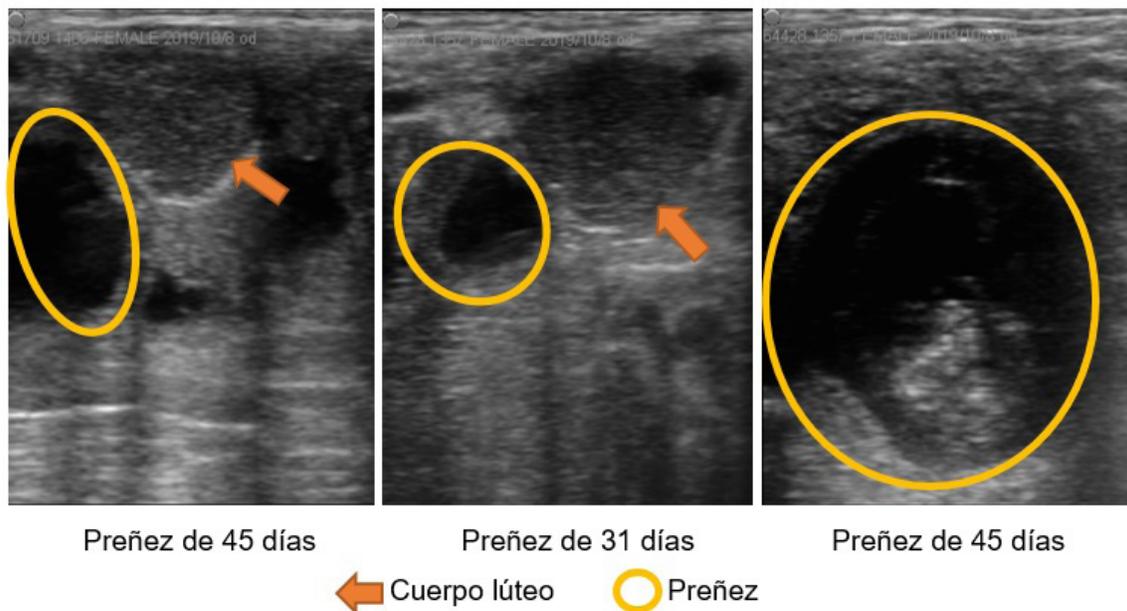


Figura 2. Ultrasonido de los CL y producto de las vacas preñadas (señalados con flechas y círculos, respectivamente).

Correlación entre la Condición Corporal (CC) y el DFPO

Se observó que vacas con una menor condición corporal (2.91) (figura 3) produjeron folículos de menor tamaño comparadas con aquellas que tenían una mayor condición corporal (tres), sin embargo, no

hay diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$). Estos resultados (cuadro 3) coinciden con los de López (2006) donde observaron que animales con y sin restricciones alimenticias obtienen un diámetro folicular de 10.5mm Vs 15.8mm respectivamente.

Cuadro 3. Condición Corporal (CC) al momento del estro de acuerdo a la categoría del diámetro del folículo pre-ovulatorio.

CC media ± D.E	Nº vacas	Valor de referencia (mm)
2.91 ± 0.51	14	< 12
2.95 ± 0.51	14	12.1-16
3 ± 0.32	6	>16



Figura 3. Diferentes Condiciones Corporales observadas durante el estudio.

Correlación entre la Edad y el DFPO

No se presentó diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$), se observó también que, a medida que avanza la edad de las vacas la tendencia de DFPO se mantiene en diámetros medianos (cuadro 4). Pero, no hay datos en la literatura que relacionen la influencia de la edad con el DFPO.

No obstante, Walters *et al* (2002) demostró que las vacas de primera y segunda paridad (entre 2 y 3 años

de edad) experimentaron un balance energético negativo más pronunciado que las vacas de tercera paridad (cuatro años de edad). Lo cual podría implicar que los niveles de energía antes y después del parto tienen una influencia directa en el tamaño y la cantidad de folículos. Así como también los bajos niveles nutricionales se combinan con una mala condición corporal, suprimiendo el crecimiento de folículos pequeños en folículos más grandes.

Cuadro 4. Relación entre la edad de las vacas y el DFPO.

Tamaño Folicular	Edad en Años							Total
	2	3	4	5	6	7	8	
Pequeños	2	2	4	4	1	0	1	14
Medianos	5	2	4	1	1	1	0	14
Grandes	1	1	1	0	3	0	0	6
								34

Correlación entre el número de lactancias y el DFPO

Todas las vacas, sin importar el número de partos, desarrollaron folículos medianos, esto muestra que las bíparas desarrollan folículos solamente unos milímetros más grandes que las primíparas y las múltiparas (cuadro 5). Al analizar los datos se observó que no existen diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$).

Cuadro 5. Diámetro del FPO según el número de partos.

N° de Partos	DFPO \pm D.E (mm)	Total
Primíparas	13.5 \pm 2.7	16
Bíparas	14.1 \pm 3.0	6
Múltiparas	13.2 \pm 3.2	12

Estos resultados difieren a los reportados en un estudio realizado por Tanaka *et al* (2008) quienes manifestaron que las vacas primíparas podían desarrollar FPO de hasta 15.2 \pm 2.0 mm, vacas de segundo parto desarrollaron FPO de 17.0 \pm 2.3 mm y vacas con 3 o más partos desarrollaron FPO de 17.6 \pm 4.7mm en los días posteriores al parto; esa diferencia puede deberse a que este estudio fue realizado en vacas encastadas mientras que el de Tanaka se realizó en vacas Holstein.

Los resultados obtenidos también difieren de los reportados por Colazo *et al* (2015), quienes determinaron que el DFPO (en vacas Holstein) está asociado con la paridad y la longitud del protocolo IATF. Las vacas primíparas (16.1 \pm 0.2 mm) tenían folículos ovulatorios más pequeños que las vacas múltiparas (16.7 \pm 0.2 mm).

CONCLUSIONES

El protocolo de sincronización de celos utilizado en esta investigación funciona bien en ganado encastado ya que, durante el estudio, todas las vacas sometidas a dicho protocolo mostraron signos de celo y desarrollo folicular.

Los factores que se considera que influyeron en el bajo desempeño del porcentaje de preñez (11.76%)

durante este estudio fueron: cambios en la dieta, inadecuado manejo del semen antes del servicio, poca higiene de los corrales, pisos en malas condiciones e irregularidades en la técnica de inseminación.

También se observó que tanto los folículos pequeños como medianos tienen iguales unidades en las vacas encastadas, no tanto así los folículos grandes que obtuvieron un menor porcentaje de observaciones.

Aunque el porcentaje de preñez fue mínimo (11.76%) el mayor número de preñeces se dio en vacas que desarrollaron folículos pequeños (%), contra una preñez en vacas que desarrollaron folículos grandes (%), mientras que en las vacas que desarrollaron folículos medianos (%) no se obtuvo ninguna preñez.

No se evidenció diferencia estadística significativa entre la Condición Corporal y el diámetro del folículo pre-ovulatorio, sin embargo, vacas con una condición corporal baja desarrollaron folículos más pequeños que aquellas con una condición corporal alta.

En este estudio se visualizó que a medida que avanza la edad de las vacas la tendencia en el diámetro del folículo pre-ovulatorio se mantiene en diámetros medianos, a pesar de ello, no hay estudios que relacionen la edad de las vacas con el diámetro del folículo pre-ovulatorio.

Las vacas encastadas, sin importar el número de partos, en promedio desarrollan folículos medianos, se identificó que las bíparas desarrollan folículos solamente un milímetro más grandes que las primíparas y las múltiparas.

BIBLIOGRAFÍA

Badinga, L; Collier, RJ; Thatcher, WW; Wilcox, CJ. 1985. Effects of Climatic and Management Factors on Conception Rate of Dairy Cattle in Subtropical Environment (en línea). *Journal of Dairy Science* 68:78-85. Consultado el 09 de abril de 2020. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(85\)80800-6/pdf?fbclid=IwAR1tSmZmL8LaAdXwq_Vjd-prA](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(85)80800-6/pdf?fbclid=IwAR1tSmZmL8LaAdXwq_Vjd-prA)

- CKK241QoXENQpd7z4fy6YtMgWTWo8r7pLY Colazo, MG.; Behrouzi, A; Ambrose, DJ; Mapletoft, RJ. 2015. Diameter of the ovulatory follicle at timed artificial insemination as a predictor of pregnancy status in lactating dairy cows subjected to GnRH-bases protocols. *Theriogenology* 84: 377-383p.
- De Ondiz S, A; Perea G, F; Cruz A, R; Portillo M, G; Soto B, E. 2002. Evaluación ultrasonográfica del crecimiento del folículo ovulatorio en vacas anéstricas mestizas Cebú post-tratamiento con Norgestomet y eCG (en línea). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 10(1): 20-23. Consultado el 21 ene. 2019. Disponible en: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2010-1/100104.pdf>
- Del Valle D, T. 2008. Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito in *Dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral en vacas doble propósito* (en línea). p.246-254. Consultado 7 nov. 2018. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_44.pdf
- Elanco Animal Health. 1997. *Body Condition Scoring In Dairy Cattle*. Consultado el 12 de mayo de 2020. Disponible en: http://cdrf.org/wp-content/uploads/2012/06/13_1_Body_condition_scoring.pdf?fbclid=IwAR2d-BfzYMUkBXO167wqUSTZCnuyA7Stoj9dAEClCy6RcJ6cMYaW0FoQUJs
- Filipiak; Y; Viqueira, M; Bielli, A. 2016. Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos (en línea). Consultado 3dic.2018. Disponible en: <http://www.revistasmvu.com.uy/articulos-en-prensa/60-articulos-en-prensa/356-desarrollo-y-dinamica-de-los-foliculos-ovaricos-desde-la-etapa-fetal-hasta-la-prepuberal-en-bovinos.html#menu>
- García-Bracho, D; Hahn, M; Pino, D; Perea, F; Leal, M, 2015, Crecimiento folicular y diámetro del folículo dominante en vacas mestizas a pastoreo afectadas por claudicaciones agudas. *Revista Científica* (en línea) XXV (Mayo-Junio), Consultado el 19 de octubre de 2018, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95939206005>
- Garrido O, AR. 2010. La reproducción en el sistema doble propósito (en línea). Consultado el 18 dic. 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/reproduccion-sistema-doble-proposito-t28344.htm>
- González S, C., 2015. Fertilidad y benchmarks en ganaderías doble propósito (en línea). Consultado el 28 de diciembre de 2018. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fertilidadbenchmarks-ganaderias-doble-t31985.htm>
- Guáqueta H. 2009. Ciclo Estral. Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos (en línea). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.* 56:163-183. Bogotá. Colombia. Consultado el 13 de mayo de 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639221003.pdf>
- Gutiérrez-Añez, J1; Boscán-Ocando, J1; Montero-Urdaneta, M; Portillo-Martínez, G. 2007. Dinámica folicular de vacas mestizas en anestro tratadas con un progestágeno intravaginal más eCG y PGF2a. (en línea). Consultado el 28 de diciembre de 2018. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/114-Gutierrez-DinamicaFolicular.pdf
- Gvozdić, D; Dovenski, T; Stan íć, I; Stan íć, B; Božić, A; Jovanović, I; Atanasov, B; Šuluburić, A. 2013. Hormonal methods for estrous cycle manipulation in dairy cows (en línea). *Contemporary Agriculture/Savremena Poljoprivreda* 62(3-4)319-332. Consultado el 16 mar. 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265731396_HORMONAL_METHODS_FOR_ESTROUS_CYCLE_MANIPULATION_IN_DAIRY_COWS
- Henríquez, B.F; Chávez R.A. 2004. Propuesta de una estructura de costos predeterminados estimados para establecer los márgenes de utilidad del sector dedicado a la explotación del ganado lechero en el municipio de Nueva Concepción Departamento de Chalatenango. Tesis. Lic. C.P. San Salvador, El Salvador. UFG. 182p
- Hernández C, J.; 2016. Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros (en línea).

- 1° Ed. México. 87 p. Consultado 24 ene. 2019. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2016. Manual del protagonista. In Reproducción Animal (en línea). Consultado el 10 dic. 2018. Disponible en: https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Reproduccion_Animal.pdf
- López, FJ. 2006. Relación Entre Condición Corporal Y Eficiencia Reproductiva En Vacas Holstein. (en línea). Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias. IV(1):77-86. Consultado el 09 de abril de 2020. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:B9Fbq9N5Q7AJ:https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo%3Fcodigo%3D6117891+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=sv>
- Motta Delgado, PA; Ramos C, N; González S, CM; Castro R, EC. 2011. Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina (en línea). Vet.Zootec. 5(2): 88-99. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v5n2a08.pdf>
- Perry, GA; Smith, MF; Lucy, MC; Green, JA; Parks, TE; MacNeil, MD; Roberts, AJ; Geary, TW. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success (en línea). Proc Natl Acad Sci USA. 102(14): 5268-5273. Consultado el 16 ene. 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC556005/>
- Sartori, R; Bastos, MR; Baruselli, PS; Gimenes, LU; Ereno, RL; Barros, CM. 2010. Physiological differences and implications to reproductive management of Bos taurus and Bos indicus cattle in a tropical environment. (en línea). Consultado el 27 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21755684>
- Tanaka, T; Arai, M; Ohtani, S; Uemura, S; Kuroiwa, T; Kim, SJ; Kamomae, H. 2008. Influence of parity on follicular dynamics and resumption of ovarian cycle in postpartum dairy cows. (en línea). Animal Reproduction Science 108 (2008) 134-143 p. Consultado el 27 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17826012>
- Thirunavukkarasu, M. y Kathivaran, G. 2009. Factors affecting conception rates in artificially inseminated bovines (en línea). Indian Journal of Animal Sciences 79 (9): 871-875. Consultado el 09 de abril de 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283298856_Factors_affecting_conception_rates_in_artificially_inseminated_bovines?fbclid=IwAR2orIZ4Fc9zrzj4aNOKmRIK7F-Q6gte7A8EcOHTXIR8i1FN3kAEjgWU7880
- Vallejo T, D.A; Muñoz R, Y.A; Chaves V, C.A; Astaíza M, J.M; Benavides M, C.J. 2017. Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. (en línea). Consultado el 11 dic. 2018. Disponible en: <http://sct.uab.cat/estadistica/sites/sct.uab.cat/estadistica/files/ManualSAS.PDF>
- Vergara I, YL. 2005. Relación entre el diámetro del folículo pre-ovulatorio y el porcentaje de preñez en ganado lechero. (en línea). Tesis Ing. Zamorano, Honduras, Zamorano. 35 p. Consultado el 3 dic. 2018. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5274/1/CPA-2005-T093.pdf>
- Walters, AH; Bailey, TL; Pearson, RE; Gwazdauskas, FC. 2002. Parity-Related Changes in Bovine Follicle and Oocyte Populations, Oocyte Quality, and Hormones to 90 Days Postpartum. (en línea). Journal of American Dairy Science Association. 85(4) 824-832 p. Consultado el 27 de marzo de 2020. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12018429/>