



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO**

---

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO**

**PRODUCCIÓN DE ENSILADO DE SORGO CON Y SIN  
FERTILIZAR Y SU EFECTO EN LA RESPUESTA OVÁRICA DE  
VACAS BRAHMAN**

**TESINA**

QUE PRESENTA:

**GERARDO ANALCO CISNEROS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:


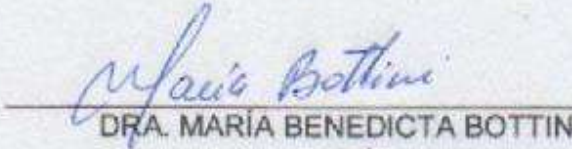
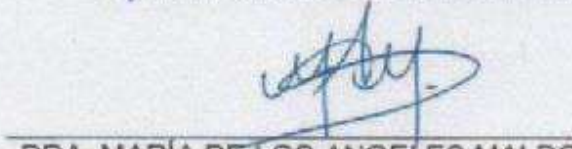


**MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO**

CUAJINICUILAPA, GUERRERO. FECHA



LA TESINA TITULADA, **PRODUCCIÓN DE ENSILADO DE SORGO CON Y SIN FERTILIZAR Y SU EFECTO EN LA RESPUESTA OVÁRICA DE VACAS BRAHMAN**, REALIZADA POR EL ALUMNO MVZ. GERARDO ANALCO CISNEROS, BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ TUTORAL INDICADO Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO**

DIRECTOR	 DR. ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA
CODIRECTOR	 DRA. MARÍA BENEDICTA BOTTINI LUZARDO
ASESOR	 DRA. MARÍA DE LOS ANGELES MALDONADO PERALTA
ASESOR	 DR. PAULINO SÁNCHEZ SANTILLÁN
ASESOR	 DR. JOSÉ LUIS VALENZUELA LAGARDA

---

## DEDICATORIAS

A mi padre Dios, por darme el precioso regalo del estudio, poder realizar un posgrado y suplirme de apoyo incondicional a través de mi esposa e hijos y los doctores que me formaron en el camino del aprendizaje que es interminable.

A mi esposa, Nallely por su apoyo incondicional en las dificultades, su paciencia en la escasez, mi ayuda idónea, su aliento cuando pensé desmayar, mi esposa amada. A mis hijos, Luis Gerardo, Ignacio Abiud y Amaris Nallely por ser motivación de terminar este posgrado, mis compañeros de tareas, de desvelos, por brindarme alegría, fuerzas cuando no había, para realizar los trabajos escolares lo mejor posible y obtener buenas calificaciones.

A mi madre Luz Evelia y a mi hermano Julio Cesar por el apoyarme con el ultrasonido para poder realizar los diagnósticos de campo. Mi hermano Simón por estar pendiente en todo el posgrado a alguna necesidad, por las palabras de ánimo, y el apoyo económico brindado.

---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarme los estudios de posgrado y suplir todas las necesidades en este transitar del estudio y aprovecharlo al máximo.

Al CONACyT por el financiamiento de este posgrado y poder terminarlo sin contratiempos económicos, mediante el número de beca 965215. A mi alma Mater Universidad Autónoma de Guerrero, UAGro., por abrirme las puertas de las aulas nuevamente y poder recibir la enseñanza de posgrado. Al Dr. Adelaido Rafael Rojas García por defender y velar mis derechos universitarios como mi TUTOR, por su paciencia como director de la investigación y el aporte de su experiencia en mi formación y los doctores que supieron guiarme con su paciencia, conocimiento y experiencia.

Familia Añorve Sánchez por el apoyo incondicional, el tiempo invertido, el apoyo con material de trabajo, el permitir realizar y costear esta investigación en su unidad de producción pecuaria, realizar la primera estancia profesional, muchas gracias doña Naty, Médico Misael y su hijo Alberto.

Ing. Pedro Salinas Soto agradecido por el apoyo económico brindado en el posgrado, así como permitirme realizar una estancia en su unidad de producción. Dr. Rogelio Rivera Mora su ayuda fue de mucha importancia para poder iniciar este posgrado, que se abrieran las puertas, muchas gracias. A especialistas en reproducción RECA por permitirme realizar la tercera estancia profesional.

A mis amigos bastantes son, pero todos ustedes fueron parte fundamental, por el apoyo desinteresado que me brindaron, por el tiempo, el apoyo económico, por esas palabras de aliento en momentos de aflicción.

---

## CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3 HIPÓTESIS .....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.5 LITERATURA CITADA.....	6
CAPÍTULO 2.....	8
2.1 RENDIMIENTO, CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE SORGO CON Y SIN FERTILIZACIÓN Y CALIDAD DE ENSILADOS .....	8
2.1.1 ABSTRACT.....	9
2.1.2 RESUMEN.....	9
2.1.3 INTRODUCCIÓN.....	10
2.1.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
2.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
2.1.6 CONCLUSIONES .....	21
2.1.7 LITERATURA CITADA.....	21
2.2 OVARIAN RESPONSE IN BRAHMAN COWS IN POSTPARTUM ANESTRUS FED WITH ENSILED OF SORGHUM .....	25
2.2.1 ABSTRACT.....	26
2.2.2 INTRODUCTION .....	27
2.2.3 MATERIALS AND METHODS .....	28
2.2.4 RESULTS AND DISCUSSION .....	32
2.2.4 CONCLUSION.....	35
2.2.5 CITED LITERATURE.....	35
CAPÍTULO 3 .....	40

---

3.1	CURSO-TALLER A PRODUCTORES. MANEJO DE LA VACA POSTPARTO	40
3.1.1	RESUMEN .....	40
3.1.2	INTRODUCCIÓN .....	40
3.1.3	OBJETIVO .....	41
3.1.3.1	Objetivo general.....	41
3.1.3.2	Objetivo particular.....	41
3.1.4	DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS .....	41
3.1.5	CONCLUSIONES .....	42
3.1.6	RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES.....	42
3.1.7	EVIDENCIAS .....	43
3.1.8	LITERATURA CITADA.....	43
3.2	PRIMERA ESTANCIA PROFESIONAL RANCHO LOS LAURELES .....	44
3.2.1	RESUMEN .....	44
3.2.2	INTRODUCCIÓN .....	45
3.2.3	OBJETIVO .....	46
3.2.3.1	Objetivo general.....	46
3.2.3.2	Objetivo particular .....	46
3.2.4	DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS .....	46
3.2.4.1	Beceros recibidos en becarrera .....	46
3.2.4.2	Destete en becerras.....	46
3.2.4.3	Salida a potrero.....	47
3.2.4.4	Manejo reproductivo de vacas de ordeño .....	47
3.2.5	CONCLUSIONES .....	47
3.2.6	RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES.....	47
3.2.7	EVIDENCIAS .....	47

---

3.2.8 LITERATURA CITADA.....	48
3.2 SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL RANCHO SANTA ISAURA ...	49
3.3.1 RESUMEN .....	49
3.3.2 INTRODUCCIÓN .....	50
3.3.3 OBJETIVO .....	50
3.3.3.1 Objetivo general.....	51
3.3.3.2 Objetivos particulares.....	51
3.3.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS .....	51
3.3.4.1 Manejo de crías al nacimiento .....	51
3.3.4.2 Destete, descorne y ferrado de crías .....	51
3.3.4.3 Registro de producción láctea.....	52
3.3.4.4 Manejo de la vaca postparto .....	52
3.3.4.5 Inseminación artificial.....	52
3.3.4.6 Sincronización de ganado .....	53
3.3.4.7 Diagnostico de gestación .....	53
3.3.4.8 Elaboración de calendario de vacunación y desparasitación.....	53
3.3.5 CONCLUSIONES .....	54
3.3.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES.....	54
3.3.7 EVIDENCIAS .....	54
3.3.8 LITERATURA CITADA.....	55
3.3 TERCERA ESTANCIA PROFESIONAL ESPECIALISTAS EN REPRODUCCIÓN RECA S.A de C.V ...	57
3.4.1 RESUMEN .....	57
3.4.2 INTRODUCCIÓN .....	57
3.4.3 OBJETIVOS.....	58
3.4.3.1 Objetivo general .....	58
3.4.3.2 Objetivo particular.....	58
3.4.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS.....	58

---

3.4.5 CONCLUSIONES .....	59
3.4.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES.....	59
3.4.7 EVIDENCIAS .....	60
3.4.8 LITERATURA CITADA.....	60



---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Datos temperatura máxima, mínima (°C) y precipitación (mm) durante el periodo de estudio de 2018.....	12
<b>Cuadro 2.</b> Rendimiento de forraje y características agronómicas de sorgo con y sin fertilización para ensilado.....	16
<b>Cuadro 3.</b> Análisis nutricional de los componentes de plantas de sorgo con y sin fertilización para ensilado.....	18
<b>Cuadro 4.</b> Análisis nutricional de los ensilados de sorgo con y sin fertilización.....	20
<b>Table 1.</b> Bromatological analysis of the ensiled of sorghum with fertilization (T1) and without fertilization (T2) at sowing.....	29
<b>Table 2.</b> Monthly average in kg of dry matter (DM) of the ensiled of sorghum offered/animal/day to cows in early postpartum period.....	30
<b>Table 3.</b> Number of cows with corpus luteum and pre-ovulatory follicle size (mm) of Brahman cows in postpartum anestrus fed with ensiled of sorghum of fertilized sowing (T1) and of sowing of sorghum without fertilize (T2). .....	34

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Capacitación a productores.....	43
<b>Figura 2.</b> Diagnostico reproductivo a través de ultrasonografía.....	43
<b>Figura 3.</b> Becrerras con animales con dos meses de destete.....	48
<b>Figura 4.</b> Becerros en potrero alimentados con ensilado de sorgo.....	48
<b>Figura 5.</b> Descorne de becerros y revisión ecográfica en vacas.....	54
<b>Figura 6.</b> Termos criogénicos con semen RECA para entrega en la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca.....	60

---

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

En el mundo la ganadería es de suma importancia ya que emplea y sustenta a muchas familias. Los pilares fundamentales de cualquier sistema de producción animal son la nutrición, reproducción, sanidad, bienestar animal, genética y recursos humanos (Meléndez y Bartolomé, 2017). Las condiciones medio ambientales del trópico caracterizadas por épocas de sequía muy intensas, junto con sistemas de alimentación en pastoreo continuo de pasturas deficientes, con baja disponibilidad de materia seca o de nutrientes y poca o ninguna suplementación, constituyen los principales factores que afectan el balance nutricional (Mejía *et al.*, 2004).

El sorgo se considera una fuente de materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para bovinos. Presenta características de adaptación y calidad de forraje de potencial importancia para la zona de temporal, ya que es un cultivo que requiere menos agua que el maíz; además, su valor nutricional es igual o ligeramente superior en comparación al maíz, y con una respuesta productiva superior (Bolaños *et al.*, 2012). Una de las partidas prioritarias para producir alimentos es el uso de fertilizantes, en especial los nitrogenados, ya que el nitrógeno es el elemento más restrictivo en el crecimiento de las plantas (Espinosa *et al.*, 2002).

El ensilaje es un método de conservación de forrajes con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje, expulsión del aire y fermentación, que permiten el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje (Fernández-Paredes *et al.*, 2017). El valor nutritivo y la ingestión del forraje ensilado depende, entre otros factores de la especie forrajera (gramíneas o leguminosas), digestibilidad (relacionada con la fibra neutro detergente y estado de madurez), el tipo de fermentación (butírica y/o láctica), la cual está directamente relacionada con la ensilabilidad del forraje a conservar, conservación y apertura del silo (Salcedo, 2007).

---

El ensilado por sí solo, puede ser un buen alimento para mantenimiento de los rumiantes. Esto, siempre y cuando la vaca se encuentre en buen estado corporal, es decir, condición corporal no menor de 3 (escala 1 a 5) (Carrasco *et al.*, 2011). El equilibrio en los nutrientes, energía, proteína, vitaminas, minerales y agua deben estar en disposición de los animales, la manera de medir el balance nutritivo es a través de la condición corporal (CC). La CC ejerce una influencia sobre la actividad ovárica, los mejores resultados de gestación se obtienen cuando la CC está en los valores intermedios, de 2 a 3 en la escala de 1 a 5 (Oyuela y Jiménez, 2010).

La aplicación de estrategias alimenticias, la reducción de pérdidas de peso postparto o las ganancias de masa corporal y eventualmente de condición corporal, pueden contribuir en la activación de los mecanismos secretorios hormonales implícitos en la dinámica folicular ovárica (Domínguez *et al.*, 2007). El sistema de desarrollo folicular ovárico en la hembra bovina se encuentra bajo el control del sistema endocrino y paracrino en el que intervienen las hormonas gonadotrópicas (Tovío-luna y Duica-Amaya, 2012). La baja disponibilidad de energía podría interferir en el retraso del ciclo estral (Analco-Cisneros *et al.*, 2020).

---

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

En el estado de Guerrero, la producción de ganado bovino se realiza en el trópico seco bajo sistemas de pastoreo extensivo. Estos sistemas se caracterizan por ser de baja calidad, provocando una mala nutrición, vacas anéstricas e incluso ocasionan la muerte del bovino debido al balance energético negativo. Uno de los objetivos en los sistemas de producción bovino es producir una cría por año. Para alcanzar estos parámetros las vacas deben tener una condición corporal de 2 a 3.

Bajo este escenario es esencial buscar alternativas que ayuden al productor a evitar las problemáticas ya mencionadas. Una alternativa es el uso de ensilado de sorgo por las características nutricionales que tiene, las cuales son suficientes para mantener el ganado en buena condición corporal. Por ello, es importante evaluar el uso de ensilado de sorgo fertilizado o no como una estrategia de suplementación de vacas en pastoreo para mejorar su respuesta ovárica.

---

### **1.3 HIPÓTESIS**

La composición química bromatológica del sorgo fertilizado mejora las características nutritivas del ensilado de sorgo que se reflejará en la respuesta ovárica de vacas

---

## **1.4 OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Evaluar la fertilización agronómica del sorgo mediante la evaluación de las características agronómicas y el ensilado de sorgo sobre la respuesta ovárica de vacas Brahman en el trópico seco.

### **Objetivos específicos**

- Determinar características agronómicas de la planta de sorgo con y sin fertilización.
- Determinar las características de calidad y bromatológicas de ensilado de sorgo con y sin fertilización.
- Evaluar la presencia de folículo preovulatorio en vacas alimentadas con ensilado de sorgo con y sin fertilización en el trópico.

---

## 1.5 LITERATURA CITADA

- Analco-Cisneros, G., Bottini-Luzardo, M. B., Rojas-García, A. R., Maldonado-Peralta, M. de los Á., Sánchez-Santillán, P., Magadan, O. F., & Valenzuela-Lagarda, J. L. (2020). OVARIAN RESPONSE IN BRAHMAN COWS IN POSTPARTUM ANESTRUS FED. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 5(04), 172–179.
- Bolaños, A. E. D., Claude, E. J., & Audebert, G. (2012). Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 441–449. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i3.1440>
- Carrasco, N., Zamora, M., & Melin, A. (2011). Importancia del cultivo de sorgo, Descripción bótanica y escala fisiológica, tipos de sorgo, el sorgo y uso como silaje y diferido en la alimentación animal. In *Manual del sorgo*. [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_de\\_sorgo\\_renglon\\_191.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf)
- Domínguez, C., Garmendia, J., & Martínez, N. (2007). Influencia de la época de parto, la condición corporal y la suplementación sobre la actividad ovárica postparto de vacas mestizas bajo pastoreo mixto en el norte del estado Guárico, Venezuela. *Revista de La Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV*, 48(1), 37–50.
- Espinosa, F. J., Carrillo, A. E., Palma, L. D. J., Peña, C. J. J., & Salgado, G. S. (2002). Eficiencia de la fertilización nitrogenada en sorgo con la técnica isotópica  $^{15}\text{N}$ , en un vertisol con drenaje subsuperficial. *Terra Latinoamericana*, 20(2), 129–139.
- Fernández-Paredes, M. E., Zambrano-Sarabia, S. J., Zumba-Montes, L. C., & López-Castillos, G. (2017). Consideraciones Generales Sobre El Proceso De Elaboración De Silos. *Roca. Revista Científico - Educativa de La Provincia Granma*, 13(3), 107–116. <http://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/346>



- 
- Mejía, O. C. A., Henao, R. G., Botero, B. J., Acevedo, agudelo L. I., Giraldo, M. A. M., & Trujillo, A. L. E. (2004). Variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 57(2), 2435–2451.
- Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero : Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407–417. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n4/2448-6698-rmcp-8-04-00407.pdf>
- Oyuela, L. A., & Jiménez, C. (2010). Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57 (3), 191–200. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-29522010000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522010000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Salcedo, D. (2007). El ensilado en la alimentación del vacuno de leche. Resultados de quince años de experiencias en Cantabria. *Revista de La Sociedad Española Para El Estudio de Los Pastos*, 37(1), 81–127. <https://doi.org/10.13140/2.1.4068.3204>
- Tovío-luna, N. I., & Duica-Amaya, A. (2012). Factores relacionados con la dinámica folicular en la hembra bovina. *Spei Domus*, 8(17), 38–47.

---

## CAPÍTULO 2

### 2.1 RENDIMIENTO, CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE SORGO

#### CON Y SIN FERTILIZACIÓN Y CALIDAD DE ENSILADOS

PERFORMANCE, STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF SORGHUM WITH  
AND WITHOUT FERTILIZATION AND QUALITY OF SILAGE

Analco-Cisneros, Gerardo<sup>1</sup>; Rojas-García, Adelaido R.<sup>2\*</sup>; Maldonado-Peralta,  
María de los Á.<sup>2</sup>; Sánchez-Santillán, Paulino<sup>2</sup>; Bottini-Luzardo, María B.<sup>2</sup>;  
Valenzuela-Lagarda, José L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Maestría de Producción de Bovinos en el Trópico. <sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N°2, Universidad Autónoma de Guerrero. <sup>3</sup> Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Campus Cruz Grande, Gro.

\*Autor para correspondencia: [rogarcia\\_05@hotmail.com](mailto:rogarcia_05@hotmail.com)

Analco-Cisneros, Gerardo; [https://orcid.org/ 0000-0002-3016-7413](https://orcid.org/0000-0002-3016-7413)

Rojas-García, Adelaido R.; [https://orcid.org/ 0000-0002-5617-5403](https://orcid.org/0000-0002-5617-5403)

Maldonado-Peralta, María de los Á.; [https://orcid.org/ 0000-0001-8091-4723](https://orcid.org/0000-0001-8091-4723)

Sánchez-Santillán, Paulino; [https://orcid.org/ 0000-0001-8639-1476](https://orcid.org/0000-0001-8639-1476)

Bottini-Luzardo, María B.; [https://orcid.org/ 0000-0002-1461-1852](https://orcid.org/0000-0002-1461-1852)

Valenzuela-Lagarda, José L.; [https://orcid.org/ 0000-0002-9551-2652](https://orcid.org/0000-0002-9551-2652)

---

### 2.1.1 ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the yield, structural characteristics of sorghum with and without fertilization and the quality of silages.

**Design / Methodology / Approach:** The variables in sorghum cultivation were: dry matter yield (kg DM ha<sup>-1</sup>), leaf: stem ratio, plant height (cm), intercepted radiation (%), dry matter (%), crude protein (%), neutral and firm detergent fiber (%), lactic acid and pH. There were two treatments, one fertilized and the other unfertilized at planting. Plants were ensiled at 90 days after sowing and at 90 days the quality of the silage was determined. The data obtained was organized and analyzed with PROC GLM from SAS. The averages were compared with the Tukey test ( $\alpha= 0.05$ ).

**Results:** There were differences with the highest yield in the treatment with fertilizer application obtaining 7060 kg DM ha<sup>-1</sup> and less when fertilizer is not applied with 5472 kg DM ha<sup>-1</sup> ( $p= 0.05$ ).

Study limitations / implications: These quality parameters should continue to be studied in sorghum silages and with different fertilization doses to expand the decision landscape.

**Findings / conclusions:** According to the results obtained, it is concluded that the sorghum crop should be fertilized for ensiling, since a higher dry matter yield, better agronomic and nutritional characteristics are obtained.

**Key words:** sorghum, sowing, fertilization, silage, bromatological analysis.

### 2.1.2 RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el rendimiento, características estructurales de sorgo con y sin fertilización y calidad de ensilados.

---

**Diseño/Metodología/Aproximación:** Las variables en el cultivo de sorgo fueron: rendimiento de materia seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), relación hoja:tallo, altura de la planta (cm), radiación interceptada (%), materia seca (%), proteína cruda (%), fibra detergente asida y neutra (%), ácido láctico y pH. Fueron dos tratamientos uno fertilizado y otro sin fertilizar en la siembra. Se ensilaron las plantas a los 90 días después de la siembra y a los 90 días se determinó la calidad del ensilado. Los datos obtenidos se organizaron y se analizaron con PROC GLM de SAS (SAS, 2011) los promedios se compararon con la prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ).

**Resultados:** Existió diferencias con el mayor rendimiento en el tratamiento con aplicación de fertilizante obteniendo  $7060 \text{ kg MS ha}^{-1}$  y menor cuando no se aplica fertilizante con  $5472 \text{ kg MS ha}^{-1}$  ( $p= 0.05$ ).

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Se debe seguir estudiando estos parámetros de calidad en ensilados de sorgo y con diferentes dosis de fertilización para ampliar el panorama de decisiones.

**Hallazgos/conclusiones:** De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que se debe fertilizar el cultivo sorgo para ensilar ya que se obtiene mayor rendimiento de materia seca, mejores características agronómicas y nutricionales.

**Palabras clave:** sorgo, siembra, fertilización, ensilado, análisis bromatológicos.

### 2.1.3 INTRODUCCIÓN

El sorgo de grano forrajero es muy importante dentro del sector pecuario porque se considera una fuente de materia prima en la elaboración de alimentos balanceados (Nichols *et al.*, 1997). El sorgo presenta características de adaptación y calidad de

---

forraje de importancia para la zona de temporal, es un cultivo que requiere menos agua que el maíz, por ello tiene potencial como una planta forrajera que se puede cultivar en el trópico, ya que además su valor nutricional y con una respuesta productiva parecido al maíz (Contreras *et al.*, 2011; Reborá *et al.*, 2018).

Una planta de sorgo utiliza de 80 a 100 ml menos agua que una planta de maíz en el proceso productivo, además las raíces densas y ramificadas, y la menor velocidad de crecimiento del área foliar, hacen que el sorgo sea más eficiente en el uso del nitrógeno del suelo (Bolaños *et al.*, 2018). Una de las partidas prioritarias para producir alimentos es el uso de fertilizantes, en especial los nitrogenados, ya que el nitrógeno es el elemento más restrictivo en el crecimiento de las plantas y por lo tanto baja producción (Diez, 2015). En las últimas décadas ha aumentado su utilización debido a incrementar la productividad de los cultivos (Espinosa *et al.*, 2002).

Es de importancia conocer el rendimiento y la composición nutricional del sorgo ya que es una alternativa en el trópico mexicano debido a lo irregular de las temporadas de lluvia (Rojas *et al.*, 2018). El ensilaje es un método de conservación de forrajes con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje, expulsión del aire y fermentación, que permiten el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje (Fernández-Paredes *et al.*, 2017).

Existen investigaciones de rendimiento y calidad de ensilados de sorgo en México Ramírez *et al.* (2019) al evaluar diferentes variedades de sorgo en el trópico

---

obtuvieron en promedio 27.7 % de materia seca y 11,500 kg MS ha<sup>-1</sup>, al momento de ensilar y en el ensilado un pH ácido ideal para la fermentación con 3.7 y proteína cruda de 8.4 %; sin embargo, existen pocas investigaciones sobre ensilados de sorgo en México, por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento, características estructurales y calidad de ensilado de sorgo con y sin fertilización.

#### **2.1.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

##### Localización

La investigación en campo se realizó en el 2018 en el Rancho los Laureles ubicado en el kilómetro 7 de la carretera Cuajinicuilapa, Gro. - Santo Domingo, Oaxaca y los estudios nutricionales de planta y ensilado de sorgo se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicado en el kilómetro 197 de la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional en Cuajinicuilapa, Gro., México. Situado a 16° 08' de latitud norte y 98° 23' de longitud oeste a una altura de 50 msnm con una temperatura promedio de 29 °C y una precipitación acumulada de 1200 mm.

La zona tiene un clima Aw que se caracteriza por ser trópico seco según la clasificación del sistema Köppen-Geiger (García, 2004). Los datos climáticos se obtuvieron de la estación agro-meteorológica de CONAGUA ubicada a en el municipio de Cuajinicuilapa a 10 km de las parcelas experimentales. La temperatura máxima se alcanzó en el mes de noviembre con 36 °C y la mínima en agosto y septiembre con 17 °C y precipitación acumulada de 950 mm (Cuadro 1).

---

**Cuadro 1.** Datos de temperatura máxima, mínima, media (°C) y precipitación (mm) durante el periodo de estudio de 2018.

Mes	Máxima	Mínima	Media	Precipitación	Riegos
Agosto	33	17	25	269	No
Septiembre	33	17	25	290	No
Octubre	35	18	26	282	No
Noviembre	36	18	27	109	No

---

#### Manejo de las parcelas

La siembra se realizó en la época de lluvia el 01 de agosto y se ensilo el 01 de noviembre de 2018 en el Rancho los Laureles utilizado sorgo de la empresa DEKALB® variedad BRS-72. La siembra se realizó con un tractor agrícola (New Holland®, México) en surcos de 80 centímetros de separación, depositando la semilla a cordón corrido y a una profundidad de 3 cm, de 14-16 semillas por metro lineal, la densidad de siembra fue de 8 kg h<sup>-1</sup> de semilla pura viable. El suelo con textura arcillo-arenosa, pH 4.8 a 5.0, deficiente en materia orgánica. Cada parcela fue de 1 ha por 3 repeticiones para cada tratamiento. 1

Se realizaron dos tratamientos que fueron la siembra de sorgo sin fertilización y la siembra de sorgo con fertilización y en este se aplicó al momento de la siembra 150 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante DAP (18-46-00) y 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio (12-61-00) colocándola en las tolvas de la sembradora para su aplicación a la par con la semilla

---

y posteriormente a los 40 días después de la siembra se realizó la fertilización nitrogenada con 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea (46-00-00) y control de maleza de forma mecánica con un azadón.

#### VARIABLES EVALUADAS

##### Rendimiento de materia seca

Cuando las plantas cumplieron 3 meses fueron ensiladas en un estado de la panoja lechoso-pastoso. Un día antes con muestreos destructivos se cosecharon dos cuadros de 1 m<sup>2</sup> por parcela a 10 cm de altura del suelo. El forraje cosechado se lavó y se colocó en bolsas de papel. Las muestras fueron secadas en estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante registrando el peso.

##### Altura de la planta

Se tomaron al azar 20 lecturas por repetición un día antes del corte del sorgo para ensilar. Para ello se utilizó una regla graduada en cm, la cual se colocó al azar en las parcelas, de forma que la parte inferior de la regla graduada quedara a nivel de suelo y la parte posterior tuviera contacto con la hoja bandera.

##### Relación hoja:tallo

Los datos de la relación hoja:tallo (H/T) se obtuvieron al dividir separar de la muestra de rendimiento el componente hoja y tallo, posteriormente se secaron por separado en una estufa de aire forado y se registró el peso seco del de hojas y tallos, y se dividió.



---

### Radiación interceptada

Un día previo a la cosecha, se tomaron al azar cinco lecturas de radiación por parcela experimental con el método del metro de madera descrito por Rojas *et al.*, (2016).

### VARIABLES NUTRICIONALES EN LA PLANTA

Con el muestreo destructivo utilizado para determinar el rendimiento de materia seca en el laboratorio de Nutrición Animal se obtuvo materia seca de la planta (MS), proteína cruda de panoja (PCP), proteína cruda tallo (PCT), proteína cruda hoja (PCH), según la metodología de AOAC (2005), fibra detergente neutro de panoja (FDNP), fibra detergente neutro del tallo (FDNT), fibra detergente neutro de la hoja (FDNH), fibra detergente ácido de la panoja (FDAP), fibra detergente ácido del tallo (FDAT) y fibra detergente neutro de la hoja (FDAH) con la metodología de Van Soest *et al.* (1991).

### VARIABLES NUTRICIONALES EN EL ENSILADO

Se realizó el corte del sorgo con tractores agrícolas (New Holland®, México) y ensiladoras (Twin 623600®, SWISSMEX) de uno y dos surcos realizando el picado del forraje en partículas de 2 a 3 cm, depositándolo directamente a remolques para ser transportado al área de ensilado (pastel) y destapando los silos a los 90 días. Se determinó la calidad nutricional del ensilado en materia seca (MS), proteína

---

cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), ácido láctico (AL) y determinación de pH.

Los tratamientos se asignaron a unidades experimentales de acuerdo con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los datos obtenidos se organizaron y se analizaron con PROC GLM de SAS (SAS, 2011) los promedios se compararon con la prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ).

### **2.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El rendimiento de forraje y características agronómicas de sorgo con y sin fertilización para ensilado se observan en el Cuadro 2. Existió diferencias con el mayor rendimiento en el tratamiento con aplicación de fertilizante obteniendo 7060 kg MS ha<sup>-1</sup> y menor cuando no se aplica fertilizante con 5472 kg MS ha<sup>-1</sup> ( $p= 0.05$ ). Esta misma tendencia ocurrió en la altura de la planta, relación hoja:tallo y radiación interceptada tendiendo a aumentar cuando se fertiliza el sorgo con 1.77 cm, 0.44 y 95 %, respectivamente y menor cuando no se fertiliza con 1.62 cm, 0.37 y 89 %, respectivamente ( $p= 0.05$ ).

Boschini y Elizondo (2005) al evaluar diferentes edades de corte de sorgo forrajero obtuvo en promedio un rendimiento de 6303 kg MS ha<sup>-1</sup>, muy parecidos a los de este ensayo. Por su parte, Espinosa *et al.* (2002) en la fertilización del sorgo en diferentes edades fisiológicas reportan una tendencia a aumentar de altura y rendimiento con fertilización nitrogenada. Misma tendencia obtuvo Díez (2015), al

reporta mayor cantidad de hoja y panoja hasta un 20 % cuando se realiza la fertilización nitrogenada en el cultivo de sorgo destinado para ensilaje. La altura y radiación interceptada son medidas importantes relacionadas con la cosecha y según varios autores (Da Silva y Nascimento, 2007; Rojas *et al.*, 2018) el 95 % de radiación es ideal para la cosecha en forrajes tropicales y en este caso cuando se fertiliza alcanza esa radiación óptima estando la panoja en estado lechoso-pastoso.

**Cuadro 2.** Rendimiento de forraje y características agronómicas de sorgo con y sin fertilización para ensilado.

	Sorgo fertilizado	Sorgo no fertilizado	EEM
RMS kg ha <sup>-1</sup>	7060 <sup>a</sup>	5472 <sup>b</sup>	110
Altura (cm)	1.77 <sup>a</sup>	1.62 <sup>b</sup>	0.42
Relación hoja:tallo	0.44 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.05
Radiación interceptada (%)	95 <sup>a</sup>	89 <sup>b</sup>	0.12

ab= medias con literales distintas en una misma hilera son estadísticamente diferentes (p= 0.05); RMS= rendimiento de materia seca; EEM= error estándar de la media.

El análisis nutricional de los componentes de plantas de sorgo con y sin fertilización para ensilado se observa en el Cuadro 3. Existió diferencia en la materia seca obteniendo mayor porcentaje el sorgo fertilizado con 37.66 % y menor el sorgo no fertilizado con 33.60 % (p= 0.05). En la proteína de panoja, tallo y hoja de la planta de sorgo existió diferencias entre el sorgo fertilizado con el no fertilizado obteniendo el mayor porcentaje cuando se fertiliza con 2.49, 4.89 y 15.72 % de proteína (p=

---

0.05). En lo que respecta a las fibras detergente neutras y asidas en los componentes de la planta de sorgo son muy variables dependiendo si esta fertilizado o no lo está como se muestra en el Cuadro 3.

Por su parte, Boschini y Elizondo (2005), obtuvieron comportamiento similar a la de este estudio al evaluar diferentes frecuencias de sorgo negro forrajero en las estructuras de la planta obteniendo en promedio cosechando el sorgo a los 133 días de la siembra materia seca de 23.3 %, proteína cruda 13.88 % y fibra detergente neutra y asida con 70.39 y 38.32 %, respectivamente en el componente hoja. Mientras que en el tallo fue menor el contenido de proteína cruda con 4.79 %, sin embargo, mayor en las fibras detergente neutra y asida con 80.91 y 53.28, respectivamente. Sin embargo, en este estudio se cosecho a los 90 días después de la siembra ya que es cuando se encontraba en las mejores condiciones para ensilar con la panoja en estado lechoso – masoso; y esto depende la variedad y elementos edafo-climaticos de la región (De León y Giménez, 2011; Iburguren *et al.*, 2019).

**Cuadro 3.** Análisis nutricional de los componentes de plantas de sorgo con y sin fertilización para ensilado.

	Sorgo fertilizado	Sorgo no fertilizado	EEM
MS	33.60b	37.66 <sup>a</sup>	3.19
PCP	2.49a	1.68b	0.25
PCT	4.89a	3.11b	0.52
PCH	15.72a	14.48b	0.60
FDNP	85.01b	89.08 <sup>a</sup>	1.87
FDNT	61.74b	71.31 <sup>a</sup>	2.19
FDNH	61.55b	67.50 <sup>a</sup>	1.39
FDAP	21.54b	24.55 <sup>a</sup>	2.33
FDAT	39.19b	44.53 <sup>a</sup>	1.30
FDAH	33.77a	33.76 <sup>a</sup>	0.53

ab, medias con literales distintas en una misma hilera son estadísticamente diferentes ( $p= 0.05$ ); EEM= error estándar de la media; MS= materia seca de la planta; PCP= proteína cruda de panoja; PCT= proteína cruda tallo; PCH= proteína cruda hoja; FDNP= fibra detergente neutro de panoja; FDNT= fibra detergente neutro del tallo; FDNH= fibra detergente neutro de la hoja; FDAP= fibra detergente ácido de la panoja; FDAT= fibra detergente ácido del tallo; FDAH= fibra detergente neutro de la hoja; EEM= error estándar de la media.

En el Cuadro 4 se observa el análisis nutricional de los ensilados de sorgo con y sin fertilización cosechándolo a los 90 días de la siembra. El ensilado de sorgo con

---

fertilizante obtuvo mayor porcentaje de proteína cruda, fibra detergente neutra, asida y ácido láctico con 7.83, 51.06, 28.51 y 4.51 %, respectivamente ( $p= 0.05$ ). Caso contrario ocurrió en el porcentaje de materia seca y pH presentando mayores resultados cuando el sorgo no se fertilizó con 47.67 y 4.66, respectivamente ( $p= 0.05$ ). Estos resultados son similares a los reportados por (Corral-Luna *et al.*, 2011) obtenido mayor contenido de proteína cruda y ácido láctico cuando la planta obtiene una fertilización nitrogenada.

Por otra parte, Dávila *et al.* (2016), al evaluar la calidad de ensilados de sorgo asociado con *Tithonia diversifolia* encontraron valores semejantes a los de esta investigación de materia seca con un promedio de 27 %, mientras que mayor fue la cantidad de proteína cruda respecto al presente estudio con un promedio 13.26 % de proteína esto posiblemente a la asociación.

---

**Cuadro 4.** Análisis nutricional de los ensilados de sorgo con y sin fertilización.

---

	Sorgo fertilizado	Sorgo no fertilizado	EEM
MS (%)	33.60b	47.67a	3.19
PC (%)	7.83b	5.83 <sup>a</sup>	0.64
FDN (%)	51.06a	43.36b	1.87
FDA (%)	28.51a	25.21b	0.84
AL (% MS)	4.51a	2.86b	0.37
pH	4.3b	4.66 <sup>a</sup>	0.08

---

ab, medias con literales distintas en una misma hilera son estadísticamente diferentes ( $p= 0.05$ ); MS= materia seca; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; AL= ácido láctico; pH= potencial de hidrogeno; EEM= error estándar de la media.

### **2.1.6 CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que se debe fertilizar el cultivo sorgo para ensilar ya que se obtiene mayor rendimiento de materia seca, mejores características agronómicas y nutricionales, sin embargo, se debe seguir con investigaciones de ensilados con más variedades de sorgo, frecuencias de corte y asociadas con otras especies para amplia el panorama de decisiones.

### **2.1.7 LITERATURA CITADA**

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Edition 18. Association of Official

- 
- Analytical Chemists. Washington, EE.UU. 1928 p.
- Bolaños, A. E. D., Claude, E. J. y Audebert, G. (2018). Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(3): 441-449.
- Boschini, F. C. y Elisondo, S. J. (2005). Determinación de localidad y la producción de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en edades para ensilar. *Agronomía mesoamericana*. 16(1): 29-36.
- Contreras, G. F., Marsalis, M., Angadi, S., Smith, G., Lauriault, L. M. y VanLeeuwen, D. (2011). Fermentability and Nutritive Value of Corn and Forage Sorghum Silage When in Mixture with Lablab Bean. *Crop Science*. 51: 1307-1313.
- Corral, L. A., Domínguez, D. D., Rodríguez, A. F. A., Villalobos, V. G., Ortega, G. J. A. y Muro, R. A. (2011). Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café. *Revista Brasileira de Ciências Agrarias*. 6(1): 181–187.
- Da Silva, S. C. y Nascimento, J. D. D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 122-138.
- Dávila, H. A., Lepe, L. M., Polanco, E., Saavedra, C. y Guerra, C. D. (2016). Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia*. *REDVET Rev. Electrón. Vet.* 17(10): 1-11.
- De León, M. y Giménez, R. A. (2011). Ensilajes de sorgo y maíz: rendimiento, composición, valor nutritivo y respuesta animal. *Manual Técnico*, INTA. 1-3 p.
- Diez, M. (2015). Fertilización nitrogenada en sorgo doble propósito con destino a



- 
- silaje. Memoria tecnica. INTA. 7-8 p.
- Espinosa, F. J., Carrillo, A. J., Palma, L. D. J., Peña, C. J. J. y Salgado, G. S. (2002). Efficiency of Nitrogen Fertilization in Sorghum Using the 15 N. Isotope Technique. 20(2): 129–139.
- Fernández, P. M. E., Zambrano, S. S. J., Zumba, M. L. C., López, C. G. (2017). Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos. Revista Científico - Educacional de La Provincia Granma. 13(3): 107–116.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Ibarguren, L., Reborá, C., Bertona, A. y Antinini, C. (2020). Sorghum silage production in the northern oasis of Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de UNCUYO. En prensa.
- Nichols, S. W., Froetschel, M. A., Amos, H. E. y Ely, L. O. (1997). Effects of Fiber from Tropical Corn and Forage Sorghum Silages on Intake, Digestion, and Performance of Lactating Dairy Cows. Journal Dairy Science. 81: 2383-2393
- Ramírez, O. S., Meza, V. V. M., Trejo, C. A., Hernández, B. J. y Villalobos, V. G. (2019). Chemical composition and in situ ruminal disappearance of sorghum silages grown in the Mexican humid tropic. Revista de la Facultad de UNCUYO. 51(2): 353-366.
- Reborá, C., Ibarguren, L., Barros, A., Bertona, A., Antonini, C., Arenas, F., Calderón, M. y Guerrero, D. (2018). Corn silage production in the northern oasis of Mendoza, Argentina. Revista de la Facultad de UNCUYO. 50(2): 369-375.
- Rojas, G. A. R., Torres, S. N., Maldonado, P. M. A., Sánchez, S. P., García, B. A., Mendoza, P. S. I., Álvarez, V. P. y Hernández, G. A. (2018). Curva de

---

crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* HIBRIDO BR02/1794), a dos intensidades de corte. *Agroproductividad*, 11(5), 34-38.

Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Quero, C. A. R., Guerrero, R. J. D., Ayala, W, Zaragoza, R. J. L. y Trejo, L. C. (2016). Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 885-895.

SAS. (Statistical Analysis System). (2011). *SAS Proceeding Guide, Version 9.0* SAS Institute. Cary NC. USA.

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.

---

## 2.2 OVARIAN RESPONSE IN BRAHMAN COWS IN POSTPARTUM ANESTRUS FED WITH ENSILED OF SORGHUM

Analco-Cisneros, Gerardo<sup>1</sup>; Bottini-Luzardo, María B.<sup>2\*</sup>; Rojas-García, Adelaido R.<sup>2</sup>; Maldonado-Peralta, María de los Á.<sup>2</sup>; Sánchez-Santillán, Paulino<sup>2</sup>; Valenzuela-Lagarda, José L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Maestría de Producción de Bovinos en el Trópico. <sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N°2, Universidad Autónoma de Guerrero. <sup>3</sup> Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Campus Cruz Grande, Gro.

\*Autor para correspondencia: [mariabluzardo@yahoo.es](mailto:mariabluzardo@yahoo.es)

Analco-Cisneros, Gerardo; <https://orcid.org/0000-0002-3016-7413>

Bottini-Luzardo, María B.; <https://orcid.org/0000-0002-1461-1852>

Rojas-García, Adelaido R.; <https://orcid.org/0000-0002-5617-5403>

Maldonado-Peralta, María de los Á.; <https://orcid.org/0000-0001-8091-4723>

Sánchez-Santillán, Paulino; <https://orcid.org/0000-0001-8639-1476>

Valenzuela-Lagarda, José L.; <https://orcid.org/0000-0002-9551-2652>

---

### 2.2.1 ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the restarting of ovarian cyclicity and the pre-ovulatory follicle diameter of cows in early postpartum period fed sorghum ensiled with sowing without fertilization (T1) and fertilized (T2).

**Design / Methodology / Approach:** Completely randomized design. The response variables were, presence of corpus luteum (CL), as indicative of restarting ovarian activity, and subsequent development of a follicle pre -ovulatory for both revisions ultrasound scanning was used. The data obtained was analyzed with PROC GLM of SAS (SAS, 2011) the measures were compared with the Tukey test ( $\alpha= 0.05$ ).

**Results:** In the 23 cows fed sorghum ensiled with fertilized sowing (T2) CL and pre - ovulatory follicle were observed. In the case of T1, only 12 cows developed corpus luteum and pre-ovulatory follicle. The diameter measure of the follicles of the cows in (T2) was 18.1mm, while T1 was 0.78mm.

**Study limitations/implications:** With the results observed in the present study, it can be inferred that the management of the crop, in this case the crop of sorghum, has effects on the ovarian reactivation of Brahman cows in the early postpartum period, which implies that the producer you must take care of the feeding of the cattle, from the moment of sowing until it reaches the mouth of animal.

**Findings/conclusions:** According to the results, it is concluded that feeding with ensiled of fertilized sorghum during sowing to cows in the early postpartum period could favor the restart of the estrous cycle and increase the diameter of the follicles.

---

**Key words:** ovaries, corpus luteum, prostaglandins F<sub>2a</sub>, pre-ovulatory follicle, ultrasound scanning.

### 2.2.2 INTRODUCTION

Reproduction is a fundamental pillar of the livestock production system, depending, to a large degree, the productivity and rentability of bovine husbandry companies of the physiological capacity of females to meet the goal of having one calf per year (Meléndez and Bartolomé, 2017).

One of the problems faced by beef cattle producers is the postpartum anestrus, period after delivery during which there is not estrous (Báez and Grajales, 2009). A determining factor to reduce to the maximum the period of postpartum anestrus is a proper nutritional management (Motta-Delgado *et al.*, 2011).

In the tropics, the most used production system is the extensive, (Pérez *et al.*, 2001; Henao and González, 2008; Vásquez - Cano and Olivera - A, 2010; Franco and Uribe, 2012), characterized in the reproductive field by low fertility of the cow due to poor nutritional level, especially in the dry season when paddocks decrease forage production (Osorio-Arce and Segura-Correa, 2010).

An alternative in dry periods, is feeding with ensiled, since it is possible to offer quality food to animals. (Salcedo, 2007; Bolaños *et al.*, 2012; Fernández-Paredes *et al.*, 2017). In this respect the ensiled of sorghum is presented as an alternative due

---

to the adaptation of the plant to tropical conditions (Ribeiro *et al.*, 2007; Carrasco *et al.*, 2011; Fernández *et al.*, 2013).

The application of feeding strategies can contribute to the activation of ovarian follicular dynamics, as revealed by transrectal ultrasonography observations, showing that nutritional factors, management and season are related to the dynamics of follicular growth and the restart of the estrous cycle (Dominguez *et al.*, 2007; Gutiérrez-Lizarazo and Báez-Sandoval, 2014), being growth follicular an important aspect, due the size of it could be related with the percentage of gestation (Gonzalez, 2017), being more likely that with a larger diameter follicle increase the probability that a gestation will be established, than when there is a smaller follicle (Guzmán, 2018) .

Exist little investigation about the effect that the consumption of ensiled could have, from fertilized sowing on the ovarian dynamics of cows in early postpartum, so that the objective of this investigation is to evaluate the restart of ovarian cyclicity and the diameter of the pre-ovulatory follicle of cows in early postpartum period fed with ensiled of sorghum with and without fertilization.

### **2.2.3 MATERIALS AND METHODS**

#### **Location**

The field investigation was carried out from March 1<sup>st</sup> to May 30<sup>th</sup>, 2019 at Rancho los Laureles located at the coordinates Latitude: 16.4666, Longitude: -98.4166 16° 27' 60" North, 98° 24' 60" West, The area has an Aw climate characterized by being

---

a dry tropic according to the Köppen- Geiger system classification. Climate data was obtained from the CONAGUA agro-meteorological station located in the municipality of Cuajinicuilapa.

The bromatological analysis of the ensiled of sorghum was carried out in the Animal Nutrition Laboratory of the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 2 of the Universidad Autónoma de Guerrero.

### **Characteristics of the ensiled of sorghum**

Two ensiled of sorghum were used; T1 that was made with plants from a crop that was applied with 18-46-00 diammonium phosphate fertilizer, ammonium sulfate and urea, and T2 that was made with plants that came from a crop that did not receive any type of fertilization. Both ensiled were left to ferment for three months. Later, bromatological analyzes were performed, in the Animal Nutrition laboratory, determining dry matter (DM) and crude protein (CP), according to the methodology of AOAC (2005); neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) with the methodology described by Van Soest *et al.* (1991), and determination of lactic acid and pH with the methodology described by Lorenzo-Hernández *et al.*, (2019).

---

**Table 1.** Bromatological analysis of the ensiled of sorghum with fertilization (T1) and without fertilization (T2) at sowing.

<b>Element</b>	<b>T1 (%)</b>	<b>T2 (%)</b>
<b>Dry Matter (DM)</b>	33.60	47.67
<b>Crude Protein (CP)</b>	7.83	5.83
<b>Neutral Detergent Fiber</b>	51.06	43.36
<b>Acid Detergent Fiber</b>	28.51	25.21
<b>Lactic Acid</b>	4.51	2.86
<b>pH</b>	4.33	4.66

---

### **Selection and management of cattle**

46 multiparous Brahman breed cows were selected between 6 and 8 years of age, with 90 days postpartum, which were weaned at the start of the investigation, moment in which the evaluation of the reproductive system was carried out using a Chison *Eco 5*® ultrasound scanner (China) with a 6.5 MHz linear rectal transducer, verifying absence of CL.

The cows were divided randomly into two groups of 23 cows, one group was fed with ensiled of sorghum with fertilized sowing (T1), the other group was fed with ensiled of sorghum without fertilized sowing (T2).



---

The daily consumption of ensiled, kg DM/cow/day, which was adjusted to 3% of live weight (PV) Cerdas-Ramírez (2013). During the experiment, the cows were weighed monthly to perform the consumption adjustment and keep the proportion before mentioned (Table 2).

The cows were subjected to a period of adaptation to silage consumption for 10 days. During the period study, the cows were kept stabled with water *ad libitum*, offering the ensiled at 7:00 and 16:00 h.

**Table 2.** Monthly average in kg of dry matter (DM) of the ensiled of sorghum offered/animal/day to cows in early postpartum period.

<b>Ensiled</b>	<b>March</b>	<b>April</b>	<b>May</b>
<b>T1 (kg DM)</b>	11.58 <sup>-1</sup>	12.21 <sup>-1</sup>	12.84 <sup>-1</sup>
<b>T2 (kg DM)</b>	11.4 <sup>-1</sup>	11.94 <sup>-1</sup>	12.48 <sup>-1</sup>

---

**T1:** ensiled made with fertilized sorghum during sowing, **T2:** ensiled made with unfertilized sorghum during sowing.

### **Body condition (CC).**

The initial body condition (CC) was evaluated at the beginning and at the end of the study period, using the methodology described by Wildman *et al.*, (1982) with a scale of 1 to 5 points, with increments of 0.25 points, where 1 is a starving cow and

---

5 is obese. At the beginning of the experiment, the cows in both groups exhibited a CC of  $1 \pm 0.5$  points.

### **Ovarian response**

On day 75 of treatment, ultrasound scanning examination was performed to verify the ovarian condition, presence of corpus luteum. To homogenize the observation time of the pre-ovulatory follicle, cows with presence of corpus luteum were applied 5ml of prostaglandins  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ) (Lutalyse/Zoetis®) (D'Enjoy *et al.*, 2012), whose first dose was applied on day 75 of treatment and the second dose was applied on day 87. Subsequently, on day 90 the presence of the pre-ovulatory follicle was determined, considering as pre-ovulatory follicle the one that had with a minimum diameter of 7.3mm (Henao, 2010). To measure the pre-ovulatory follicle, the vertical and horizontal axis of the follicle was measured (Corredor and Páez, 2012).

**Experimental design and statistical analysis:** A completely randomized design was used, the evaluated variables were presence of corpus luteum and pre-ovulatory follicle, the data obtained were analyzed with PROC GLM of SAS (SAS, 2011) means were compared with Tukey's test ( $\alpha = 0.05$ ).

### **2.2.4 RESULTS AND DISCUSSION**

The CC was similar in both groups,  $3.5 \pm 0.5$  points, so it can be inferred that had not effect on the results of ovarian variables evaluated. The results of CL presence and

---

pre-ovulatory follicle size in postpartum Brahman cows are seen in Table 3. Lanuza, (2010) and Tovío-Luna and Duica-Amaya (2012) affirm that nutrition plays an important role in reproduction, energy being an extremely important element during the early postpartum period, so that reactivation can occur of ovarian activity. The CC indicates that in both groups the level of thickening was similar and therefore there would be not difference in the energy available for the reactivation of ovarian cyclicity and follicular growth.

However, all the T1 cows presented corpus luteum on day 75 of the study, while 12 cows of group T2 presented corpus luteum. In this same sense, the size of the pre-ovulatory follicle of the T1 cows was bigger than T2, finding statistical differences between groups (Table 3) for both variables.

These results suggest that feeding with ensiled fertilized sorghum during sowing contributed to the restart of ovarian cyclicity and follicle growth. Motta-Delgado *et al.*, (2011) relates the energy balance, the maximum diameter reached by the dominant follicle, the period calving-first ovulation and corpus luteum first, with the amount of ingested nutrients in the ensiled.

The differences between treatments, in terms of the reactivation of ovarian cyclicity and the size of the pre-ovulatory follicle, could be explained could be explained by it pointed out by Garcés *et al.*, (2004) who indicate that the energy released in the fermentation of glucose to lactic acid is preserved by phosphorylations at the substrate level in the form of high energy phosphate bonds. In this sense, the lactic

acid level of the ensiled was higher in T1 (Table 1), so it could be inferred that the cows consuming this ensiled had more energy than they could have used for follicular growth and formation of a CL.

The differences are more evidents when comparing the results obtained with those reported in grazing Brahman cows, where the pre-ovulatory follicles ranged from 6.8mm to 11.2mm (Henao, 2010). Similar results are reported by García-Bracho *et al.*, (2015) and Ayala *et al.*, (2017).

**Table 3.** Number of cows with corpus luteum and pre-ovulatory follicle size (mm) of Brahman cows in postpartum anestrus fed with ensiled of sorghum of fertilized sowing (T1) and of sowing of sorghum without fertilize (T2).

	T1	T2	SEM
<b>Final Body Condition</b>	3.45	3.22	0.02
<b>Number of cows with corpus luteum</b>	26 <sup>b</sup>	12 <sup>a</sup>	0.06
<b>Fol. Size Preovulatory (mm)</b>	18.1 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	0.12

**ab**, means with different letters indicate that there are statistical differences ( $p > 0.05$ ). T1; cows fed with ensiled of sorghum of fertilized sowing, T2; cows fed with ensiled of sowing of sorghum non fertilized.

---

#### 2.2.4 CONCLUSION

To feed with ensiled of fertilized sorghum during sowing, to cows in the early postpartum period, could favor the restart of the estrous cycle and increase the diameter of the pre-ovulatory follicles.

#### 2.2.5 CITED LITERATURE

Ayala, G. L. E., Pesántez, P. J. L., Rodas, C. E. R., Méndez, Á. M. S., Soria, P. M. E., Torres, I. C. S., Vázquez, M. J. M., & Pesántez, C. E. del R. (2017). Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 65–72.

Báez, S. G., & Grajales, L. H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista MVZ Cordoba*, 14(3), 1867–1875. <https://doi.org/10.21897/rmvz.347>

Bolaños, A. E. D., Claude, E. J., & Audebert, G. (2012). Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 441–449. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i3.1440>

Carrasco, N., Zamora, M., & Melin, A. (2011). Importancia del cultivo de sorgo, Descripción bótanica y escala fisiológica, tipos de sorgo, el sorgo y uso como silaje y diferido en la alimentación animal. In *Manual del sorgo*. [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_de\\_sorgo\\_renglon\\_191.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf)

- 
- Cerdas-Ramírez, R. (2013). Formulating rations for dairy and beef cattle. Development of a practical module for technician and livestock students of Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, XIV(29), 126–153. ISSN 2215-2458
- Corredor, C. E. S., & Páez, B. E. M. (2012). Aplicaciones de la ultrasonografía en la reproducción bovina revisión. *Ciencia y Agricultura*, 9(2), 29–37.
- D'Enjoy, D., Cabrera, P., Vivas, I., & Díaz, T. (2012). Dinámica Folicular ovárica Durante el ciclo estral en vacas Brahman Ovarian Follicular Dynamics During the Estrous Cycle in Brahman Cows. *Revista de La Facultad de Ciencias Veterinarias*, UCV, 53(1), 39–47.  
<http://www.redalyc.org/pdf/3731/373139079005.pdf>
- Domínguez, C., Garmendia, J., & Martínez, N. (2007). Influencia de la época de parto, la condición corporal y la suplementación sobre la actividad ovárica postparto de vacas mestizas bajo pastoreo mixto en el norte del estado Guárico, Venezuela. *Revista de La Facultad de Ciencias Veterinarias*, UCV, 48(1), 37–50.
- Fernández-Paredes, M. E., Zambrano-Sarabia, S. J., Zumba-Montes, L. C., & López-Castillos, G. (2017). Consideraciones Generales Sobre El Proceso De Elaboración De Silos. *Roca. Revista Científico - Educativa de La Provincia Granma*, 13(3), 107–116.  
<http://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/346>
- Fernández, M. A. E., Stuart, M. R., Chongo, B., & Martín, M. P. C. (2013). Evaluación del valor nutritivo y los costos de producción del heno en pie y del ensilaje de sorgos nervadura marrón o BMR (Brown Middle Rib). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(2), 159–163.

- 
- Franco, J., & Uribe, V. L. F. (2012). Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticas rumiantes. *Biosalud*, 11(1), 41–56.
- Garcés, M. A. M., Berrio, R. L., Ruíz, A. S., Serna, D. J. G., & Builes, A. A. F. (2004). Bacterias Acido Lacticas En La Fementacion De Ensilaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1), 66–71.
- García-Bracho, D., Hahn, M., Pino, D., Perea, F., & Merlis, L. (2015). Follicle Growth and Dominant Follicle Size in Grazing Crossbred Cows. *Revista Científica, FCV-LUZ*, XXV(3), 219–222.
- González, Y. (2017). Tamaño del folículo ovulatorio, volumen del cuerpo lúteo y niveles séricos de progesterona, durante el ciclo estral y gestación temprana en vacas Holstein en Bogotá. *Biología y Adaptación de Los Animales Al Trópico Reproducción Animal y Salud Del Hato*, 23. [http://www.bdigital.unal.edu.co/59829/1/Tesis\\_Yulieth\\_Monroy\\_G.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/59829/1/Tesis_Yulieth_Monroy_G.pdf)
- Gutiérrez-Lizarazo, D. E., & Báez-Sandoval, G. M. (2014). La ultrasonografía en bovinos. *Respuestas*, 19(1), 99–106. <https://doi.org/10.22463/0122820x.12>
- Guzmán, A. F. V. (2018). Efecto del diametro del foliculo preovulatorio en el momento de la IATF y de la expresion del estro sobre la tasa de preñez en vacas nelorec on cria al pie. *Universidad Nacional de Córdoba*, 70.
- Henao, R. G. (2010). Algunos factores relacionados con la dinámica folicular en *Bos indicus*. *Rev Fac Nac Agron*, 63(2), 5577–5586.
- Henao, R. G., & González, C. V. (2008). Relationship of Live Weight and Corporal Condition Variation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4394–4399.
- Lanuz, F. (2010). Requerimientos de Nutrientes Según Estado Fisiológico En

- 
- Bovinos De Leche \*. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 148, 1–16.  
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33837.pdf>
- Lorenzo-Hernández, R., Torres-Salado, N., Sánchez-Santillán, P., Herrera-Pérez, J., Mayrén-Mendoza, F. de J., Salinas-Ríos, T., Rojas-García, A. R., & Maldonado-Peralta, M. de los Á. (2019). Evaluation of the quality and bromatological characteristics of ensilages made with pumpkin residues (*Cucurbita argyrosperma*). *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(4), 957–963. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.14>
- Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero : Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407–417.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n4/2448-6698-rmcp-8-04-00407.pdf>
- Motta-Delgado, P. A., Ramos-Cuéllar, N., González-Sánchez, C. M., & Rojas-Castro, E. C. (2011). Follicular dynamics in the reproductive life of female livestock. *Veterinaria y Zootecnia*, 5(2), 88–99.
- Osorio-Arce, M. M., & Segura-Correa, J. C. (2010). Efectos raciales y ambientales sobre edad al primer parto e intervalo entre partos de vacas Brahman y sus cruces en el trópico-húmedo de México. *Livestock Research for Rural Development*, 22(8).
- Pérez, H. P., Sánchez del Real, C., & Gallegos, S. J. (2001). Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Invest Agr.: Prod Sanid Anim*, 16(2), 1–14.
- Ribeiro, P. L. G., Mario, R. N., Gonçalves, C. L., & De Assis, P. D. A. (2007). Consideraciones Sobre Ensilajes De Sorgo. *Jornada Sobre Producción y Utilización de Ensilajes*, 1979, 51–68.
-



- 
- Salcedo, D. (2007). El ensilado en la alimentación del vacuno de leche. Resultados de quince años de experiencias en Cantabria. *Revista de La Sociedad Española Para El Estudio de Los Pastos*, 37(1), 81–127. <https://doi.org/10.13140/2.1.4068.3204>
- Tovío-luna, N. I., & Duica-Amaya, A. (2012). Factores relacionados con la dinámica folicular en la hembra bovina. *Spei Domus*, 8(17), 38–47.
- Vásquez - Cano, J. F., & Olivera - A, M. (2010). Señalización Celular en el Folículo Antral Bovino. *Orinoquia*, 14(2), 178–187. <https://doi.org/10.22579/20112629.80>
- Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., Boman, R. L., Troutt, H. F., & Lesch, T. N. (1982). A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65(3), 495–501. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82223-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6)

---

## CAPÍTULO 3

### 3.1 CURSO-TALLER A PRODUCTORES: MANEJO DE LA VACA POSTPARTO

#### 3.1.1 RESUMEN

Se realizó el curso taller de manejo reproductivo posparto el día 28 de febrero de 2020 en la comunidad de Santa María Asunción, municipio de Ometepec, Gro., en el marco de la feria anual ganadera, contándose con la asistencia de 31 productores de ganado bovino. Los problemas posparto son muy comunes en la ganadería del estado, y son más frecuentes en la temporada de sequía que es cuando los animales no alcanzan a cubrir sus requerimientos nutricionales lo que provoca que la placenta no obtenga la madurez total y ocurra el desprendimiento del útero. Se realizó el diagnóstico uterino de las vacas con cinco días posparto para demostrar a los productores la cantidad de residuos que no son expulsados y por lo cual es importante la utilización de un protocolo hormonal para una buena involución uterina.

**Palabras clave:** días abiertos, anestro, retención placentaria, infertilidad.

#### 3.1.2 INTRODUCCIÓN

Las infecciones uterinas son trastornos comunes que afectan a las vacas durante el periodo posparto. El puerperio es un proceso fisiológico con modificaciones que ocurren en el aparato reproductor después del parto (Balarezo *et al.*, 2018). Las infecciones uterinas producen un retardo de la involución uterina, lo cual se traduce en el bajo del desempeño reproductivo (Ruiz *et al.*, 2017). Un prolongado intervalo parto concepción da lugar a enormes pérdidas económicas, muchos factores afectan la involución uterina, incluyendo raza, la nutrición, la paridad, enfermedades uterinas y el medio ambiente (Ruiz y Sandoval, 2013).

---

Hay estrecha relación entre la nutrición y el desempeño reproductivo posparto, un indicador aceptado del estado nutricional de las vacas; es la condición corporal (CC) (Góngora y Hernández, 2007). Entre los problemas reproductivos más comunes de las vacas se encuentran las infecciones uterinas, asociadas generalmente a infecciones bacterianas que se favorecen cuando concurren diferentes factores predisponentes relacionados con la higiene, el tipo de parto, la atención al puerperio, entre otros (Fernández *et al.*, 2006).

La prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) juega un papel importante durante el parto y la involución uterina, la administración de PGF<sub>2α</sub> cada 12 horas, del día 3 al 10 posparto, acorta el período de la involución uterina (Ortega *et al.*, 2012). Por lo que el objetivo del taller es capacitar a los productores en el manejo de la vaca postparto y la utilización de protocolos que podrían acortar la involución uterina, el reinicio del ciclo estral y acortar los días abiertos.

### **3.1.3 OBJETIVO**

#### **3.1.3.1 Objetivo general**

- Transmitir conocimientos teórico-prácticos a productores sobre manejo de la vaca postparto y la utilización de protocolos que pueden mejorar la involución uterina, reinicio del ciclo estral y acortar los días abiertos.

#### **3.1.3.2 Objetivo particular**

- Desarrollar habilidad para relacionarse con ganaderos en el campo laboral

### **3.1.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS**

Se dio inicio al curso taller de manejo reproductivo posparto el día 28 de febrero de 2020 a las 16:00 h, en la comunidad de Santa María Asunción, municipio de

---

Ometepec, Gro., en el marco de la feria anual ganadera, contándose con la asistencia de 31 productores de ganado bovino. Se inició con una ponencia proyectada en los estands de ganado donde se expusieron los factores involucrados en el postparto, las deficiencias de vitaminas, minerales y la falta de utilización de protocolos establecidos para que se de en el menor tiempo posible, se sugirió la utilización de prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  sintética a dosis potencializada del 150% a las 24 h después del parto y repetir la aplicación a los 12 días.

Posteriormente se realizó un diagnóstico ecográfico uterino en vacas de cinco días posparto, en la ultrasonografía se demostró que en el útero quedaron residuos placentarios, los cuales son los responsables de una pérdida de peso por lo lento de la recuperación y en ocasiones pueden llegar a provocar infecciones secundarias y en algunos casos la muerte del animal. En algunos otros casos no hay consecuencia visible inmediata, pero es común que las vacas con algún residuo uterino sean vacas con dificultad para gestar nuevamente.

### **3.1.5 CONCLUSIONES**

Los productores mostraron interés en aplicar un protocolo a su ganado para minimizar los problemas de retención placentaria y sus consecuencias, considerando que los protocolos con prostaglandinas  $f_{2\alpha}$  son económicos y con alta efectividad.

### **3.1.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES**

Aplicar prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  24 h después del parto a una dosis del 50% más de la dosis recomendada del producto a utilizar (Celoprost, Lutalyse, Croniben etc.) esto debido a la pérdida de las prostaglandinas en el pulmón, solo se debe aplicar a vacas posparto, no utilizarse en ningún otro caso sin consulta del Médico Veterinario, de no hacerse así, puede haber un daño colateral.

---

### 3.1.7 EVIDENCIAS



**Figura 1.** Curso taller a productores



**Figura 2.** Diagnostico reproductivo a través de ultrasonografía

### 3.1.8 LITERATURA CITADA

- Balarezo, L. U., García-Díaz, J., Hernández-Barreto, M., & Vargas-Hernández, S. (2018). Uterine Involution in Holstein cows in the province of Carchi, Ecuador. *Revista MVZ Cordoba*, 23(2), 6649–6659. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1339>
- Fernández, M. A., Prado, S. E. A., & López, F. O. (2006). Las infecciones uterinas en la hembra bovina- Uterine infections in bovine female. *Redvet*, VII(10), 1–

---

138.

Góngora, A., & Hernández, A. (2007). El posparto en la vaca. *Rev. Med. Vet. Zoot*, 54(1), 25–42.

Ortega, O. A., López, O. R., Mapes, G., Ortiz, Ó. G., & Hernández, C. J. (2012). Patologías uterinas y fertilidad de vacas lecheras tratadas con dos inyecciones de PGF2 $\alpha$  en las primeras 48 horas posparto. *Veterinaria Mexico*, 43(3), 235–240.

Ruiz, G. L. F., Sandoval, M. R. S., Montenegro, V. M., & Delgado, C. A. (2017). Desempeño Reproductivo de Vacas Lecheras con Involución Uterina Retardada bajo Tratamiento Hormonal con Cipionato de Estradiol y Benzoato de Estradiol. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(1), 110–119. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i1.12943>

Ruiz, L. F., & Sandoval, R. (2013). Involución Uterina en el Ganado Bovino: un nuevo score para su evaluación y su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova*, 3(1), 87–88.

## **3.2 PRIMERA ESTANCIA PROFESIONAL RANCHO LOS LAURELES**

### **3.2.1 RESUMEN**

Las actividades realizadas en el período de estancia profesional en el rancho los Laureles fueron relacionadas a la producción animal, iniciando protocolos de manejo de becerros al nacimiento, que tomaran calostro las primeras horas de nacimiento, se les puso su número de registro tatuado en la oreja al nacimiento, rellenando su tarjeta electrónica de padre, madre, fecha de nacimiento, raza y sexo.

El manejo de los becerros en las becerrerías es el lugar de mayor cuidado, se les alimenta con un sustituto lácteo, se alimentan con un alimento iniciador ya que se debe cuidar la dieta para evitar problemas ruminales, el consumo de materia seca y atender rápidamente cualquier enfermedad. Tratamiento a vacas posparto,

---

programación de ganado para inseminación artificial con prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  a celo detectado y con dispositivo intravaginal bovino (CIDR) a tiempo fijo.

**Palabras clave:** amamantamiento, alimentación, anestro, reproducción

### 3.2.2 INTRODUCCIÓN

La ganadería en el mundo es importante ya que emplea y sustenta a muchas familias. Los pilares fundamentales de cualquier sistema de producción animal son la nutrición, reproducción, sanidad, bienestar animal, genética y recursos humanos (Meléndez y Bartolomé, 2017). Las condiciones medio ambientales del trópico caracterizadas por épocas de sequía muy intensas, junto con sistemas de alimentación en pastoreo continuo de pasturas deficientes, con baja disponibilidad de materia seca o de nutrientes y poca o ninguna suplementación, constituyen los principales factores que afectan el balance nutricional (Mejía *et al.*, 2004).

La productividad y rentabilidad de las empresas ganaderas depende en gran medida de la capacidad fisiológica de las hembras para cumplir con el objetivo de tener una cría por año (Báez y Grajales, 2009). La duración del anestro postparto es una de las principales causas que afecta la eficiencia reproductiva y productiva de las explotaciones bovinas de doble propósito en las regiones tropicales, su duración se incrementa por efecto del amamantamiento y la presencia continua del becerro (Pérez *et al.*, 2001).

La información es escasa en sistemas de producción con ganadería doble propósito por lo que es complicado tener una referencia productiva (Domínguez *et al.*, 2007). Los efectos de la nutrición sobre la reproducción han sido extensivamente examinados usándose la energía como variable ya que es la que pudiera estar relacionada directamente con el retorno a la actividad ovárica (Granja *et al.*, 2012).

---

### **3.2.3 OBJETIVO**

#### **3.2.3.1 Objetivo general**

- Incorporación a las actividades de la empresa ganadera, aportar conocimientos científicos y prácticos que afecten positivamente la producción de manera cualitativa y cuantitativa

#### **3.2.3.2 Objetivo particular**

- Desarrollar habilidades de manejo de una unidad de producción (UPP) en las diferentes etapas de producción
- Aprender el manejo del personal de trabajo de una empresa ganadera

### **3.2.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS**

#### **3.2.4.1 Becerros recibidos en becarrera**

Se reciben de diez días de nacidos, se les ofrece un alimento iniciador a libre acceso y sustituto lácteo a razón de dos litros en la mañana y dos litros en la tarde y la leche residual de la madre, esto hasta cumplir dos meses de edad.

#### **3.2.4.2 Destete en becerreras**

A los dos meses de edad se destetan, pero continúan estabulados hasta los 3 meses de edad, a este primer destete se le ajusto un esquema de 60/40 ya que requieren un mayor contenido de proteína, para el ajuste se pesan los becerros y se obtiene el 3% de consumo esperado y el kilaje que resulta se hace el ajuste de 60% de fibra y 40% de concentrado.



---

### **3.2.4.3 Salida a potrero**

Al cumplir los tres meses de edad se pesan para realizar el esquema de alimentación 70% de su dieta de ensilado de sorgo y 30% de alimento concentrado (70/30) para animales en potrero.

### **3.2.4.4 Manejo reproductivo de vacas de ordeño**

Se realizó palpación de ganado de ordeño y aplicación de prostaglandinas a las vacas vacías. Se implementa Inseminación artificial en vacas que presentan celo al ser programadas con prostaglandinas. Aquellas vacas que no respondieron a prostaglandinas, se aplicó dispositivos intravaginales (CIDR).

### **3.2.5 CONCLUSIONES**

La separación de los becerros de sus madres a los diez días de nacidos podría mejorar el reinicio de la actividad ovárica y se podría inferir en una gestación más rápida.

### **3.2.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES**

Seguir manejando el apartado de becerros a los 10 días de nacidos y destetarlos a los 2 meses, lo que implica tener la disciplina de alimentarlos con sustituto, prepararlo y ponerlo a temperatura de 35°C.

### **3.2.7 EVIDENCIAS**



**Figura 3.** Becerreras con animales con dos meses de destete



**Figura 4.** Becerros en potrero alimentados con ensilado de sorgo

### 3.2.8 LITERATURA CITADA

Báez, S. G., & Grajales, L. H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3), 1867–1875. <https://doi.org/10.21897/rmvz.347>

Domínguez, C., Garmendia, J., & Martínez, N. (2007). Influencia de la época de parto, la condición corporal y la suplementación sobre la actividad ovárica postparto de vacas mestizas bajo pastoreo mixto en el norte del estado Guárico, Venezuela. *Revista de La Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV*, 48(1), 37–50.

Granja, S. Y. T., Cerquera, G. J., & Fernandez, B. O. (2012). Factores nutricionales que interfieren en el desempeño reproductivo de la hembra bovina. *Revista*

---

*Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 4(2), 458–472.  
<https://doi.org/10.24188/recia.v4.n2.2012.227>

Mejía, O. C. A., Henao, R. G., Botero, B. J., Acevedo, agudelo L. I., Giraldo, M. A. M., & Trujillo, A. L. E. (2004). Variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 57(2), 2435–2451.

Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero : Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407–417.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n4/2448-6698-rmcp-8-04-00407.pdf>

Pérez, H. P., Sánchez del Real, C., & Gallegos, S. J. (2001). Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Invest Agr.: Prod Sanid Anim*, 16(2), 1–14.

## **3.2 SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL RANCHO SANTA ISAURA**

### **3.3.1 RESUMEN**

La unidad de producción pecuaria (UPP) denominada Rancho Santa Isaura se encuentra ubicada en la comunidad de Llano Grande, Jamiltepec Oaxaca, es la segunda actividad económica del propietario, el Ingeniero Geofísico Pedro Salinas Soto, quien es criador de ganado de registro, de los cuales son Suizo de tipo americano y tipo europeo y Suiz-bú en sus diferentes grados de pureza racial, socio activo de la asociación mexicana de criadores de ganado suizo de registro (AMCGSR). Socio activo de la asociación mexicana de criadores de ganado Suiz-bú de registro (AMCGSR), dedicándose a la producción diaria de leche, vientres, venta de vaquillas, sementales y animales de desecho, cuenta con un inventario de 270 animales, la reproducción es asistida a través de inseminación artificial con semen de toros probados de importación. Se logro Incorporar y desarrollar tecnologías para el manejo eficiente del ganado y mejorar la rentabilidad de la UPP.

---

**Palabras clave:** inseminación artificial, becerros, alimentación

### 3.3.2 INTRODUCCIÓN

La productividad y rentabilidad de las empresas ganaderas depende en gran medida de la capacidad fisiológica de las hembras para cumplir con el objetivo de tener una cría por año (Báez y Grajales, 2009). Las hembras bovinas deben reiniciar su función reproductiva para poder gestar nuevamente (Domínguez *et al.*, 2008). También se reporta para zonas tropicales de México que predominan los sistemas de doble propósito, principalmente extensivos y de bajo costo (Parra-Cortés y Magaña-Magaña, 2019).

Las infecciones uterinas son trastornos comunes que afectan a las vacas lecheras durante el periodo posparto (Ruiz *et al.*, 2017). Las vacas en amamantamiento presentan disminución de peso y de condición corporal (CC) durante los primeros 60 días del período posparto (Henaó y González, 2008). Las vacas tienen limitada su capacidad de concebir por un tiempo variable, su duración depende de la involución uterina y el anestro posparto (Pérez *et al.*, 2001).

El costo para sincronización de celo de las vacas dependerá del programa y de los productos a utilizar, las facilidades para el manejo del rebaño y la docilidad del mismo (Lúcio *et al.*, 2016). La ultrasonografía transrectal hace eficiente la reproducción de la hembra bovina, a través del seguimiento y evaluación de variables como el diámetro del folículo preovulatorio, volumen luteal, y diagnóstico de gestación, que permiten predecir respuestas y utilizar el tratamiento adecuado (Gutiérrez-Lizarazo y Báez-Sandoval, 2014)

### 3.3.3 OBJETIVO

---

### **3.3.3.1 Objetivo general**

- Aportar conocimientos adquiridos en el programa de estudio de maestría, que puedan mejorar los resultados en la unidad de producción pecuaria (UPP).

### **3.3.3.2 Objetivos particulares**

- Aprender y mejorar sobre el manejo integral de una UPP

### **3.3.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS**

Incorporación a la unidad de producción denominada Rancho Santa Isaura el 1 de agosto al 1 de octubre de 2020.

#### **3.3.4.1 Manejo de crías al nacimiento**

Al nacimiento de los terneros se les aplica de azul de metileno a y tatuado en la oreja del número de registro correspondiente, se registra fecha de nacimiento, número de la madre, padre raza y sexo.

#### **3.3.4.2 Destete, descorne y ferrado de crías**

A los dos meses de edad se realizó el descorne a todos los becerros con un cautín eléctrico con el cual no se realiza ningún corte en la base corneal, sino que es de contacto directo, no tiene efecto secundario con la humedad, se ferró los becerros, los cuales se destetaron y continuaron estabulados, esto con el fin de afectar positivamente el eje hipotálamo-hipófisis-ovario y poder reiniciar la actividad ovárica en las hembras.

---

#### **3.3.4.3 Registro de producción láctea**

La producción de leche se registró inicialmente por total de producción del grupo de vacas que se encontraban en ordeña, posteriormente se realizó de manera semanal para saber la producción por animal, considerando el tiempo que llevaba cada una en lactancia y conocer su potencial productivo de leche.

#### **3.3.4.4 Manejo de la vaca postparto**

El manejo postparto es de suma importancia ya que impacta directamente en los días abiertos y periodo interparto, ya que, al no tener una buena involución, se ve retrasado el reinicio de la actividad ovárica, por lo tanto, es de suma importancia dar el tratamiento y seguimiento hasta que haya una buena involución y retorno a la ovulación. A las vacas, conforme fueron pariendo se les aplicó un tratamiento hormonal de prostaglandinas  $f2\alpha$  esto para aumentar la contracción uterina y expulsaran los residuos en el útero.

Se realizó la revisión ecográfica utilizando un ecógrafo portátil Siui CTS 800 con sonda lineal rectal a 6.5 MHz para valorar la condición del útero y descartar alguna patología uterina o aplicar el tratamiento a las que presentaban problemas, regularmente endometritis, se les aplicó 50mg de dinoprost trometamina de manera intramuscular (IM), las que desmejoraron su condición corporal (CC), se les aplicó 10 ml de vitaminas del complejo B por tres días consecutivos, algunas que presentaron fiebre y decaimiento se les aplicó terapia con penicilina a dosificación de 22,000 unidades internacionales (UI) por kilogramo de peso vivo.

#### **3.3.4.5 Inseminación artificial**

El rancho cuenta con el personal, el equipo de criopreservación y la infraestructura para realizarla, se inseminaron las vacas en celo natural detectado y también programado, con seguimiento ecográfico para determinación de ovulación, este

---

seguimiento aumento la tasa de gestación significativamente, de un 64% a un 85%, esto debido a que se inseminaron las vacas con presencia de un folículo preovulatorio con la medida mínima de 9mm.

#### **3.3.4.6 Sincronización de ganado**

Para realizar esta sincronización se utilizó el ecógrafo para la revisión ovárica y a las vacas con presencia de cuerpo lúteo (CL) se le aplicó 30mg de dinoprost trometamina, con esto, se evitó la pérdida prolongada de vacas que estuvieron ciclando silenciosamente o sin ser detectadas por el personal, este tipo de programación es la más efectiva y también la más económica, sin embargo, requiere de revisión ecográfica o una vasta experiencia en la palpación manual de los ovarios. Las vacas tratadas se revisaron a las 56 horas después de la aplicación, para verificar ováricamente la presencia de folículos, ya sea en dominancia, que faltan horas para la expresión de celo, y las que tenían ya folículo preovulatorio se inseminaron en ese momento.

#### **3.3.4.7 Diagnóstico de gestación**

Se realizó el diagnóstico de gestación a todas las vacas 25 días después del último servicio de inseminación artificial, esto con el propósito de reducir los días abiertos, esto es, que, si las vacas no gestaron y tampoco repitieron a sus 21 días, o no fueron detectados no se pierde más tiempo, al día 25 el embrión es claramente visible, así, las vacías se vuelven nuevamente a sincronizar.

#### **3.3.4.8 Elaboración de calendario de vacunación y desparasitación**

Se realizó la desparasitación a todo el ganado con desparasitante interno y externo, se utilizó moxidectina al 1% (Cidectyn), la vacunación se realizó contra derriengue, Clostridios y Haemophilus somnus. Estas enfermedades son las que más afectan la zona, sin embargo, no son las únicas que se encuentran, por lo cual se sugirió

---

utilizar vacunas de tipo viral, debido a que se han adquirido animales de diferentes partes del país. Se estableció un calendario de vacunación.

### **3.3.5 CONCLUSIONES**

Se cumplieron los objetivos propuestos, esto debido a la disponibilidad del propietario y todo el personal que labora en la UPP, se concluye que un manejo coordinado tendrá como resultado el mejoramiento de los datos productivos, siendo eficiente.

### **3.3.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES**

Registrar los datos de producción para un control eficiente, anotar la genealogía de los toros utilizados a través de la inseminación artificial para evitar consanguinidad y saber cuáles son los más productivos en las condiciones particulares de la UPP. Contar con sistema computacional para un mejor control de la información generada.

### **3.3.7 EVIDENCIAS**





---

**Figura 5.** Descorne de becerros y revisión ecográfica en vacas

**3.3.8 LITERATURA CITADA**

- Báez, S. G., & Grajales, L. H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista MVZ Cordoba*, 14(3), 1867–1875. <https://doi.org/10.21897/rmvz.347>
- Domínguez, C., Ruiz, A. Z., Pérez, R., Martínez, N., Drescher, K., Pinto, L., & Araneda, R. (2008). Efecto de la Condición Corporal al Parto y del Nivel de Alimentación sobre la Involución uterina, Actividad Ovárica, Preñez y la Expresión Hipotalámica y Ovárica de los Receptores de la Leptina en Vacas Doble Proposito. *Rev. Fac. Cs. Vets*, 49(1), 23–36.
- Gutiérrez-Lizarazo, D. E., & Báez-Sandoval, G. M. (2014). La ultrasonografía en bovinos. *Respuestas*, 19(1), 99–106. <https://doi.org/10.22463/0122820x.12>
- Henao, R. G., & González, C. V. (2008). Relationship of Live Weight and Corporal Condition Variation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(1), 4394–4399.
- Lúcio, R., Setento, L., & Bedolla, J. L. C. (2016). Sincronización de celos utilizando GnRH Y PGF2 $\alpha$  para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos productores de leche. *Revista de Sistemas Experimentales*, 3(7), 60–64.
- Parra-Cortés, R. I., & Magaña-Magaña, M. Á. (2019). Características técnico-económicas de los sistemas de producción bovina basados en razas criollas introducidas en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18), 535–547. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2160>
- Pérez, H. P., Sánchez del Real, C., & Gallegos, S. J. (2001). Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Invest Agr.: Prod Sanid Anim*, 16(2), 1–14.
- Ruiz, G. L. F., Sandoval, M. R. S., Montenegro, V. M., & Delgado, C. A. (2017). Desempeño Reproductivo de Vacas Lecheras con Involución Uterina Retardada bajo Tratamiento Hormonal con Cipionato de Estradiol y Benzoato

---

de Estradiol. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(1), 110–119.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i1.12943>

---

### 3.3 TERCERA ESTANCIA PROFESIONAL ESPECIALISTAS EN REPRODUCCIÓN RECA S.A de C.V

#### 3.4.1 RESUMEN

El sistema de producción con bovinos doble propósito se define como la explotación del ganado bovino que produce tanto leche como carne para la venta. El principal método de reproducción es la monta directa del semental, la inseminación artificial es el segundo método y es la biotecnología utilizada más antigua, la biotecnología de la reproducción es un conjunto de técnicas que van desde la inseminación artificial hasta la clonación, todas ellas encaminadas a aumentar la eficiencia reproductiva de los animales. La empresa RECA, S.A DE C.V es un centro de procesamiento de semen (CEPROSEM) único en México con código NAAB número 321, que se ubica en El Marqués en Santiago de Querétaro, se dedica a recolección y congelado de semen de toros con prueba genómica y otros con prueba productiva de diferencia esperada de progenie (EPD's) para comercialización nacional e internacional.

**Palabras clave:** inseminación artificial, semen, doble propósito, trópico seco

#### 3.4.2 INTRODUCCIÓN

El sistema de producción con bovinos doble propósito se define como la explotación del ganado bovino que produce tanto leche como carne para la venta (Cortés *et al.*, 2012). En el trópico seco con las altas temperaturas se altera el desarrollo folicular, el celo, la implantación, el desarrollo embrionario temprano, la gestación, el parto y el regreso al calor durante el posparto (Góngora y Hernández, 2010). La biotecnología de la reproducción es un conjunto de técnicas que van desde la inseminación artificial hasta la clonación, todas ellas encaminadas a aumentar la eficiencia reproductiva de los animales (Ugalde, 2014).

---

Algunas ganaderías de doble propósito utilizan en forma rutinaria la técnica de inseminación artificial (IA) para el mejoramiento genético de sus animales, sin embargo, se tiene un gran número de factores biológicos, gerenciales y socio-económicos que afectan la calidad y la eficiencia de la técnica, que en alguna forma limita la participación de nuevos usuarios (García *et al.*, 2001). En producción bovina, la (IA) con espermatozoides seleccionados acelera el mejoramiento mediante un aumento del progreso genético anual (Oses *et al.*, 2009).

La fertilidad potencial de una muestra de semen probablemente va a depender de que contenga un número suficiente de espermatozoides viables, morfológicamente normales y funcionales competentes capaces de alcanzar el oviducto y de establecer un reservorio oviductal, de llevar a cabo la fecundación del ovocito y de contribuir al desarrollo embrionario (Muiño *et al.*, 2005; Bernardi *et al.*, 2011).

### **3.4.3 OBJETIVOS**

#### **3.4.3.1 Objetivo general**

- Conocer los medios de comercialización de semen, métodos de entrega, cantidad mínima para realizar envíos

#### **3.4.3.2 Objetivo particular**

- Establecer contacto con los compradores de semen y poder ofertar servicios de reproducción bovina

### **3.4.4 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EFECTUADAS**

Se iniciaron las actividades en el periodo comprendido del 1 de julio al 15 de agosto del 2020 en el centro de procesamiento de semen (CEPROSEM) especialistas en reproducción RECA S.A DE C.V, en el cual se asignó trabajar la propaganda, comercialización de semen y soporte a los clientes en costa chica de Guerrero y

---

Oaxaca. La primera actividad fue recorrer las comunidades de San Marcos, Cruz Grande, Copala, Marquelia, Ometepec y Cuajinicuilapa, estos del estado de Guerrero, en estos lugares se visitó a técnicos inseminadores y médicos veterinarios, esto con el fin de mostrarle la información del semen de los toros disponibles, precio por pajilla y la garantía en fertilidad que ofrece la empresa.

Se logro comercialización de 600 dosis de semen congelado de 0.5ml de diferentes razas, esto debido a que los precios oscilaron sobre 90 y 120 pesos lo que permite adquirir un mayor número de dosis. En las comunidades de La Máquina de Nexpa y Copala se apoyó con diagnóstico ultrasonográfico en hembras para conocer el estado reproductivo y sugerir semen para las vacas vacías de alguna raza que mejorara la producción de leche sin perder la rusticidad de las vacas de los productores.

En el estado de Oaxaca se visitaron las comunidades de Llano Grande, Santo Domingo, Tlacamama, Pinotepa Nacional y Collantes, en estas comunidades se realiza la inseminación artificial en diferentes unidades de producción (UPP), en estas cinco comunidades se apoyó con diagnóstico reproductivo esto favoreció en la venta de semen de la empresa, se comercializaron 450 dosis de semen.

#### **3.4.5 CONCLUSIONES**

La utilización de la técnica de inseminación no ha tenido avance en su utilización en las diferentes UPP en la costa chica de Guerrero y Oaxaca, esto debido a los costos de hormonales, semen, falta de personal capacitado y bajo porcentaje de gestación. RECA S.A DE C.V oferta semen de calidad de sementales probados a un buen precio con buena aceptación en el mercado.

#### **3.4.6 RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES**

---

No se realizó ninguna recomendación debido a que el CEPROSEM tiene una certificación internacional con el código NAAB 321. Cuenta con equipo de última generación para realizar cada uno de los procesos desde la recolección del semen hasta la entrega al comprador final.

### 3.4.7 EVIDENCIAS



**Figura 6.** Termos criogénicos con semen RECA para entrega en la Costa Chica de Guerrero y Oaxaca.

### 3.4.8 LITERATURA CITADA

Bernardi, S. F., Allende, R., Monti, J., & Marini, P. R. (2011). Evaluación de los cambios ocasionados en espermatozoides bovinos por variaciones en el manejo de las dosis durante su manipulación en inseminación artificial. *InVet*, 13(2), 25–38.

Cortés, M. J. A., Cotes, T. A., & Cotes, T. J. M. (2012). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Structural features of dual-purpose cattle production system. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 229–239.

García, M. P., Goodger, W. J., Bennett, T., & Perera, B. M. A. O. (2001). Uso de un protocolo estandarizado en 14 países para identificar factores que afectan la eficiencia de los servicios de inseminación artificial en ganado bovino a través

---

de análisis de progesterona. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 12(2), 164–178.

Góngora, A., & Hernández, A. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 141–151. <https://doi.org/10.31910/rudca.v13.n2.2010.742>

Muiño, R., Fernández, M., Arean, H., Viana, J. ., López, M., Fernández, A., & Peña, A. I. (2005). Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de IA.pdf. *ITEA*, 101(3), 175–191.

Oses, M. V., Teruel, M. T., & Cabodevila, J. A. (2009). Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro. *Revista Veterinaria*, 20(2), 138–145. <https://doi.org/10.30972/vet.2021867>

Ugalde, J. R. (2014). Biotecnologías reproductivas para el siglo XXI. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 33–34.