

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de las sales minerales Fosbovi reproducción crina® y
Fosbovi 120 vitaminado® sobre el desempeño productivo y
reproductivo en vaquillas de aptitud cárnica**

Estudiante

Jesús Manuel Quintero Peña

Alexandra Paola Ríos Miranda

Asesores

Celia Odila Trejo Ramos, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	12
Localización	12
Unidad Experimental	12
Criterios de Inclusión	12
Manejo de los Animales.....	12
Tratamientos.....	13
Variables Evaluadas	15
Desempeño Productivo.....	15
Desempeño Reproductivo	16
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	16
Resultados y Discusión.....	18
Ganancia Diaria de Peso (kg)	18
Peso.....	19
Altura a Nivel de la Cruz.....	19
Condición Corporal	20
Valor Medio de Preñez Acumulada	20
Conclusiones	23
Recomendaciones.....	24
Referencias.....	25
Anexos.....	28

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Protocolo de inseminación por tratamientos	13
Cuadro 2	Tratamiento Fosbovi 120 vitaminado®	14
Cuadro 3	Tratamiento Fosbovi reproducción crina®	14
Cuadro 4	Composición de las sales minerales utilizadas en los tratamientos.....	14
Cuadro 5	Ganancia diaria de peso (kg) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®	19
Cuadro 6	Pesos (kg) a días de medición por tratamiento de vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®	19
Cuadro 7	Altura a nivel de la cruz (cm) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi reproducción crina® y Fosbovi 120 vitaminado®	20
Cuadro 8	Condición corporal (escala de 1 a 9) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi reproducción crina® y Fosbovi 120 vitaminado®	20
Cuadro 9	Preñez acumulada (%) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®	21
Cuadro 10	Presencia de celo (%) entre ambos tratamientos en intervalos de tiempo de 24, 48 y 60 horas en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica	22

Índice de Anexos

Anexo A Implantación del Dispositivo intravaginal DIV-B	28
Anexo B Benzoato de estradiol	29
Anexo C Gonadotropina coriónica Equina	30
Anexo D Cipionato de Estradiol	31
Anexo E Parche detector de celo	32
Anexo F Detección de celo	33
Anexo G Inseminación artificial	34
Anexo H Palpación de los animales	35
Anexo I Preñez confirmada	36
Anexo J Imagen de ultrasonido	37
Anexo K Ecógrafo	38

Resumen

Uno de los principales retos en la producción ganadera es la nutrición de los animales, la cual afecta directamente su productividad. El objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño productivo y reproductivo en vaquillas de aptitud cárnica mediante la suplementación mineral con Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®. Se evaluó la ganancia diaria de peso, peso final, altura, condición corporal, presencia de celo y porcentaje de preñez. Fueron seleccionadas 68 vaquillas encastadas con edades de 34 meses en promedio, divididas aleatoriamente en dos grupos. Se utilizó un diseño completamente al azar, aplicando un análisis de varianza ANDEVA con medidas repetidas en el tiempo, a su vez un modelo lineal general, con separación de medias SNK ($P \leq 0.05$) y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad de los datos. Las variables reproductivas se analizaron mediante la prueba de chi-cuadrado y una prueba T Student para la variable peso inicial y final. Se consideró significancia estadística a $P \leq 0.05$. Se encontraron diferencias significativas en los primeros 30 días en la ganancia diaria de peso ($P \leq 0.05$), con valores de 2.51 kg para Fosbovi reproducción crina® y 1.74 kg para Fosbovi 120 vitaminado®. La presencia de celo Fosbovi reproducción crina® presentó 28.16% en comparación con Fosbovi 120 vitaminado® con 6.67% en las primeras 24 horas. Fosbovi reproducción crina® mostró un mejor desempeño en la ganancia diaria de peso en el primer período para las vaquillas evaluadas y un mejor porcentaje en presencia de celo en las primeras 24 horas.

Palabras clave: Detección de celo, ganancia de peso, preñez, suplementación mineral.

Abstract

One of the main challenges in cattle production is animal nutrition, which directly affects their productivity. This study aimed to evaluate the productive and reproductive performance of beef heifers through mineral supplementation with Fosbovi 120 vitaminado® and Fosbovi reproducción crina®. Daily weight gain, final weight, height, body condition, presence of estrus, and pregnancy percentage were evaluated. Sixty-eight heifers with an average age of 34 months were selected and randomly divided into two groups. A completely randomized design was used, applying an ANDEVA analysis of variance with repeated measures over time, a general linear model, with SNK mean separation ($P \leq 0.05$), and the Kolmogorov-Smirnov test for normality of the data. Reproductive variables were analyzed using the chi-square test and a student's t-test for the variable initial and final weight. Statistical significance was considered at $P \leq 0.05$. Differences were found in the first 30 days in daily weight gain ($P \leq 0.05$), with values of 2.51 kg for Fosbovi reproducción crina® and 1.74 kg for Fosbovi 120 vitaminado®. The presence of estrus for Fosbovi reproducción crina® was 28.16% compared to Fosbovi 120 vitaminado® with 6.67% in the first 24 hours. Fosbovi reproducción crina® showed a better performance in daily weight gain in the first period for the heifers evaluated and a better percentage in the presence of estrus in the first 24 hours.

Keywords: Estrus detection, mineral supplementation, pregnancy, weight gain.

Introducción

En los últimos años, América Latina y el Caribe han experimentado un aumento en la demanda de productos de origen animal, que representan aproximadamente el 46% del Producto Interno Bruto (PIB) de la región. Por lo tanto, es crucial que estos países implementen nuevas prácticas de producción para preservar y fortalecer este sector de gran relevancia. Cabe resaltar que la mayoría de los productores en la región son pequeños agricultores familiares, que representan aproximadamente el 80% del total (FAO 2016). Por consiguiente, es fundamental implementar prácticas ganaderas eficientes los cuales potencien la producción del hato.

En Honduras, la producción ganadera está conformada por alrededor de 96 mil medianos y pequeños productores (FAO 2021). A pesar de ser un rubro de gran importancia para el país, este enfrenta algunos retos que limitan las tasas de producción. La falta de conocimiento acerca de los problemas nutritivos y reproductivos de sus hatos ha contribuido en gran medida de esta problemática. Por esta razón, es importante mejorar la nutrición animal para potenciar las tasas productivas.

Actualmente, la crianza de los animales bovinos se desarrolla principalmente mediante sistemas pastoriles, los cuales se caracterizan por su bajo valor nutritivo, perjudicando así las tasas de concepción anuales por animal. Una nutrición inadecuada y baja ingesta de nutrientes se traduce en anestros prolongados en el hato, especialmente en bovinos de aptitud cárnica, debido a que el animal no supe la demanda metabólica requerida (Góngora y Hernández 2007).

Los buenos desempeños reproductivos y productivos están asociados a una buena nutrición animal. Por ello, es importante destacar el uso de suplementación mineralizada en las dietas de vaquillas de reemplazo, ya que brinda un buen desarrollo del sistema inmune, condiciones adecuadas al sistema digestivo y mejora la actividad ruminal del animal, lo que ayuda de manera indirecta a la absorción adecuada de los nutrientes presentes en las pasturas. Además, estos son los promotores de la transformación de proteína y la energía en buenos desempeños productivos (Cseh 2015).

Los problemas relacionados con las deficiencias de minerales en los bovinos han ido en aumento, siendo este el tercer grupo limitante en la nutrición animal. Por esta razón, es importante suministrar raciones adecuadas de minerales, teniendo en cuenta que en la escala direccional de requerimiento de nutrientes, la ciclicidad no es una prioridad, ya que el animal tomará los nutrientes solo para su mantenimiento (Catucuamba 2017a).

Los minerales se pueden clasificar en macrominerales y microminerales, siendo ambos necesarios para el desarrollo del animal. Un desequilibrio en la ingesta de minerales puede ocasionar diversas patologías y problemas reproductivo. Por ejemplo, una deficiencia de cobre, yodo y vitaminas A, D y E puede resultar en una involución uterina retrasada; deficiencias de fósforo, cobre, cobalto, manganeso, zinc, yodo, vitamina A, energía y proteína pueden causar días abiertos prolongados; y la falta de manganeso, yodo y vitamina A puede llevar a abortos (Garmendia 2007).

La condición corporal del animal proporciona los indicadores necesarios para balancear la suplementación, siendo una referencia de su nutrición. Este parámetro se relaciona con el desempeño reproductivo y determina la duración del anestro luego del parto; además del vigor y salud de los terneros (Robson et al. 2007). Asimismo, influye en el número de servicios que se requieren para concepción y la incidencia de partos distócicos. Es importante que al momento de que el animal entre en gestación tenga una buena condición corporal, ya que enfocara todas sus reservas energéticas para mantener al feto. Por lo tanto, la suplementación, junto con una premezcla de minerales, se vuelve fundamental para vaquillas de reemplazo. A medida que el animal es de mayor edad, aumentan sus requerimientos de mantención, destacando la energía y la proteína (Hall et al. 2005). La energía ofrecida a los rumiantes puede provenir de diversas formas como los carbohidratos, proteínas o grasas. La energía es uno de los nutrientes principales para las vaquillas de reemplazo en ganado de carne en circunstancias en las cuales no se puede desligar de otros requerimientos nutricionales. Establecer un adecuado programa de alimentación, teniendo en cuenta el estado fisiológico y el fin productivo de los animales, ayuda a evitar efectos negativos sobre el desarrollo productivo y

reproductivo del hato. Por tanto, se debe tener un adecuado balance en el metabolismo proteico, energético y mineral de los animales, lo cual ejerce un factor determinante en el desempeño de los animales, especialmente en novillas (Rivas et al. 2006).

Al tener una buena nutrición en los animales se asegura el buen desempeño y funcionamiento endocrino, pudiendo optar por la implementación de biotecnologías que hagan más eficiente la producción en un hato. Los protocolos de inseminación artificial permiten utilizar toros de alta genética, mediante el uso de hormonas que estimulan la presencia de ciclicidad ovárica (Salgado et al. 2015). Estas hormonas son responsables de mantener buenos desempeños reproductivos. Los dispositivos intravaginales con progesterona desempeñan un papel importante en la regresión del folículo dominante, lo que ayuda a la sincronización del celo por medio de una fase lútea artificial. Este de la mano del benzoato de estradiol, el cual es un derivado del 17- β Estradiol, provocan una luteólisis y de esta manera una nueva onda folicular cuando es utilizado al inicio del tratamiento. Por otra parte, el cipionato de estradiol, de igual forma derivado del 17- β Estradiol, es utilizado al momento del retiro del progestágeno lo que induce una retroalimentación positiva al hipotálamo permitiendo la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH, por sus siglas en inglés) lo que permite el aumento de los pulsos y la frecuencia de la hormona luteinizante (LH, por sus siglas en inglés) reduciendo el tiempo de ovulación (Peralta et al. 2010). La gonadorelina o GnRH es una hormona producida naturalmente en el hipotálamo la cual manda señales a la glándula pituitaria que estimula la producción de hormonas gonadotrópicas (LH, FSH) (Ayala y Castillo 2010). La prostaglandina (PGF₂ α), producida en el endometrio uterino, se encarga de la regresión del cuerpo lúteo, permitiendo el inicio de un nuevo ciclo (Aréchiga et al. 2019). La gonadotropina coriónica equina (eCG) es utilizada para inducir la foliculogénesis, promueve la pubertad y ayuda a revertir el anestro lo que permite el aumento en la tasa de ciclicidad (Murphy 2012).

El objetivo general de esta investigación fue evaluar la suplementación mineral con Fosbovi 120 vitaminado[®] y Fosbovi reproducción crina[®] en el desempeño productivo y reproductivo de

vaquillas de aptitud cárnica. Los objetivos específicos que se determinaron fueron evaluar la ganancia diaria de peso, peso inicial y final, altura a la cruz, porcentaje de preñez temprana a primer servicio y porcentaje de presencia de celo.

Materiales y Métodos

Localización

Este estudio se realizó en la subsección Rodeo de la Unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. Se encuentra a una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C con una precipitación anual de 1100 mm. La investigación tuvo una duración de 77 días empezando a mediados de abril del 2023 y terminando a finales de junio del mismo año.

Unidad Experimental

Para la investigación se asignó en dos grupos aleatoriamente 68 vaquillas, 34 en vaquillas encastadas por tratamiento.

Criterios de Inclusión

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

Edades en promedio de 34 meses.

Peso mínimo de 271 kg.

No estar bajo ningún otro tratamiento medicamentoso.

Haber sido palpadas y diagnosticadas por el Médico Veterinario, en su tracto reproductivo como normal.

Condición corporal mínimo de 5.0 y no mayor de 8.0 en la escala de 1 a 9.

Tener vigentes las vacunas contra enfermedades virales reproductivas, así como la serología negativa contra brucelosis y prueba PPD negativa contra tuberculosis (TBC).

Manejo de los Animales

Todos los animales se mantuvieron en un sistema en confinamiento, suministrados bajo dieta proporcionada en forma de ración totalmente mezclada (RTM) y agua *ad libitum*. La dieta se

suministró en una ración de 19.80 kg/día/animal y el complejo de sales minerales se suministró en la dieta con una proporción de 0.15 kg/día/animal.

Se utilizó un ecógrafo modelo BestScan® S9 de BMV technology para determinar preñez. Los productos utilizados fueron de laboratorios Zoetis Argentina: Gonadiol® (Benzoato de estradiol 1 mg/mL); Ciclase® (D-Cloprostenol 263 µg/mL); Cipiosyn® (Cipionato de estradiol 0.5 mg/mL); Novormón® (Gonadotropina coriónica equina eCG 200 UI/mL); Gonasyn® (Gonadorelina 50 µg/mL); Dispositivo Intravaginal Bovino DIB® (1 g de progesterona). Se utilizó una pistola universal de inseminación artificial, termómetro, jeringas, guantes de palpación; todas las aplicaciones se realizaron por vía intramuscular profunda utilizando agujas calibre 18 × 1½ pulgada. El semen utilizado fue importado y su calidad verificada en el Laboratorio de Reproducción Animal de Zamorano. Las inseminaciones fueron realizadas por la misma persona con la finalidad de evitar el efecto de inseminador. Se utilizó parches para facilitar la detección de celo, se les colocó en la parte superficial trasera de la vaca. Se realizó el protocolo del Cuadro 1.

Cuadro 1

Protocolo de inseminación por tratamientos

Tratamiento	n	Protocolo día 0	Protocolo día 8	Protocolo día 10	Día 28
Fosbovi 120 vitaminado	30	DIV-B+ BE 2mg	Retiro DIV-B + 500 µg PGF2α + 0.5 mg/mL ECP + eCG 200ui/mL + parche	IACD parche activado + 50 µg/mL GnRH Vaquilla no celo: 50 µg/mL GnRH a 48-52 horas e IATF	Pos inseminación US Dx preñez
Fosbovi Reproducción crina	32	DIV-B+ BE 2mg	Retiro DIV-B + 500 µg PGF2α + 0.5 mg/mL ECP + eCG 200ui/mL + parche	IACD parche activado + 50 µg/mL GnRH Vaquilla no celo: 50 µg/mL GnRH a 48-52 horas e IATF	Pos inseminación US Dx preñez

Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos, en el tratamiento 1 se utilizó el mineral Fosbovi 120 vitaminado® más dieta convencional y en tratamiento 2 se utilizó Fosbovi reproducción crina® más

dieta convencional. En el Cuadro 2 y 3 se muestran la composición de las dietas por tratamiento y la cantidad suministrada por cada animal. La composición de los minerales se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 2

Tratamiento Fosbovi 120 vitaminado®

Ingredientes	Porcentaje de inclusión	Cantidad (kg)
Ensilaje de Sorgo	61.88	12.25
Harina de Maíz	13.75	2.72
Melaza	5.27	1.04
Fosbovi 120	0.75	0.15
Harina de Coquito	10.31	2.04
Heno	8.022	1.59

Cuadro 3

Tratamiento Fosbovi reproducción crina®

Ingredientes	Porcentaje de inclusión	Cantidad (kg)
Ensilaje de Sorgo	61.88	12.25
Harina de Maíz	13.75	2.72
Melaza	5.27	1.04
Fosbovi Reproducción Crina	0.75	0.15
Harina de Coquito	10.31	2.04
Heno	8.022	1.59

Cuadro 4

Composición de las sales minerales utilizadas en los tratamientos.

Composición	Fosbovi 120 vitaminado®	Fosbovi reproducción crina®
Elemento	Concentración	Concentración
Humedad	5%	5%
Calcio	22%	14%
Vitamina A	500.000.00 UI/kg	
Vitamina D ₃	50.000.00 UI/kg	
Vitamina E	500.00 UI/kg	
Biotina	50.00 mg/kg	
Fósforo	12%	9%
Cromo	19.00 mg/kg	21 mg/kg
Azufre	0.48%	0.50%
Cobalto	74.00 mg/kg	61 mg/kg
Cobre	2.100.00 mg/kg	1500 mg/kg
Yodo	200.00 mg/kg	75 mg/kg
Manganeso	2.500.00 mg/kg	2640.00 mg/kg
Selenio	39.00 mg/kg	21.00 mg/kg
Zinc	5.200.00 mg/kg	4500 mg (min)
Hierro	1.000.00 mg/kg	1800 mg/kg

Composición	Fosbovi 120 vitaminado®	Fosbovi reproducción crina®
Elemento	Concentración	Concentración
vehículo		1.00 kg
D-Limoneno		10000.00 mg/kg
NaCl		36%

Nota. Tomado de SAGRISA; SEMIAGRO

Variables Evaluadas

Desempeño Productivo

Ganancia Diaria de Peso (kg)

Los animales se pesaron al inicio y luego cada 30 días hasta el final de la investigación y con la diferencia se realizó el cálculo respectivo. Se utilizó la fórmula 1:

$$\text{GDP (kg)} = [\text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}] \div \text{días a medición} \quad [1]$$

Peso

El peso es un indicativo primordial a la hora de determinar la etapa donde los animales son aptos para entrar en periodo de monta, esta variable se evaluó con intervalos de 30 días entre cada pesaje donde se calculó el peso inicial, a mitad de tratamiento y final de los animales. Se utilizó una balanza de Gallagher W-0.

Altura a la Cruz

Permite cuantificar la altura a la cruz final determinando el desarrollo del animal en ambos tratamientos. Se tomo la altura inicial y luego una medición cada 30 días.

Condición Corporal

Diversos estudios afirman que la condición corporal es uno de los principales factores que influyen en la tasa de preñez, el estro y los intervalos entre partos (Hazard 2009). Como criterio de inclusión, se evaluó la condición corporal en una escala del 1 al 9, con el objetivo de asegurar que los animales estuvieran en óptima condición corporal al momento del parto. En esta escala, el valor mínimo aceptable es 5, mientras que el valor máximo recomendable es 8. Para evaluar esta variable, se utilizó una escala de 1-9 para condición corporal de ganado de carne.

Desempeño Reproductivo

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (%)

Este parámetro se evaluó haciendo uso de la ultrasonografía de tiempo real B a los 28 días. La inseminación artificial se realizó aplicando un protocolo de sincronización de celo y ovulación (Figura 1) con inseminación artificial a celo detectado, las vaquillas que no presentaron celo en las primeras 52 horas fueron inseminadas a tiempo fijo. Para sacar este porcentaje se utilizó la siguiente formula [2]:

$$\text{Porcentaje de preñez (\%)} = \left(\frac{\text{Número de vacas servidas}}{\text{Número de vacas preñadas}} \right) \times 100 \quad [2]$$

Porcentaje de Presencia de Celos

Este es conocido como estro en el ciclo estral o período en el cual se presenta el celo en el animal. El estro en bovinos tiene una duración de 12 a 24 horas. Para medir esta variable se utilizó una persona encargada de detectar el celo luego de realizar el protocolo de sincronización, de esta manera realizar inseminaciones a celo detectado y determinar la eficacia de los tratamientos. Además, se utilizó parches para facilitar la detección de celo, colocados en la parte superficial trasera de la vaca.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos con 34 unidades experimentales por tratamiento. Para el análisis de los datos, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas en el tiempo y un modelo lineal general (GLM); separación de medias aplicando prueba de rangos múltiples Student Newman Keuls (SNK); para verificar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett. Los valores porcentuales de preñez y presencia de celo fueron analizados con la prueba de distribución de frecuencias Chi-cuadrado, en esta variable se utilizó 30 unidades experimentales para el tratamiento Fosbovi 120 vitaminado® y para Fosbovi Reproducción crina® se utilizó 32 unidades experimentales, debido a que se hizo una selección por condición

corporal y peso. Se utilizó una prueba T Student para la variable peso inicial y final. El valor de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$ utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS versión 9.4)

Resultados y Discusión

Ganancia Diaria de Peso (kg)

Se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en la variable ganancia diaria de peso entre los dos tratamientos (Cuadro 5) para el primer período comprendido por 30 días; siendo Fosbovi reproducción crina® el cual mostró mejor resultado con ganancias diaria de peso de 2.51 kg. Esta diferencia se puede deber a una ganancia compensatoria por parte de las unidades experimentales. Como menciona Ojeda et al. (2007) este es un rápido incremento debido a que los animales son suministrados con alimentos que satisfacen sus necesidades luego de un período de restricción nutricional ya sea por alguna patología o condiciones ambientales. Además, demuestra que la suplementación mineral en este caso aportó a aumentar la ganancia diaria de peso. Para el segundo período no se encontró diferencia ($P > 0.05$). Esto se debe a que los animales luego a su aumento acelerado de peso en el primer período mantuvieron sus ganancias de manera regular. Como menciona Depablos et al. (2011) en su investigación que al momento de los animales acercarse a su peso adulto hay una desaceleración del crecimiento. Esto aunado con la edad que presentan los animales es mayor a lo que recomienda la literatura para primer servicio (Hugo y Fransinelli 2014 Peralta 1983).

Los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por Fuentes y Rizo (2015) quienes obtuvieron ganancia diarias de peso de 1.35 kg utilizando un complejo de sales minerales en su dieta, para el primer período ambos tratamientos obtuvieron mejores resultados. Por otra parte, en el período dos no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos lo cual difiere con lo obtenido por Díaz y Tapia (2016) quienes obtuvieron diferencias significativas en el segundo período de sus tratamientos.

Cuadro 5

Ganancia diaria de peso (kg) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®

Tratamiento	Días				GPA	EE±
	30	EE±	60	EE±		
Fosbovi 120 vitaminado®	1.74	0.15	0.84	0.05	0.81	0.03
Fosbovi reproducción crina®	2.51	0.12	0.62	0.05	0.87	0.04
Valor de P	<0.0001		0.1437		0.3575	

Nota. EE: error estándar, GPA: ganancia de peso acumulada, $P \leq 0.05$

Peso

En la evaluación de pesos no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en ninguno de los tratamientos (Cuadro 6); esto se atribuye a que los animales fueron suplementados con una dieta similar donde el único diferencial fue compuesto de minerales. Los animales fueron llevados a servicio sobre un peso óptimo, tomando en cuenta que Grajales et al. (2006) mencionan un peso a la pubertad de 400 kg en animales cebuinos, el peso a pubertad es de gran importancia ya que según López et al. (2011), este condiciona la edad a primer servicio de los animales. De igual forma estos valores superan los obtenidos por Catucuamba (2017b), que muestra datos de 388.1 kg en el peso de monta utilizando la sal mineral Fosbovi reproducción crina®

Cuadro 6

Pesos (kg) a días de medición por tratamiento de vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®

Tratamiento	Días					
	0	EE±	30	EE±	60	EE±
Fosbovi 120 vitaminado®	412.88	9.65	443.76	10.59	478.88	11.10
Fosbovi reproducción crina®	415.70	9.71	460.14	10.61	486.11	10.50
Valor de P	0.8476		0.2656		0.6225	

Nota. EE: error estándar, $P \leq 0.05$

Altura a Nivel de la Cruz

La altura a la cruz en ambos tratamientos no se obtuvo diferencias ($P > 0.05$; Cuadro 7), independientemente de la composición racial y edad de los animales en ninguno de los dos tratamientos se vio un aumento de la variable. La altura promedio obtenida por los animales fue de

1.34 cm al obtener este resultado se observa que los animales han llegado a su máximo desarrollo, donde independientemente la dieta no se observa un aumento en la altura de los animales.

Cuadro 7

Altura a nivel de la cruz (cm) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi reproducción crina® y Fosbovi 120 vitaminado®

Tratamiento	Días					
	0	EE±	30	EE±	60	EE±
Fosbovi 120 vitaminado®	1.34	0.01	1.34	0.01	1.35	0.01
Fosbovi reproducción crina®	1.34	0.01	1.34	0.01	1.44	0.01
Valor de P	0.9438		0.9719		0.6344	

Nota. EE: error estándar, $P \leq 0.05$

Condición Corporal

No se encontró diferencia ($P > 0.05$), se pudo observar que todos los animales obtuvieron una media ideal de condición corporal para primer servicio (Cuadro 8). En ambos tratamientos la menor condición corporal encontrada fue de 7.5 representando un 16% de las observaciones realizadas. La actividad reproductiva de los animales está estrechamente vinculada a su condición corporal, Dejarnette et al. (2001) obtuvieron mejores índices de preñez y detección de celo en vaquillas con una condición corporal superior a 5.5 (escala 1-9).

Cuadro 8

Condición corporal (escala de 1 a 9) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral Fosbovi reproducción crina® y Fosbovi 120 vitaminado®

Tratamiento	Días			
	30	EE	60	EE
Fosbovi 120 vitaminado®	8.07	0.08	8.09	0.09
Fosbovi reproducción crina®	7.95	0.06	8.18	0.06
Valor de P	0.2691		0.4137	

Nota. EE: error estándar, $P \leq 0.05$

Valor Medio de Preñez Acumulada

Las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas ($P > 0.05$; Cuadro 9), en la variable de preñez acumulada. Los resultados obtenidos son superiores a los que muestra Menjivar y Barahona (2009), quienes obtuvieron porcentajes de preñez de 38.33% con implante intravaginal DIV-

B e inseminación artificial. De acuerdo con la investigación realizada por Velásquez (2021), que utiliza el mismo protocolo de inseminación, los porcentajes de preñez fueron del 45.52% siendo estos menores a los obtenidos por ambos de los tratamientos suministrados. Los resultados obtenidos en la investigación se asemejan a los valores de Pérez (2007), que presenta un 54.8% de preñez al utilizar CIDR en su tratamiento similar al valor promedio medio en este estudio de 53.12%. Además, Cates y Christensen (1983) destacan una mejora en la eficiencia reproductiva por efecto de la suplementación mineral.

Cuadro 9

Preñez acumulada (%) en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica suplementadas con el mineral

Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina®

Tratamiento	n	% Preñez
Fosbovi 120 vitaminado®	15	50.00
Fosbovi reproducción crina®	18	56.25
Valor de P		0.6221

Nota. n: número de animales, $P \leq 0.05$

Presencia de Celos

Las diferencias entre los tratamientos fueron significativas para el intervalo de las primeras 24 horas, siendo Fosbovi reproducción crina® el tratamiento con mejores resultados (Cuadro 10). Según Kumar et al. (2011) los minerales son un componente indispensable en la ración de los animales ya que juegan un papel importante en la actividad endocrina lo que indica un mejor funcionamiento hormonal, que puede repercutir en la presencia de celo más temprana, según su concentración en la dieta. Para los intervalos de 48 y 60 horas no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

Cuadro 10

Presencia de celo (%) entre ambos tratamientos en intervalos de tiempo de 24, 48 y 60 horas en vaquillas de reemplazo de aptitud cárnica

Tratamiento	24 horas	48 horas	60 horas
Fosbovi 120 vitaminado®	6.67 (2/30)	64.29 (18/28)	90 (9/10)
Fosbovi reproducción crina®	28.13 (9/32)	65.22 (15/23)	87.5 (7/8)
Valor de P	0.0271	0.9448	0.8668

Nota. P ≤ 0.05

Conclusiones

La suplementación con Fosbovi reproducción crina® mostró un mejor desempeño en la ganancia diaria de peso en el primer período de las vaquillas de aptitud cárnica evaluadas, sin embargo, para altura a la cruz y la condición corporal fueron similares los resultados entre tratamientos.

Bajo las condiciones de este estudio el desempeño reproductivo, para la variable porcentaje de preñez fue similar para los dos tratamientos; sin embargo, para el porcentaje de presencia de celo el tratamiento Fosbovi reproducción crina® presentó mejores resultados para las primeras 24 horas.

Recomendaciones

Evaluar el desempeño de Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina® bajo condiciones de pastoreo.

Evaluar los minerales Fosbovi 120 vitaminado® y Fosbovi reproducción crina® en vacas multíparas.

Referencias

- Aréchiga C, Cortés Z, Hernández P, Flores G, Rochín F, Ruiz E. 2019. Revisión: función y regresión del cuerpo lúteo durante el ciclo estral de la vaca. *Abanico Veterinario*; [consultado el 30 de jun. de 2023]. 9:1–21. en. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/215>.
- Ayala DC, Castillo OJ. 2010. Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Zamorano. 20 p; [consultado el 30 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/02bc8ca5-59b1-4d21-a7d2-833742408c59/content>.
- Cates WF, Christensen DA. 1983. The effect of nutrition on conception rate in beef cows at Cumberland house, Saskatchewan. *Can Vet J.* 24(5):145–147. eng. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1790328/?page=3>.
- Catucuamba LS. 2017a. Evaluación del efecto de las sales minerales Nutriplex® y Fos Reprodução® para la ganancia diaria de peso, desarrollo del tracto reproductor y desempeño reproductivo en vaquillas [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 25 p; [consultado 1/28/23] <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/15723bb3-1a6f-4a96-922b-1580b7239ed2/content>.
- Catucuamba LS. 2017b. Evaluación del efecto de las sales minerales Nutriplex® y Fos Reprodução® para la ganancia diaria de peso, desarrollo del tracto reproductor y desempeño reproductivo en vaquillas [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Universidad Zamorano. 25 p; [consultado el 7 de oct. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/15723bb3-1a6f-4a96-922b-1580b7239ed2/content>.
- Cseh S. 2015. Deficiencias minerales en bovinos para carne. Diagnóstico, caracterización y control. *MSKN.* 6:143–148. es. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/656>.
- Dejarnette JM, Day ML, House RB, Wallace RA, Marshall CE. 2001. Effect of GnRH pretreatment on reproductive performance of postpartum suckled beef cows following synchronization of estrus using GnRH and PGF2alpha. *J Anim Sci.* 79(7):1675–1682. eng. doi:10.2527/2001.7971675x.
- Depablos L, Colina Y, Vargas D, Saddy J. 2011. Utilización de diferentes suplementos en la alimentación de hembras vacunas mestizas en crecimiento estabulado. *Zootecnia Tropical*; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 4(29):435–443. <https://ve.scielo.org/pdf/zt/v29n4/art05.pdf>.
- Díaz MG, Tapia GR. 2016. Ganancia diaria de peso y evaluación del desarrollo del aparato reproductor en vaquillas comparando Nutriplex® y Fós Reprodução® como sales minerales [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Zamorano. 17 p; [consultado el 7 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a71c4fe2-5306-4d91-b235-203916e9d80f/content>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2016. Ganadería de América Latina y el Caribe puede jugar rol clave en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible | FAO: FAO; [actualizado el 28 de ene. de 2023; consultado el 28 de ene. de 2023]. es. <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/421098/>.

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2021. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: La FAO y SAG realizaron la integración oficial de la Plataforma Nacional de Ganadería Sostenible | FAO en Honduras | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. FAO; [actualizado 8/7/21; consultado el 28 de ene. de 2023]. fr. <https://www.fao.org/honduras/noticias/detail-events/fr/c/1415775/>.
- Fuentes D, Rizo J. 2015. Evaluación del desempeño productivo de vaquillas estabuladas utilizando Profosmin Vita. [Tesis de pregrado]. Honduras: Universidad Zamorano; [consultado el 6 de jul. de 2023]. <https://docplayer.es/91576527-Evaluacion-del-desempeno-productivo-de-vaquillas-estabuladas-utilizando-profosmin-vita-diego-alberto-fuentes-campollo-jason-alberto-rizo-gonzalez.html>.
- Garmendia. 2007. Los minerales en la reproducción bovina. Argentina; [consultado 1/28/23]. 6 p. https://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/34-minerales_en_reproduccion.pdf.
- Góngora A, Hernández A. 2007. El posparto en la vaca. Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia; [consultado el 28 de ene. de 2023]. 54(1):25–42. <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407642324006.pdf>.
- Grajales H, Hernández A, Prieto E. 2006. Age and weight at puberty and their relation with reproductive efficiency of cattle breeds in the Colombian tropics. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [actualizado el 12 de dic. de 2008; consultado el 14 de jul. de 2023]. <http://www.lrrd.org/lrrd18/10/graj18139.htm>.
- Hall J, Seay W, Baker S. 2005. Production cycle nutrition and nutrient requirements of cows, pregnant heifers and bulls. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 7 de ene. de 2023]. 8 p. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/50694/400-012.pdf>.
- Hazard S. 2009. Importancia de la nutrición en la reproducción de las vacas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 14 de jul. de 2023]. 7 p. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2017/07/IMPORTANCIA-DE-LA-NUTRICION-EN-LA-REPRODUCCION-DE-LAS-VACAS-LECHERAS.pdf>.
- Hugo J, Fransinelli C. 2014. Cría y recría de bovinos. Argentina: Universidad de San Luis; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 50 p. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/177-TextoCriaRecria.pdf.
- Kumar S, Kumar A, Ahmed W, Kumar D. 2011. Importance of micro minerals in reproductive performance of livestock. Veterinary world; [consultado el 15 de jul. de 2023]. 4(5):230–233. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c72f5f4416f4b82a3495eaa5238ca9a0f906fdf3>.
- López S, Robson C, Menchón P. 2011. Estudio de la precocidad sexual de vaquillas en cabañas de la raza Brahman. Su potencial utilización en programas de mejora genética. Argentina: [sin editorial]; [consultado el 14 de jul. de 2023]. 28 p. https://www.researchgate.net/profile/Sebastian-Lopez-Valiente/publication/273140128_Estudio_de_la_precocidad_sexual_de_vaquillas_en_cabanas_de_la_raza_Brahman_Su_potencial_utilizacion_en_programas_de_mejora_genetica/links/54f9bcf90cf29a9fbd7c5152/Estudio-de-la-precocidad-sexual-de-vaquillas-en-cabanas-de-la-raza-Brahman-Su-potencial-utilizacion-en-programas-de-mejora-genetica.pdf.
- Menjivar RJ, Barahona E. 2009. Efecto de los implantes intravaginales nuevos o usados y de dos tiempos de retiro sobre el porcentaje de preñez en vacas de c [Proyecto Especial de Graduación].

- Honduras: Universidad Zamorano. 22 p; [consultado el 7 de sep. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5b7d6cff-c106-4394-9f15-398d7b411e49/content>.
- Murphy BD. 2012. Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool; [consultado el 30 de jun. de 2023]. 9(3):223–230. [http://cbra.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v9n3/pag223-230\(AR492\).pdf](http://cbra.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v9n3/pag223-230(AR492).pdf).
- Ojeda A, Molina F, Carmona D. 2007. Crecimiento compensatorio una estrategia de manejo de la disponibilidad de pastura. *Zootecnia Tropical*; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 25(3). https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/30-Articulo-4.pdf.
- Peralta J, Aké J, Centurión F, Magaña J. 2010. Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. Mérida, Yucatán: Facultad de Medicina Veterinaria. 7 p; [consultado el 29 de jun. de 2023]. <https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n2/v26n2a4.pdf>.
- Peralta R. 1983. Servicio en vaquillonas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 3 p. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/28-servicio_vaquillonas.pdf.
- Pérez J. 2007. Tasa de preñez en vacas con dispositivos intravaginales CIDR® nuevos y usados dos o tres veces por siete días, en la Hacienda Santa Elisa, El Paraíso, Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Universidad Zamorano. 21 p; [consultado el 7 de oct. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cc35c37f-f00e-4c3f-92ff-582730a70eb9/content>.
- Rivas J, Rossini M, Salvador A. 2006. Indicadores Clínicos como Respuesta a la Suplementación Parenteral en Vacas Brahman Primíparas Durante la Pretemporada de Monta. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 47(2).
- Robson C, Aller J, Callejas S, Cabodevila J, Alberio R. 2007. Factores que afectan el anestro postparto en bovinos. [consultado el 25 de jun. de 2023]. 16 p. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/96-anestro.pdf.
- SAGRISA. [consultado el 9 de feb. de 2023]. FOSBOVI 120 vitaminado. <https://sagrisa.com/producto/veterinaria/fosbovi-120-vitaminado-20-kg>.
- Salgado R, Vergara M, Vergara O. 2015. Impacto de la utilización de inseminación artificial con detección de celo e inseminación artificial a término fijo en vacas mestizas manejadas bajo el sistema doble propósito; [consultado el 6 de abr. de 2023]. XXV(1):57–62. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95934122009.pdf>.
- SEMIAGRO. 2017. FOSBOVI reproducción crina. [consultado el 9 de feb. de 2023]. <https://semiagro.com/supersemiagro/productos/fosbovi-reproduccion-crina-20-kg/>.
- Velásquez O. 2021. Efecto del día de retiro (siete versus ocho) del implante intravaginal sobre el porcentaje de preñez y diámetro folicular en vacas Brahman y encastes [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Universidad Zamorano. 30 p; [consultado el 7 de sep. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8637ad13-c543-4b74-99d6-e35b33b2ada4/content>.

Anexos

Anexo A

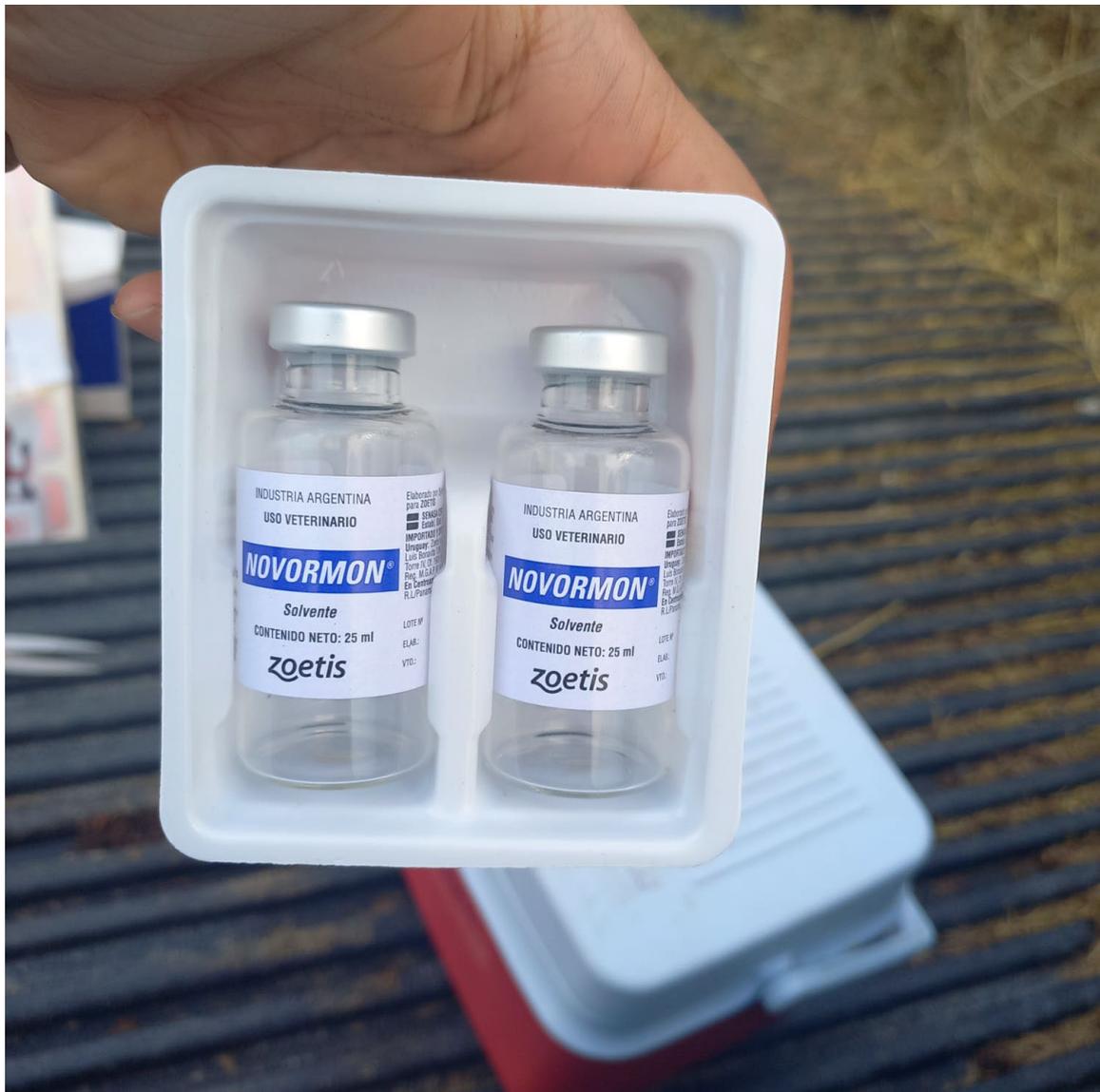
Implantación del Dispositivo intravaginal DIV-B



Anexo B*Benzoato de estradiol*

Anexo C

Gonadotropina coriónica Equina



Anexo D*Cipionato de Estradiol*

Anexo E

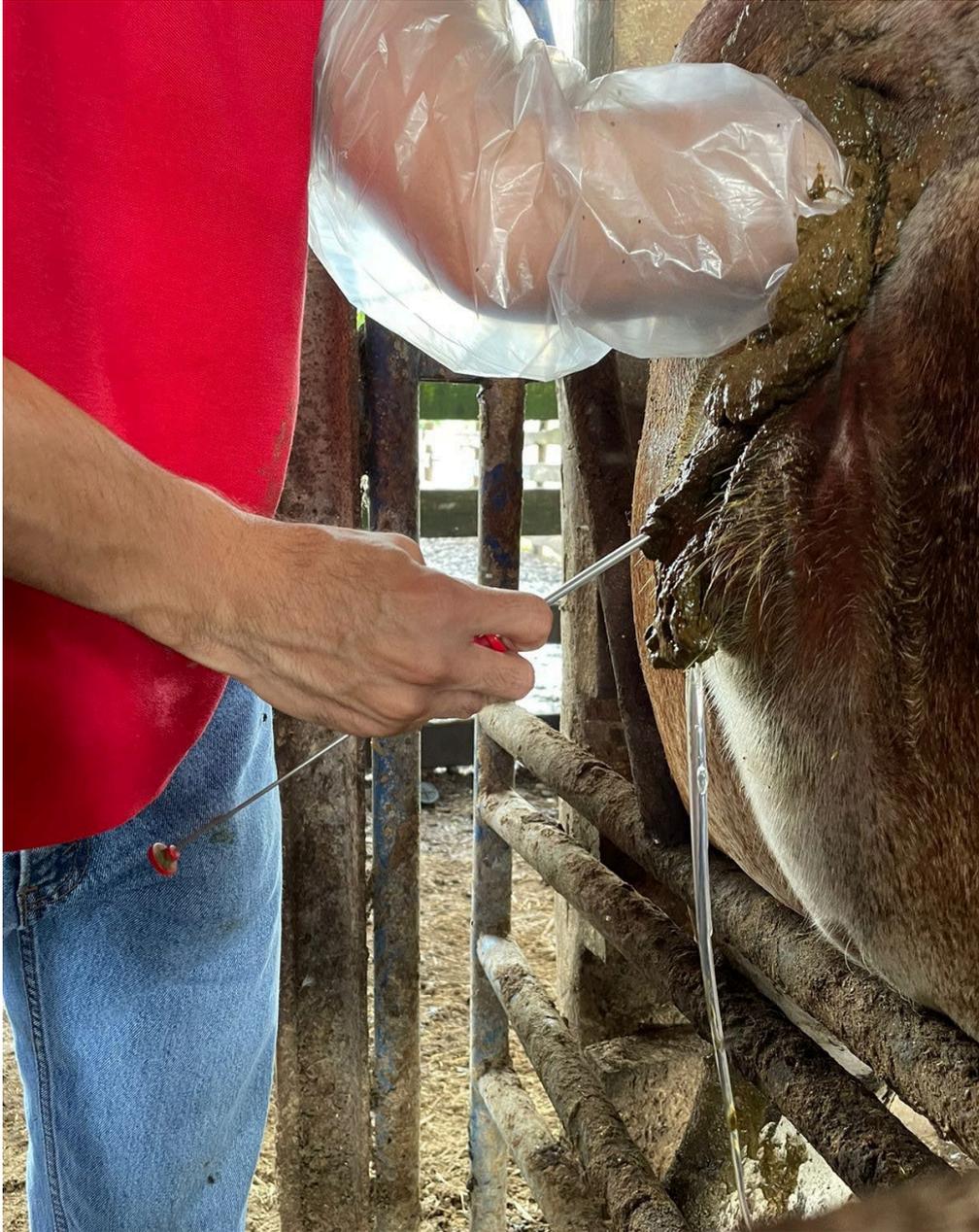
Parche detector de celo



Anexo F*Detección de celo*

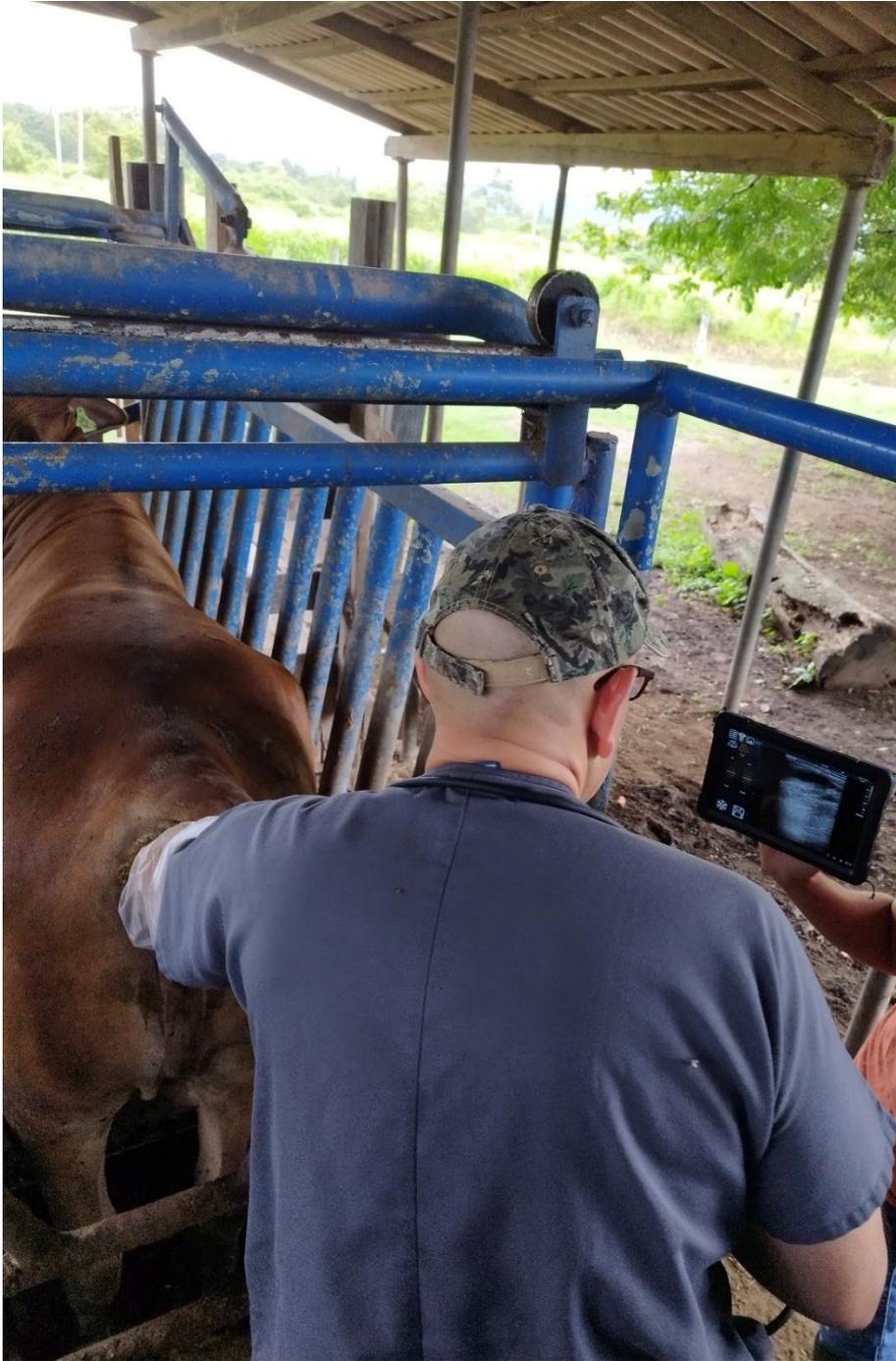
Anexo G

Inseminación artificial



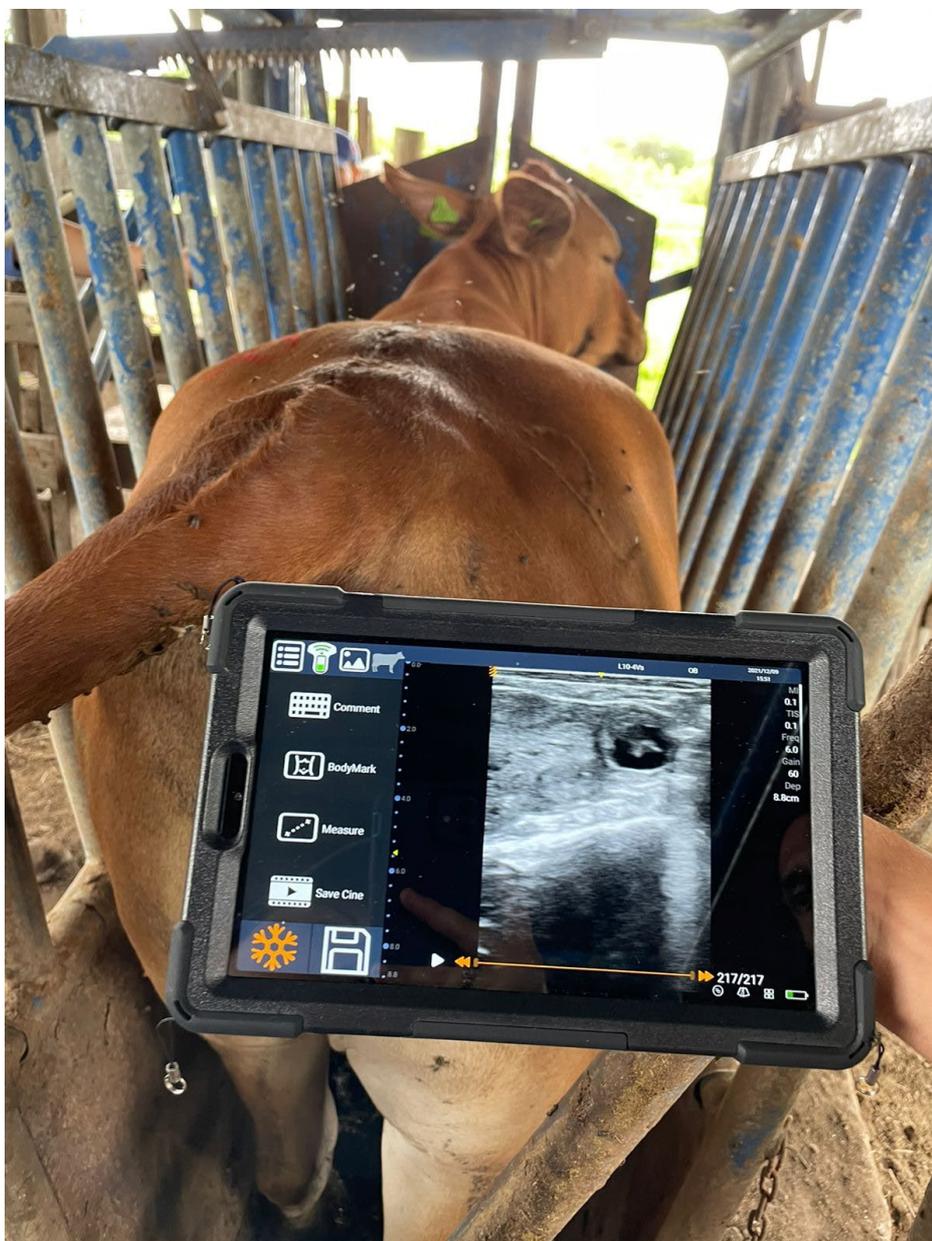
Anexo H

Palpación de los animales



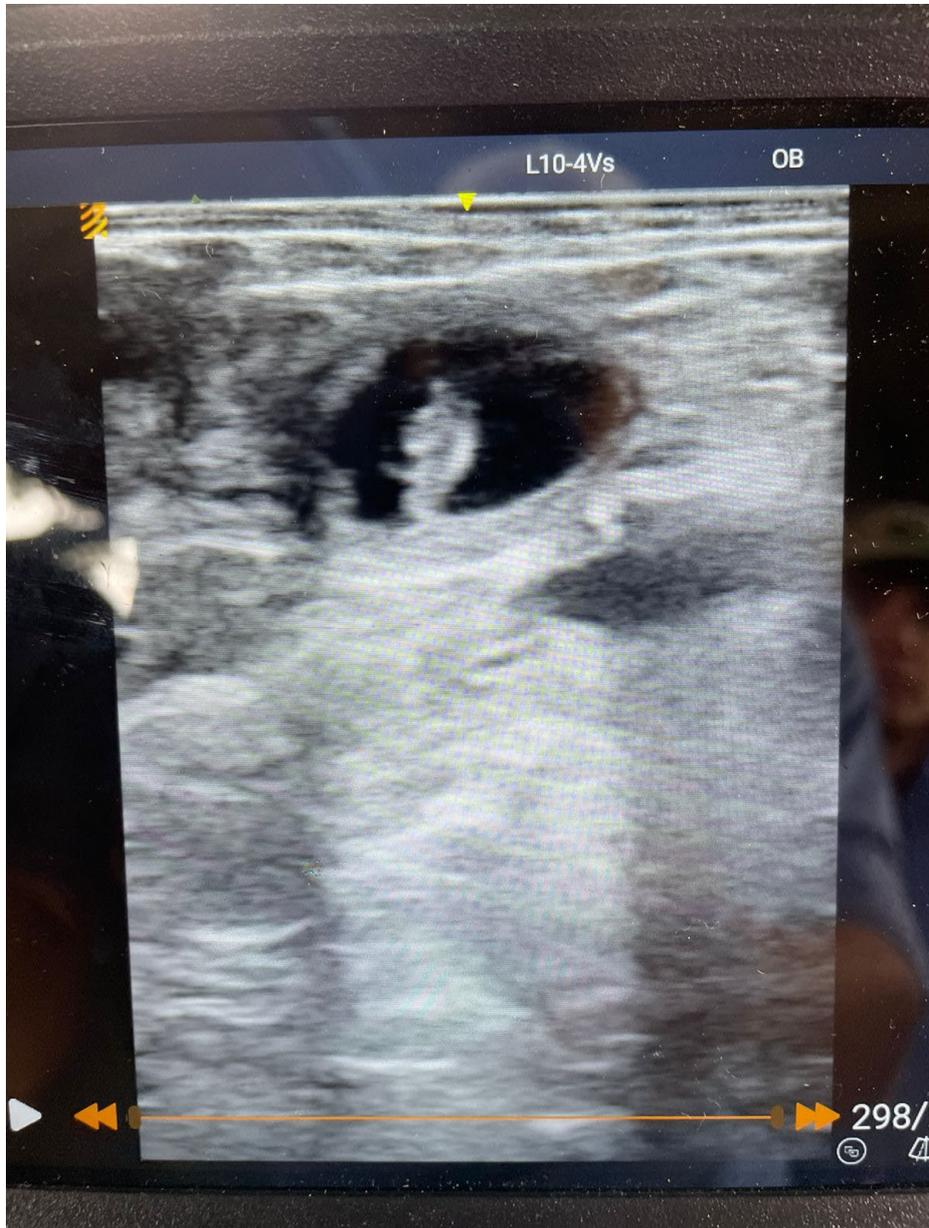
Anexo I

Preñez confirmada



Anexo J

Imagen de ultrasonido



Anexo K

Ecógrafo

