



JOURNAL OF THE
Selva Andina
Animal Science
Official Journal of the Selva Andina Research Society

ISSN 2311-3766 (print edition)
JSAAS
ISSN 2311-2581 (online edition)

Journal of the Selva Andina Animal Science

ISSN: 2311-3766

ISSN: 2311-2581

directoreditoranimalscience@gmail.com

Selva Andina Research Society

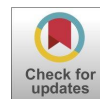
Bolivia

Perez Guerra, Uri Harold; Luque Mamani, Natalio; Condori Apaza, Rafael;
Manrique Quispe, Yan Pierr; Escobedo Arizaca, Ángel; Mamani Cato,
Rubén; Urviola Sánchez, Jesús Martin; Pérez Durand, Manuel Guido
Característica ultrasonográficas B mode y Doppler del folículo dominante y
cuerpo lúteo en vacas Criollas sometidas a un protocolo de sincronización de celo
Journal of the Selva Andina Animal Science, vol. 10, núm. 1, 2023, pp. 52-60
Selva Andina Research Society
Bolivia

DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100052>

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org





Característica ultrasonográfica B mode y Doppler del folículo dominante y cuerpo lúteo en vacas Criollas sometidas a un protocolo de sincronización de celo

B mode and Doppler ultrasonographic characteristics of the dominant follicle and corpus luteum in Criollo cows subjected to an oestrus synchronization protocol

Perez Guerra Uri Harold¹ , Luque Mamani Natalio², Condori Apaza Rafael³ , Manrique Quispe Yan Pierr^{4*} , Escobedo Arizaca Ángel¹ , Mamani Cato Rubén¹ , Urviola Sánchez Jesús Martín¹ , Pérez Durand Manuel Guido¹ 

Datos del Artículo

¹ Universidad Nacional del Altiplano Puno.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Laboratorio de Reproducción Animal.
Av. Floral N° 1153.
Tel: + 051 599430.
Puno - Perú.

² Universidad Nacional del Altiplano.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Centro Experimental Chuquibambilla.
Laboratorio de Sanidad Animal.
Puno-Perú.

³ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario.
Instituto Nacional de Innovación Agraria.
Estación Experimental Agraria ILLPA.
Puno - Perú.

⁴ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Laboratorio de Reproducción Animal
Av. Jorge Chávez N° 1160
Teléfono : +51 975842679
Puerto Maldonado.
Madre de Dios/Tambopata 17001

***Dirección de contacto:**
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Laboratorio de Reproducción Animal
Av. Jorge Chávez N° 1160
Teléfono : +51 975842679
Puerto Maldonado.
Madre de Dios/Tambopata 17001

Yan Pierr Manrique Quispe
E-mail address:
yanpierrmvz@gmail.com

Palabras clave:

Cuerpo lúteo,
Criollo,
folículo dominante,
preñez,
ultrasonografía.

Resumen

El objetivo fue determinar las características ultrasonográfica B mode y Doppler del folículo dominante y cuerpo lúteo en vacas Criollas sometidas a un protocolo de sincronización de celo. El estudio fue realizado en la Estación Experimental Agraria ILLPA durante los meses de mayo a julio utilizando 15 vacas de raza Criolla con condición corporal regular y alimentadas con pasto natural, el protocolo consistió en colocar benzoato de estradiol y dispositivo intravaginal el primer día, posteriormente el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó un análogo de Prostaglandina F_{2α}, el día 8 se aplicó nuevamente benzoato de estradiol y el día 9 se realizó la inseminación artificial con semen de un solo reproductor de raza Fleckvieh, la evaluación ultrasonográfica fue realizada los días 7 y 9 (iniciado la sincronización) para determinar el diámetro del folículo dominante, tasa de crecimiento y diámetro de cuerno uterino, la evaluación del cuerpo lúteo fue realizada el día 19 determinando el diámetro, volumen y área vascular luteal (%), todos los análisis fueron realizados con el programa Jamovi 1.6.23.0. Los resultados del folículo dominante el día 7 fue de 8.69 mm y día 9 de 10.7 mm con una tasa de crecimiento de 1.14 mm/día, el diámetro del cuerno uterino derecho fue 11.85 mm (día 7) mismo que aumento a 15.32 mm (día 9) mientras el cuerno izquierdo aumento de 12.72 a 16.27 mm, las características del cuerpo lúteo fueron diámetro 7.96 mm, volumen 0.23 mm³ y área vascular luteal fue de 20.96 %, finalmente, la tasa de preñez obtenida fue 6 vacas de 15 inseminadas que representa el 40 %. En conclusión, los diámetros y volumen del folículo dominante y cuerpo lúteo son inferiores a lo reportado en otras razas en las mismas condiciones ambientales, el área vascular luteal fue de 20.96 % proporción de irrigación sanguínea del CL en vacas Criollas finalmente la tasa de preñez fue del 40 %. Sin embargo, es necesario indicar que son los primeros reportes de características Doppler en vacas Criollas.

2023. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The objective was to determine the ultrasonographic B mode and Doppler characteristics of the dominant follicle and corpus luteum in Criollo cows subjected to an oestrus synchronization protocol. The study was conducted at the Agricultural Experimental Station ILLPA during the months of May to July using 15 Criollo cows with regular body condition and fed with natural pasture, the protocol consisted of placing estradiol benzoate and intravaginal device on the first day, then on day 7 the device was removed and an analogue of Prostaglandin F_{2α} was applied, On day 8 estradiol benzoate was applied again and on day 9 artificial insemination was performed with semen from a single Fleckvieh sire, ultrasonographic evaluation was performed on days 7 and 9 (synchronization started)

J. Selva Andina Anim. Sci.
2023; 10(1):52-60.

ID del artículo: 121/JSAAS/2023

Historial del artículo

Recibido septiembre, 2022.
Devuelto noviembre 2022.
Aceptado enero, 2023.
Disponible en línea, abril, 2023.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Corpus luteum,
Creole,
dominant follicle,
pregnant,
ultrasonography.

to determine the diameter of the dominant follicle, growth rate and diameter of the uterine horn, the evaluation of the corpus luteum was performed on day 19 determining the diameter, volume and luteal vascular area (%), all the analyses were performed with the Jamovi 1 Programme. 6.23.0. The results of the dominant follicle on day 7 was 8.69 mm and day 9 was 10.7 mm with a growth rate of 1.14 mm/day, the diameter of the right uterine horn was 11.85 mm (day 7) which increased to 15.32 mm (day 9) while the left horn increased from 12.72 to 16.27 mm. 72 to 16.27 mm, the characteristics of the corpus luteum were 7.96 mm diameter, volume 0.23 mm³ and luteal vascular area was 20.96 %, finally, the pregnancy rate obtained was 6 cows out of 15 inseminated which represents 40 %. In conclusion, the diameters and volume of the dominant follicle and corpus luteum are lower than those reported in other breeds in the same environmental conditions, the luteal vascular area was 20.96 %, the proportion of blood irrigation of the CL in Criollo cows and finally the pregnancy rate was 40 %. However, it is necessary to point out that these are the first reports of Doppler characteristics in Criollo cows.

2023. Journal of the Selva Andina Animal Science®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

La población ganadera bovina en el Perú está constituida aproximadamente por 5 millones, 78 % se encuentra en la Sierra, más de la mitad (70 %) está en manos de pequeños y medianos productores, la raza predominante, la Criolla, con cruces con la raza Brown Swiss¹. Esta raza tiene un rol económico importante, al ser fuente de sustento de trabajo, alimento proteico de origen animal, ahorro familiar en zonas altitudinales, donde otras razas no producen eficientemente²⁻⁴.

Los vacunos Criollos por más que sean utilizados para un triple propósito, carne, leche y trabajo, al ser comparados con otras razas como Holstein y Brown Swiss tienen desventaja, sin embargo, su fortaleza radica en la adaptación al medio ambiente, menor exigencia alimenticia, longevidad, resistencia a condiciones adversas y mayor fertilidad^{1,5}. Esta alta fertilidad puede ser aprovechada con mayor eficiencia mediante el uso de biotecnologías reproductivas, generando un mayor avance genético al incrementar la intensidad de selección a partir del macho mediante la inseminación artificial (IA) y de la hembra con la transferencia de embriones (TE), en ambos, es necesario el uso de protocolos de sincronización de celo (SC) con diferentes hormonas sintéticas⁶.

La SC tiene como finalidad generar una nueva onda

folicular en un inicio, para luego sincronizar la ovulación, en la mayoría de los protocolos utilizados en vacunos de carne y leche⁷, estas tecnologías podrían ser utilizadas en vacunos Criollos, para programar partos en épocas del año con mejores condiciones ambientales⁴, actualmente se viene complementado con la ultrasonografía, con la finalidad de determinar la morfometría de estructuras ováricas durante el proceso de SC⁸, se complementa estos hallazgos con la ultrasonografía Doppler para obtener características relacionadas con la irrigación sanguínea que presenten diferentes órganos^{9,10}. La necesidad de generar información sobre la fisiología reproductiva en vacunos de raza Criolla, de ahí que el objetivo del estudio fue determinar las características ultrasonográfica B mode y Doppler del folículo dominante (FD) y cuerpo lúteo (CL) en vacas Criollas sometidas a un protocolo de SC.

Materiales y métodos

Lugar de estudio y animales. El estudio fue realizado en la Estación Experimental Agraria ILLPA perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicado en el distrito de Paucarcolla en la provincia y región de Puno. Se evaluaron 15 vacas de

raza Criolla provenientes de la misma Estación Experimental antes mencionada, el estudio se realizó durante la época de seca que es característica del Altiplano Peruano entre los meses de mayo a julio, los animales tenían una condición corporal regular entre 2.5 a 2.8 grados con un manejo alimenticio a base de pastos naturales.

Sincronización de celo e inseminación artificial. Este proceso fue precedido de un diagnóstico obstétrico mediante ultrasonografía, seleccionando aquellas hembras aparentemente normales (libres de aparentes problemas reproductivos, evaluadas mediante una previa evaluación ginecológica), las seleccionadas, el primer día se insertó el dispositivo CIDR® (Progesterona en dispositivo intravaginales, Progesterona activa 10 %: 1.9 g, Zoetis, Argentina) además la aplicación de 2 mg por vía intramuscular (IM) de Estrovet® (Benzoato de estradiol, Montana, Perú), posteriormente a los 7 días se retiró el dispositivo y se aplicó 2 mg por vía IM Prostal® (D-Clorprostenol, Over, Argentina). Finalmente, el día 8 se aplicó nuevamente Estrovet® 2 mg por vía IM. La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) fue realizada el día 9 con pajillas de semen de toro de raza Fleckvieh llamado INTI proveniente del Ministerio de Agricultura y Riego, el semen poseía una motilidad total a la descongelación aproximada de 50 % y una concentración de 25×10^6 descongelado la pajilla a 37° C por espacio de 30 a 45 s, todas las hembras fueron inseminadas con pajillas del mismo toro.

Evaluación ultrasonográfica del folículo dominante y cuernos uterinos (B mode). Fue antecedida por la limpieza de la zona perianal de las hembras para el examen, se utilizó el equipo Draminski 4Vet® (Draminski ul. Owocowa 17, Polonia) con un transductor lineal a 6 MHz evaluando las características morfométricas del FD y cuernos uterinos los días 7 y 9 de la SC para determinar las siguientes características: i) Diámetro FD los días 7 y 9, medido en mm, ii) Tasa

de crecimiento, medida en mm/día. iii) Diámetro de cuernos uterinos los días 7 y 9, medido en mm.

Todas las imágenes fueron almacenadas en un USB que posteriormente fueron analizadas, finalmente, el diagnóstico de gestación fue realizado el día 30 post IATF, para determinar la presencia o no del saco gestacional y del embrión utilizando el mismo equipo ultrasonográfico.

Evaluación ultrasonográfica del cuerpo lúteo (Doppler Color). Fue realizado el día 19 post IATF utilizando el equipo Draminski 4Vet®, primeramente, identificando el CL solo con modo B para determinar el diámetro (mm) y volumen (mm^3), seguidamente, se activó el modo Doppler Color para determinar el área vascular luteal (AVL %) que se determinó en porcentaje, una vez almacenada el cinestore (video corto de la evaluación del CL) fue analizado con el programa Image J® en un ordenador, la metodología fue realizada según lo recomendado por Acosta et al.¹¹.

Análisis estadístico. Se realizó mediante el software estadístico Jamovi 1.6.23.0¹². Los datos fueron analizados con estadística descriptiva, determinando el promedio y desviación estándar para las características de diámetro del FD, cuernos uterinos y tasa de crecimiento del FD, además se sometió a una prueba de Student para comparar el diámetro del FD y cuernos uterinos durante los días 7 y 9 de iniciado el protocolo de SC, mientras que para las características del CL se evaluó el promedio, desviación estándar e intervalos de confianza al 95 %.

Resultados

La Tabla 1 presenta las características morfométricas en modo B de los FD de las vacas Criollas sincronizadas, además, del diámetro uterino de ambos cuernos durante los días 7 y 9 de iniciado el protocolo.

Tabla 1 Características morfométricas ultrasonográfica (Modo B) del folículo y cuernos uterinos (n=15)

	Folículo dominante (mm)	Diámetro uterino (mm)		Tasa de crecimiento (mm/día)
		Derecho	Izquierdo	
Día 7	8.69±1.57 ^a	11.85±2.66 ^a	12.72±1.43 ^a	1.14±0.58
Día 9	10.7±1.35 ^b	15.32±2.76 ^a	16.27±1.75 ^a	

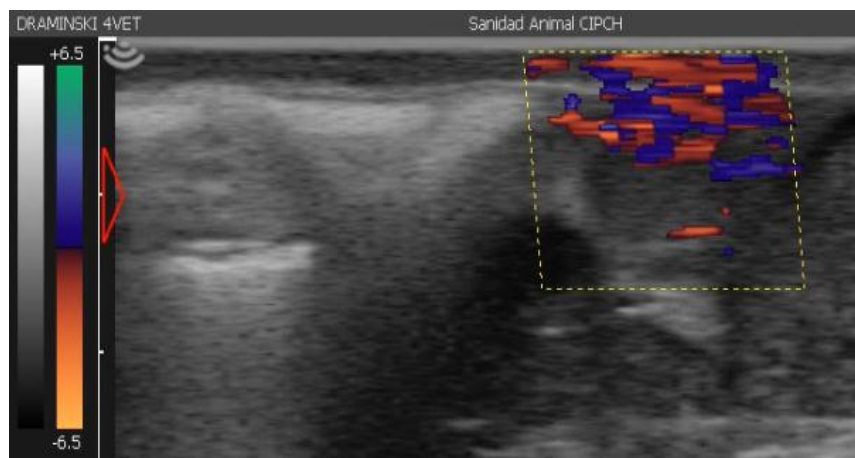
(a, b) letras diferentes en columnas muestran significancia estadística ($p>0.05$)

El diámetro del folículo en el día 7 post inicio del protocolo de sincronización fue de 8.69 mm mientras que el día 9 se observa un diámetro de 10.7 mm, permite observar que existió un desarrollo del folículo, comprobado con la tasa de crecimiento 1.14 mm/día. En cuanto al diámetro de los cuernos uterinos derecho e izquierdo también se observó un aumento de tamaño entre el día 7 y 9 respectivamente siendo de 11.85 a 15.32 mm para cuerno derecho y

de 12.72 a 16.27 mm para cuerno izquierdo. El *diámetro de cuernos uterinos* aumentó de tamaño del día 7 al 9 siendo este último día para los cuernos derecho fueron de 15.32 mm e izquierdo de 16.27 mm. La *tasa de crecimiento* fue de 1.14 mm/día. La Tabla 2 refiere las características morfométricas en modo B y Doppler del CL de las vacas Criollas sincronizadas con un protocolo de SC.

Tabla 2 Características morfométricas ultrasonográfica (Modo B y Doppler) del cuerpo lúteo (n=15)

	Diámetro (mm)	Volumen (mm ³)	Área Vascular Luteal (AVL %)
Media±SD	7.96±2.07	0.23±0.13	20.96
Intervalo de Confianza (95 %)	6.82 - 9.10	0.16 - 0.31	13.16 - 28.76

Figura 1 Evaluación de la ecografía Doppler Color en un cuerpo lúteo de vacas Criollas (día 19 post IA)

Las características del CL fueron de 7.96 mm de *diámetro* con tamaños que fluctuaron entre 6.82 y 9.10 mm, así mismo, el volumen del CL fue de 0.23 mm³ con intervalos que fueron desde 0.16 a 0.31 mm³, la característica tomada con ultrasonografía Doppler

fue el AVL evaluada en porcentajes siendo esta en promedio de 20.96 % con intervalos que fueron desde 13.16 a 28.76 %, todas estas características fueron determinadas con un 95 % de confiabilidad. La evaluación Doppler Color, Figura 1.

Discusión

El *diámetro máximo* obtenido el día 9 es similar a lo reportado en animales cruzados con animales Criollos en las mismas condiciones sincronizadas con protocolo con Progesterona alcanzando tamaño de 10.2 mm¹³ así mismo, en vacas Criollas evaluadas durante todo el ciclo estral en condiciones de altura se reportaron diámetros en época de lluvia de 11.25 mm y época de seca de 11.67 mm¹⁴, el desarrollo folicular del día 7 a 9 refleja la retroalimentación positiva tras la extracción del dispositivo con progesterona que permite el libre desarrollo del FD hasta la respectiva inseminación, en este momento se conoce que el FD aumentara el número de receptores para FSH y posteriormente de LH para continuar con la desarrollo y maduración del FD^{15,16}. Reportes superiores son obtenidos en condiciones de altitud de 1500 msnm en vacas criollas Blanco Orejinegro (BON) siendo estos de 14.3 mm el tamaño del FD¹⁷, la diferencia podría deberse al efecto de mayor altitud donde se realizó el presente estudio puesto que generan la mayor producción de especies reactivas de oxígenos (ERO) que están implicados en funciones reproductivas como son la maduración folicular, ovulación, esteroidogénesis, funciones del CL y luteolisis¹⁸ por tal motivo se podría obtener menores diámetros foliculares comparado con estudios realizados en menores altitudes. El *diámetro del CL* en vacas Criollas está relacionado con los diámetros del FD (evaluado el día 9), estos diámetros son inferiores a los reportado en vacas Brown Swiss que reportan en vacas en producción 17.92 mm y en vaquillas de 11.32 mm evaluados el día 15 post IA, mientras que en el presente estudio fue evaluado el día 19 post IA, esta diferencia puede deberse a que estas estructuras según la fisiología del ciclo estral, son estructuras en proceso de regresión, así como, a efectos raciales de la raza Brown Swiss por su mayor tamaño corporal

que las vacas Criollas^{17,19,20}. El *diámetro uterino* obtenido fue inferior a los reportados en vacas Holstein de aproximadamente 460 kg de peso vivo que presentan diámetros superiores a 20 mm²¹, sin embargo, el incremento de *diámetro uterino* está relacionado con el incremento de los estrógenos también relacionado con la fase folicular, en dicha fase los estrógenos aumenta la irrigación sanguínea que genera un edema a nivel de cuernos uterinos que a la ultrasonografía se observan con un incremento del diámetro^{22,23}. La *tasa de crecimiento* fue similar a lo reportado en vacas cruzadas con Criollas en las mismas condiciones ambientales con un protocolo de sincronización similar reportando una tasa de 1.2 mm/día, aunque el diámetro del FD fue superior¹⁷, la tasa de crecimiento que reporto fue similar siendo de 1.05 mm/día en vacas Criollas denominadas BON, también se reporta tasas similares a lo reportado en vacas Criollas en época de seca y lluvia que fueron 1.01 mm/día y 1.0 mm/día respectivamente¹⁴. La tasa de crecimiento obtenido sugiere el desarrollo positivo que tiene el FD desde el día que se extrajo el DIB (dispositivo intrauterino bovino) hasta el día previo a la IATF que indica la acción de las hormonas gonadotropinas (FSH y LH) que producen el desarrollo del FD²⁴.

Para la evaluación del CL se evaluó su *volumen* observándose diferencias que fue referenciada por diversos autores, que reportaron diámetros de CL menores en vacas Criollas en comparación a otros estudios realizados en otras razas como la Holstein, teniendo las mismas razones halladas tras comparar el diámetro de CL^{13,14,17,25}. Además, se evaluó *Doppler Color* en condiciones de altitud se reportó en promedio un 20.96 % de AVL, que se interpreta como el porcentaje de irrigación sanguínea en relación al área total del CL, no existiendo alguna diferencia marcada entre aquellas vacas que quedaron preñadas y vacías respectivamente por tal motivo este porcentaje es

descriptivo indicando que en vacas Criollas a los 15 días post IA o post celo reportaron un CL con una irrigación aproximada de 20.96 %, este método mide la velocidad e intensidad del flujo sanguíneo y el número de glóbulos rojos que se mueven a través de los vasos sanguíneos por min^{19,26}, además es necesario indicar que la coloración que el Doppler Color tiene como principio que la coloración roja son aquellos vasos sanguíneos que se están acercando hacia el transductor, mientras que la coloración azul son los vasos sanguíneos que se alejan, todo ello al momento que se realizó el examen ecográfico^{25,27}, comparado los resultados no se pudo reportar diferencias entre las vacas preñadas y no preñadas, debido a que el día de evaluación (19 días post IA) coincide con la regresión de CL de aquellas vacas que no pudieron quedar preñadas y en dicho proceso se ha estudiado de que antes de que ocurra la secreción de Prostaglandina $F_{2\alpha}$ existe un aumento repentino de la irrigación sanguínea^{11,25} que podría ser tomada con una falso positivo (diagnosticando una vaca preñada como no preñada), así mismo, mencionan que la evaluación solo del flujo sanguíneo por ecografía Doppler fue insuficiente para diagnóstico, esta tendría que ser acompañada de evaluación de concentraciones de progesterona²⁸. Finalmente, la tasa de preñez obtenida tras la evaluación ecográfica el día 30 post IA fue 6 vacas de 15 que fueron sincronizadas que representaría un 40%.

La ultrasonografía Doppler Color en vacas Criollas. Las características ultrasonográfica B mode antes de la IA para el diámetro del FD fueron inferiores, comparada con otras razas, del mismo modo el diámetro y volumen del CL fue inferior mientras AVL de 20.96 % evaluada el día 19 post IA. Sin embargo, con el estudio se pretende determinar la morfometría de estructuras ováricas y cuernos uterinos en vacas Criollas. Finalmente, las vacas sometidas a SC alcanzaron una tasa de preñez del 40 %.

Fuente de financiamiento

El presente artículo no cuenta con algún financiamiento, más que de recursos propios del grupo de investigación.

Conflictos de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Agradecimientos

Al Personal técnico y administrativo de la Estación Experimental Agraria ILLPA.

Consideraciones éticas

Los autores declaran que el estudio presentado se ha llevado a cabo de acuerdo con el Código de Ética para los experimentos con animales, tal y como se refleja en la normativa descrita en la página web: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm

Aporte de los autores en el artículo

Pérez Durand Manuel Guido, Perez Guerra Uri Harold, Luque Mamani Natalio, Condori Apaza Rafael, Escobedo Arizaca Ángel, preparación y ejecución. Perez Guerra Uri Harold, Manrique Quispe Yan Pierr, Condori Apaza Rafael, Urviola Sánchez Jesús Martin, desarrollo de la metodología. Pérez Durand Manuel Guido, Urviola Sánchez Jesús Martin, Escobedo Arizaca Ángel, concepción y diseño. Pérez Du-

rand Manuel Guido, Perez Guerra Uri Harold, Mamani Cato Ruben, Manrique Quispe Yan Pierr, edición del artículo. Pérez Durand Manuel Guido, Luque Mamani Natalio, Mamani Cato Rubén, supervisión del estudio.

Limitaciones en la investigación

Se tuvo limitaciones respecto a la información sobre la investigación, por ser un tema nuevo.

Literatura citada

1. Rosenberg M. La ganadería bovina en el Perú [Internet]. Veterinaria Digital. 2018 [citado 3 de mayo de 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-ganaderia-bovina-en-peru/>
2. Rojas Espinoza R, Gómez Urviola N. Biometría y constantes clínicas del bovino criollo en el centro de investigación y producción Chuquibambilla de Puno (Perú). Arch de Zootec 2005;54(206-207): 233-6.
3. Alfredo Delgado C, Cristina García B, Diego Allcahuamán M, Ceasar Aguilar G, Pedro Estrada V, Hernán Vega A. Phenotypic characterization of creole cattle in the huascan national park - Ancash, Peru. Rev Inv Vet Peru 2019;30(3):1143-9. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16611>
4. Quispe Coaquira JE. El bovino Criollo del Altiplano Peruano: origen, producción y perspectivas. Rev Investig Altoandin 2016;18(3):257-70. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.215>
5. More Montoya JM. Caracterización faneróptica y morfométrica del vacuno criollo en Ayacucho, Puno y Cajamarca [tesis maestría]. [Lima]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016 [citado 26 de octubre de 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2029>
6. Gonella Diaz ÁM, Atuesta Bustos JE, Bernal Ulloa SM, Chacón Jaramillo L. Overview of the production of bovine embryos in vitro. Rev Investig Agrar Ambient 2013;4(1):65-80. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.1967>
7. de la Mata JJ, Bó GA. Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos con benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne. Taurus 2012;14(55):17-23.
8. Gnemmi G, Maraboli C. La ultrasonografía en los programas de sincronización. En: Gnemmi G, Maraboli C. editores. Septimas Jornadas Taurus de Reproduccion Bovina. Julio 2018. Sharing of data obtained from field work [Internet]. Sharing of data obtained from field work; 2018 [citado 3 de mayo de 2022]. p. 56-69. Recuperado a partir de: <https://www.bovinevet.com/wp-content/uploads/2020/07/ULTRASONOGRAFIA-Y-PROGAMA-REPRODUCTIVOS-1.pdf>
9. Kelley DE, Galvão KN, Mortensen CJ, Risco CA, Ealy AD. Using Doppler ultrasonography on day 34 of pregnancy to predict pregnancy loss in lactating dairy cattle. J Dairy Sci 2017;100(4):3266-71. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11955>
10. Rodríguez-Zamora A, Abuelo Sebio A, Béjar González JP, Cazapal Monteiro C, López L, Pérez, A., et al. El uso de la ecografía Doppler color en la reproducción. Albéitar 2012;(154):8-10.
11. Acosta TJ, Yoshizawa N, Ohtani M, Miyamoto A. Local changes in blood flow within the early and midcycle corpus luteum after prostaglandin F_{2α} injection in the cow. Biol Reprod 2002;66(3):651-8. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.3.651>

12. R Core Team [Internet]. European Environment Information and Observation Network. 2020 [cited 25 May 2022]. Retrieved from: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/ox-ygen-consuming-substances-in-rivers/r-development-core-team-2006>
13. Perez Guerra UH, Adco Medina R, Luque Mamani N, Quispe Barriga YM, Condori Chuchi EA, Pérez Durand MG. Evaluación ultrasonográfica de dos protocolos de sincronización de celo en vacas. *Spermova* 2017;7(1):53-6. DOI: <https://doi.org/10.18548/aspe/0005.10>
14. Alfaro-Astorima MI, Ormachea-Sánchez HH, Alvarado-Malca AE. Dinámica folicular ovárica en vacas criollas bajo condiciones de pastoreo en la zona altoandina del Perú. *Scientia Agropecuaria* 2020;11(4):621-8. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.18>
15. Ginther OJ, Wiltbank MC, Fricke PM, Gibbons JR, Kot K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod* 1996;55(6):1187-94. DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod55.6.1187>
16. Hafez E. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ta ed. Mexico: Editorial Interamericana-McGraw-Hill; 2002.
17. Narváez Bedoya HJ, Silva Rojas AV. Dinámica folicular y cuantificación de estradiol durante el cicloestral de vacas criollas de la raza Blanco Orejinegro. *Rev Investig Vet Perú* 2020;31(2):e16186. DOI: <http://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.16186>
18. Agarwal A, Gupta S, Sharma RK. Role of oxidative stress in female reproduction. *Reprod Biol Endocrinol* 2005;3:28. DOI: <https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-28>
19. Acosta TJ, Miyamoto A. Vascular control of ovarian function: ovulation, corpus luteum formation and regression. *Anim Reprod Sci* 2004;82-83:127-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.022>
20. Pérez U, Quispe Y, Luque N, Rojas R, Condori E, Delgado A, et al. Evaluación ultrasonográfica en ganado Brown Swiss sometido a un protocolo de sincronización de celo en el altiplano peruano. *Rev Investig Vet Perú* 2019;30(1):489-94. DOI: <http://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15688>
21. Abdelnaby EA, Abo El-Maaty AM. Effect of the side of ovulation on the uterine morphometry, blood flow, progesterone, oestradiol and nitric oxide during spontaneous and induced oestrus in lactating dairy cows. *Reprod Domest Anim* 2020; 55(7):851-60. DOI: <https://doi.org/10.1111/rda.13693>
22. DesCôteaux L, Gnemmi G, Colloton J, editors. Practical atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography [Internet]. Singapore: Wiley-Blackwell; 2010 [citado 12 de marzo de 2022]. 246 p. Recuperado a partir de: <https://www.itpnews.com/uploads/2017/03/ruminant%20ultrasonography-.pdf>
23. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology* 1988; 29(1):21-37. DOI: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90029-5)
24. Ginther OJ, Dangudubiyam SV, Domingues RR. Follicle blood flow and FSH concentration associated with variations in characteristics of follicle selection in heifers. *Theriogenology* 2019;125:93-101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.10.019>
25. Acosta TJ, Miyamoto A. Vascular control of ovarian function: ovulation, corpus luteum formation and regression. *Anim Reprod Sci* 2004; 82-83:127-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.022>
26. Herzog K, Bollwein H. Application of Doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reprod*

- Domest Anim 2007;42(Suppl 2):51-8. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00903.x>
27. Viana JHM, Arashiro EKN, Siqueira LGB, Ghetti AM, Areas VS, Guimarães CRB, *et al.* Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. Anim Reprod 2013;10(3):215-22.
28. Guimarães CR, Oliveira ME, Rossi JR, Fernandes CA, Viana JH, Palhao MP. Corpus luteum blood flow evaluation on Day 21 to improve the management of embryo recipient herds. Theriogenology 2015;84(2):237-41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.005>

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.