

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DETERMINAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN BOVINOS DE CARNE EN
FINCA LA CATALINA EN MONTERIA, CORDOBA, COLOMBIA**

PRESENTADO POR:

GYPSI FABIANA SALGADO GODOY

INFORME FINAL

**PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

DETERMINAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN BOVINOS DE CARNE EN
FINCA LA CATALINA EN MONTERIA, CORDOBA, COLOMBIA

POR:
GYPSI FABIANA SALGADO GODOY

JOSUE OMAR MENDOZA MONTOYA, M.Sc.
Asesor principal

I

INFORME FINAL

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A **DIOS TODO PODEROSO** por siempre estar presente en mi vida, que ofrece la fortaleza, conocimiento, comprensión y bienestar, quien orienta mi camino por ayudarme en los momentos más difíciles.

Principalmente quiero agradecer a mis padres **RICARDO ABEL SALGADO BARAHONA** y **VILMA MARITZA GODOY**. Ellos siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional y son mis principales inspiraciones para continuar. Sin su ayuda, nada de esto habría sido posible.

A mis tíos, que son como mis segundos padres de crianza **MARCO TULIO FIGUEROA Y MARIA MARTHA GODOY**. Por siempre estar presentes dándome su apoyo, sus ánimos y motivaciones para aspirar a ser mejor persona.

A mi hermano **PABLO DAVID SALGADO GODOY**, porque es parte de mis distintas inspiraciones, apoyo y deseo de mejorar como persona y ser un modelo a seguir para él.

A mis abuelos **PABLO DE JESUS VASQUEZ y MARIA FELICITA GODOY (QDDG)** por siempre estar pendiente de todo mi proceso universitario, por ser una gran motivación personal, familiar y por todo el amor incondicional que me brindaron siempre.

A **TODA MI FAMILIA** por siempre creer en mí, apoyarme para seguir adelante, generando amor, confianza y fuerzas para seguir de frente a cualquier adversidad.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por su bondad en brindarme bienestar, entendimiento y fuerza para enfrentar este camino en la universidad y dándome la oportunidad de lograr una de mis metas establecidas en la vida.

A mi alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por ser una institución reconocida que prepara a profesionales de calidad, desarrollando las habilidades y capacidades necesarias para enfrentar los variados desafíos en el ámbito laboral que puedan surgir.

A la empresa **REAL WOOD**, por abrir sus puertas y darme la oportunidad de adquirir conocimientos en su finca y realizar mi PPS, por todo el apoyo del personal de trabajo y buenas experiencias vividas.

A mis asesores en el exterior, **GABRIEL HERNANDEZ y JULIAN OSPINA**, por brindarme de sus conocimientos, experiencias vividas y apoyo, para poder culminar mi práctica profesional en el exterior.

A mis padres **RICARDO ABEL SALGADO BARAHONA y VILMA MARITZA GODOY**, por ser siempre mi respaldo incondicional en mi desarrollo personal y profesional, por motivarme a ser una mejor persona cada día, los valores que me enseñaron en casa me hicieron comprender que, si nos proponemos lograr algo, podemos alcanzarlo con dedicación, esfuerzo y trabajo duro.

A mis tíos, que forman parte como mis padres de crianza **MARCO TULIO FIGUEROA y MARIA MARTHA GODOY**, por su apoyo incondicional, motivación y consejos en este tiempo universitario, por siempre darme ánimos a seguir adelante y poder llegar a superarme.

A mi hermano **PABLO DAVID SALGADO GODOY**, por proporcionarme constante apoyo y motivación a lo largo de todos estos años.

A mis abuelos **PABLO DE JESUS VASQUEZ** y **MARIA FELICITA GODOY (QDDG)**, por estar a mi lado siempre en la decisión de continuar con mis estudios y por su apoyo constante.

A mis amigas, quienes durante estos cuatro años se volvieron como mi familia, con los que compartí momentos felices y también algunos tristes, pero siempre trabajando hacia un objetivo en común. Gracias a **FATIMA VILLALOBOS, MARISOL SANABRIA, MONICA VALLE, IZAMAR SEGOVIA, DARA RIVERA, HELEN VASQUEZ Y ALICIA BU.**

A mis asesores, **M.Sc. JOSUE MENDOZA, M.Sc. JAVIER LUNA, Ph.D. CARLOS ULLOA**, por su valiosa ayuda y por guiarme durante este proceso.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo general	16
2.2. Objetivos específicos	16
III. REVISIÓN DE LITERATURA	17
3.1. Importancia de la ganadería en Colombia	17
3.2. Importancia de la carne	17
3.3. Importancia de la producción de carne en Colombia	18
1.1. Raza Nelore	19
1.2. Origen de la raza Nelore	19
1.3. Características de la raza Nelore	20
1.4. Anatomía del bovino	20
1.4.1. Toros	21
1.4.2. Aspectos básicos de los toros	21
1.6. Regulación hormonal del ciclo estral	22
1.7. Pubertad	22
1.8. Correlación edad a la pubertad y fertilidad	23
1.9. Pubertad en machos	24
1.10. Periodicidad del ciclo estral	24
1.10.1. Estro o celo	25
1.10.2. Proestro	26

1.10.3.	Metaestro	26
1.10.4.	Diestro	26
1.11.	Importancia de la eficiencia reproductiva	27
1.12.1.	Uso de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas)	28
1.12.2.	Uso de prostaglandina	28
1.12.3.	Uso de progesterona	29
1.13.	Parámetros reproductivos	29
1.13.1.	Días abiertos	30
1.13.2.	Intervalo entre partos	30
1.13.3.	Servicios por concepción	31
1.13.4.	Porcentaje de preñez al primer servicio	31
1.13.5.	Porcentaje de preñez al segundo servicio	31
1.13.6.	Porcentaje de preñez total	32
1.13.7.	Relación beneficio-costeo	32
1.14.	Tolerancia al calor	32
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1.	Localización	33
4.2.	Materiales y equipos	33
4.3.	Método	34
4.4.	Desarrollo de la práctica	34
4.4.1.	Animales y manejo	34
4.4.2.	Sincronización de celo	34
4.4.3.	Protocolo	35
4.4.4.	Palpación rectal	36
4.4.5.	Detección de celo	36

4.4.6.	Inseminación artificial	36
4.4.7.	Diagnóstico de gestación	37
4.4.8.	Costos operativos	37
4.4.9.	Manejo reproductivo	39
4.4.10.	Recolección y tabulación de datos	39
4.5.1.	Días Abiertos (DA)	40
4.5.2.	Intervalo entre parto (IEP)	40
4.5.3.	Número de servicios por concepción (NSPC)	40
4.5.4.	Porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS)	41
4.5.5.	Porcentaje de preñez al segundo servicio (%PPS)	41
4.5.6.	Porcentaje de preñez total (%PT)	41
4.5.7.	Relación beneficio-costos	41
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5.1.	Días abiertos	43
5.2.	Intervalo entre parto	44
5.3.	Número de servicios por concepción (NSPC)	45
5.4.	Porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS)	46
5.5.	Porcentaje de preñez al segundo servicio (%PSS)	47
5.6.	Porcentaje de preñez total	48
5.7.	Relación beneficio-costos (RBC)	49
5.7.1.	Costos operativos y eficiencia (NSPC)	50
5.7.2.	Costos operativos por servicio (COS) y costos de preñez efectiva (COPE)	51
		51
VI.	CONCLUSIONES	54
VII.	RECOMENDACIONES	54

VIII. BIBLIOGRAFÍAS	56
IX. ANEXOS	61

Lista de Tablas

Tabla 1. Parámetros reproductivos	24
Tabla 2. Cronograma de actividades	41
Tabla 3. Presupuesto	42

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación	27
Figura 2. comparación del promedio de días abiertos de los lotes Veracruz y Guayabal, con los valores ideales.	34
Figura 3. Comparación del promedio de intervalo entre parto de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.	35
Figura 4. Comparación del promedio de número de servicios por concepción de los lotes de Veracruz y Guayabal con los valores ideales.	36
Figura 5. Comparación del porcentaje de preñez al primer servicio de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.	37
Figura 6. Comparación de porcentaje de preñez al segundo servicio de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.	38
Figura 7. Comparación de porcentaje de preñez total de los lotes de Veracruz y Guayabal con los valores ideales	39

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Resultado de la eficiencia reproductiva	42
Cuadro 2. Comparación de los costos operativos y eficiencia (NSPC)	42
Cuadro 3. Presupuesto de costos operativos por servicio (COS)	43
Cuadro 4. Comparación de los costos operativos de preñez efectiva (COPE) para los lotes Guayabal y Veracruz.	43
Cuadro 5. Comparación final de la relación beneficio-costo	44

Lista de Anexos

Anexo 1. Sincronización y retiro de dispositivo	48
Anexo 2. Ganado Nelore en naves de alimentación	49
Anexo 3. Registro reproductivos de los lotes de Veracruz y Guayabal (Palpación)	49
Anexo 4. Preparación e Inseminación	50
Anexo 5. Secreción cervical, indicativo de celo	51
Anexo 6. Diagnostico de gestación y palpación	51
Anexo 7. Registros reproductivos de los lotes de Veracruz y Guayabal (Inseminación) y Protocolo	52
Anexo 8. Inventario general de ganado	53
Anexo 9. Base de datos de los lotes Veracruz y Guayabal	53
Anexo 10. Base de datos de vacas primíparas	53
Anexo 11. Base de datos de trasferencias de embriones	53
Anexo 12. Protocolo de resincronización	53

Salgado Godoy, G.F. 2025. Determinar la eficiencia reproductiva en bovinos de carne en Finca La Catalina, Montería, Córdoba Colombia. PPS. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 34 pág.

RESUMEN

La práctica profesional supervisada se realizó en la finca la catalina en Montería, Córdoba, Colombia, con el objetivo de determinar la eficiencia reproductiva en el hato de ganado bovino productor de carne, trabajando con un total 81 animales de la raza Nelore manejados en 41 animales al lote Veracruz y 40 pertenecientes al lote Guayabal, manejadas bajo un sistema de producción semi-intensivo. Luego de los registros reproductivos y de la obtención de información, se determinaron los indicadores reproductivos representados en las variables evaluadas siguientes: días abiertos (DA), intervalo entre partos (IEP), número de servicios por concepción (NSPC), porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS), porcentaje de preñez al segundo servicio (%PSS) y porcentaje de preñez total (%PT). Los resultados obtenidos muestran que los días abiertos (DA) fueron de 86.44 y 78.02 días; el intervalo entre parto (IEP) de 352.66 y 359.41 días; el número de servicios por concepción (NSPC) fue de 1.51 y 1.45 servicios/ concepción; el porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS) fue de 46.34 y 52.50%; el porcentaje de preñez al segundo servicio (%PSS) de 46.34 y 42.50%; y el porcentaje de preñez total (%PT) de 92.68 y 95%, para los lotes de Veracruz y Guayabal. Concluyendo que el lote Guayabal demostró una eficiencia reproductiva consistentemente superior en comparación con el lote Veracruz, el lote Guayabal obtuvo un menor tiempo de recuperación, reflejado en menos días abiertos (78.02 vs 86.44) y un mejor NSPC (1.45 vs 1.51), gracias a una tasa de preñez al primer servicio significativamente más alta (52.50 vs 46.34%). A pesar de un IEP ligeramente más largo, el éxito en la preñez temprana del lote Guayabal culminó con el mayor porcentaje de preñez total (95 vs 92.68%), confirmándolo como el manejo más rentable. Ambos lotes demuestran una alta rentabilidad con la inversión en IATF, ya que la relación beneficio-costos, es mayor a uno. El lote Guayabal es superiormente eficiente con un RBC de 3.1, en contraste con 2.72 del lote Veracruz. Esta diferencia se atribuye a un mejor manejo que resultó en un menor NSPC de 1.30 para Guayabal, minimizando sus costos operativos por preñez en la finca la catalina.

Palabras clave: Eficiencia reproductiva, lote Guayabal, Lote Veracruz, Nelore, Intervalo entre partos (IEP).

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina para carne es muy importante en Colombia principalmente en finca la Catalina en Montería, Córdoba, Colombia, en donde predominan sistemas de producción semi intensivos centrados en bovino de la raza Nelore, conocidos por su alta producción de carne y resistencia al calor y enfermedades, la eficiencia reproductiva de un hato ganadero es su mayor producción de carne en bovinos debido a su alto impacto en los costos de producción. Según Valdez Ramírez, B., & Rodríguez Miranda, R. (2013), realiza aprovechando recursos naturales en más del 50% del territorio nacional; por su aportación de carne como alimento básico; por la generación de divisas con la exportación de ganado, y por su contribución al desarrollo, (Sánchez Gómez, n.d.)

De acuerdo con *Agrociencia* (2004) Los parámetros reproductivos bovinos son importantes en explotaciones ganaderas porque influyen en la eficiencia reproductiva. Existen factores que influyen tanto en el inicio como en el desenlace de los eventos reproductivos en la hembra y en el macho, como la raza, el ambiente, el manejo, la nutrición y sanidad, en ganado de carne. Entre los parámetros más importantes están los que reflejan el inicio de la pubertad, los servicios, los niveles de concepción, los partos entre otros. Si bien estos parámetros representan la fertilidad en diferentes fases de la vida reproductiva, un manejo adecuado que permiten incrementar la productividad y por ende la rentabilidad.

La investigación que se realizó tuvo como meta entender y examinar la eficacia de la reproducción en el ganado de carne en finca la Catalina en Montería, Córdoba, Colombia. Para lograr esto, se midieron principales indicadores reproductivos. Además, se mejoraron las habilidades prácticas en el manejo de la reproducción, ayudando a crear estrategias que se adapten a las necesidades únicas del sistema productivo y genético de la zona.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia en la reproducción a través de la recolección de información del hato de ganado productor de carne en finca la Catalina en Montería, Córdoba, Colombia.

II.2. Objetivos específicos

Evaluar los índices reproductivos días abiertos, intervalo entre partos, servicios por concepción y la determinación de los porcentajes de preñez al primer y segundo servicio, así como el porcentaje de preñez total.

Calcular la relación beneficio-costos de las estrategias de manejo reproductivo implementadas en la finca, mediante la cuantificación de los costos asociados a las diferentes técnicas (inseminación artificial a tiempo fijo y monta natural controlada).

Colaborar en cada una de las actividades implementadas al manejo reproductivo del hato del ganado bovino productor de carne.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

III.1. Importancia de la ganadería en Colombia

La economía del país gira en torno al desarrollo de los diferentes procesos que hacen parte de los sectores económicos primario, secundario, terciario y cada una de las actividades que a diario son realizadas por las manos laboriosas, creativas y pujantes de quienes hacen parte de la comunidad colombiana, quienes en su cotidiano vivir contribuyen significativamente paso a paso con el crecimiento y desarrollo del país, en aras de un territorio más próspero.

La economía de Colombia se caracteriza principalmente por su labor agrícola y agroindustrial, basada fundamentalmente en la producción de bienes primarios para la exportación, y en la producción de bienes de consumo para el mercado interno, del cual se abastece en gran medida la canasta familiar de muchos de los hogares acentuados a lo largo y ancho del territorio colombiano.

27 de los 32 departamentos de Colombia hacen presencia con la producción ganadera, lo que determina que gran cantidad de la población colombiana hace parte de esta actividad económica que desde hace muchos años ha logrado imponerse en la forma de vida de los campesinos y empresarios de Colombia, siendo una de las principales generadoras de ingresos al país, siendo de gran importancia dentro de la producción agrícola y agroindustrial nacional (Cocupo Media, 2018b).

III.2. Importancia de la carne

La industria de la carne en Colombia es importante para la construcción de la seguridad alimentaria de nuestro país al ser una de las fuentes más importantes de alimentación. La cría de bovinos, porcinos y aves nos proporciona alimentos que se consumen en grandes cantidades en Colombia y nos da la oportunidad de gozar de una alimentación rica y saludable (Publicado por el Consejo Colombiano de la Carne, 2020),

Además, la industria merece un reconocimiento también por su contribución al fortalecimiento de la economía, tal como se refleja en las cifras plasmadas en el Compendio Estadístico, donde destaca la producción de la industria cárnica en Colombia en 2018 que llegó a 6.9 millones de toneladas, situando al país en el 7° lugar en producción de carne, por encima de países como Argentina, Canadá y Australia (Publicado por el Consejo Colombiano de la Carne, 2020).

III.3. Importancia de la producción de carne en Colombia

El sector de Carne Bovina se compone principalmente de tres eslabones: producción primaria (que se desarrolla en los predios o fincas), frigoríficos (plantas de beneficio que producen carne en canal, deshuesada y subproductos cárnicos) e industria cárnica (que fabrica embutidos o derivados cárnicos para comercializar y distribuir). En este sentido, Colombia tiene la oportunidad de atender el crecimiento poblacional y económico que incrementa la demanda nacional e internacional de carne (Euphorianet, n.d.-b)

En el período 1991–2003, la producción de carne, en Colombia, creció a una tasa del 0.8% por año. En el 2003, se produjeron 660,000 toneladas, volumen inferior a lo obtenido en el año 1997, cuando se produjeron 766,000 toneladas, y, a partir del cual, el volumen, ha caído a una tasa del 2.6% por año. Esto, indica que la oferta de carne de bovino, ha venido creciendo a ritmos inferiores al aumento de la población, que, en promedio, en la década de los noventa, fue de 1,9% anual y, que esta menor disponibilidad, ha sido capturada por otras carnes, fundamentalmente por la de pollo, cuya dinámica ha sido creciente (Agrocadenas, 2005).

En la producción nacional de carne bovina, se esperaba una producción de 827220 toneladas, en el 2006, superior en 1.5% respecto a lo observado en el 2005; se preveía un consumo doméstico de 820207 toneladas, lo que representaría un crecimiento del 1.5%. Las importaciones, posiblemente, podrían ascender a 1500 toneladas en 2006; por su parte, las exportaciones, aumentarían un 7.6% con respecto al 2005, ascendiendo a 8513 toneladas en el 2006 (Agrocadenas, 2005).

El rendimiento de carne vacuna en canal, como indicador de productividad de la ganadería, muestra que Colombia, se encontraba por debajo del promedio mundial y de los principales bloques comerciales; el número de kilogramos de carne en canal, obtenidos por animal era de 197 Kg por animal, en el año 2003, mientras el promedio mundial fue de 204 Kg por animal. Los países del NAFTA, registraron rendimientos de 315 Kg. por animal, los Europeos de 278 Kg por animal. Los principales países productores, presentan altos rendimientos por animal: en Estados Unidos de 332 kg, en Alemania de 309 kg, Australia de 225 kg, en Argentina de 222 kg, en Brasil de 216 kg y en México de 214 Kg (Agrocadaneas, 2005).

1.1.Raza Nelore

La raza Nelore corresponde a la Ongole de la India. Fue exportado en gran escala para América Tropical y a otros países con el fin de mejorar el ganado nativo. Como en todo el ganado Cebú, su gran resistencia a las enfermedades y su capacidad de subsistir en pastos secos, aun con escasez de forraje, ha sido de gran valor, fuera de la india, en la formación de ganado para carne, capaz de prosperar en condiciones tropicales. Son animales para producción de carne y leche, pero han sido utilizados esencialmente para carne. Es muy vivo, ligero y manso cuando es cuidadosamente cuidado. Esta raza presenta gran rusticidad desarrollándose muy bien en climas cálidos, siendo recomendada para explotaciones extensivas con suelos pobres y pastos de baja calidad.

Son animales muy fuertes, grandes y útiles para trabajo pesado. Las vacas Nelore paren con facilidad debido al tamaño pequeño de las crías; debido al reducido tamaño de los pezones de las vacas, las crías maman con gran facilidad sin necesidad de enseñarles presentando gran capacidad de supervivencia. La vaca adulta puede llegar a pesar entre 550 y 600 kg, el toro puede pesar hasta 1.000 kg. Los becerros al nacer pesan entre 26 y 28 kg. El rendimiento en canal varía entre el 58 al 60%. La longevidad de la vaca supera los 10 años de vida productiva. (*Razas De Carne Bos Indicus.*, 2021)

1.2.Origen de la raza Nelore

(Martínez, 2025b), la raza bovina Nelore es originaria de la India y fue introducida en Brasil por Francisco de Paula Rodríguez Alves, quien importó tres toros y 18 vacas. Según Narendra (1984) el ganado Nelore se originó en la costa del Estado de Andhra Pradesh, localizado al este de la India Peninsular, específicamente en los distritos de Nelore, Prakasam, Guntur, Krishna, Godavari Oeste y Godavari. Su nombre local en la India es Ongole, siendo una raza de más de 3,000 años de antigüedad.

1.3.Características de la raza Nelore

El ganado Nelore tiene reconocimiento internacional por su excelente capacidad de adaptación a climas tropicales adversos siendo resistente al calor y la humedad. Este ganado muestra poca susceptibilidad a parásitos externos lo que la hace menos propenso a las enfermedades transmitidas por esto, (Martínez, 2025b)

La Raza es de tamaño medio a grande con una gran musculatura y estructura ósea. Sus animales presentan una giba bien conformada a la altura de la cruz y de forma arriñonada. Los cuernos son cortos y gruesos, algunos ejemplares lo tienen largos y curvas u otros no tienen llamados mochas. La raza tiene un pelaje corto y grueso siendo animales de piel negra, pero pelaje blanco, gris y existe una variedad manchada de negro o rojo llamada comúnmente Nelore manchado, (Martínez, 2025b).

(Martínez, 2025b), la ganancia de peso diaria promedio del Nelore es de 0,45 kg por día bajo las condiciones de la India, mientras que en Brasil los resultados mostraron un ritmo de crecimiento más alto llegando de 0,90 kg por día. Cubas et al (2001) reporta una ganancia diaria de peso entre el nacimiento y el destete de $0,510 \pm 0,007$ kg. Terakado et al. (2005) encontró que las vaquillas precoces destetaron terneros (205 días) con ganancias de peso diario entre, 1,410 y 0,797 kg1,410 y 0,797 kg

1.4.Anatomía del bovino

La relación de numero de vacas por toro puede ser de 20 a 100, pero la decisión del número apropiado depende de las condiciones particulares de manejo del hato reproductivo, Se considera un buen manejo reproductivo cuando la preñez de las vacas y el consiguiente parto permitan desarrollar un ternero en buenas condiciones y que éstos sean comercializados al mejor precio de mercado. (Demanet Filippi, n.d.)

1.4.1. Toros

No todos los toros tienen la misma calidad reproductiva, los toros se ajustan a una curva normal con individuos de alta calidad e individuos insuficiente para ser reproductores, todos los toros deben ser evaluados en su condición reproductiva, el examen corresponde a un examen andrológico de fertilidad potencial. (Demanet Filippi, n.d.)

1.4.2. Aspectos básicos de los toros

Condición morfológica reproductiva, aparato reproductor en los parámetros de normalidad de la raza, conocer la circunferencia o perímetro escrotal (32 cm), condición del pene y prepucio. Evaluación de la calidad seminal, volumen de eyaculado, concentración espermática, motilidad, porcentaje de células espermáticas, la efectividad del toro sobre las vacas, capacidad del toro de depositar el semen en el tracto reproductivo de la vaca. Mayor puntaje tienen los toros que son capaces de cubrir más veces en 20 minutos, según (Demanet Filippi, n.d.)

1.5.Ciclo estral

1. **Duración:** 21 días
2. **División:** Estro, proestro, metaestro, diestro
3. **Folículo:**
 - Produce estrógeno responsable del ciclo estral
 - Libera en ovulo a pocas horas de terminado el celo
 - En lugar de ovulación se forma el cuerpo lúteo

- El cuerpo lúteo produce progesterona
 - Progesterona hormona responsable de la preñez
 - Si hay fecundación el cuerpo lúteo no regresa
 - Continúa la producción de progesterona
 - La progesterona mantiene la preñez
4. **Si no hay preñez:** 13 a 14 días el útero produce prostaglandina F2a, induce al cuerpo lúteo a su regresión, luego hay un nuevo desarrollo folicular y nuevo estro, se completa el ciclo, (Demanet Filippi, n.d.)

1.6. Regulación hormonal del ciclo estral

Reguladas por dos hormonas de la hipófisis Gonadotropinas: Hormona folículo estimulante (FSH), responsable del desarrollo folicular Hormona luteinizante (LH), responsable de la maduración del folículo y de su ovulación, ambas hormonas son liberadas en forma cíclica por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) liberada desde el hipotálamo, (Demanet Filippi, n.d.)

1.7. Pubertad

Las hembras llegan a la pubertad a edad más temprana que los machos dentro de la misma raza y con la misma alimentación. El retraso de éstos es del orden de los dos a cuatro meses en bovinos, probablemente, el origen del retraso radica en los centros superiores del sistema nervioso. Estudios desarrollados en la universidad de Colorado en USA han demostrado que la progenie de hembras nacida del apareamiento de toros con mayor tamaño testicular (mayor circunferencia escrotal) que el promedio, comienzan a más temprana edad su ciclo estral. Hay una correlación positiva entre circunferencia escrotal del padre y menor edad a la pubertad de las hijas. El fotoperíodo y la temperatura ambiente son las condiciones climáticas que revisten mayor importancia. Otros factores ambientales, tales como la presencia del macho y las fases de la luna, podrían influir sobre el inicio de la actividad sexual en la hembra bovina, (Demanet Filippi, n.d.)

1.7.1. Pubertad en hembras

La pubertad es el período en la vida del animal en que adquiere la madurez sexual o capacidad para reproducirse, aparecen los primeros caracteres sexuales secundarios y adquieren un gran crecimiento y desarrollo los órganos genitales. La pubertad en las hembras comienza con la primera ovulación (con o sin manifestación de celo) y termina una vez adquirida la ciclicidad, momento en que los ciclos estrales con manifestaciones externas de celo y ovulación se suceden a intervalos regulares (21 días). El inicio endocrino de la pubertad se establece en el primer pick preovulatorio de LH (hormona luteinizante). Todos los acontecimientos que se suceden inmediatamente antes de este hecho conforman el período prepuberal y los que se producen después, el período puberal.

Los ovarios de las terneras prepuberales contienen folículos en crecimiento que experimentan atresia, regresan y finalmente desaparecen para ser sustituidos por otros que crecen, pero al final regresan también. Este ciclo regresivo se prolonga hasta la llegada de la pubertad, donde los folículos progresan hasta la etapa de folículo de Graaf. Con frecuencia, un folículo puede ovular sin signos acompañantes de estro externo (celos silentes). En estos casos el nivel de estrógenos no es suficiente para inducir cambios de conducta, siendo necesario también para producir estro síquico, además de estrógenos, una pequeña cantidad de progesterona procedente del cuerpo lúteo en regresión.

El comienzo de la pubertad fluctúa entre los 4 y 20 meses, con un promedio de 9 a 11 meses. La raza y el estado de nutrición influyen notablemente en el comienzo de la pubertad. Si antes de la madurez reproductiva en las hembras se exige el funcionamiento de los órganos de la reproducción (preñez), se provoca una depresión en el desarrollo final del cuerpo, atribuible en parte a una alteración que experimenta la funcionalidad de la pituitaria en su actividad reguladora del crecimiento, y en parte a problemas nutricionales, (Demanet Filippi, n.d.)

1.8. Correlación edad a la pubertad y fertilidad

Hay una correlación negativa de -0,32 entre la edad a la pubertad y la eficiencia reproductiva. A menor edad a la pubertad, mejor eficiencia reproductiva en la vida útil del animal. Seleccionar Vaquillas por pubertad anticipada, proporciona como resultado un rebaño fértil y con mayor longevidad productiva, (Demanet Filippi, n.d.)

1.9. Pubertad en machos

La pubertad en el macho, lo mismo que en la hembra, tiene un comienzo variable y se halla subordinada a influencias idénticas, como la raza y la alimentación. El período prepuberal se divide en etapas: Los testículos descienden al escroto en el momento del nacimiento. El tejido testicular comienza a diferenciarse a los 3- 4 meses de edad con la aparición de espermatoцитos. A los 6 meses ya existentes espermatozoides maduros. Después de los 7 meses los espermatozoides ya pueden tener capacidad fecundante (madurez sexual). La capacidad fecundante del semen puede ser bastante baja al principio, pero aumenta rápidamente con la edad. La pubertad en los machos se define como la edad a la cual un torito produce un líquido espermático que contiene como mínimo 500 espermatozoides por mm³ con no menos de 10 % de motilidad.

El macho debe alcanzar cierto tamaño corporal antes de llegar a la pubertad, que se produce normalmente entre los 7 y 13 meses de edad, pero que se puede retrasar en caso de restricción alimenticia. Independientemente de las razas o sus cruzamientos, la circunferencia escrotal predice con mayor exactitud cuando un toro llega a la pubertad que otros índices como son el peso corporal o la edad. Los toros llegan a la pubertad con 27,9cm ($\pm 0,2$ cm), siendo el desarrollo testicular posterior a la pubertad, (Demanet Filippi, n.d.)

1.10. Periodicidad del ciclo estral

La duración del ciclo estral o su periodicidad es variable. Su promedio en la vaca adulta es de 21,3 días, con una desviación estándar de 3,7 días (17,6 a 25 días). En las vaquillas la duración media es de 20,2 días, con una desviación estándar de 2,3 días (17,9 a 22,5 días).

En las vaquillas, por lo tanto, hay menor variación que en las vacas y es un día más corto. Un 30% de todos los ciclos estrales son menores de 17 días o mayores de 25 días, aún en condiciones normales, hay una gran variación en su duración. En zonas de alta temperatura, la duración del ciclo sexual disminuye, mientras que el frío extremo puede atenuarla intensidad de este. En condiciones alimenticias adecuadas, la mayoría de las vacas recomienzan su ciclo estral antes de los 30 días posparto. La mayoría de los celos que ocurren durante el primer mes posparto son silenciosos o silentes, es decir, que no se acompañan de signos externos, por lo que el hombre no los puede detectar, pero sí el toro. Los celos silentes son mucho más comunes de lo que se cree. El 50 a 80% de las vacas de cría tienen su primer ciclo posparto silencioso. En el segundo ciclo, casi todas las vacas manifiestan signos externos, y en el tercero, todas los presentan, (Demanet Filippi, n.d.)

1.10.1. Estro o celo

El estro, celo o vaca alzada, es el período del deseo sexual, resultante de la acción del estradiol sobre el sistema nervioso central, lo que da origen a las manifestaciones síquicas características. El útero es estimulado en grado suficiente como para que a la palpación rectal el miometrio revele un fuerte tono y el útero se encuentre ligeramente firme y erecto. Persiste la tumefacción de vulva y vagina, en las que se advierte hiperhemia. A las 14 a 18 horas promedio el sistema nervioso de la hembra se torna refractario al estradiol y cesan en el animal todas las manifestaciones síquicas del celo. Desaparecen las tentativas para montar otras vacas, al mismo tiempo que tanto las hembras como los toros suprimen su tendencia, antes manifiesta, en el sentido de una atención apasionada, incluida la monta de la vaca en celo.

Mientras se eleva gradualmente el nivel de estradiol, disminuye la hormona folículo estimulante. Durante el proestro se inicia un aumento de los valores de la hormona luteinizante procedente de la hipófisis que produce liberación de estradiol. Posteriormente, se incrementa la hormona luteinizante que causa ovulación y ayuda a la formación del

cuerpo lúteo. La vaca se diferencia de casi todos los demás animales domésticos por lo breve de su período de receptividad sexual, (Demanet Filippi, n.d.)

1.10.2. Proestro

El período del proestro se caracteriza por crecimiento folicular y producción de estradiol, el cual aumenta el aporte sanguíneo al aparato genital tubular y produce edema de este, desde la vulva a los oviductos. Los procesos de crecimiento son estimulados a lo largo de todo el aparato genital, pero especialmente en el útero. La vulva se edematiza, el vestíbulo se torna hiperhémico y las glándulas del cuello uterino y de la vagina producen una secreción serosa que recuerda un flujo vaginal claro. El crecimiento del folículo es suficiente para elevarlo y hacer protrusión sobre la superficie del ovario (folículo de Graaf). Este período dura de 2 a 4 días, y es donde culminan los preparativos del aparato genital femenino. En este período la hembra puede atraer al macho, pero no permite la monta, (Demanet Filippi, n.d.)

1.10.3. Metaestro

Durante el metaestro tiene lugar la ovulación, aparece hemorragia en la cavidad folicular que se llena de sangre (cuerpo rojo) y comienza el desarrollo rápido de las células luteicas. Es el período de organización celular y del desarrollo del cuerpo lúteo cuerpo amarillo, que alcanza un diámetro de 1 a 4 cm. Después de la ovulación se inicia el aumento de producción de progesterona, aun cuando el tejido luteico no se halle plenamente formado. Cesa gradualmente la congestión del aparato genital tubular y las secreciones glandulares de dicho aparato se tornan viscosas y disminuyen en cantidad. El metaestro dura 2 a 3 días, y es durante este período que se expulsa por la vulva moco teñido de sangre (seudomenstruación), (Demanet Filippi, n.d.).

1.10.4. Diestro

El diestro o periodo de la función del cuerpo amarillo, es el más largo del ciclo. Aun cuando la vaca no quede preñada, el cuerpo amarillo se transforma en un órgano funcional que elabora grandes cantidades de progesterona (y algún estrógeno), que ingresan en la circulación general y afectan el desarrollo de las glándulas mamarias y el crecimiento del útero. El miometrio se hipertrofia por influencia de la progesterona y las glándulas uterinas secretan un material viscoso espeso que servirá de nutrición al cigoto. El desarrollo glandular continúa todo lo largo del aparato genital tubular. Los estrógenos dominan el ciclo sexual normal unos 4 días, mientras que el predominio de la progesterona se prolonga unos 17 días. Estas fases, por lo tanto, suelen denominarse período del folículo (fase estrogénica) y período del cuerpo amarillo (fase lútea o pregestacional), (Demanet Filippi, n.d.).

1.11. Importancia de la eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva (ER) constituye un complejo con diferentes formas, expresiones e interpretaciones de la vida, fisiología y comportamiento de la reproducción, y además es un término que relaciona estas actividades desde del inicio de la pubertad y que se manifiesta con la correcta ciclicidad de la hembra, la adecuada producción de espermatozoides en el macho, y los eventos consecuentes del apareamiento de individuos como la gestación y el parto. Existen diferentes definiciones de ER como la capacidad de servir una hembra en el menor tiempo posible después del parto empleando el menor número de inseminaciones posibles o monta natural (González, 2001) o b) la medida que se emplea en la ganadería, consecuencia de la evaluación de individuos mediante registros rigurosos permiten concluir el desempeño del lugar, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

En particular en bovinos se considera que cuando una hembra bovina se encuentra bajo condiciones favorables, puede producir un ternero anual con intervalos entre partos de 12 meses, con concepciones entre los 75–85 días posparto. Sin embargo, en Colombia, en las ganaderías se presentan altas incidencias de anestro posparto, que incrementan los tiempos entre parto a concepción o a parto, con efectos negativos sobre la fertilidad, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

Las ganaderías de carne en Colombia desarrollan y ejecutan planes de manejo reproductivo para optimizar el tiempo entre procesos reproductivos durante la vida reproductiva y productiva de las vacas y machos. Los registros son importantes para parámetros de rendimiento productivo y reproductivo, para hallar problemáticas y 2 tomar decisiones oportunas y efectivas, más aún cuando las implicaciones económicas son evidentes, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

El objetivo del manejo reproductivo en hatos bovinos, que se genere una producción máxima de la vida productiva de individuo en la ganadería. Por tal razón es importante determinar eventos y parámetros que permitan conocer y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad individual como colectiva, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

1.12. Sincronización de celo

La inducción de celos permite realizar inseminación artificial en un gran número de animales en un corto periodo. Se usa Prostaglandinas o Progestágenos, prostaglandinas: Se inyectan en vacas que están ciclando, progesterona: El retiro de un dispositivo con progesterona induce a las vacas a presentar celo en forma sincronizada entre 24 y 72 horas, (Demanet Filippi, n.d.)

1.12.1. Uso de GnRH (hormona liberadora de gonadotropinas)

Hormona liberadora de gonadotrofinas que activan la función del ovario en función de producir hormonas y óvulos. Se inyecta a vacas que no están ciclando, el estradiol permite inducir celo en 32% en 3 días y 68% en 24 días, (Demanet Filippi, n.d.)

1.12.2. Uso de prostaglandina

Dos inyecciones de PG separadas de 11 días e inseminación a las 72 y 96 horas. Una inyección de PG a las vacas con cuerpo lúteo evidenciado en el tracto rectal, detección de celo e inseminación artificial, una inyección de PG, detección de celo en IA, Segunda inyección de PG a los 11 días las vacas que no presentaron celo, IA a las 72 y 96 horas, detectar CL e inyectar PG, repetir examen a los 7 días a las vacas que no presentaron calor. Observar calores e IA, la inseminación a las 72 y 96 horas se basa en que la inyección de dos dosis de PG separadas a los 11 días produce la ovulación a las 90 horas. La doble IA artificial permite tener espermatozoides en un largo periodo esperando la liberación del óvulo.

Uso de Prostaglandinas Estudios realizados en la Universidad Austral de Chile demostraron que la inseminación doble a las 72 y 96 horas permitió un 77% de preñez, con una inseminación a las 80 horas después de sincronizadas las vacas el porcentaje de preñez fue de 63% Este estudio demuestra que se justifica gastar una dosis adicional por cada vaca, (Demanet Filippi, n.d.)

1.12.3. Uso de progesterona

Son derivados hormonales que tiene efecto de progesterona, dentro de los cuales se encuentra la progesterona natural con nivel de progesterona alto los folículos que se desarrollan no alcanzan a plena madurez ni ovulan. No hay manifestación de celo por la inhibición de la liberación de gonadotropinas. La progesterona se utiliza asociada a dispositivos vaginales mantenidos por 7 a 12 días. CIDR (Controlled internal drug releasing), PRDI (Progestrone releasing intravaginal device) Son de silicona impregnada con 1.5g de progesterona. El retiro del dispositivo induce en las vacas la ocurrencia de celos en forma sincronizada entre 24 a 72 horas. Además de la progesterona natural se puede utilizar análogos sintéticos como el Norgestomet. Se utilizan por pocos días 7 a 9 días y se asocian a prostaglandinas o estrógenos que al ser retirados hacen que regresar un posible Cuerpo Lúteo que pudiese permanecer en el ovario luego del tratamiento progestacional (Demanet Filippi, n.d.).

1.13. Parámetros reproductivos

Los parámetros reproductivos (individual – lotes) se obtienen mediante el registro de eventos como a) la pubertad, b) primer servicio, c) primer parto, d) peso, e) tiempo entre el parto al primer estro, f) tiempo del primer servicio, g) tiempo entre partos y el registro de factores ambientales (temperatura, humedad, exposición a la luz) nutricionales y sanitarios (Sánchez, 2010; Arce et al., 2017).

En bovinos los parámetros reproductivos para hembras se clasifican según 1) precocidad sexual: edad a la pubertad (EP) y edad al primer servicio (EPS) y 2) fertilidad: edad y peso al primer servicio (EPPS), servicios por concepción (SC), gestaciones interrumpidas (GI), edad al primer parto (EPP), días del parto a primer servicio (DPPS), intervalo parto-concepción (IPC), tasa de concepción (PC), servicios por concepción (SPC) y tasa de preñez. Los parámetros para machos son circunferencia escrotal (CE), edad a la primera monta, edad inicio de colecta y edad de colectas de buena calidad espermática, edad de preñez. Si bien puede existir relación parámetros, no siempre serán positivos ni estarán correlacionados, por el contrario, un largo IEP indica baja fertilidad o un DPPS temprano significa mejor fertilidad, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

Tabla 1: Parámetros reproductivos

Parametro reproductivo	Rango optimo
Intervalo entre partos	365 días
Días abiertos	100 – 125 días
Servicios por concepcion	1.5-1.8
% concepcion al primer servicio	60
% concepcion al segundo servicio	80%
% concepcion total	90%

Fuente; (Martínez, 2024).

1.13.1. Días abiertos

Días abiertos se define como el tiempo que transcurre entre el parto y el momento en que la hembra vuelve a quedar preñada. Es un parámetro valioso que refleja la eficiencia en la detección del estro y la fecundidad de la hembra y al igual que es ampliamente usado para evaluar la ER del hato, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

1.13.2. Intervalo entre partos

El intervalo entre partos abarca el periodo de tiempo en un parto y el siguiente. Generalmente el intervalo entre partos ideal es de 365 días (12 meses), pretendiendo tener de 80 a 85 días posparto. (*Parámetros Reproductivos Bovinos | Genially*, 2021). No obstante, la realidad es que se presentan IEP de 15 o 18 o 24 meses, No obstante, varios factores influyen sobre la duración del periodo anestro posparto: estado nutricional, ciclo corto, efectos de la succión, inflamación uterina, (Bovina, 2021)

1.13.3. Servicios por concepción

El número requerido de servicios para que se constituya una gestación permite determinar la fertilidad de individuo o lote de individuos. Este parámetro es importante para conocer los aspectos fisiológicos de la hembra durante el desarrollo embrionario temprano y la implantación, así como los factores que influyen sobre esta fase inicial de gestación (temperatura, manejo, nutrición). Igualmente, este parámetro refleja a contundentemente la fertilidad del macho y refleja su calidad seminal, sea por IA o monta natural (MN). Este parámetro se obtiene por medio de palpación rectal o ecografía y realizando una evaluación retrospectiva meses previos para conocer el comportamiento del individuo o lote a través del tiempo, (*parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*, 2020)

1.13.4. Porcentaje de preñez al primer servicio

Este parámetro relaciona el número de vacas gestantes en el primer servicio con el número total de vacas del primer servicio durante el mismo periodo, (E & G, 2015).

1.13.5. Porcentaje de preñez al segundo servicio

Este parámetro indica el número de vacas que quedaron preñadas en el segundo servicio en un lapso determinado dividido por el número de vacas servidas por segunda vez en ese mismo tiempo, (E & G, 2015).

1.13.6. Porcentaje de preñez total

Para adquirir una adecuada información de este índice se requiere reconocer la totalidad de las preñeces, se puede calcular relacionando el total de las vacas preñadas divididas entre el total de vacas tratadas multiplicado por cien, (J & Santiago, 2013)

1.13.7. Relación beneficio-costo

Para evaluar la rentabilidad y la eficacia económica de una inversión o práctica específica, y así fundamentar las decisiones gerenciales, como la implementación de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Procedimiento para determinar y analizar los costos reales ganaderos, 2021).

1.14. Tolerancia al calor

Según Martínez, (2025), el ganado de la raza Nelore se adapta muy bien a altas temperaturas llegando a tolerar valores de 41°C (105°F), siendo una tolerancia muy superior al ganado europeo con temperaturas de solo 24°C (75°F). Esta excelente capacidad se debe a su evolución natural como su pelaje, su piel y glándulas sudoríparas bien desarrolladas que le permiten manejar las altas temperaturas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con vacas multíparas en la finca la Catalina en Montería, Córdoba, Colombia, localizado entre los paralelos 9° 17' 00" de latitud norte, los meridianos 76° 53' 00" oeste y a una altitud entre 18 msnm (Ver ilustración 1). Limita al Norte con San Pelayo y Cotorro, al Sur con Cerete y Valencia, al Este con Planeta Rica y Pueblo Nuevo y al Oeste con Lorica y Sucre. La temperatura durante todo el año presenta una mínima de 26°C y una máxima de 33°C, en promedio anual es de 28°C. (PMDT, 2021).

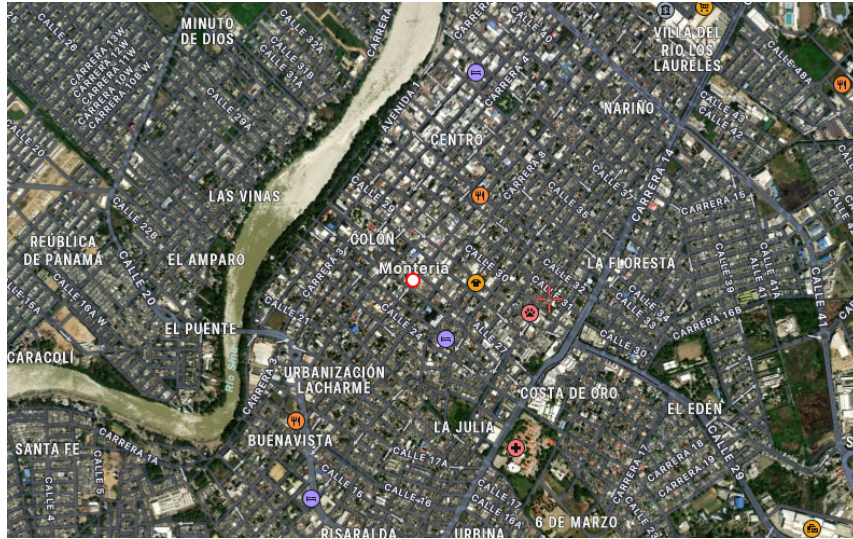


Figura 1: Ubicación

Fuente; Maps, 2024

IV.2. Materiales y equipos

Par el desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada (PPS) se utilizaron los siguientes materiales y equipo: libreta de campo, registros reproductivos existentes en la finca, lápiz, calculadora, computadora, ecógrafo, jeringas, lazos, overol, guantes de palpación y de látex, botas de hule, entre otros materiales para recolectar y tabular los datos obtenidos para generar registros del complejo agropecuario.

IV.3. Método

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) se llevó a cabo durante los meses de junio a septiembre del año 2025 comprendiendo un tiempo de 600 horas laborales establecidas por la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG). Dicha práctica se realizó con el acompañamiento del equipo médico veterinario y personal responsable de los establos de la finca, mediante el método observacional, participativo y cuantitativo, tratando de

involucrarme en las diferentes actividades y prácticas relacionadas al manejo reproductivo del hato de ganado bovino.

IV.4. Desarrollo de la práctica

IV.4.1. Animales y manejo

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizarán 81 bovinos de la raza Nelore, de los cuales 41 pertenece al lote Veracruz y 40 al lote Guayabal, la raza Nelore es una raza especializada en la producción de carne a nivel mundial. Estos animales serán manejados en un sistema de producción semi-intensivo en naves de alimentación y pastoreo que permiten un mayor confort y por ende favoreciendo la producción de los mismo.

IV.4.2. Sincronización de celo

El desarrollo de esta técnica se hizo por medio de protocolos, de lo cual las vacas multíparas se les hizo un protocolo de 10 días, teniendo en cuenta que a los 35 días postparto se le hace la primera sincronización y a los 45 días postparto se le hace su primer servicio, se ocupó para la sincronización: dispositivo cronipres 0,5 g, bioestrogen, ecegon, croni-cip, enzaprost.

IV.4.3. Protocolo

Primera sincronización

El día 0: Se coloco dispositivo + 1 ml de bioestrogen

El día 8: Se retira dispositivo + ecegon en frio: 1.5 ml en vacas y 1 ml novillas + 2 ml de enzaprots (benzoato de estradiol) +1ml croni-cip

El día 10: Se hace el primer servicio (IATF), a las 8 am + 1.5 ml de gestar.

Segunda sincronización

El día 19: Se colocó dispositivo + 1 ml de bioestrogen

El día 26: Se retira dispositivo + ecegon en frio: 1.5 ml en vacas y 1 ml novillas + 2 ml de enzaprots (benzoato de estradiol) +1ml croni-cip

El día 28: Se hace el segundo servicio (IATF), a las 8 am + 1.5 ml de gestar.

Al día 19 se le hace la segunda sincronización, y pasado 7 días, se le hace la primera palpación, para ver cuales están vacías y cuales están gestantes, si quedan gestantes en el primer servicio, se retira dispositivo y no se prosigue con el protocolo, pero si llegan a estar vacías, se les deja dispositivos y se sigue con el protocolo de 10 días para la re-sincronización.

A los 15 días pasados del segundo servicio, se hace la exposición a toro para repase y a los 27 días de la exposición al toro se hace la palpación definitiva del diagnóstico de la gestación.

IV.4.4. Palpación rectal

Esta actividad se hizo al día 8 del protocolo, junto al retiro del dispositivo, donde se observaban tanto los folículos y el cuerpo lúteo, de igual manera, al momento de la palpación rectal, se daba un diagnóstico, con el sentido de saber en cuál de los dos ovarios había más folículos para poder depositar el semen al momento de hacer la inseminación artificial.

IV.4.5. Detección de celo

Para la determinación de celo, seguido del protocolo, las vacas entraban en celo al día 9 del protocolo, caracterizándose por los siguientes criterios: vulva inflamada y enrojecida, observación de moco cervical, comportamiento de monta e inquietud.

IV.4.6. Inseminación artificial

Para desarrollar esta técnica, fue necesario tener una detección eficiente de celo, teniendo en cuenta cada uno de los criterios, como ser el moco cervical y turgencia en el útero. La inseminación artificial se lleva a cabo al día 10 después de haber retirado dispositivo. El procedimiento a seguir para la inseminación fue: desinfectar los aplicadores de inseminación con un paño limpio con alcohol, luego descongelar la pajilla de semen en un termo con agua a una temperatura de 36 – 37 °C durante 35 segundos, pasado los 35 segundos de la descongelación, se seca la pajilla con un paño limpio y seco para evitar alguna contaminación. Después, se coloca la pajilla en el aplicador de inseminación, se corta el extremo sellado con el corta pajillas y se coloca la respectiva funda.

Se introduce el brazo con guante lubricado en el recto de la vaca y se empieza a retirar las heces, teniendo en cuenta que las heces de la vaca también pueden servir como lubricante. Luego se limpia la vulva de la vaca, ya que antes de introducir el aplicador en la vulva se tiene que asegurar que tenga el menor contacto posible con las heces. Posteriormente, se introduce el aplicador manteniendo un ángulo de 45°, se localiza y se empieza a manipular el cérvix, una vez que el catéter ha traspasado el cérvix y se encuentra en el cuerpo uterino, se procede a depositar lentamente el semen, presionando el embolo del aplicador durante 10 segundos, realizando así un leve movimiento en forma de abanico, para finalizar, se retira el aplicador, el brazo del recto y se da un pequeño masaje en el clítoris de la vaca.

IV.4.7. Diagnóstico de gestación

Dicha actividad se realizó mediante una palpación transrectal entre los 45 días posteriores a la inseminación artificial. Esta práctica permitió evaluar tanto el estado reproductivo de las

vacas multíparas y así confirmar gestaciones. Para continuar con la actividad se utilizaron guantes de palpación desinfectados y lubricados, de lo cual facilita la introducción de la mano en el recto para detectar el aparato reproductor de la vaca. Teniendo en cuenta la evaluación de los ovarios y el útero, analizando el tamaño y la viabilidad de cada uno de los folículos y los cuerpos lúteos, y así determinar la gestación.

Para diagnosticar si una vaca esta gestante, se introduce la mano cubierta con el guante para palpar por vía transrectal. Lo primero que se palpa es el útero, con el fin de determinar su estado y detectar cualquier anomalía. Después se localizaba la bifurcación uterina, una vez ubicada, se realizaba la técnica de retracción. Dicha técnica mejora la palpación de los cuernos uterinos, de los cuales se espera encontrar una ligera simetría en ellos, así como también presencia del deslizamiento de la membrana y su presencia vesicular amniótica, de lo cual da como una confirmación de una gestación, de igual manera, si no se llegase a encontrar la simetría corneal, y no se llegan a detectar las estructuras mencionadas anteriormente, se descarta lo que es una gestación.

IV.4.8. Costos operativos

El semen que se ocupó fue de alta genética élite, de lo cual fueron pajillas de toros con pruebas de progenie sobresalientes, campeones y de líneas de sangre muy demandadas, teniendo un costo: 15,000 a 20,000 COP, siendo en Honduras 150 Lps por cada pajilla. La mano de obra y los servicios profesionales, dependiendo del horario del inseminador, sobre el costo del servicio profesional, implementando la IATF, incluyendo el manejo hormonal, teniendo un costo de 30,000 a 60,000 COP, siendo acá en Honduras 500 Lps. Sobre los costos del desplazamiento del transporte y viáticos del profesional hasta la finca, variaba mas que todo por distancia, en cambio la persona capacitada para que diera un diagnóstico de gestación, la tarifa del veterinario por revisar y confirmar la preñez (palpación o ecografía), tenía un valor por vaca de 15,000 a 35,000 COP, siendo en Honduras 250 Lps/vaca.

Debido al protocolo de sincronización, teniendo en cuenta por las hormonas (prostaglandina, estrógenos, dispositivos de progesterona, cipionato de estradiol) para el programa de la IATF, tenía un costo de 35,000 a 50,000 COP, siendo en Honduras 400 Lps. Sobre los materiales desechables, como ser guantes, fundas, jeringas, aguja, papel, estos materiales van incluidos dentro de el costo de la mano de obra. Sobre el kit de inseminación, teniendo la inversión inicial en equipos (termo, pistolas, pinzas) teniendo un valor significativo de 720,000 a 1.000.000 COP, siendo en Honduras 7,000 a 8,000 Lps.

Sobre el costo de alimentación y mantenimiento del ganado, viéndose en la alimentación de pastos y suplementos, variaba por el pastoreo y la suplementación (sales, melaza, concentrados) teniendo un costo de 120,000 a 200,000 COP, siendo en Honduras 1,400 Lps. El costo sobre la sanidad y vacunas, dentro del programa de prevención de enfermedades reproductivas, se daban por un costo fijo (animal/año), teniendo un costo de 300,000 COP anual, siendo en Honduras 2,100 Lps.

La inversión en la IATF es potencialmente rentable, dependiendo al costo directo por servicios, teniendo en cuenta la mejora genética que aumenta el valor futuro del animal y la eficiencia en lograr una preñez a tiempo. Teniendo en cuenta que al lograr una alta tasa de preñez requiere una buena condición corporal de las vacas, un correcto manejo hormonal, y una aplicación profesional y precisa del protocolo de IATF.

IV.4.9. Manejo reproductivo

Las vacas que estaban en los lotes de Veracruz y Guayabal fueron revisadas reproductivamente, incluyendo las recién paridas, anestrícas postparto, anestrícas post-servicio, diagnóstico de gestación, de igual manera las vacas recién llegadas, esto se hacía con el fin de diagnosticar en qué estado reproductivo llegaron.

Las recién paridas fueron revisadas para confirmar que no hubiera una retención placentaria, así como también para asegurar que no hubiese daños durante el parto, se continuo con todas

las revisiones por si se presentaban patologías reproductivas, siendo como metritis, endometritis o piometra. Dichas revisiones se suspendieron una vez confirmando que la involución uterina se estuviera llevando sin problema. A los 35 días postparto, se realiza una nueva revisión mediante la palpación transrectal, teniendo el objetivo de examinar que los órganos del sistema reproductor estén en las condiciones óptimas, para asegurar que las vacas entren en celo lo antes posible. De igual manera se descartaron patologías como quistes ováricos, metritis, piometra o alguna adherencia que estuvieran en los cuernos u ovarios, cuerpos lúteos u ovarios estáticos. Al momento de que las vacas tuvieran algunas de dichas patologías, eran tratadas con los fármacos correspondientes, de los cuales sustentaban la problemática. Luego de obtener el diagnóstico pasado los 45 días postparto, se considera que las vacas están anestrícas postparto.

Las anestrícas post-servicio, son las vacas que han resultado vacías luego de un diagnóstico de gestación. De igual manera estas vacas que se diagnosticaron anestrícas post-servicio, se les sigue el protocolo de sincronización para hacerles un segundo servicio.

IV.4.10. Recolección y tabulación de datos

Para reunir la información sobre los indicadores reproductivos, se revisaron los registros disponibles en la finca, de igual manera se revisaron los reportes de estados reproductivos, al mismo tiempo se tabuló diariamente cada una de las actividades reproductivas que se realizaron. Cuando se reunieron todos los datos, se organizaron en una hoja de cálculo de Excel para su análisis posterior.

IV.5. Indicadores determinados

IV.5.1. Días Abiertos (DA)

Los días abiertos representan el período en días que transcurre entre el parto de una vaca y su siguiente concepción exitosa. Para determinar esta variable será necesario utilizar la siguiente formula:

$$DA = \frac{\text{Intervalo parto a concepción (días)}}{\text{Número de vientres preñados}}$$

IV.5.2. Intervalo entre parto (IEP)

El intervalo entre partos es el tiempo promedio en días que transcurre entre dos partos consecutivos de una vaca. Este indicador será calculado de la siguiente manera:

$$IEP = \frac{\text{Intervalo entre partos (días)}}{\text{Número de vientres paridos}}$$

IV.5.3. Número de servicios por concepción (NSPC)

El número de servicios por concepción indica la cantidad promedio de inseminaciones o montas naturales requeridas para lograr una preñez exitosa en las vacas del hato. Para conocer esta variable se utilizará la siguiente formula:

$$NSPC = \frac{\text{Número total de servicios}}{\text{Número de vientres preñados}}$$

IV.5.4. Porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS)

El porcentaje de preñez al primer servicio representa la proporción de vacas que quedaron preñadas en su primer servicio reproductivo después del parto, expresado como un porcentaje del total de vacas servidas por primera vez. El siguiente parámetro se calculará mediante la siguiente formula:

$$\%PPS = \frac{\text{Número de vacas gestantes al primer servicio}}{\text{Número de vacas servidas}} * 100$$

IV.5.5. Porcentaje de preñez al segundo servicio (%PPS)

El porcentaje de preñez al segundo servicio indica la proporción de vacas que no concibieron al primer servicio, pero sí lo hicieron en el segundo, expresado como un porcentaje del total de vacas servidas por segunda vez. Para conocer este indicador se utilizará la presente formula:

$$\%PSS = \frac{\text{Número de vacas gestantes al segundo servicio}}{\text{Número de vacas servidas}} * 100$$

IV.5.6. Porcentaje de preñez total (%PT)

El porcentaje de preñez total representa la proporción del total de vientres aptos reproductivamente que se encuentran gestantes en un momento dado. La determinación del siguiente indicador se realizará mediante la siguiente formula:

$$\%PT = \frac{\text{Número de vacas gestantes}}{\text{Número de vientres aptos reproductivamente}} * 100$$

IV.5.7. Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo (RBC), es un indicador de rentabilidad que mide la eficiencia de una inversión al comparar el valor económico generado con el costo incurrido, la formula especifica es la siguiente:

$$RBC = \frac{\text{Valor incremental de la mejora genetica (VMG)}}{\text{Costos operativos por preñez efectiva (COPE)}}$$

El COPE, es el costo total incurrido en insumos y servicios de IATF, ajustado por el número de servicios fallidos, la formula especifica es la siguiente:

$$COPE = \text{Costos operativos por servicios} * \text{Número de servicios por concepción}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1. Días abiertos

En la figura 1, se observa el promedio de los días abiertos encontrados en los lotes de Veracruz y Guayabal, teniendo presente que los datos son muy positivos, ya que ambos lotes de ganado se encuentran por debajo del valor ideal máximo de 90 días, lo que indica una excelente eficiencia reproductiva, ya que en la ganadería el objetivo es siempre reducir los días abiertos para lograr un ternero por vaca cada 12 meses, lo que maximiza la rentabilidad del hato.



Figura 2: comparación del promedio de días abiertos de los lotes Veracruz y Guayabal, con los valores ideales.

El lote Guayabal, muestra un desempeño reproductivo superior al del lote Veracruz con un promedio de 78.02 días abiertos, esto indica que las vacas quedaron preñadas muy pronto después del parto, teniendo como resultado algunos factores, como ser una alimentación balanceada, el lote no presentó problemas sanitarios como metritis o retención de placenta; que retrasan lo que es la involución uterina, y de igual manera por medio de la sincronización se detectó el celo de manera precisa implementando el programa de inseminación artificial a tiempo fijo.

Sin embargo, el lote Veracruz, aunque el promedio es ligeramente mas alto que el lote Guayabal, este lote también esta por debajo del valor máximo ideal teniendo un desempeño

muy bueno. La diferencia con el lote guayabal, se debe a que la mayoría de las vacas de lote Veracruz, oscilan en edades de 36 a 40 meses, producto de la nutrición, también en el manejo del parto, ya que ciertas vacas se tuvieron que intervenir por partos distócicos, o en la técnica de inseminación. Sin embargo, ambos lotes están operando a niveles que contribuyen significativamente a la productividad del hato.

V.2. Intervalo entre parto

La figura 2 muestra los excelentes resultados de eficiencia reproductiva obtenidos en los lotes Veracruz y Guayabal. Sus promedios de intervalo entre partos (IEP) son de 352.66 y 359.41 días, respectivamente, lo que indica una alta eficiencia reproductiva al estar ambos por debajo del objetivo ideal de 365 días (una cría por año).



Figura 3: Comparación del promedio de intervalo entre parto de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.

Especialmente, el lote Veracruz supero el óptimo por 13 días, mientras que el lote Guayabal lo hizo por 6 días. Aunque el rendimiento de Guayabal es ligeramente inferior al de

Veracruz en el IEP, ambos demuestran una gestión reproductiva altamente exitosa. El IEP es la métrica final de la rentabilidad, lograr un IEP por debajo de 365 días, es el objetivo del ganadero, teniendo en cuenta que para obtener dichos resultados se llevó a cabo la sincronización a tiempo y de igual manera la IATF, ya que con dichos resultados se maximiza la producción de terneros a lo largo de la vida útil de la vaca.

V.3. Número de servicios por concepción (NSPC)

En la figura 3, se muestra los promedios de número de servicios por concepción en los lotes de Veracruz y Guayabal, los cuales fueron de 1.51 y 1.45 servicios que se necesitaron para que una vaca quede gestante respectivamente.

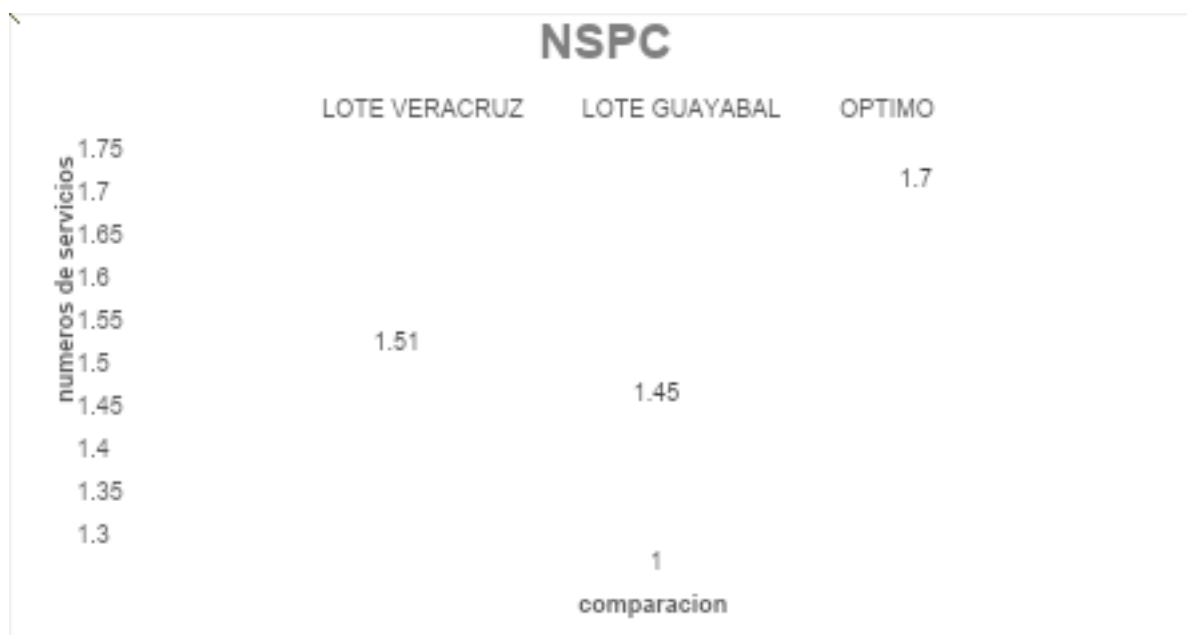


Figura 4: Comparación del promedio de número de servicios por concepción de los lotes de Veracruz y Guayabal con los valores ideales.

El lote Guayabal presenta una alta tasa de concepción al primer o segundo servicio, teniendo en cuenta que la técnica de inseminación a tiempo fijo (IATF), se realizó de manera correcta,

la salud uterina de las vacas de dicho lote es muy buena y el semen o toro que se utilizó, fue de una alta fertilidad. El lote Veracruz, está dentro del rango óptimo, ya que este lote requirió el 1.51 servicios en promedio para lograr una gestación, lo cual, representa más servicios que el lote Guayabal, siendo así inferior al valor optimo de 1.7. Teniendo como diferencia de 0.06 servicios por concepción, el lote Veracruz obtuvo un costo mayor por vaca preñada, es decir, más semen, mano de obra, y mayor cantidad de días abiertos.

V.4. Porcentaje de preñez al primer servicio (%PPS)

En la figura 4, se muestra los promedios de porcentajes de preñez al primer servicio que fueron encontrados en los lotes de Veracruz y Guayabal, siendo de 46.34 y 52.50% respectivamente, los datos se encuentran dentro de los rangos óptimos obtenidos.

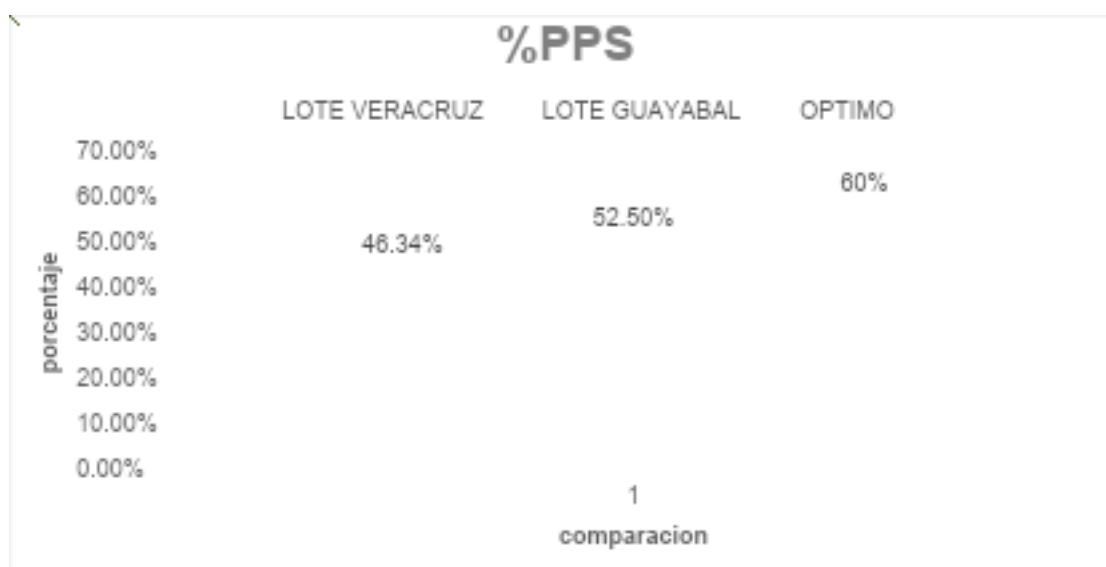


Figura 5: Comparación del porcentaje de preñez al primer servicio de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.

El lote Guayabal se acerca más a los valores óptimos, de lo cual, la técnica de inseminación fue eficiente, teniendo en cuenta que el 47.50% de las vacas siempre requirieron un segundo servicio. El lote Veracruz, se observa que esta un poco mas lejos del rango óptimo, del cual

esto indica que las vacas no concibieron en el primer servicio, siendo así, fue necesario el segundo servicio utilizando la monta natural.

Las vacas del lote Veracruz en la técnica y manejo, se aplicó el mismo protocolo IATF, pero se obtuvieron pequeñas variaciones en la técnica de inseminación, como ser en la velocidad de descongelamiento del semen o punto de depósito de semen.

V.5. Porcentaje de preñez al segundo servicio (%PSS)

Como se puede observar en la figura 5 este parámetro nos muestra el promedio de vacas preñadas al segundo servicio en los lotes de Veracruz y Guayabal, siendo de 46.34 y 42.50% respectivamente, estando por debajo del promedio óptimo.

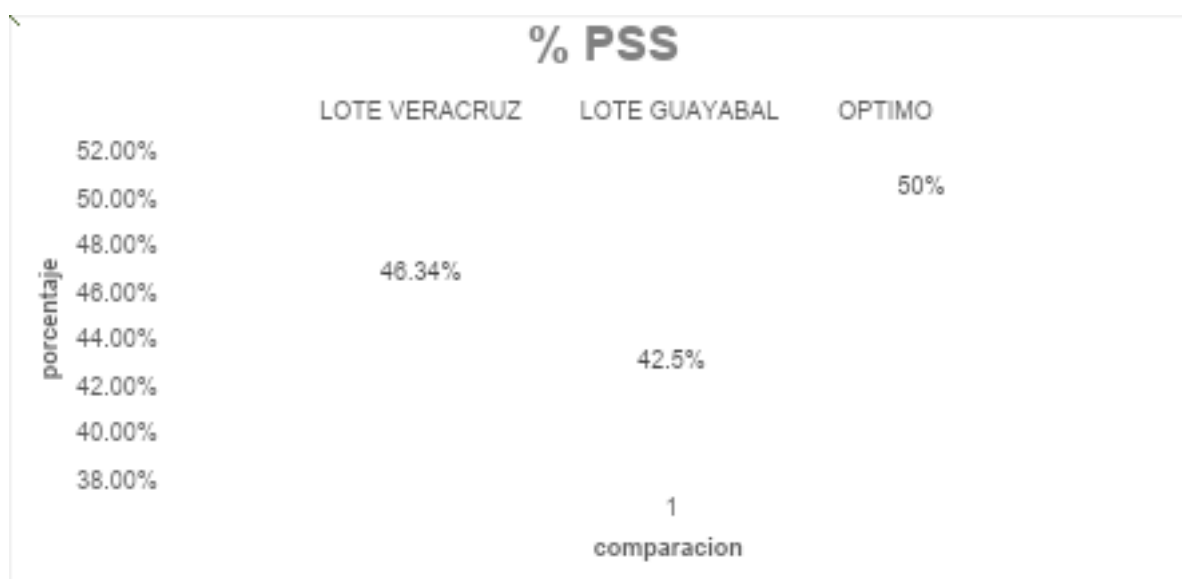


Figura 6: Comparación de porcentaje de preñez al segundo servicio de los lotes Veracruz y Guayabal con los valores ideales.

El lote Veracruz puede alcanzar la meta de 50% de preñez al segundo servicio (46.34%), lo que demuestra una gestión muy eficaz de las vacas repetidoras, el lote Veracruz demuestra

una mayor capacidad para recuperar y quedar gestante eficientemente a las vacas que fallaron al primer servicio.

El lote Guayabal, se encuentra en un rango no óptimo, indicando que las vacas que no concibieron en el primer servicio (a pesar de tener el mejor NSPC) tuvieron que coincidir el 7.5% faltante en el segundo servicio, dándose el caso que las vacas entraron en un estado de estrés por cambios ambientales al momento de intervenirlas en el segundo servicio, de igual manera se obtuvo el repaso de la monta natural junto con la IATF. Dicho esto, el lote Guayabal es superior en la fertilidad del primer servicio, en manejo y técnica del semen.

V.6. Porcentaje de preñez total

En la figura 6 se muestran los promedios de porcentaje de preñez total encontrados en los lotes de Veracruz y Guayabal, que fueron de 92.68 y 95%, es crucial notar que tanto el lote Guayabal como el lote Veracruz superaron el valor establecido como óptimo del 90%.

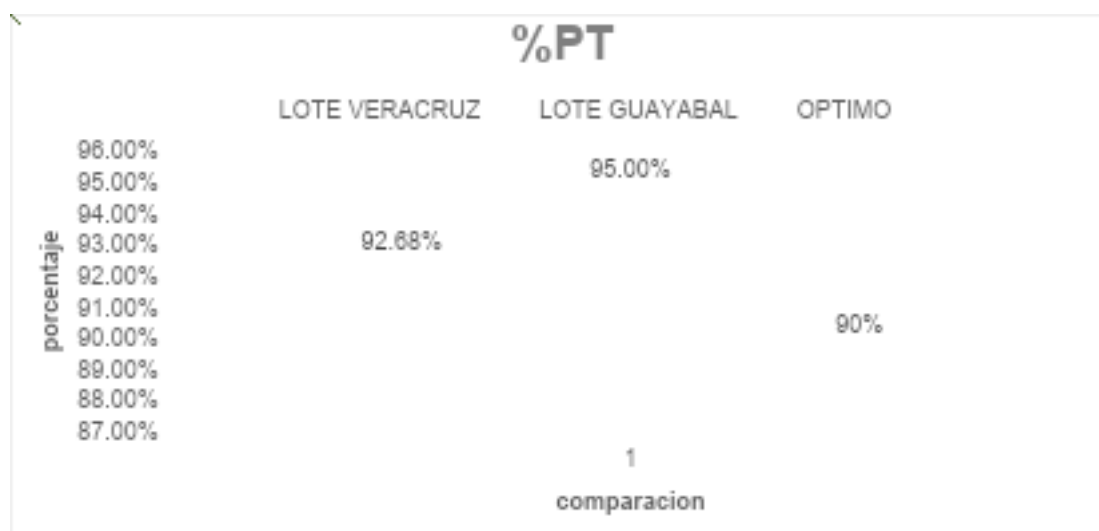


Figura 7: Comparación de porcentaje de preñez total de los lotes de Veracruz y Guayabal con los valores ideales

El lote Guayabal obtuvo un promedio pasado del rango óptimo, siendo favorable para la eficiencia reproductiva, teniendo en cuenta un alto nivel en el manejo reproductivo, como ser el personal capacitado al momento de la IATF, de igual manera el estado corporal de las vacas al momento de la monta, teniendo una alta fertilidad, así como también toros con alta calidad de semen, una técnica precisa de inseminación correcta, de igual forma nutrición adecuada para sostener la gestación, y baja incidencia de enfermedades reproductivas. Un valor de 95% implica que solo 5 vacas de cada 100 no quedaron gestantes.

El lote Veracruz tiene un resultado excelente, esta muy cerca del lote Guayabal y claramente por encima del 90% establecido como óptimo. Indica que el manejo reproductivo y nutricional es muy sólido y consistente. Las ligeras diferencias con el lote Guayabal se debe a pequeñas variaciones en los factores nutricionales, altos niveles de estrés, y en la técnica y manejo.

Ambos lotes Guayabal (95%) y Veracruz (92.68%), lograron una preñez total excelente. No obstante, Guayabal mostró una superioridad en la relación costo-beneficio, debido a su eficiencia al primer servicio (PPS de 52.50%). Este alto PPS generó un NSPC significativamente menor (1.30 vs 1.51 de Veracruz), minimizando las repeticiones y reduciendo los costos operativos de semen y mano de obra. El lote Guayabal, logró la máxima producción de terneros con el menor gasto de insumos.

V.7. Relación beneficio-costos (RBC)

Los resultados demuestran que ambos lotes tienen una RBC mayor, lo que significa que la inversión en IATF, es altamente rentable en ambos lotes. Sin embargo, el lote Guayabal logro una rentabilidad superior, debido a su eficiencia operativa.

Cuadro 1. Resultado de la eficiencia reproductiva

Resultados de eficiencia reproductiva
--

Lote	Preñez total lograda (TPL)	Eficiencia al primer servicio (PPS)	Nº de servicios por concepción (NSPC)	Implicación para el costo
Guayabal	95.00%	52.50%	1.3	Menor costo operativos por preñez
Veracruz	92.68%	46.34%	1.51	Mayor costo operativo por preñez
Óptimo	90.00%	60%	1.7	Umbral de rentabilidad.

Fuente: elaboración propia

Ambos lotes superan el óptimo del 90% en preñez total, lo que indica que la mayoría de las vacas son productivas y el beneficio de la mejora genética (el valor futuro del ternero). La alta preñez total lograda en ambos lotes, valida la inversión en IATF (semen, hormonas, mano de obra) y confirma la relación de beneficio exitosa.

V.7.1. Costos operativos y eficiencia (NSPC)

El NSPC, es el indicador directo de la eficiencia de la relación beneficio-costos (RBC).

Cuadro 2. Comparación de los costos operativos y eficiencia (NSPC)

Indicador	Lote Guayabal (NSPC 1.30)	Lote Veracruz (NSPC 1.51)
Concepto	Solo se necesitaron 1.30 servicios, en promedio, para lograr una gestación.	Se necesitaron 1.51 servicios, en promedio, para lograr una gestación.

Costo por preñez	Bajo. Se evito la repetición de 0.21 servicios/vaca.	Alto. Se repitió el servicio 0.21 veces más que Guayabal.
Impacto financiero	Guayabal minimizó los costos operativos. El ahorro se da en insumos (semen y hormonas adicionales) y mano de obra para la reinsiminación.	Veracruz tuvo un sobre costo del 16.15% en servicios (1.51 / 1.30) para lograr el mismo objetivo (preñez).

Fuente: elaboración propia

El alto NSPC de Veracruz se debe a pequeñas variaciones en los factores nutricionales, altos niveles de estrés, y en la técnica y manejo. Estos factores incrementan el costo operativo, disminuyendo marginalmente su RBC.

V.7.2. Costos operativos por servicio (COS) y costos de preñez efectiva (COPE)

En los costos operativos por servicios, se calcularon los costos directos por cada vez que se aplicó la IATF, teniendo en cuenta los viáticos y los materiales que se incluyeron en la mano de obra. Teniendo en cuenta que el costo de gestación (250 Lps) se relaciona con la sumatoria final de el COPE para los lotes Guayabal y Veracruz.

Cuadro 3.Presupuesto de costos operativos por servicio (COS)

Descripción de costo	Valor por servicio (L)
Semen de alta genética	150
Mano de obra /servicio IATF	500
Protocolo de hormonas (IATF)	400
COS total	1,050

Fuente: elaboración propia

Cuadro 4. Comparación de los costos operativos de preñez efectiva (COPE) para los lotes Guayabal y Veracruz.

Lote	Nº servicios por concepción (NSPC)	COPE (COS * NSPC + Costo de diagnóstico (250 L)	COPE final
Guayabal	1.30	$1,050 \times 1.30 = 1,365 \text{ L} + 250$	1,615 L
Veracruz	1.51	$1,050 \times 1.51 = 1,585 \text{ L} + 250$	1,835.50 L

Fuente: elaboración propia

En la diferenciación de los costos, la mayor eficiencia de Guayabal (menor NSPC), resulta en un ahorro de 220.50 Lps por preñez efectiva. De igual manera la mejora de genética tuvo un valor incremental conservador por ternero de 5,000 Lps. Del cual con los datos antes mencionados se hizo el calculo final sobre la relación beneficio/costo en comparación de ambos lotes.

Cuadro 5. Comparación final de la relación beneficio-costo

Lote	VMG (L)	COPE (L)	RBC (VMG / COPE)	Explicación
Guayabal	5,000	1,615	3.1	Se obtienen 3.10 Lps de beneficio por cada Lps invertido.
Veracruz	5,000	1,835.50	2.72	Se obtienen 2.72 Lps de beneficio por cada Lps invertido.

Fuente: elaboración propia

Ambos lotes demuestran una rentabilidad excepcional. La inversión de IATF y semen de elite esta más que justificada, ya que el valor generado por la genética supera con creces el costo operativo. El lote Guayabal es más eficiente en la generación de valor por unidad de costo ($3.10 / 2.72$). Esta diferencia se debe exclusivamente al manejo superior que se tradujo en un NSPC menor (1.30 vs 1.51).

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los lotes Veracruz y Guayabal teniendo como promedios de días abiertos de 86.44 y 78.02 días, están en el rango del valor óptimo de 90 días, esto indica una rápida involución uterina y reanudación de la actividad cíclica postparto, atribuible a la buena nutrición, manejo sanitario y la implementación efectiva de IATF. Consecuentemente, el intervalo entre parto (IEP), se mantuvo por debajo de los 365 días (352.66 y 359.41 días, respectivamente). El lote Guayabal destaca ligeramente con un IEP más corto, favoreciendo un ritmo de producción más rápido.

Debido a los resultados obtenidos del número de servicios por concepción del lote Guayabal demostró una eficiencia reproductiva superior con un promedio de 1.45 servicios por concepción (NSPC), un valor más bajo y significativamente mejor que el óptimo de 1.7. En contraste, el lote Veracruz registro 1.51 SPC, aunque aceptable, este valor fue menos eficiente, resultando en un mayor costo (más semen y manejo) por vaca gestante. Por lo tanto, el lote Guayabal optimizó el uso de recursos y tiempo para lograr la gestación.

El lote Guayabal obtuvo la máxima rentabilidad con una relación beneficio-costo de 3.10 debido a su eficiencia reproductiva superior (NSPC de 1.30), lo que resultó en un menor costo operativo por preñez efectiva (COPE). Ambos lotes justifican la inversión en genética, pero Guayabal maximizó el retorno al lograr la gestación con el menor gasto de insumos.

La participación directa en las prácticas de manejo reproductivo y en la inseminación artificial al tiempo fijo (IATF), fue fundamental para la consolidación del conocimiento. Este proceso no solo permitió la aplicación práctica y el perfeccionamiento de las técnicas esenciales (como el manejo del semen y la correcta deposición en el útero), sino que, facilitó la comprensión integral de la eficiencia reproductiva. Esto incluye el reconocimiento de como factores interdependientes entre ellos el estado nutricional de la vaca, la salud uterina, el manejo del estrés ambiental y la calidad de los insumos (semen y toros) influyen directamente en los indicadores finales (PPS, NSPC Y PT).

VII. RECOMENDACIONES

Implementar las prácticas específicas de manejo (nutrición postparto, protocolo de IATF, selección de toros y semen) utilizadas en el lote Guayabal para elevar el rendimiento en el resto del hato.

Investigar las causas del mayor NSPC en el lote Veracruz (variaciones en la técnica de inseminación o calidad del semen) para corregirlas y reducir los costos operativos.

Dado que la relación beneficio-costos es excepcionalmente alta (3.10), se recomienda aumentar la inversión en semen de mayor valor genético aún, siempre que la eficiencia reproductiva (NSPC) se mantenga bajo o mejore.

Priorizar y asignar más recursos financieros y mano de obra a las estrategias de manejo reproductivo que han demostrado ser más eficientes, como las aplicadas en el lote Guayabal, para maximizar la rentabilidad de la finca.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

B, M. P. C., & F, S. S. I. (2010). *Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B® sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez en vacas lecheras con anestro pos parto*.
<https://bdigital.zamorano.edu/items/0d7e2307-6e95-4608-86cf-a40fb1d61f04>

Borroni, G. MV. M., Andreas Vesalio, & Gunther Von Hagens. (n.d.). *ANATOMÍA DEL BOVINO*.
https://bionotas.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/04/upv_clase-1_gralidades-osteologia.pdf

Bovina, G. (2021, May 13). *Qué es el intervalo entre partos - Revista Genética Bovina Colombiana*.
Revista Genética Bovina Colombiana.
<https://revistageneticabovina.com/reproduccion/intervalo-entre-partos/>

Camilo, B. P. J., & Alberto, M. C. J. (2020, 23 abril). *Parámetros y eficiencia reproductivos en ganado bovino*. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/891bc43b-4d83-4055-adff-aff7f83f603c>

Cienfuegos-Rivas, E. G., De Orúe-Ríos, M. a. R., Briones-Luengo, M., & Martínez-González, J. C. (2006). Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (*Bos taurus*) y sus cruza, VIII Región, Chile. *Archivos De Medicina Veterinaria*, 38(1).
<https://doi.org/10.4067/s0301-732x2006000100010>

Demagnet Filippi, R. D. F. (2020, octubre). *Reproducción en el ganado de carne*.
www.praderasypasturas.com. Recuperado 5 de mayo de 2025, de
https://www.praderasypasturas.com/files/menu/catedras/produccion_de_carne_bovina/07_Reproduccion_de_ganado_de_carne.pdf

Domínguez-Viveros, J., Rodríguez-Almeida, F. A., Ortega-Gutiérrez, J. A., & Flores-Mariñelarena, A. (s. F.). *Selección de modelos, parámetros y tendencias genéticos en las evaluaciones genéticas nacionales de bovinos Brangus y Salers*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?Pid=S1405-31952009000200003&script=sci_arttext

Donicer, M. V., Oscar, V. G., Esperanza, P. M., & Andrés, R. P. (s. F.). *Estimación DE LOS parámetros genéticos PARA EL PESO AL NACER y AL DESTETE EN GANADO BOVINO DE LA RAZA BRAHMAN*. [Http://www.scielo.org.co/scielo.php?Pid=S0122-02682008000100009&script=sci_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?Pid=S0122-02682008000100009&script=sci_arttext)

E, G. A., & G, G. M. (2015). *Relación entre la temperatura corporal posparto y el comportamiento reproductivo en vacas lecheras en Zamorano, Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/items/15447979-abb9-44d4-bc1f-f8240b51c801>

Euphorianet. (s. F.). *Colombia productiva - Colombia productiva*. <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/agroindustria/carne-bovina>

Finance In Motion gmbh (Asesor del Fondo), F. I. M. G. (Asesor del F. (2021, agosto). *Guía para la producción de ganado en colaboración con Financiado por Para Carne y leche*. Wwww.ecobusiness. fund. Recuperado 21 de abril de 2025, de https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Recursos/Guia_para_la_produccion_de_ganado_de_leche_y_carne_con_resumen.pdf

González-Salazar, E., Díaz-Ávila, V., Duarte-Vargas, J. H., & Castañeda-Serrano, R. D. (2021). Desempeño y calidad de carne de bovinos en confinamiento alimentados con diferentes niveles de subproductos agrícolas. *Revista Mvz Córdoba*, 26(2), e1950. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1950>

Guillermo Martínez Velázquez, Keith Edward Gregoryb, Gary Lee Bennettb, Lloyd Dale Van Vleck, G. M. V., Keith Edward Gregoryb, Gary Lee Bennettb, Lloyd Dale Van Vleck.

(2004). *Parámetros genéticos para circunferencia escrotal, edad a la pubertad en vaquillas y tasa de destete en varias razas de bovinos productores de carn.* /www.redalyc.org. Recuperado 21 de abril de 2025, de <https://www.redalyc.org/pdf/613/61342203.pdf>

J, G. O. C., & Santiago, L. A. (2013). *Porcentaje de preñez en vacas cebuínas sincronizadas y resincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días post inseminación artificial.* <https://bdigital.zamorano.edu/items/42be53e2-6f28-4179-ae0f-8fbb4bbab8d7>

LIVISTO. (n.d.). *PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA GANADO VACUNO.* https://www.livisto.global/media/img/pdf/Protocolos_vacuno.pdf

Manual de nuevas practicas pecuarias en el sistema de produccion de Ganado productor de carne en Confinamineto. (n.d.). innoquamexico.com. Retrieved August 26, 2025, from https://innoquamexico.com/wp-content/uploads/2020/10/manual_bovino.pdf

Manual de nuevas prácticas pecuarias en el sistema de producción de Ganado productor de carne en Confinamiento. (n.d.). innoquamexico.com. Retrieved August 26, 2025, from https://innoquamexico.com/wp-content/uploads/2020/10/manual_bovino.pdf

María, B. V. D., Julián, R. T. E., David, V. G. O., Restrepo, L. F., Mauricio, A. Z. E., & Cerón-Muñoz, M. F. (s. F.). *Parámetros genéticos para el control del peso al nacimiento en bovinos de carne: cruzados en el trópico bajo colombiano.* Http://www.scielo.org.co/scielo.php?Pid=S1794-444920090002000003&script=sci_arttext

Martinez, K. G. (2025). La Raza de Ganado Vacuno Nelore. *Zootecnia Y Veterinaria Es Mi Pasión.* <https://zoovetesmpasion.com/ganaderia/razas-bovina/nelore>

PARÁMETROS y EFICIENCIA REPRODUCTIVOS EN GANADO BOVINO. (2020, April). repository.ucc.edu.co. Retrieved August 26, 2025, from

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>

Procedimiento para determinar y analizar los costos reales ganaderos. (2021, January). <http://scielo.sld.cu/>. Retrieved November 19, 2025, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612021000100007

Razas de Carne Bos Indicus. (2021, October 27). <https://bovinotecnia1.blogspot.com/2021/10/razas-de-carne-bos-indicus.html>

Recursos geneticos para la produccion de carne en Colombia. (n.d.). repository.agrosavia.co. Retrieved August 26, 2025, from https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17356/Ver_Documento_17356.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Recursos geneticos para la produccion de carne en Colombia. (n.d.). repository.agrosavia.co. Retrieved August 26, 2025, from https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17356/Ver_Documento_17356.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez Gómez, J. I. (n.d.). *ZOOTECNIA DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.* https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_2.pdf

Satelital mapa de Montería // Colombia, Región de Cordoba. (s. F.). [Https://satellites.pro/mapa_de_Monteria.Region_de_Cordoba.Colombia](https://satellites.pro/mapa_de_Monteria.Region_de_Cordoba.Colombia)

Unknown. (n.d.). *PROGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE BOVINOS DE CARNE.* https://www.fcv.unl.edu.ar/academica/wp-content/uploads/sites/6/2018/08/produccion_bov_carne.pdf

Webmaster.

(n.d.).

Nelore.

<https://asocebu.com/index.php/razas/nelore#el-nelore-en-colombia>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Sincronización y retiro de dispositivo





Anexo 2. Ganado Nelore en naves de alimentación



Anexo 3. Registro reproductivos de los lotes de Veracruz y Guayabal (Palpación)

FECHA	NUMERO	CATEGORIA	RAZA	O.D	O.I	IA	MN	ESTADO	OBSERVACIONES
3842									
2553		IV			For				
703									
742									
992									
4913									
4313									
1663									
4417									
112									
9413									
942									
1458									
1273									
9143									
1147									
533									
1083									
353									
973									
1773									
2023									
493									
1433									
2650									

FECHA	NUMERO	CATEGORIA	RAZA	O.D	O.I	IA	MN	ESTADO	OBSERVACIONES
413									
413									
135									
146									
808									
214									
508									
37									
1010									
304									
132									
223									
808									
268									
5223									
1010									
948									
510									
912									
1308									
974									
912									
200									
824									
85									

Inseminación		20/06/25		10.06.25		24/1/25	
✓ 251	VP			✓ 4343	AN	ARJUN	
✓ 3542	VP	OSIRIS	P	✓ 473	AN		
✓ 572	VP	ARJUN		✓ 3573	AN	USALA	
✓ 792	VP	JATO		✓ 3973	AN	JATO	
✓ 3452	VP	LOTUS	P	✓ 4173	AN	JATO	
✓ 4252	VP	USALA		✓ 4473	AN	ARJUN	
✓ 662	VP	BORIS	P	✓ 1443	AN	USALA	
✓ 981	VP	ARJUN	P	✓ 4373	AN	ARJUN	P
✓ 1442	VP	JATO		✓ 4273	AN	ARJUN	P
✓ 202	VP	JATO	P	✓ 2883	AN	JATO	P
✓ 262	VP	OSIRIS	P	✓ 984-43	AN	JATO	P
✓ 1022	VP	ARJUN		✓ 988-43	AN	NJO	P
✓ 552	VP	JATO	P	✓ 1528	AN	FORD	P
✓ 1862	VP	JATO		✓ 1628	AN	ARJUN	P
✓ 1622	VP	ARJUN	P	✓ 900-43	AN	LOTUS	P
✓ 761	VP	JATO		402	AN	JATO	P
✓ 172	VP	ARJUN		1683	AN	JATO	P
✓ 162	VP	JATO		7043	AN	NJO	P
✓ 12412	VP	FORD		113	AN	LOTUS	P
✓ 2452	VP	ARJUN		✓ 2212	VHV	USALA	P
✓ 860	VP	ARJUN	P				
✓ 533	VP	JATO					

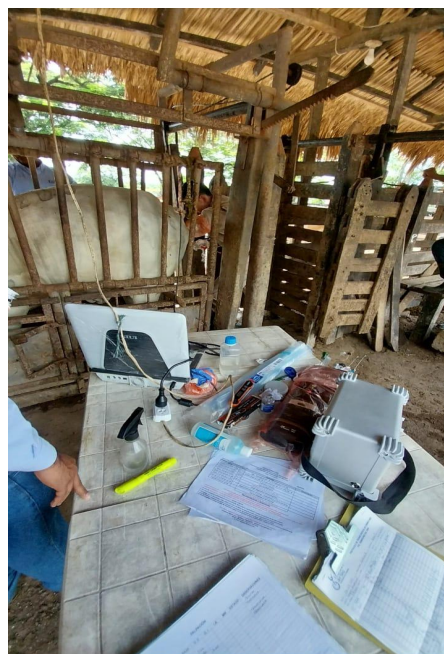
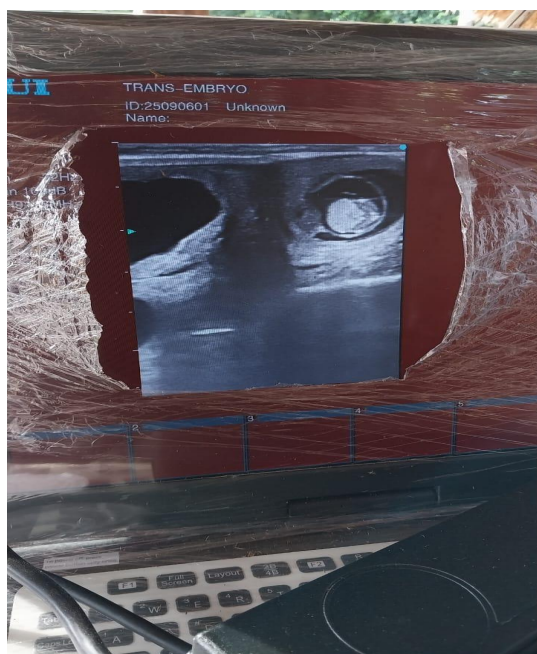
Anexo 4. Preparación e inseminación



Anexo 5. Secreción cervical, indicativo de celo



Anexo 6. Diagnóstico de gestación y palpación



Anexo 7. Registros reproductivos de los lotes de Veracruz y Guayabal (inseminación) y Protocolo

FECHA	NUMERO	ESTADO	RAZA	INSEMINACION	SEMEN	OBSERVACION
Junio 20/25	862	VP	NEL	X	JATO	
Junio 20/25	921	VP	NEL	X	ABJUN	
Junio 20/25	533	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	1651	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	301	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	2050	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	1341	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	251	VP	NEL	X	USALA	
Julio 1/25	261	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	471	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	1121	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	3449	VP	NEL	X	LOTUS	
Julio 1/25	681	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	459	VP	NEL	X	TNT	
Julio 1/25	998	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	2464	VP	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	1382	VP	NEL	X	TREN BALA	
Julio 1/25	1822	VP	NEL	X	TNT	
Julio 1/25	820	VP	NEL	X	TREN BALA	
Julio 1/25	1328	VP	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	10DB	VHV	NEL	X	JATO	
Julio 1/25	1447	VHV	NEL	X	FORD MAT.	
Julio 1/25	1661	VHV	NEL	X	FORD MAT.	

FECHA	NUMERO	CATEGORIA	RAZA	O.D	O.I	I.A	MN	ESTADO	OBSERVACIONES
Julio 2/25	660	VHV	NEL					P+ 27	
	22N2	Nov: Ma	NEL					P+ 27	
✓	2643	NV	NEL	FOD				V	
✓	533	VHV	NEL	FOD				V	
✓	773	Nov: Ma	NEL	CLD	FOD			V	
	4373	Nov: Ma	NEL					P+ 27	
✓	943	Nov: Ma	NEL	FOD				V	
	900-43	NV	NEL					P+ 27	
✓	4173	NV	NEL	FOD				V	
✓	1443	NV	NEL		FOD			V	
✓	4473	NV	NEL		FOD			V	
✓	4343	NV	NEL	CLD	FOD			V	
✓	3973	NV	NEL	FOD				V	
	113	NV	NEL					P+ 27	
	402	NV	NEL					P+ 27	
	11502	NV	NEL					P+ 27	
	1602	NV	NEL					P+ 27	
✓	3573	NV	NEL	FOD				V	
	484-43	NV	NEL					P+ 27	
✓	1773	NV	NEL					V	Ovarios estaticos
	4273	NV	NEL					P+ 27	
	7583	NV	NEL					P+ 27	Foto con menos liquido
✓	4843	NV	NEL	FOD				V	
	1683	NV	NEL					P+ 27	
	4473	NV	NEL					V	
	4473	NV	NEL	FOD				V	
	5003	NV	NEL	FOD	CLD			V	

Anexo 9: Base de datos de los lotes Veracruz y Guayabal

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1j-E1P67X9j6zmpFQ8spUE6UZKl6bpIuS/edit?usp=sharing&ouid=109797549462787784519&rtpof=true&sd=true>

Anexo 10: Base de datos de vacas primíparas

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jkbnouVCDxBK5OprT9chM9cOv6IZ4S6/edit?usp=sharing&ouid=109797549462787784519&rtpof=true&sd=true>

Anexo 11: Base de datos de transferencias de embriones

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HPzh4FDHCKzsqTqXA8SlpinWkj_uUdqD/edit?usp=sharing&ouid=109797549462787784519&rtpof=true&sd=true

Anexo 12: Protocolo de resincronización

https://drive.google.com/file/d/13ddmKxZXjdSBYBRft2wvU_a07YsbDcae/view?usp=sharing