

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Código:

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.

TÍTULO A OBTENER:

Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia

AUTORES:

Nombres y Apellidos	Dirección e Institución	Teléfono y E-mail	Firma
Br. Olga Isaura Flores Escobar	Barrio San Francisco, San Miguel, San Miguel.	7588-3818 olquish90@hotmail.com	
Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.	2225-1506 ludwing.leyton@ues.edu.sv	
MVZ. M.Sc. Carlos David López Salazar	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria	2225-1506 david.salazar@ues.edu.sv	
MVZ. Ph.D. Carlos Santiago Amaya Montoya	Ministerio de Agricultura y Ganadería,	2202-0874 camayamontoya@gmail.com	

VISTO BUENO:

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:	Firma:	
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:	Firma:	
Inga. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortíz Jefa del Departamento:	Firma:	Sello
Ciudad Universitaria, agosto de 2020		

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN.

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.

AUTORES:

Flores-Escobar OI¹, López-Salazar CD², Amaya-Montoya CS³, Leyton-Barrientos LV¹.

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 dicho diámetro con el porcentaje de preñez. La investigación tuvo una duración de seis meses en la que 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. El protocolo consistió en la aplicación de 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 la realización de las mediciones de 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. Probablemente por la baja tasa de preñez que se obtuvo durante el experimento, 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 de celos utilizado durante la investigación funcionó bien en ganado encastado ya que, durante el estudio, todas las vacas sometidas a dicho protocolo mostraron signos de celo y desarrollo folicular.

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

ABSTRACT.

The investigation was carried out from July to December 2019 in a commercial livestock farm located in Canton El Brazo, city of San Miguel. In the experiment, the diameter of the pre-ovulatory follicle of cows was measured and this diameter was related to the percentage of pregnancy. The research lasted six months in which 34 cows were selected to undergo a heat synchronization protocol (HeatSynch), measure the pre-ovulatory follicle developed in them and were subsequently inseminated. The protocol consisted of an application of a dose of GnRH (0.01mg) on day 0, PGF2a (0.150mg) on day 7 and Estradiol (1mg) on day 8, to be artificially inseminated (AI) on day 10 (FTAI). To carry out the measurements of the follicles, an

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia

2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria

3 Ministerio de Agricultura y Ganadería, División de identificación, rastreabilidad y reproducción animal

ultrasound scan with a linear transducer (5.0-7.5MHz.) was used. Both ovaries were checked from day 8 of the protocol, every 12 hours to hours before (between 30 minutes and 3 hours) the AI of each cow. The last revision was carried out between 30-35 days after the service for pregnancy diagnosis. Images of the ovary containing the corpus luteum were captured from cows that became pregnant. Just 4 cows were pregnant in this study. For the statistical analysis, of the data obtained during the investigation, descriptive and differential analyzes between each variable was used. The variables analyzed were the correlation between the diameter of the pre-ovulatory follicle and the percentage of pregnancy, the correlation between body condition and the diameter of the pre-ovulatory follicle, the correlation between age and the diameter of the pre-ovulatory follicle and the correlation between the number of lactations and the diameter of the pre-ovulatory follicle. When relating the variable diameter of the pre-ovulatory follicle with each of the other variables, reflected non-significant results. Conclusions: The highest number of pregnancies occurred in cows that developed small follicles (21.43%), compared to pregnancy in cows that developed large follicles (16.67%), whereas in cows that developed medium follicles (0%), no pregnancy was obtained. Probably due to the low pregnancy rate obtained during the experiment, the results showed that there is no relationship between the diameter of the pre-ovulatory follicle and the percentage of pregnancy in cows; however, the heat synchronization protocol used during the research worked well in cross-breed cattle, since all the cows which utilized to this protocol showed signs of heat and follicular development during the study.

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

1. 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 es obligatorio 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 sobre una serie de eventos coordinados que inducen cambios fisiológicos y

morfológicos en el ovario y que intervienen en la diferenciación y 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), en consecuencia, 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 técnicos inseminadores a 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, por lo cual, se comprende mejor la fisiología reproductiva para obtener un perfil del desarrollo folicular, en vacas encastadas, previo a la inseminación artificial.

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1 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.

2.2 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, fosforo, 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 (0.01µg) 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.

2.3 Metodología Estadística.

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 los datos se utilizaron análisis descriptivos y diferenciales (Análisis de varianza, Correlación y Coeficiente de determinación) para cada variable en estudio.

2.3.1 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

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

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

3.1 Diámetro promedio del folículo pre-ovulatorio

Estos resultados (cuadro 1) concuerdan con los observados en el estudio de Del Valle (2008), quien estudió diez ciclos estrales de vacas de doble propósito (encastadas: Holstein, Pardo Suizo y Criollo x Brahman, Gyr y Guzarat), 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 en el presente estudio 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 $13.5 \pm 2.1\text{mm}$, el día antes de la ovulación coincidiendo con los diámetros observados en el presente estudio.

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

Clasificación	Valor de referencia (mm)	N° de vacas	Media \pm 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

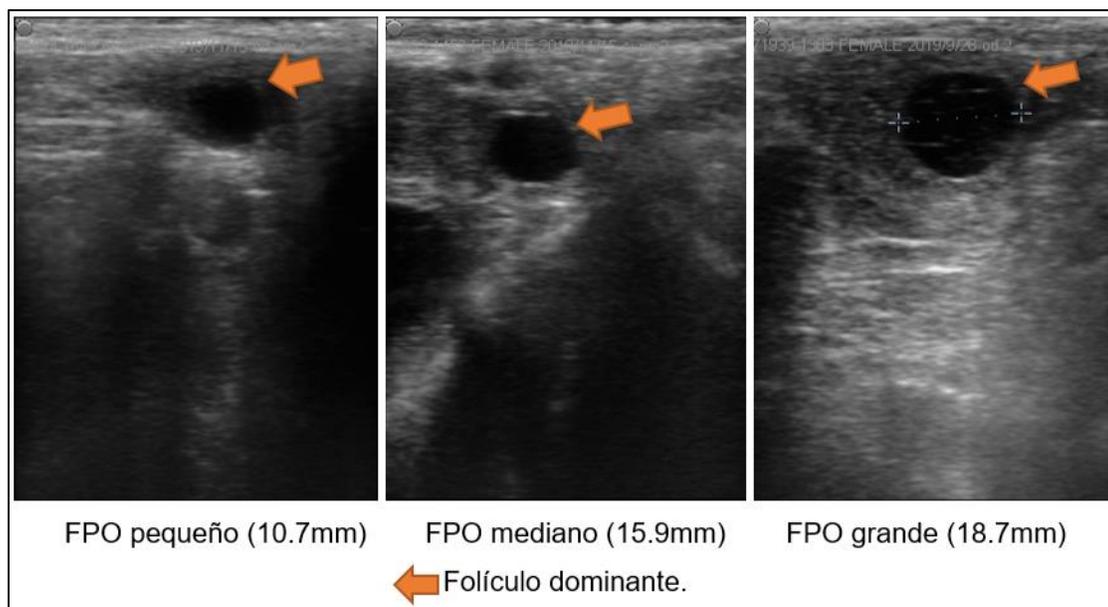


Figura 1. Diámetros foliculares observados durante el estudio.

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, reportando que el 83% mostró evidencias de un crecimiento folicular progresivo.

El FPO se evidenció con un diámetro de $11.7 \pm 2.4\text{mm}$; 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 ($< 12\text{mm}$). Similar caso sucedió en un estudio realizado por Gutiérrez *et al* (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 $12.4 \pm 0.41\text{mm}$.

3.2 Correlación entre el DFPO y el porcentaje de preñez

La tasa de preñez global obtenido 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 análisis estadístico de los datos no se observaron diferencias significativas.

Para este estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 2. Relación entre el DPFO y la preñez.

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

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).

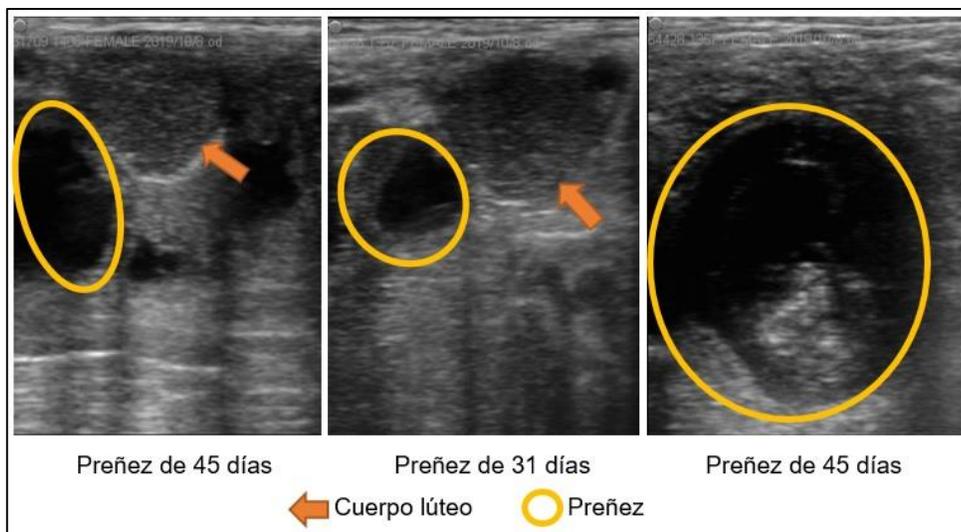


Figura 2. Ultrasonido de los CL y producto de las vacas preñadas (señalados con flechas y círculos, respectivamente).

3.3 Correlación entre la Condición Corporal (CC) y el DFPO.

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

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



Figura 3. Diferentes Condiciones Corporales observadas durante el estudio.

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.

3.4 Correlación entre la Edad y el DFPO.

No se observó 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). Sin embargo, no hay datos en la literatura que relacionen la influencia de la edad con el DFPO.

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

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.

3.5 Correlación entre el número de lactancias y el DFPO

Todas las vacas, sin importar el número de partos, desarrollaron folículos medianos, mostrando 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) reportando 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 reportaron que el DFPO (en vacas Holstein) está asociado con la paridad y la longitud del protocolo IATF. Las vacas primíparas (16.1 ± 0.2 mm) tenían folículos ovulatorios más pequeños que las vacas múltiparas (16.7 ± 0.2 mm).

4. 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.

Cambios en la dieta, inadecuado manejo del semen antes del servicio, poca higiene de los corrales, pisos en malas condiciones, irregularidades en la técnica de inseminación, posiblemente influenciaron el bajo desempeño en el porcentaje de preñez (11.76%) durante este estudio.

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

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

5. RECOMENDACIONES.

Sincronizar las vacas con el protocolo HeatSynch para mejorar la manifestación de celos, así como también realizar la medición de los folículos pre-ovulatorios en vacas encastadas para lograr mejores porcentajes de preñez; siempre y cuando se cumplan con las condiciones mínimas necesarias de nutrición y manejo del hato.

Al utilizar el protocolo de sincronización de celos HeatSynch se deben inseminar aquellas vacas que manifiesten celo después de la aplicación de prostaglandina, e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) el día 10 de protocolo a las vacas que no mostraron celo.

Ganaderías que pretenden implementar inseminación artificial deben de capacitar adecuadamente al personal para hacer uso adecuado de la técnica y equipo de IA, detección de celos y llenado de registros reproductivos.

Concientizar al ganadero de que al utilizar un protocolo de sincronización de celos no deberá realizar cambios bruscos ni continuos en la dieta de los animales tratados, así mismo mantener corrales con buena higiene y calidad de pisos a fin de evitar errores humanos al momento de realizar los servicios a las vacas con fin de obtener buenos porcentajes de preñez en el hato.

Realizar más investigaciones donde se estudie el comportamiento del folículo pre-ovulatorio en vacas encastadas tomando en cuenta, además, otras variables como tipo de alimentación, tipo de manejo, época del año, tipo de ordeño, entre otros.

6. 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=IwAR1tSmZmL8LaAdXwg_Vjd-prACKK241QoXENQPd7z4fy6YtMgWTWo8r7pLY](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(85)80800-6/pdf?fbclid=IwAR1tSmZmL8LaAdXwg_Vjd-prACKK241QoXENQPd7z4fy6YtMgWTWo8r7pLY)

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-BfzYMUkBXO167wqUSTZCnuyA7Stoj9dAECICy6RcJ6cMYaW0FoQUJs

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 3 dic. 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-propósito-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; Stančić, I; Stančić, 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://dial.net.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=IwAR2orlZ4Fc9zzrj4aNOKmRIK7FQ6qte7A8EcOHTXIR8i1FN3kAEjqWU7880
- 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/>