

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO AGRÓNOMO**  
**ZOOTECNISTA**



**EVALUACIÓN DE LA TASA DE GESTACIÓN POR SEMENTAL EN**  
**INSEMINACIÓN ARTIFICIAL RANCHO LOS ÁNGELES**

**POR:**

**CARLOS DANIEL NÁJERA MENESES**

**T E S I S**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN; CIENCIA ANIMAL

EVALUACIÓN DE LA TASA DE GESTACIÓN POR SEMENTAL EN  
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL RANCHO LOS ÁNGELES

POR:

CARLOS DANIEL NAJERA MENESES

TESIS

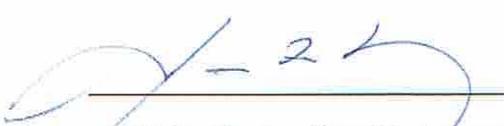
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobado por:

  
Dr. Alejandro García Salas

  
Dra. Laura E. Padilla González

  
M.C. Pedro Carrillo López

  
M.C. Pedro Carrillo López  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo, 2024

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, mayo de 2023

DECLARO QUE:

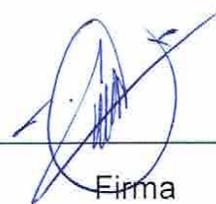
El trabajo de investigación titulado “Evaluación de la tasa de gestación por semental em inseminación artificial rancho los ángeles” es una producción personal donde no se ha copiado, recopilado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consiente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

Carlos Daniel Najera Meneses

---

Nombre



Firma

## RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de determinar el comportamiento y la evaluación de la tasa de gestación por semental en inseminación artificial (IA), con el uso de estradiol (E2) y prostagénol (PGF2 $\alpha$ ), en vacas y vaquillas.

Evaluando así mismo las variables tales como; Condición corporal (CC), estación del año, evaluación del semen, tamaño testicular, ciclo estral y preservación del semen.

Se usaron semen congelados con nitrógeno líquido (N2) de cuatro toros diferentes; Prime, Sundance, Namur y Bridger, de los cuales 3 dieron un resultado considerable y uno no. De los toros, Prime, sundance y Bridger, se obtuvieron resultados similares de un 79 y 74 %, mientras que de Namur se obtuvo un 53 %.

Se concluye que, por falta de datos de los toros, así como de la evaluación misma del semen de estos, es recomendable llevar un buen control de la información para mejorar la genética de los animales, ya que tres de estos si tuvieron buen porcentaje (%) y uno no.

**Palabras clave:** Inseminación artificial, producción animal, condición corporal, sincronización del celo, extracción del semen y evaluación del semen.

## ABSTRACT

The study was carried out with the objective of determining the behavior and evaluation of the gestation rate by stallion in artificial insemination (AI), with the use of estradiol (E2) and prostage (PGF2 $\alpha$ ), in cows and heifers.

Also evaluating the variables such as; Body condition (CC), season of the year, semen evaluation, testicular size, stral cycle and semen preservation.

Frozed semen with liquid nitrogen (N2) of four different bulls were used; Prime, Sunday, Namur and Bridger, of which 3 gave a considerable result and one did not. Of the bulls, Prime, Sunday and Bridger, similar results of 79 and 74 %were obtained, while Namur was obtained 53 %.

It is concluded that, due to lack of bull data, as well as the evaluation of their semen, it is advisable %) and one not.

**Keywords:** Artificial insemination, animal production, body condition, synchronization of heat, semen extraction and semen evaluation.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi DIOS principalmente por darme vida y salud para salir adelante, permitiéndome realizar mis actividades cotidianas.

A mis padres el Sr. Belisario Nájera Pascasio, a la Sra. consuelo Domínguez Fonseca, al sr. Gustavo Nájera Domínguez y a la Sra. Josefina Meneses Ruíz, por apoyarme en todo el camino que tomo la realización de mi licenciatura, brindándome su amor y su apoyo a la distancia y siempre aconsejándome para darme fuerzas de superarme y salir adelante.

Por último y no menos importante; a mi esposa la ing. Larissa Sebastiana Arredondo Vázquez, y a mi hija julieta Najera Arredondo quienes fueron y son parte importante en mi formación académica, puesto que me brindan su amor cariño y comprensión y son uno de mis motores para superarnos y salir adelante.

## **DEDICATORIAS**

Esta investigación se la dedico a mis padres abuelos y a Dios porque fueron mi motor y mi inspiración para poder concluir esta meta tan importante en mi vida.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 GENERAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.3 ESPECIFICOS.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 HIPOTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 REVISION LITERARIA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 LA PUBERTAD .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 CICLO ESTRAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1 Proestro.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 Estro .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3 Metaestro.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4 Diestro .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 DETECCION DEL ESTRO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 INFLUENCIAS DE LA EDAD Y PESO AL PRIMER SERVICIO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 ASPECTOS NUTRICIONALES.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.1 CONDICION CORPORAL DE LA VACA REPRODUCTORA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 EXTRACCION DEL SEMEN POR MEDIO DEL ELECTROEYACULADOR</b>	<b>10</b>
<b>2.5.1 MÉTODO DE LA VAGINA ARTIFICIAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6 VOLUMEN DEL EYACULADO Y CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA ....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 CIRCUNFERENCIA ESCROTAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEMEN.....</b>	<b>14</b>
<b>2.8.1 Motilidad espermática .....</b>	<b>15</b>
<b>2.8.2 Aspectos fisiológicos de la motilidad espermática.....</b>	<b>16</b>
<b>2.9 CRIOPRESERVACIÓN DEL SEMEN BOVINO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.9.1 Diluyentes utilizados para la congelación del semen bovino .....</b>	<b>17</b>
<b>2.9.2 Congelación .....</b>	<b>18</b>

2.9.3 Descongelación .....	18
3.0 SINCRONIZACION DEL CELO.....	19
3.1 METODOS DE SINCRONIZACION DEL ESTRO (CELO).....	20
3.1.1. Prostágenos.....	21
3.1.2 Estrógenos.....	22
3.1.3 Prostaglandinas.....	22
3.2 INSEMINACION ARTIFICIAL.....	24
3.2.1. Ventajas de la inseminación artificial. ....	24
3.2.2 Desventajas de la inseminación artificial. ....	25
3.3 PROTOCOLO DE INSEMINACION ARTIFICIAL.....	25
4.0 MATERIALES Y METODOS .....	26
4.1 Descripción del área de estudio.....	26
4.1.1 Ubicación .....	26
4.1.2 Clima.....	27
4.2 MATERIALES.....	30
5.0 RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	30
6.0 CONCLUSIONES .....	36
7.0 BIBLIOGRAFIA .....	37

## INDICE DE CUADROS

1. Cambio peso corporal de Índices Reproductivos-----	11
2. Medidas de circunferencia escrotal -----	15
3. Protocolo de inseminación Artificial -----	26
4. Total de vacas inseminadas -----	34
5. No. Total, de vacas y % de preñez. -----	36

## NDICE DE FIGURAS

1. Ubicación Rancho Los Ángeles -----	27
2. Climograma -----	29

## **1. INTRODUCCIÓN**

La ganadería de bovino para carne se realiza en México en condiciones que son influenciadas por la climatología, la aplicación de las tecnologías disponibles, por los sistemas de manejo y por la finalidad de la explotación. Lo cual es fortuito y el ganadero se ve en la necesidad de proporcionar los elementos nutricionales adecuados conforme el comportamiento de las lluvias. En virtud de que el aspecto nutricional ocupa la mayor atención, el manejo holístico del agostadero permite mantener un equilibrio entre el pasto consumido y el pasto producido, dicho equilibrio da como resultado, el reducir hasta donde sea posible la utilización de una alimentación comprada a costo elevado (Rodríguez, 1995).

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero está orientado a obtener óptimos resultados reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico.

Existen diversos métodos para la evaluación de calidad de semen bovino, ya que es uno de los aspectos fundamentales en la determinación de la viabilidad de un toro; debe estar incluida dentro del proceso de evaluación reproductiva del mismo. La evaluación también ha sido utilizada para la valoración de semen congelado o criopreservado, ya que es importante analizar la calidad del eyaculado en este tipo de muestras que sufrieron ciertos procesos que pudieron afectar su viabilidad.Ç

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

Es importante determinar la calidad del semen bovino ya que la fertilidad del reproductor bovino esta intrínsecamente ligada a la calidad de líquido espermático.

Igualmente, su eyaculado representa el potencial del reproductor, ya que es el reflejo de la producción espermatogénica del testículo. Esto nos incentiva a poner mayor atención en estos aspectos si queremos un éxito más amplio en nuestros métodos, ya sean naturales o artificiales de fertilización. Es por ello que de un tiempo para acá se le esté dando importancia a la evaluación de calidad de semen bovino no solo para determinar la capacidad de producción óptima de un toro, si no para ver la estabilidad en cuanto a viabilidad del semen que ha sido sometido a un proceso de almacenamiento (ya sea congelado o criopreservado) por un largo periodo.

### **1.1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.2 GENERAL**

Evaluar los resultados de las inseminaciones llevadas a cabo en el Rancho los Ángeles, para obtener el porcentaje de preñez por cada toro utilizando su semen para la inseminación artificial (IA) en bovinos raza charoláis aplicando prostagenol (PGF2 $\alpha$ ) para la sincronización del celo, por medio de pajillas y así comprobar y comparar el porcentaje de preñez de cada una de las vacas comparando edad y fertilidad de cada semental utilizado.

#### **1.1.3 ESPECIFICOS**

- Calcular el porcentaje de preñez.
- Evaluar los porcentajes de preñez de cada semental utilizado.
- Comparar los porcentajes de preñez de cada vaca dependiendo su edad.

## **1.2 HIPOTESIS**

El semen proveniente de diferentes toros afecta las tasas de preñez.

## **2.0 REVISION LITERARIA**

### **2.1 LA PUBERTAD**

La pubertad se ha definido de diferentes formas de acuerdo con la especie en estudio; así, en humanos se han empleado como criterios, la aparición del vello púbico, el periodo en el cual se observa el crecimiento súbito de las gónadas y estructuras como el útero, la próstata y las vesículas seminales, o bien la aparición de la primera menstruación.

La pubertad es la edad a la cual es factible la concepción física y fisiológica, al igual que el inicio de la pubertad se caracteriza por la presencia de folículos maduros y un cuerpo lúteo (Sorensen, 1991). No obstante, estas estructuras pueden aparecer en ausencia de estro por tal puede ser objeto de confusión al relacionarse con el estro y la primera ovulación (Araujo *et al.*, 2004). Para el caso de los machos: La pubertad está relacionada con eventos como circunferencia escrotal (CE), el tamaño testicular y la producción seminal de espermatozoides viables (Espitia *et al.*, 2006).

Específicamente, el primer evento reproductivo está controlado por mecanismos específicos e involucra gónadas, adenohipófisis secreción de hormonas y cambios en el metabolismo. La producción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH) (primera ovulación) y la producción de progesterona son esenciales para el inicio de la pubertad (Araujo, 2004).

### **2.2 CICLO ESTRAL**

Los bovinos son animales poliéstricos con ciclos estrales cada 21 días (rango 17-24 días) en promedio. El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), la pituitaria anterior (hormona folículo estimulante, FSH y hormona luteinizante, LH), los ovarios (progesterona, P4; estradiol, E2 e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 $\alpha$ , PGF). Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino (Stevenson, 2007).

El ciclo estral está conformado por cuatro fases continuas: proestro, estro, metaestro y diestro, durante las cuales sucede una serie de cambios en las estructuras ováricas y concentraciones de hormonas que interactúan para que la vaca pueda estar ciclando (Goehring T. *et al.*, 2003, 2005).

### **2.1.1 Proestro**

La actividad ovárica durante el proestro es iniciada por la lisis del cuerpo lúteo (CL) del ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se lleva a cabo el crecimiento de un folículo preovulatorio. Pese a que muchos folículos antrales se pueden desarrollar durante este periodo, solo uno será seleccionado como folículo dominante (FD) y llegará a la ovulación. Este FD se diferencia de los demás folículos (atrésicos) en que es influenciado por las hormonas folículo-estimulante (FSH) y luteinizante (LH), incrementando así la síntesis y producción de estrógenos, los cuales a su vez van llenando la cavidad antral y haciendo que aumente el diámetro folicular. Los estrógenos son producidos por las células que forman la pared del folículo en desarrollo, una capa externa que son las células de la teca y otra capa interna que son las células de la granulosa. Estos dos tipos celulares trabajan en forma simultánea y coordinada para producir estrógenos: las células de la teca ligan la LH y producen andrógenos, los cuales luego son convertidos a estrógenos por las células de la granulosa, que han sido estimuladas por la FSH (Saumande, Humbolt, 2005).

### **2.1.2 Estro**

La continua producción de estrógenos por el folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de LH y FSH por la glándula hipófisis, lo cual estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo. Estos elevados niveles de estrógenos son los responsables del comportamiento y signos propios del celo, aumentando las contracciones del tracto reproductor femenino para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide. Así mismo, estimulan la cantidad y tipo de fluidos (moco) que se producen en los oviductos, útero, cérvix y vagina. Durante el estro las células de la granulosa también producen y liberan inhibina, una hormona que se encarga de bloquear la liberación de FSH desde la hipófisis. De esta manera, durante el proestro y el estro la sincronía de los eventos endocrinos permite que el crecimiento folicular llegue a su punto más alto, para luego producir la ovulación, liberar el oocito y permitir que la vaca entre en celo y pueda ser montada o inseminada, generando una fertilización exitosa.

### **2.1.3 Metaestro**

El periodo de tres a cuatro días siguientes al celo se conoce como Metaestro, y está condicionado por una serie de eventos endocrinos que controlan la dinámica del ovario durante este tiempo. El pico de LH y FSH que se presenta durante el estro, genera la ruptura del folículo alrededor de unas 30 horas después de haber comenzado la “monta estática”, o aproximadamente entre 10 y 14 horas de haber finalizado el estro, con la liberación del óvulo dentro del proceso conocido como “ovulación”. Las células de la teca y de la granulosa sensibilizan el folículo colapsado a la acción de la LH para que comience la formación del cuerpo amarillo o cuerpo lúteo (CL), que va a producir progesterona. Esta hormona es la responsable de la preparación del útero para la

preñez y de la inhibición de la presentación de un nuevo ciclo. Entre uno y tres días después de la presentación del estro, una descarga vaginal mucosanguinolenta puede aparecer en algunas vacas y la mayoría de las novillas, indicando que el celo ha ocurrido y que un nuevo estro se va a presentar dentro de 18 a 20 días. La sincronía entre el estro, el apareamiento y la ovulación es un factor crítico para la fertilización exitosa. La vida media del óvulo, una vez que se ha liberado, es de aproximadamente 10 a 12 horas, y el espermatozoide sobrevive por unas 24 a 48 horas una vez que ha sido depositado dentro del aparato reproductor femenino, y aunque no pareciera ser un factor muy crítico para la fertilización, se debe tener en cuenta que el semen debe llegar por lo menos 6 horas antes al tracto reproductor para cumplir con su proceso de “capacitación” y ser apto para fecundar el óvulo. Esto hace que las vacas incrementen su probabilidad de quedar preñadas cuando son inseminadas en la mitad final del celo con respecto a las que son inseminadas después de haber finalizado el calor. Después de la ovulación, el óvulo es recogido y transportado por el oviducto gracias a una gran cantidad de cilias ubicadas dentro de su mucosa, para ser dirigido al encuentro con el espermatozoide en la parte media del oviducto, donde finalmente la fertilización se llevará a cabo. En algunos casos, defectos congénitos, adherencias generadas por una inadecuada palpación rectal o la enucleación de un cuerpo lúteo persistente por métodos mecánicos o infecciones ascendentes del tracto reproductor, pueden evitar el contacto entre el útero y el ovario, llevando al animal a un estado de infertilidad debido a la imposibilidad del espermatozoide para alcanzar el óvulo.

#### **2.1.4 Diestro**

Es la fase más prolongada del ciclo estral y está comandada por la acción de la progesterona y la presencia del cuerpo lúteo. La LH que indujo la ovulación es también responsable de una serie de cambios en las células de la granulosa para dar lugar a la formación del cuerpo lúteo, que alcanza el diámetro máximo alrededor de los 8 a 10 días después de la ovulación. La progesterona en sangre se incrementa de forma

paralela al crecimiento del cuerpo lúteo, hasta alcanzar los máximos niveles alrededor del día 10 y mantenerse elevada hasta el día 16 o 18 del ciclo. Algunos días después empezará una nueva onda de crecimiento folicular, estimulada por la acción de la FSH, que dará lugar a un nuevo folículo dominante no ovulatorio que finalmente sufrirá atresia y permitirá el desarrollo de otra onda folicular. Los días 16 a 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento de la función del cuerpo lúteo y los niveles de progesterona elevados. Si la vaca no está gestante, el cuerpo lúteo será destruido por la liberación de PGF2 $\alpha$  producida en el útero. Esta hormona es transportada directamente al cuerpo lúteo donde interfiere con la síntesis de progesterona, disminuyendo los niveles sanguíneos de esta última, lo cual permite que la FSH estimule el crecimiento de un nuevo folículo 3 a 4 días después. Simultáneamente con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento sustancial de los niveles de estrógenos, lo que hace que el ciclo se repita y la vaca empiece a presentar un nuevo ciclo estral.

## **2.2 DETECCION DEL ESTRO**

Este comportamiento es el que, desde el uso masivo de la inseminación artificial es el más utilizado en el mundo para detectar a los animales en celo para luego proceder a la inseminación artificial de esos animales que lo han demostrado. El mismo consta de un periodo de tiempo de unos 4-6 segundos aproximadamente en donde la vaca en celo se deja montar por una compañera o por un macho según el caso (van Eerdenburg y col., 2002; Perry, 2004).

El celo es el momento culminante del ciclo estral durante el cual la hembra bovina es receptiva sexualmente. En esta etapa ocurren manifestaciones y signos físicos que son característicos de la receptividad que denota, los cuales ocurren en la etapa preovulatoria del ciclo (van Eerdenburg *et al.*, 2004). Los signos secundarios pueden eventualmente aparecer tanto solos o acompañando al reflejo de pasividad o pueden nunca manifestarse, o si se manifiestan pueden aparecer solamente algunos de ellos.

Los mismos suelen ser desde descargas de un mucus claro filante, con origen en el cérvix y/o útero, según la claridad en el aspecto de éste podemos predecir a grandes rasgos la inminencia del celo cuando el mucus es bien claro; en el caso de un mucus algo turbio o nuboso es indicativo de que el celo ya ha culminado (Dick, 2003; Roelofs y coL, 2005).

Las duraciones de ciclo sexual varían desde los 18 hasta los 36 días cuando generalmente se asume un periodo de 21 días como promedio, cuando esta cifra solo se encontró en un 200/0 de los animales estudiados (Nebel, 2004).

### **2.3 INFLUENCIAS DE LA EDAD Y PESO AL PRIMER SERVICIO**

Es la edad en la que la vaquilla puede ser servida por primera vez, se realiza después de que haya alcanzado la madurez sexual, este parámetro está estrechamente relacionado con el peso y desarrollo corporal del animal, así como la edad en la que alcanza la pubertad. En condiciones óptimas el primer servicio se realiza entre los 15 y 20 meses de edad (Bulbarela, 2001).

La edad y peso al primer servicio son factores muy importantes para asegurar o maximizar las posibilidades de la preñez, La edad al primer servicio suele presentarse entre 16 a 18 meses de edad (Granados, 2017).

Los Bos taurus, alcanzan su primer servicio después de los  $\pm 30$  meses y los Bos indicus, a los  $\pm 18$  meses.

En relación al peso las Bos taurus deben tener  $\pm 290$  Kg y las Bos indicus de 310-340 Kg para poder ser servidas.

### **2.4 ASPECTOS NUTRICIONALES**

La inadecuada nutrición es la principal causa de la reducida y eficiencia reproductiva, ya que las vacas primíparas tienen un incremento en los requerimientos de nutrientes comparado con las multíparas. El forraje solo, puede no ser el alimento adecuado para las necesidades en la época de partos para las vacas primíparas. (Jhons *et al.*,2000).

La nutrición es el factor de mayor importancia y los nacimientos, ya que las vacas necesitan tener una nutrición correcta para hacer regularmente fértiles y producir crías grandes y saludables. La alimentación adecuada para obtener buenos nacimientos no sólo debe ser a base de raciones abundantes, sino que debe estar complementada correctamente, sobre todo en lo que se refiere a minerales. Si la ración utilizada para alimentar a las vacas y vaquillas es deficiente en energía, proteínas, minerales y vitaminas, la fertilidad se encontrará limitada o reducida. (INCA, 1983).

En diversas partes del norte del país los pastos y alimentos son deficientes en fósforo se ha demostrado en algunas regiones del sur y sureste de Estados Unidos, que la adición de fósforo en las raciones alimenticias mejora considerablemente el porcentaje de nacimientos. El estado nutricional presente el animal antes del parto parece ser más importante que el que hay que presente después del mismo. (Peters, 1991).

#### **2.4.1 CONDICION CORPORAL DE LA VACA REPRODUCTORA**

La utilización de la condición corporal en la evaluación del estado nutricional del acto, no es una técnica nueva. Ya en 1919, un investigador definía a la condición corporal como la razón entre cantidad de tejido graso y la de tejido no graso en el cuerpo de un animal vivo dentro de los métodos subjetivos existentes para evaluación del estado de los animales, el de la medición de la condición corporal es el más utilizado de más fácil aplicación y de menor costo. La evaluación de la condición corporal es una excelente herramienta para la determinación de estado nutricional del hato, pudiendo ser adoptada como práctica de manejo en cualquier rancho, ya que no es necesaria la utilización de báscula solamente el entrenamiento del personal (Basso, 2000).

La inadecuada nutrición de energía y proteína disminuyen las tasas de preñez, así como las de Concepción al primer servicio y amplía el intervalo post parto en vacas y Novillas. Las vacas deben ser manejadas para estar en una CC mayor igual a cinco al momento del parto. Los sistemas de manejo que aseguran un mínimo de CC de cinco al parto debe ser también seguido para cambios en el peso y condición corporal del parto a la lactancia. Si esta CC es posible de alcanzar y las enfermedades reproductivas no se presentan o son controladas, la eficiencia reproductiva debe ser mayor. (Rodríguez *et al.*,1998; Eversole *et al.*, 2000).

Cuando las vacas están extremadamente flacas (CC <4), No sólo son ineficientes reproductivamente, son más susceptibles a problemas de salud. Las vacas con condición corporal 8-9, son las más costosas para su mantenimiento. A los dos años de edad con CC 8-9 se pueden encontrar problemas de distocia, debido a la grasa excesiva en el área pélvica (Eversole *et al.*, 2000).

El manejo nutricional debe ser orientado para que las vacas lleguen al parto en CC de 5-7, pues la recuperación de la condición corporal después del parto es más difícil debido al poco tiempo antes del inicio de la estación de un padre y, de mayor demanda nutricional (Basso, 2000; Bento, 2003).

**Cuadro .1 Efecto del cambio de peso corporal sobre los índices reproductivos**

Peso	Porcentaje de concepción al primer servicio (%)	Servicios/concepción
Aumento de peso		67 1.5
Pérdida de peso		44 2.3

**Fuente:** *Dohoo 1983*

**2.5 EXTRACCION DEL SEMEN POR MEDIO DEL ELECTROEYACULADOR**

Método de la electroeyaculación en este método se hace uso de un electroeyaculador que no es más que un electrodo conectado a una batería que genera estimulaciones rítmicas provocadas por descargas no mayores a 20 voltios (Rangel, 2007). Los electroeyaculadores están diseñados para estimular los nervios pélvicos simpáticos y parasimpáticos con impulsos de bajo voltaje y amperaje y de esta forma pueden inducir erección peneana y eyaculación. Un sistema de electroeyaculación está constituido por los siguientes componentes: la caja de transporte, la sonda rectal, la unidad de control, el cargador de batería, el cable de energía, el cable de conexión de la sonda, el mango, el cono y el envase de colección (Angelino, 2009). La técnica de electroeyaculación consiste en dar pulsos eléctricos muy leves en la próstata y vesículas seminales para que el animal presente erección y eyaculación (Duarte, 2008; Cancino, 2009). Con la utilización del electroeyaculador, como método para la recolección de semen, la eyaculación es un proceso bifásico, primero ocurre la emisión y continúa con la erección y la eyaculación propiamente dicha. Cuando se produce la estimulación adecuada, esta viaja vía nervio pudendo interno hacia los centros lumbosacros de la columna vertebral, desde allí parte la respuesta vía nervios simpáticos lumbares (nervio erigente del plexus hipogástrico), lo cual estimula la contracción de la musculatura lisa que recubre la próstata, glándulas vesiculares y conductos deferentes, asegurando la progresión de la masa espermática hacia la uretra pélvica (emisión) (Morillo *et al.*, 2012). Por otro parte, la respuesta nerviosa viaja vía nervios parasimpático para provocar la contracción de la musculatura estriada del tracto uretral (músculo isquiocavernoso, bulbo esponjoso y uretral), lo cual que resulta en la erección del pene y la eyaculación propiamente dicha. Antes de la utilización del electroeyaculador se procede a la preparación del animal, lo cual incluye: recortar los pelos del orificio prepucial y limpiarlo, si es necesario se debe lavar y secar cuidadosamente el área. Un ayudante procede a limpiar el recto y a estimular mediante masaje transrectal las glándulas accesorias (glándulas vesiculares y ampollas de los conductos deferentes) y, posteriormente, se introduce el electrodo adecuado. (Morillo *et al.*, 2012).

### **2.5.1 MÉTODO DE LA VAGINA ARTIFICIAL**

La vagina artificial consiste en un tubo cilíndrico de plástico rígido y resistente, de siete centímetros de diámetro y 35 - 40 centímetros de largo, recubierto internamente por una camisa de goma que se dobla sobre los extremos del cilindro formando una cámara que se llena con agua caliente (45 - 46 ° C) y aire, con el fin de proveer el estímulo adecuado de temperatura y presión, lográndose así la eyaculación (Morillo *et al.*, 2012).

### **2.6 VOLUMEN DEL EYACULADO Y CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA**

El cálculo del volumen y de la concentración de espermatozoides del eyaculado debe hacerse de forma precisa, ya que de estos dos parámetros va a depender el número de dosis seminales que pueden elaborarse a partir de un eyaculado. El volumen debe calcularse mediante pesada y transformación posterior de este valor mediante el factor de densidad correspondiente (Van Camp *et al.*, 1998). La comprobación del volumen directamente en un tubo graduado, aunque de uso frecuente, suele inducir a error, bien por la presencia de burbujas de aire que dificultan la observación, o por la inexactitud de la propia escala del tubo. El método más preciso para evaluar la concentración espermática del eyaculado es el recuento de espermatozoides en un hemocitómetro. Este método, para uso rutinario en centros de inseminación artificial (IA) donde cada día se evalúan un gran número de eyaculados y es necesario agilizar el trabajo, se hace laborioso y lleva tiempo (Boixo, 1996). En estos casos, normalmente se opta por el uso de un espectrofotómetro, que permite estimar de forma indirecta la concentración espermática basándose en la absorción o dispersión de la luz provocada por los espermatozoides en suspensión. La determinación de la concentración espermática mediante un espectrofotómetro es un método rápido y facilita resultados con un margen de error asumible (Catena y Cabodevilla, 1999).

El uso del hemocitómetro ha quedado relegado a un segundo plano, empleándose fundamentalmente para obtener la curva de calibración del espectrofotómetro, o en laboratorios en los que se evalúa un número reducido de muestras de semen, o bien cuando este proceso se realiza de forma ocasional (Garner, 1997). En la producción comercial de semen bovino congelado, el número mínimo de espermatozoides por pajuela necesario para obtener la máxima fertilidad in vivo se ha establecido en 15 millones, con al menos el 50% de motilidad progresiva postdescongelación (Van Lieshout, 1995). No obstante, las dosis seminales producidas por Revisión Bibliográfica 10 muchos centros de IA exceden este número mínimo establecido, intentando garantizar la presencia de al menos 10 millones de espermatozoides vivos y con motilidad progresiva en cada dosis seminal. Este número mínimo, para algunos sementales excepcionales, probablemente pueda ser reducido hasta 5 ó 6 millones de espermatozoides vivos por dosis sin un descenso significativo en la fertilidad (Januskaukas y col., 1996), pero estos individuos tendrían que ser identificados previamente. A partir de ese mínimo establecido, por mucho que se incremente la concentración espermática de las dosis seminales no se va a reflejar en un aumento de la fertilidad (Amann y Hammerstedt, 2002).

## **2.7 CIRCUNFERENCIA ESCROTAL**

La circunferencia escrotal ha demostrado ser una medida confiable para predecir el peso testicular y la producción de espermatozoides en los toros en crecimiento. La producción de espermatozoides es una función directa del tamaño testicular. La circunferencia escrotal se mide con una cinta métrica especial para esos fines. Los testículos deben ser desplazados con firmeza desde el cuello del escroto hacia el fondo del mismo, y la cinta colocada en el diámetro más ancho. Las medidas se toman en centímetros (Madrid, 2005).

En los resultados obtenidos por Díaz Puentes, (2019), describe que los toros de razas Brahman presentaron rangos de 33 cm a los 2 años y 46 cm a los 8 años de edad, lo

que no muestran similitud con este estudio. Por otro lado, la revista CONtexto ganadero (2019) describe que toros Bos taurus a una edad de 12 meses deben presentar una CE por arriba de los 30 cm y los toros Bos indicus por 20 encima de los 22 cm. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede determinar que ambos grupos raciales presentan una buena CE dado que los animales evaluados se encontraban por encima de los 12 meses de edad.

**Cuadro .2 circunferencia escrotal por edades.**

<b>Edad en meses</b>	<b>Muy bueno (cm)</b>	<b>Bueno (cm)</b>	<b>Pobre (cm)</b>
19 a 21	➤ 28	24 – 28	24
22 a 23	➤ 31	26 – 31	26
24 a 26	➤ 33	28 – 33	28
27 a 29	➤ 35	30 – 35	30
30 a 33	➤ 37	33 – 37	33
34 a 38	➤ 38	34 – 38	34

**Fuente:** *Chenowet, 1980 y CONAGAN 2021.*

## **2.8 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SEMEN**

La IA ha demostrado ser la tecnología reproductiva que más ha contribuido a acelerar el progreso genético de las diferentes especies ganaderas, especialmente del ganado vacuno de aptitud láctea; sin embargo, el éxito de esta tecnología depende de que el semen utilizado tenga una calidad adecuada (Kathiravan *et al.* 2011).

Uno de los objetivos prioritarios de la industria de la IA ha sido la predicción de la capacidad fecundante del semen comercializado; con esta finalidad se han desarrollado a lo largo del tiempo diferentes métodos diagnósticos, desde la evaluación de la movilidad, concentración y morfología espermática de los eyaculados hasta la contrastación de dosis de semen congelado mediante sistemas CASA (Mortimer 2000), citometría de flujo (Egeberg *et al.* 2017) y tests de funcionalidad espermática basados en la fecundación *in vitro* (Talwar y Hayatnagarkar 2015). Las características seminales están relacionadas con la fertilidad de las muestras (Flowers 2009). Sin embargo, la fertilidad es multifactorial y varios factores, como por ejemplo la época, el genotipo, el número de espermatozoides, el momento de la inseminación antes de la ovulación y el perfil del plasma seminal de cada toro (Vesseur *et al.* 1996; Flowers 2009) pueden influir en los resultados.

En cuanto al efecto estacional, aunque el toro no suele considerarse un reproductor estacional, también pueden producirse variaciones estacionales de la calidad del semen (Ibănescu *et al.* 2018). Las variaciones de los parámetros de espermatozoides entre los meses de verano e invierno se han atribuido parcialmente a los cambios relacionados con la termorregulación escrotal y los mecanismos de disipación de calor (Menegassi, 2015).

### **2.8.1 Motilidad espermática**

Para que un espermatozoide sea capaz de fecundar a un ovocito ha de reunir una serie de requisitos, entre ellos, tener motilidad progresiva. Dicho parámetro ha sido y sigue siendo el más utilizado para valorar la calidad de un eyaculado o de una dosis seminal. El movimiento activo de los espermatozoides es imprescindible para la

colonización del oviducto durante la fase de transporte sostenido en el tracto genital de la hembra, y para que tenga lugar la fecundación. Además, la motilidad es una manifestación de viabilidad espermática y de integridad celular. Un eyaculado con un porcentaje bajo de espermatozoides móviles, o ausencia de motilidad, automáticamente será descartado para su conservación (Holt *et al.*, 2004).

### **2.8.2 Aspectos fisiológicos de la motilidad espermática**

Los espermatozoides que forman parte de un eyaculado no son uniformes en cuanto a sus características de motilidad, es decir, en el mismo eyaculado existe un porcentaje de espermatozoides que se mueven de forma rápida y progresiva, otro porcentaje de espermatozoides que se mueven más lentamente, y por último, aparece un número de espermatozoides sin apenas movimiento. Por lo tanto, si no consideramos la existencia de estas subpoblaciones en un eyaculado, tal y como se hacía hasta hace pocos años, y partimos de la base de que el eyaculado es una población homogénea, se estará perdiendo información relevante. Probablemente, la capacidad fecundante de un eyaculado o de una dosis de semen descongelado resida únicamente en la subpoblación que contiene a los espermatozoides más competentes. Si esta subpoblación representa un porcentaje muy pequeño, sus características se verán enmascaradas por el resto de la población (Holt y Van Look, 2004).

## **2.9 CRIOPRESERVACIÓN DEL SEMEN BOVINO**

La conservación del semen en nitrógeno líquido tiene como objetivo fundamental prolongar la viabilidad de los gametos masculinos de forma indefinida, ya que a temperatura ambiente o de refrigeración los espermatozoides degeneran con cierta rapidez, debido principalmente al agotamiento de las reservas energéticas. La inseminación artificial con semen congelado ha demostrado ser la tecnología

reproductiva que más ha contribuido a acelerar el progreso genético de las diferentes especies ganaderas, especialmente del ganado vacuno de aptitud láctea; sin embargo, el éxito de esta tecnología depende de que el semen utilizado mantenga su poder fecundante tras su descongelación. Para conseguir dicho objetivo, en todo protocolo de congelación seminal han de controlarse rigurosamente los sucesivos pasos que constituyen el proceso de criopreservación, y de forma especial aquellos que influyen más directamente sobre la estructura y función de las membranas espermáticas, y sobre el metabolismo celular (Hammerstedt y col., 1990).

Cualquier protocolo de congelación seminal incluye cinco pasos principales:

- 1.- Dilución y adición del crioprotector.
- 2.- Enfriamiento y envasado.
- 3.- Congelación
- 4.- Almacenamiento
- 5.- Descongelación

### **2.9.1 Diluyentes utilizados para la congelación del semen bovino**

La criopreservación de semen es una importante biotecnología reproductiva, que busca promover la conservación del germoplasma masculino por tiempo indeterminado. Esta biotecnología, cuando se asocia a la inseminación artificial, representa un mecanismo eficiente para la promoción y difusión de material genético de excelente calidad. La criopreservación de semen proporciona una economía para el productor, al reducir los costos de alimentación y transporte de los reproductores, así como los riesgos de transmisión de enfermedades sexualmente transmisibles (Castelo y col 2008).

Existen básicamente dos métodos de congelación de semen, el convencional y el automatizado. En el método convencional las pajillas son acomodadas en una

gradilla de metal y refrigeradas a 4 °C, durante 4 horas, en una nevera doméstica. Luego de este periodo, la gradilla de metal con las pajillas, es transferida para una caja de poliestireno, conteniendo nitrógeno líquido y acomodadas 6 cm por encima de la superficie líquida durante 20 minutos. Finalmente, las pajillas son inmersas en nitrógeno líquido y, posteriormente, almacenadas en un termo de nitrógeno. Por el método automatizado, luego del envase, las pajillas son refrigeradas y congeladas utilizando un equipo congelador de semen automático con un protocolo estándar según recomendaciones del fabricante. Luego de la congelación las pajillas son almacenadas en el termo de nitrógeno líquido (Vasconcelos-Filho 2010).

### **2.9.2 Congelación**

Las pajillas son colocadas a vapor del nitrógeno líquido a -70 °C durante 15 minutos después procede la introducción de las pajillas dentro del nitrógeno líquido (N<sub>2</sub>) a -190°C durante 5 minutos (Ramónez 2013).

Luego de que las pajueltas sean estabilizadas, se proceda a la congelación mediante el sistema de vapor de nitrógeno líquido a -120 °C, colocando las gradillas con las pajueltas a 4 cm sobre el nivel de nitrógeno, contenido en el recipiente para tal efecto, manteniéndose por al menos 10 minutos. Enseguida las gradillas se introducen directamente en el nitrógeno líquido para ser conservadas A menos 180 °C a - 196 °C. En centro de inseminación artificial, el proceso de congelación se efectúa utilizando equipos computarizados. Con este sistema existe la opción de congelar desde un número mínimo, hasta miles de pajueltas en un solo paso, en forma confiable y exacta (Ibáñez, y Col., 2016).

### **2.9.3 Descongelación**

La descongelación se realizó utilizando un baño maría que estuvo a una temperatura entre 35 y 37 °C y se dejó durante 20 a 30 segundos (*Ramónez, 2013*)

El semen está a - 196 °C cuando está en el termo de nitrógeno y se debe descongelar antes de depositarlo en el útero. El proceso de descongelación debe ser rápido para evitar daños en los espermatozoides. La técnica recomendada consiste en retirar la pajilla del termo e introducirla en agua a 35 a 37° C durante 20 a 30 segundos punto de ninguna manera se recomienda la descongelación en axila, overol o entre las manos. Se aconseja tener un termo que mantenga el agua con pocas variaciones de temperatura. Existen en el mercado termos que en forma automático regulan la temperatura del agua (*Hernandez, y Ortega, 2009*).

### **3.0 SINCRONIZACION DEL CELO**

Los protocolos de sincronización de estros en ganado de carne fueron originalmente desarrollados cerca de los años 30 para incrementar el uso de la IA. Aunque numerosos protocolos han sido desarrollados para manipular el ciclo estral, estimaciones corrientes indican que menos del 5% de las vacas de carnes son engendradas por inseminación artificial en Estados Unidos. Diferentes factores han impedido la incorporación de la sincronización de estros y la IA en la producción de ganado de carne. La inseminación después de la detección de estro es una labor intensa y requiere dos observaciones al día (*Anderson y Funk, 2000*).

Según Perry, (2002) Menos del 5% de los productores de ganado de carne en Estados Unidos actualmente usan la sincronización de estros Y la inseminación artificial en sus hatos. La razón de los productores de no usar estos procedimientos es mayormente atribuible al incremento de requerimientos en tiempo y mano de obra asociado con la detección de. Por lo que el desarrollo de un protocolo que permita eliminar el tiempo y la mano de obra requerida para la detección de celos se hace necesario.

Vacas de dos años usualmente son pobres candidatas porque están ciclando más despacio y criando después de su primer becerro. Vaquillas fértiles y vacas deben estar en un adecuado programa de nutrición pues está comprobado que las vacas o vaquillas pariendo en el inicio de la estación de empadre presentan una mayor oportunidad de retorno al celo y de concebir durante la estación del padre que las vacas pariendo al final de estación y, se deberá emplear semen de calidad e inseminadores de experiencia. Tasas menores de preñez pueden ocurrir si los procedimientos y requerimientos no son seguidos (Deutsecher, 1996; Bento, 2003).

Las vacas deben tener generalmente 45 días post parto antes de empezar el tratamiento. La mayoría de la siembra sincronizadas parirán durante un periodo de dos semanas, con un máximo de 20% de aparición en un día (Deutsecher, 1996).

### **3.1 METODOS DE SINCRONIZACION DEL ESTRO (CELO)**

La sincronización del estro proporciona a los productores de ganado de carne un manejo efectivo para maximizar el potencial reproductivo de sus hembras, incorporando el mejoramiento genético en su hato (Leitman, 2009) facilitando el uso de la inseminación artificial (Lane, 2008 citado por Martínez, 2009).

Este método involucra la manipulación o el control del ciclo estral con la finalidad que un grupo de hembras de un hato entren en celo (Mointero, 1989). La sincronización del estro es un método utilizado en programas de inseminación artificial ya que facilita la agrupación del celo y así proporcionar el servicio (Silva, 2002).

En la sincronización estral de los bovinos, se han utilizado diversos tratamientos a base de progesterona o progestágenos, en distintas presentaciones y métodos de aplicación, combinados generalmente con otras hormonas. En diferentes condiciones de manejo, genotipos y climas, el uso de progesterona o 7 progestágenos como agentes sincronizadores del estro ha demostrado ser una herramienta satisfactoria (Solórzano, 2008).

El uso de hormonas en el manejo resulta ser muy eficiente para mejorar la eficiencia reproductiva y facilitar el trabajo humano, así como mejorar el uso de la inseminación artificial y el trasplante de embriones. (Keisler, 1992, citado por Martínez, 2008).

Entre las herramientas de manejo reproductivo que permiten eficientar la IA se encuentra la sincronización de celos y la sincronización de la ovulación. Los métodos hormonales de sincronización se basan en el efecto Luteolítico de la prostaglandina F2 alfa, el efecto lúteo de los progestágenos o el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina F2 alfa. La combinación de los métodos hormonales con el manejo de la lactancia en vacas productoras de carne que entran al empadre con cría mejora los resultados en los programas de sincronización de celos y ovulaciones (Aspron, 2004).

### **3.1.1. Prostaglandinas**

La concentración adecuada de progesterona tiene un papel importante en el funcionamiento endocrino del aparato reproductor de las hembras. (Allen y Doysi, 1995).

La progesterona suprime la frecuencia en los pulsos de LH lo que provoca la atresia del folículo, esto previene la presentación de celo y ovulación (Lane 2008, citado por Martínez, 2009).

En la actualidad, los principales métodos de sincronización son retrasar la presentación del celo por medio de progesterona o progestágenos sintéticos, los cuales imitan la función del cuerpo lúteo, o acelerar el inicio del celo causando la regresión prematura del cuerpo lúteo utilizando agentes luteolíticos como la Prostaglandina F2 $\alpha$  o sus análogos (Díaz, 2002).

La presencia de una fuente exógena de progesterona permite imitar la acción inhibitoria de los niveles luteales de esta hormona sobre la secreción pulsátil de LH, con la supresión del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente desarrollo

sincrónico de una nueva onda de desarrollo folicular. El retiro de ésta fuente exógena de progesterona permite el aumento de la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH y el crecimiento de un folículo dominante que ovulará entre 48 y 72 horas después (Sintex, 2005).

Una ventaja adicional del uso de progestágenos es que estos pueden ser empleados para inducir y sincronizar el estro en vacas en anestro o vaquillas (Ramon, 2004).

### **3.1.2 Estrógenos**

Los estrógenos son hormonas sexuales esteroideas de tipo femenino principalmente, producidos por los ovarios y, en menores cantidades, por las glándulas adrenales (Cooke, 2004).

Los estrógenos son hormonas esteroideas, producidas por el folículo ovárico, los estrógenos tienen acciones sobre distintos órganos blanco, como las Trompas de Falopio, el útero, la vagina, la vulva y el sistema nervioso central.

A nivel uterino, actúan como hormonas tróficas provocando la proliferación de células y glándulas endometriales; las que aumentan su secreción y en el sistema nervioso central se estimula la conducta de celo (Sintex, 2005).

Las principales acciones de los estrógenos son:

- 1.- Manifestación de comportamiento de la cópula durante el estro
- 2.- Desarrollo de los conductos de la glándula mamaria
- 3.- Desarrollo de las características sexuales secundarias

Los estrógenos son luteolíticos en la vaca y en la oveja. (Ramon, 2004).

### **3.1.3 Prostaglandinas**

La PgF2 $\alpha$  natural o sus análogos sintéticos son responsables de inducir la luteólisis hacia el final del diestro o gestación. Estas sustancias tienen la capacidad de regular la vida del cuerpo lúteo. Cuando son administradas en la segunda mitad de la gestación, promueven la regresión luteal con lo cual producen un descenso de la progesterona plasmática e impulsan las contracciones del miometrio en conjunto con la oxitocina provocando de esta manera el aborto o la reabsorción de los fetos (Echeverría, 2006).

La prostaglandina PgF2 $\alpha$  y sus análogos han sido uno de los agentes farmacológicos más utilizados en protocolos de sincronización de estros en ganado bovino (Bo, 2002, citado por Martínez, 2009).

Las prostaglandinas en el sistema reproductivo juegan un rol en la ovulación, luteólisis y expulsión de membranas fetales. La PgF2 $\alpha$  causa una rápida regresión del cuerpo lúteo funcional con una rápida declinación en la producción de progesterona. La luteólisis es comúnmente seguida por un desarrollo de folículos ováricos y celo con una ovulación normal. En bovinos, el celo ocurre a los 2-4 días después de la luteólisis. El cuerpo lúteo inmaduro es insensible a los efectos de la 10 PgF2 $\alpha$ , en bovinos y equinos este período refractario alcanza los primeros 4-5 días después de la ovulación (Sintex, 2005).

El método tradicional de utilización de las prostaglandinas con el objetivo de sincronización de celos, prever la utilización de dos dosis de hormona aplicada con un intervalo de 12 a 14 días. La primera aplicación en rodeos cíclicos normalmente el efecto Luteolítico se da aproximadamente en el 60% de las vacas. Con la segunda aplicación de prostaglandina se introduce en estro a la totalidad de los animales. A partir de las 48 horas de la segunda aplicación se comienza a detectar celo e inseminar por 2 a 3 días (Becaluba, 2006). Son utilizadas en la sincronización de estros de ganado bovino ya que después de su aplicación el estro se presenta en una 75 % de las hembras tratadas 5 a 7 días después (Martínez *et al.*, 2009).

El uso de la PgF2 $\alpha$  es común durante el periodo de posparto temprano para mejorar la involución uterina y la fertilidad en el ganado lechero, en la aplicación de dos dosis

de PgF2 $\alpha$ , a partir del día 42 posparto, incrementa ligeramente los porcentajes de vacas preñadas en los primeros 180 días posparto (Ruiz, 2007).

### **3.2 INSEMINACION ARTIFICIAL**

Disminución de trabajo y un imposible incremento en ganancias son sólo algunos de los muchos beneficios de la IA. Un beneficio de la IA es la habilidad de usar toros probados en el hato. Un criador puede elegir semen de un toro que ha sido probado por el mismo a través de su progenie ya nacida en el campo (Derivaux, 1976; Lloyd, 2001).

Para los creadores con hatos pequeños, un beneficio adicional de IA es que no requieren mantener alimentar al toro por los nueve o 10 meses que no esté en servicio. La IA es una de las técnicas que permiten un mejor uso del material genético de los machos cuyas características zootécnicas son superiores a la mayoría de los animales de su especie. Desde el punto de vista productivo representa una posibilidad para aumentar la eficiencia en la producción de las especies domésticas (Galina y Valencia, 1988).

El problema principal es de errores de la observación humana. En ganado de carne es necesario, para que tenga éxito la IA, Implantar un manejo que se aproxime al del ganado de leche, por transferencia temporal a praderas pequeñas libres de obstáculos a la visión, o implantando un periodo de alimentación en corral (*De Alba, 1985*).

#### **3.2.1. Ventajas de la inseminación artificial.**

(Robson & Aguilar, 2004), indican que las ventajas de la IA

son:

- Mejoramiento genético: permite aumentar el número de crías por toro y por año. En un servicio natural se utiliza un 3 a 4 % de toros, lo que significa que un toro puede servir entre 25 a 35 vacas por servicio. En la I.A. de un solo eyaculado se pueden obtener 240 pastillas.
- Fácil transporte de material genético: resulta más económico transportar semen que el toro. Conservación prolongada del semen: durante muchos años, aún después de muerto el animal.
- Reducción o eliminación de toros de los rodeos.
- Prevención y control de enfermedades: la I.A. elimina el contacto directo entre el macho y la hembra, con lo que se previenen enfermedades de transmisión venérea (Vibriosis y Tricomoniasis) y otras.
- Mantenimiento de registros seguros.

### 3.2.2 Desventajas de la inseminación artificial.

(Montero Domínguez, 2013), indica que las desventajas de la IA son:

- El costo inicial de equipo
- La tasa de gestación es menor que en la monta natural.
- Debe realizarse por personal capacitado y responsable.
- Debe ser dirigida por un Médico Veterinario especializado.
- Se deben detectar celos.

### 3.3 PROTOCOLO DE INSEMINACION ARTIFICIAL

**Cuadro. 3 protocolo de inseminación artificial**

FECHA/HORA	J- SYNCH MOVIMIENTO
27/JUL/2019	COLOCAR EL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL (DIB) DISPOCEL MAX Y/O MONUSO Y APLICAR POR VIA INTRAMUSCULAR

	(2ML) DE BENZOATO DE ESTRADIOL EN VACAS. (EN VAQUILLAS APLICAR 1ML DE PROSTAGENOL).
<b>02/AGO/2019</b>	RETIRAR DISPOSITIVO INTRAVAGINAL (DIB) DISPOCELL E APLICAR POR VIA INTRAMUSCULAR 2.0 ML DE PROSTAGENOL APLICAR IM 1.6 ML DE SERIGAN EN VACAS, 0.8 ML EN VAQUILLAS.
<b>04/AGOS/2019</b>	MARCAR LA BASE DE LA COLA CON CRAYON, PINTURA PARA GANADO O COLOCAR PARCHES. CHECAR LOS CALORES EN LA MAÑANA, TARDE Y NOCHE.
<b>05/AGO/2019</b>	INSEMINAR A LAS 12- 14 HORAS DE CHECADO EL CALOR Y/O I.A.T.F. A 72 HORAS DE RETIRO DE HABER RETIRADO EL DISPOSITIVO.

**UAAAN. Rancho los Ángeles.**

## **4.0 MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Descripción del área de estudio**

#### **4.1.1 Ubicación**

El experimento se realizó un rancho Los Ángeles pertenecientes a la Universidad autónoma agraria Antonio narro. Ubicado en Saltillo Coahuila, aproximadamente a 34 km. Al sur de la capital del estado. Por la carretera saltillo-Concepción del oro, zacatecas, en el km. 318.5 entronca un camino de terracería con dirección oriente rumbo al ejido Hedionda Grande, y en el km. 4 de este camino da principio el rancho, son 25° 04' 12'' y 25° 08' 51'' Latitud Norte y 100° 58' 07'' y 101° 03' 12'' Latitud Oeste (Serrato, 1983).



*Figura 1.0 ubicación rancho los Angeles*

#### 4.1.2 Clima

De acuerdo a Mendoza, (1983) el clima que presenta el rancho Experimental “Los Ángeles” es

BWhw (x') (e), lo cual significa:

BW: Clima seco árido

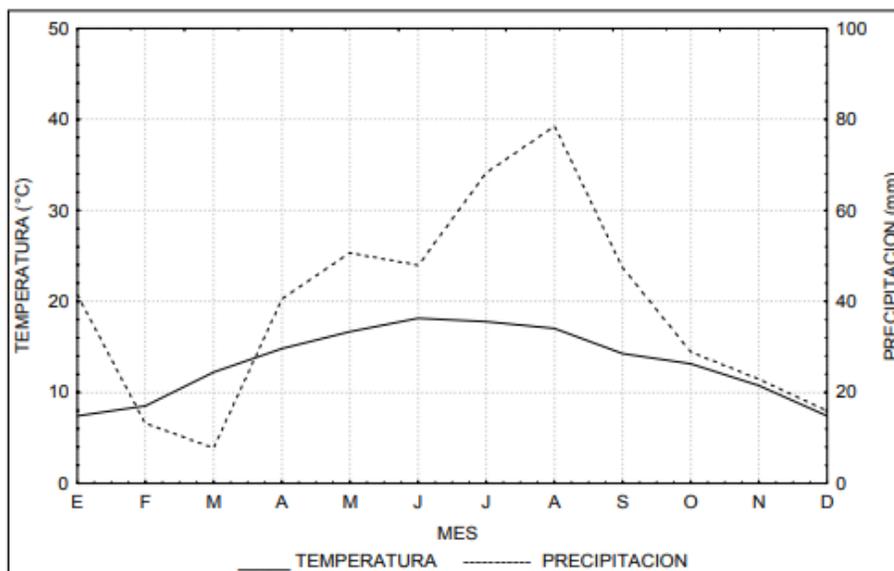
h: Semicálido con invierno fresco, con una temperatura media anual que fluctúa entre los 18° y 22° C, las del mes más frío menor de 18°C.

w(x'): Régimen de lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal superior a 10.2 con respecto

a la total anual.

(e): Oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 ° C.

De acuerdo con los datos registrados de 1975 a 1989 en la estación agrometeorológica del rancho, la precipitación pluvial se presenta generalmente en los meses de mayo a septiembre, siendo más abundantes en julio y agosto, presenta una precipitación total anual media de 307.2 mm. La temperatura fluctúa entre los 40° C en el mes de agosto y los 3° C en el mes de marzo, teniendo una temperatura media anual promedio de 13.7° C.



**Figura 2.0 Climograma de Gausson para el rancho experimental Ganadero "Los Ángeles".**

#### 4.1.3 Suelos

De acuerdo con estudios recientes del rancho Los Ángeles se encuentran 13 subunidades de suelo, las cuales son producto de diferentes combinaciones entre 5 unidades de suelo presentes y se distribuyen de la siguiente manera. Los suelos localizados en los valles son asociaciones de Feozems con Litosoles y Rendzinas de origen aluvial y profundidad que varía de 2 a 15 mts; en los suelos que existen en las

laderas están considerados como Rendzinas y en algunas ocasiones asociados con Litosoles y Feozems cálcicos, diferenciándose de los suelos anteriores en los escurrimientos, por lo que el agua percolante tiende a moverse lateralmente, en lugar de hacerlo perpendicularmente a través del perfil; por lo que son más susceptibles a la erosión. Los suelos que se encuentran en las partes altas de las sierras, cerros y lomas están considerados como Litosoles y es precisamente donde está ubicado el bosque de piñones por lo que los hace suelos forestales, ricos en materia orgánica y humus (De la Cruz,1973).

#### **4.1.4 Vegetación**

Vásquez, (1973) clasifica la vegetación del rancho Los Ángeles en función de la forma de vida, cobertura, tamaño, forma y textura de las hojas, encontrando siete tipos de vegetación como sigue.

Pastizal Mediano Abierto, localizado en los valles con suelos profundos de origen aluvial.

Pastizal amacollado, ubicado en las faldas de las sierras con suelos poco profundos y pedregosos.

Matorral Rosetófilo, encontrándose en laderas con Exposición Sur y cimas de cerros.

Izotal, localizado en laderas con pendientes moderadas, suelos arenosos y pedregosos.

Matorral Esclerófilo, se encuentra en sierras altas con pendiente considerable y exposición Norte.

Bosque Aciculifolio, se ubica en laderas y cimas de serranías altas.

Matorral Dasyliirion con pastos con pastos amacollados, localizados en la parte Sur del rancho cubriendo la mayoría de los lomeríos y cerros de escasa altura.

## 4.2 MATERIALES

Los datos se analizaron en el año de 2019 al 2021, fueron entregados, analizados y ordenados por el tesista.

-- DISPOSITIVO INTRAVAGINAL (DIB): Dispocel Max, y o Monuso (es una matriz de silicona impregnada de progesterona)

-- SINCRONIZADORES: Prostagénol; Es un cloprostenol dextrógira, análogo sintético de la prostaglandina F2 alfa que se presenta en solución inyectable lista para usar.

Serigan; Gonadotropina sérica equina y agua para inyectables.

-- SEMEN: Pajillas congeladas de los siguientes toros:

1.- Prime Minister x2063.

2.- Bridger

3.- Sundance

4.- Namur

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Partimos resaltando que en la investigación no hubo como tal, datos de los sementales ni de las pajillas.

Observamos que en los cuatro sementales tres de ellos dieron un porcentaje similar de preñes, mientras que uno de ellos (Namur) presento muy bajo porcentaje.

En general son muchos los factores los cuales afectan la respuesta de un alto porcentaje de preñez en una inseminación artificial, desde la edad de las vacas, la

condición corporal tanto de hembras como sementales, y factores sobre la calidad del semen.

Aunque la universidad no cuenta con la información de los sementales, es importante recalcar la importancia de la edad de estos. BIF, (2010) menciona que la edad promedio para obtener una circunferencia escrotal adecuada de los sementales oscila de 320 a 410 días

En cuanto al tamaño de la circunferencia escrotal, debe ser no menor a 30 cm.

De acuerdo con Tribulo, (2008), mencionan que los pequeños aumentos de temperatura producen graves daños a los espermatozoides por recristalización del líquido intracelular y las lesiones por la reiteración de estos aumentos de temperatura serán acumulativas. En los protocolos de congelación – descongelación cuando la temperatura del semen supera los  $-130^{\circ}\text{C}$  este comienza a sufrir daño debido al crecimiento de los cristales formados durante la congelación, este fenómeno es conocido como recristalización y produce daños irreversibles en los espermatozoides.

En los datos se muestra que las vacas que fueron inseminadas con semen de los sementales Prime Minister, Sundance y Bridger, Presentaron de un 21% a 26% de vacas vacías, mientras que el Namur arrojó un 47%.

Ramónez, (2013) Refiere que la baja viabilidad de los espermatozoides pos-descongelamiento se debe a cambios de temperatura, estrés osmótico, formación de hielo intracelular y toxicidad, en nuestro estudio estos factores mostraron escasa incidencia, toda vez que en los tres protocolos la caída de motilidad según tiempos y temperaturas de transporte no son muy significativas.

Por otra parte, la morfología de estos también afecta su baja viabilidad. Así mismo Curbelo y Rodríguez (2013), expresan que se pueden encontrar espermatozoides decapitados en pequeño número en semen normal. Este defecto puede ser producido por envejecimiento o por un defecto de implantación de la cola en la placa basal.

Algunas anormalidades de cola pueden tener su origen en los testículos de los toros con o sin fertilidad disminuida, pero una mayor prevalencia de anormalidades de cola,

es generalmente el resultado de disfunción epididimal anormalidades de colas abaxiales, accesorias y múltiples están usualmente asociadas entre sí, sin embargo, las colas abaxiales son las más comunes, no produciendo reducción de la fertilidad (Morrow, 1986).

Ruiz, (2007) en su investigación obtuvo resultados de 70% de preñez con una dosis de benzoato de estradiol más dos aplicaciones de PGF2a a partir del día 42 posparto. Por otra parte, Fernández y Villegas, (2002) reportan que dos dosis de PGF2α más benzoato de estradiol se obtienen resultados de 76% pero que con la aplicación de las mismas dos dosis de PGF2α más 400 U.I. de gonadotropina coriónica equina (eCG) el porcentaje de preñez se queda en 62%, es decir el porcentaje de preñez quedaría en un 73% aproximadamente y las vacas de la universidad tuvo un promedio de 71.2%.

En cuanto a la condición corporal de las vacas López (2006) clasifico a las vacas en un porcentaje de muy flacas o muy gordas, donde las vacas muy flacas son inferiores a 3.0 y las vacas muy gordas por encima de 3.5, vacas muy delgadas están por debajo de 2.5 y vacas muy obesas por encima de 3.5. la universidad no cuenta con la información de la condición corporal de las vacas posiblemente esto debió afectar los índices de preñes, puesto que esta información es de suma importancia.

Boetto y col. (2004) señalaron que la fertilidad de los celos depende de la CC, a lo que agregan que el nivel nutricional durante el servicio es otro factor determinante en la expresión de fertilidad. Esta última apreciación no fue analizada en el ensayo expuesto.

Stahringer (2003) describió que vacas en CC baja preservicio presentan menores porcentajes de preñez, lo que asocio a un elevado porcentaje de hembras en anestro.

Frasinelli y col. (2004) también investigaron acerca de las relaciones que existen entre la CC y la reproducción. Señalaron que el inicio del servicio es un momento clave para relacionar la CC y la reproducción. También determinaron que una CC 5 al preservicio es clave para lograr una buena performance reproductiva del rodeo. En este sentido, el trabajo expuesto señala que una CC 6 es la adecuada para lograr una excelente performance reproductiva, sin bien la preñez lograda en vacas con CC 5 al preservicio

fue aceptable. Es probable que en vacas multíparas, el grado de CC 5 al preservicio sea suficiente para lograr buenos índices reproductivos.

## INSEMINACION ARTIFICIAL 2019 RANCHO LOS ANGELES

### DATOS GENERALES

**Cuadro. 4 total de vacas inseminadas**

	TORO	No.	RESULTADO	AÑO
1	PRIME M.	14	PREÑADA	2010
2	PRIME M.	633	PREÑADA	2016
3	PRIME M.	650	PREÑADA	2016
4	PRIME M.	353	PREÑADA	2013
5	PRIME M.	232	PREÑADA	2012
6	PRIME M.	631	PREÑADA	2016
7	PRIME M.	706	PREÑADA	2017
8	PRIME M.	704	PREÑADA	2017
9	PRIME M.	620	PREÑADA	2016
10	PRIME M.	732	PREÑADA	2017
11	PRIME M.	703	PREÑADA	2017
12	PRIME M.	619	PREÑADA	2016
13	PRIME M.	457	PREÑADA	2014
14	PRIME M.	645	PREÑADA	2016
15	PRIME M.	624	PREÑADA	2016
16	PRIME M.	238	PREÑADA	2012
17	PRIME M.	615	PREÑADA	2016
18	PRIME M.	642	PREÑADA	2016
19	PRIME M.	612	VACIA	2016
20	PRIME M.	403	VACIA	2014
21	PRIME M.	333	VACIA	2013
22	PRIME M.	317	VACIA	2013
23	PRIME M.	616	VACIA	2016
24	PRIME M.	625	VACIA	2016
25	SUNDANCE	426	PREÑADA	2014
26	SUNDANCE	639	PREÑADA	2016
27	SUNDANCE	460	PREÑADA	2014
28	SUNDANCE	628	PREÑADA	2016
29	SUNDANCE	632	PREÑADA	2016
30	SUNDANCE	626	PREÑADA	2016

31	SUNDANCE	525	PREÑADA	2015
32	SUNDANCE	518	PREÑADA	2015
33	SUNDANCE	233	PREÑADA	2012
34	SUNDANCE	617	PREÑADA	2016
35	SUNDANCE	524	PREÑADA	2015
36	SUNDANCE	13	PREÑADA	2010
37	SUNDANCE	602	PREÑADA	2016
38	SUNDANCE	310	PREÑADA	2013
39	SUNDANCE	641	PREÑADA	2016
40	SUNDANCE	627	VACIA	2016
41	SUNDANCE	505/1	VACIA	2015
42	SUNDANCE	507	VACIA	2015
43	SUNDANCE	118	VACIA	2011
44	SUNDANCE	640	VACIA	2016
45	SUNDANCE	604	VACIA	2016
46	SUNDANCE	514	VACIA	2015
47	SUNDANCE	53	VACIA	2010
48	SUNDANCE	611	VACIA	2016
49	SUNDANCE	404	VACIA	2014
50	BRIDGER	6106	PREÑADA	2006
51	BRIDGER	6078	PREÑADA	2006
52	BRIDGER	610	PREÑADA	2016
53	BRIDGER	636	PREÑADA	2016
54	BRIDGER	536	PREÑADA	2015
55	BRIDGER	906	PREÑADA	2009
56	BRIDGER	623	PREÑADA	2016
57	BRIDGER	647	PREÑADA	2016
58	BRIDGER	605	PREÑADA	2016
59	BRIDGER	637	PREÑADA	2016
60	BRIDGER	511	PREÑADA	2015
61	BRIDGER	331	PREÑADA	2013
62	BRIDGER	424	PREÑADA	2014
63	BRIDGER	526	PREÑADA	2015
64	BRIDGER	314	PREÑADA	2013
65	BRIDGER	733	VACIA	2017
66	BRIDGER	237	VACIA	2012
67	BRIDGER	339	VACIA	2013
68	BRIDGER	646	VACIA	2016
69	NAMUR	512	PREÑADA	2015
70	NAMUR	320	PREÑADA	2013
71	NAMUR	508	PREÑADA	2015

72	NAMUR	360	PREÑADA	2013
73	NAMUR	208	PREÑADA	2012
74	NAMUR	246	PREÑADA	2012
75	NAMUR	912	PREÑADA	2009
76	NAMUR	16	PREÑADA	2010
77	NAMUR	218	PREÑADA	2012
78	NAMUR	817	PREÑADA	2008
79	NAMUR	32	VACIA	2010
80	NAMUR	249	VACIA	2012
81	NAMUR	608	VACIA	2016
82	NAMUR	402	VACIA	2014
83	NAMUR	26	VACIA	2010
84	NAMUR	5025	VACIA	2005
85	NAMUR	42	VACIA	2005
86	NAMUR	520	VACIA	2015
87	NAMUR	451	VACIA	2014

*UAAAN. Rancho los Ángeles.*

**Cuadro 5. No. Total, de vacas y % de preñez.**

<b>Toro</b>	<b>Número de vacas inseminadas</b>	<b>Número de vacas preñadas</b>	<b>Número de vacas vacías</b>	<b>% de vacas vacías</b>	<b>% de vacas preñadas</b>
<b>Prime Min.</b>	24	18	6	21%	79%
<b>Sundance</b>	25	15	10	26%	74%
<b>Bridger</b>	19	15	4	21%	79%
<b>Namur</b>	19	10	9	47%	53%

*UAAAN. Rancho los Ángeles.*

## **6.0 CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, se puede concluir que es de suma importancia el registro de datos (condición corporal, edad, raza, época de empadre, etc.) para las vacas y para el semen de los toros hacer una previa evaluación espermática antes de realizar la inseminación.

Se recomienda hacer un estudio a la genética de los animales, para llegar a un mejor resultado.

## 7.0 BIBLIOGRAFIA

- Balla E**, Tríbulo H, Barberis F, Tríbulo R, Barberis S, Reano I, Martínez MF, Bó GA. 2007. Utilización de semen sexado en protocolos de superestimulación en vacas Holstein. [Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro\\* - PDF Descargar libre \(docplayer.es\)](#) ( 27, mayo, 2022).
- Blondin P**, Beaulieu M, Fournier V, Morin N, Crawford L, Madan P, King W. 2009. Analysis of bovine sexed sperm for IVF from sorting to the embryo. [Analysis of bovine sexed sperm for IVF from sorting to the embryo - PubMed \(nih.gov\)](#) (27, mayo, 2022).
- Bodmer M**, Janett F, Hassig M, Den Daas N, Reichert P, Thun R. 2005. Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. [Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions - PubMed \(nih.gov\)](#) (28, mayo, 2022).
- Borchersen S**, Peacock M. 2009. Danish A.I. field data with sexed semen. [Danish A.I. field data with sexed semen - PubMed \(nih.gov\)](#) (30, mayo, 2022).
- Cantarelli Pegoraro LM**, Rheingantz MG, Palma GA. 2008. Selección del sexo en mamíferos. [Biotecnología de la Reproducción - Gustavo A. Palma - Google Libros](#) (2, junio, 2022).
- Cutaia LE**, Veneranda G, Bo G. 2007. Semen sexado, una herramienta tecnológica para el tambo. [\(PDF\) Relación entre celo-inseminación con semen sexado y porcentaje de preñez en vaquillonas Holstein \(researchgate.net\)](#) (3, junio, 2022).
- Frijters AC**, Mullaart E, Roelofs RM, Van Hoorne RP, Moreno JF, Moreno O, Merton JS. 2009. What affects of sexed bull semen more, low sperm dosage or sorting process?. Theriogenology 71: 64–67. Osés M.V. et al.: Semen bovino sexado. [What affects](#)

[fertility of sexed bull semen more, low sperm dosage or the sorting process? - PubMed \(nih.gov\)](#) (3, junio, 2022).

**González M**, Vizca H, Cabodevila J, Callejas S. 2003. Evaluación de los porcentajes de preñez y de la eficiencia de sexado en la inseminación artificial de vaquillonas (Jersey y cruce F1 Jersey–Holando Argentino) con semen sexado congelado–descongelado. Tesina, orientación Producción Animal, Fac. Cs. Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina, 28 p. [179114155004.pdf \(redalyc.org\)](#) (5, junio, 2022).

**Hayakawa H**, Iría T, Takimoto A, Ideta A, Aoyagy Y. 2009. Superovulation and embryo transfer in Holstein cattle using sexed sperm. [Superovulation and embryo transfer in Holstein cattle using sexed sperm - ScienceDirect](#) (5, junio, 2022).

**Kurykin J**, Jaakma U, Jalakas M, Aidnik M, Waldmann A, Majas L. 2007. Pregnancy percentage following deposition of sex–sorted sperm and different sites within the uterus in estrus–synchronized heifers. [Pregnancy percentage following deposition of sex-sorted sperm at different sites within the uterus in estrus-synchronized heifers - PubMed \(nih.gov\)](#) (5, junio, 2022).

**Lagioia JJ**, Loguercio JE, Yuong S, Basualdo M, Feula P, Santarena A, Panarace M, Medina MJ. 2008. Inseminación artificial a tiempo fijo con semen sexado en vaquillonas. [140-sexado.pdf \(produccion-animal.com.ar\)](#) (5, junio, 2022).

**Lu KH**, Seidel GE. 2004. Effects of heparin and sperm concentration on cleavage and blastocyst development rates of bovine oocytes inseminated with flow cytometrically–sorted sperm. [Effects of heparin and sperm concentration on cleavage and blastocyst development rates of bovine oocytes inseminated with flow cytometrically-sorted sperm - PubMed \(nih.gov\)](#) (7, junio, 2022).

**Medina M**, Cattaneo L, Caballero J, Cerrate H, Panarace M, Ferré L, Dalla Lasta M. 2002. Semen sexado y congelado en Argentina. Resultados de su utilización en programas de inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro. [140-sexado.pdf \(produccion-animal.com.ar\)](#) (7, junio, 2022).

- Oliveira Filho BD**, Sanches B, Santos F, Pontes J, Gambarini ML, Ereno A, Basso A, Ferreira CR. 2008. Effect of the ejaculate and bull on in vitro embryo production using sexed semen of Nelore (*Bos indicus*). Proceedings of 16th International Congress on Animal Reproduction. [Large-scale in vitro embryo production and pregnancy rates from \*Bos taurus\*, \*Bos indicus\*, and \*indicus-taurus\* dairy cows using sexed sperm - PubMed \(nih.gov\)](#) (10, junio, 2022).
- Panarace M**. 2008. Semen sexado: resultados, impacto económico y perspectivas futuras para su implementación en rodeos de carne y de leche. Resúmenes IV Jornadas Taurus de Reproducción Animal, Buenos Aires (Argentina). [Impacto económico y social del uso de semen sexado nacional en la ganadería bovina del Perú \(lamolina.edu.pe\)](#) (10, junio, 2022).
- Seidel GE**, Schenk JL, Herickhoff SP, Doyle SP, Brink Z, Green RD, Cran DG. 1999. Insemination of heifers with sexed sperm. [Insemination of heifers with sexed sperm - PubMed \(nih.gov\)](#) (11, junio, 2022).
- Seidel GE**. 2007. Overview of sexing sperm. Theriogenology 68: 443–446. [Overview of sexing sperm - PubMed \(nih.gov\)](#) (14, junio, 2022).
- Waltner S**, McNamara J, Hillers J. Relationships of body condition score to production variables in high production Holstein dairy cattle. J Dairy Sci 1993. [Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle - PubMed \(nih.gov\)](#) (18, junio, 2022).
- Wildman E**, Jones G, Wagner P, Bowman R. Dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. J Dairy Sci 1982. [A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics - ScienceDirect](#) (20, junio, 2022).
- Maza L**, Salgado R, Vergara O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación de peso corporal post-parto de vacas mestizas lecheras. Rev MVZ Córdoba 2000. [69360201.pdf \(redalyc.org\)](#) (25, julio, 2022).

- Cavestany D**, Blanc J, Kulcsar M, Uriarte G, Chilbroste P, Meikle A, Febel H, Ferraris A, Krall E. Studies of the Transition Cow Under a Pasture-based Milk Production System: Metabolic Profiles. J Vet Med 2005. [Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles - PubMed \(nih.gov\)](#) (21, julio, 2022).
- Gearhart M**, Curtis C, Erb H, Smith R, Sniffen C, Chase L, Cooper M. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. J Dairy Sci 1990. [Relationship of Changes in Condition Score to Cow Health in Holsteins - ScienceDirect](#) (28, julio, 2022).
- Ceballos A**, Gómez P, Vélez M, Villa N, López L. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. Rev Col Cienc Pec 2001. [Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia | Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias \(udea.edu.co\)](#) (01, Agosto, 2022).
- Bleach E.C.L**, Glencross R.G, Knight P.G. 2004. Association between ovarian follicle development and pregnancy rate in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles. Reproduction, 127: 621-55. 629. Bo G.A, Adams G.P, Pierson R.A, Mapletoft R.J. 1995. [Association between ovarian follicle development and pregnancy rates in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycles - PubMed \(nih.gov\)](#) (01, agosto, 2022).
- Cairolì F**, Mollo A, Veronesi M.C, Renaville B, Faustini M, Battocchio M. 2006. Comparison between cloprostenol-induced and spontaneous oestrus fertility in dairy cows. Reproduction Domestic Animal. [\[PDF\] Comparison between cloprostenol-induced and spontaneous oestrus fertility in dairy cows. | Semantic Scholar](#) (10, enero, 2023).
- Colazo M.G**, Martínez M.F, Kastelic J.P, Mapletoft R.J. 2003. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. [Effects of estradiol cypionate \(ECP\) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers - PubMed \(nih.gov\)](#) (11, enero, 2023).

- Colazo M**, Kastelic J.P, Whittaker P.R, Gavaga Q.A, Wilde R, Mapletoft R.J. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. [Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone - ScienceDirect](#) (12, enero, 2023).
- Colazo M.G**, Kastelic J.P, Martínez M.F, Whittaker P.R, Wilde R, Ambrose J.D, Corbett R, Mapletoft R.J. 2004. Fertility following fixed-time AI in CIDR treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flaxseed or sunflower seed. [Fertility following fixed-time AI in CIDR-treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed - PubMed \(nih.gov\)](#) (15, enero, 2023).
- Diskin M.G**, Austin E.J, Roche J.F. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. Domestic Animal Endocrinology. [Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle - ScienceDirect](#) (15, enero, 2023).
- Lamb G.C, Larson J.E, Geary T.W, Stevenson J.S, Johnson S.K, Day M.L, Ansotegui R.P, Kesler D.J, DeJarnette J.M, Landblom D.G. 2006. Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2alpha, and progesterone. Journal Animal Sciences. [Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2alpha, and progesterone - PubMed \(nih.gov\)](#) (18, enero, 2023).
- Lopez-Gatius, F. 2000. Short synchronization system for estrus cycles in dairy heifers: a preliminary report. [Short synchronization system for estrus cycles in dairy heifers: a preliminary report - ScienceDirect](#) (18, enero 2023).
- Mapletoft R.J**, Martinez M.F, Colazo M.G, Kastelic J.P. 2003. The Use of Controlled Internal Drug Release Devices for the Regulation of Bovine Reproduction. Journal Animal Sciences. [use of controlled internal drug release devices for the regulation of bovine reproduction1 | Journal of Animal Science | Oxford Academic \(oup.com\)](#) (18, enero, 2023).

**Martinez M.F**, Kastelic J.P, Adams G.P, Cook R.B, Olson W.O, Mapletoft R.J. 2002. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. [The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle - PubMed \(nih.gov\)](#) (18, enero, 2023).

**Martinez M.F**, Kastelic J.P, Mapletoft R.J. 2004. The use of estradiol and/or GnRH in a two-dose PGF protocol for breeding management of beef heifers. [The use of estradiol and/or GnRH in a two-dose PGF protocol for breeding management of beef heifers - PubMed \(nih.gov\)](#) (18, enero, 2023).

**Martinez M.F**, Kastelic J.P, Bo G.A, Caccia M, Mapletoft R.J. 2005. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotropin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. [Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle - PubMed \(nih.gov\)](#) (18, enero, 2023).

**Thatcher W.W**, Moreira F, Santos J.E.P. 2000. Strategies to improve reproductive management of dairy cows. [Strategies to Improve Reproductive Management of Dairy Cows | Semantic Scholar](#) (19, enero, 2023).

**Townson D.H**, Tsang P.C, Butler W.R, Frajblat M, Griel L.C Jr, Johnson C.J, Milvae R.A, Niksic G.M, Pate J.L. 2002. Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. [Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows - PubMed \(nih.gov\)](#) (19, enero, 2023).

**Twagiramungu H**, Guilbault L.A, Dufour J.J. 1995. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. [Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review - PubMed \(nih.gov\)](#) (19, enero, 2023).

**Whittier D.W**. 1998. Optimizing fertility in the beef herd. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology. [Optimizing Reproductive Efficiency in the Beef Herd](#)

[| American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings \(tdl.org\)](#) (19, enero, 2023).

**Wiltbank M.C.** 1997. How information of hormonal regulation of the ovary has improved understanding of timed breeding programs. Proceedings of the Annual Meeting of the Society for Theriogenology. [Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle \(animal-reproduction.org\)](#) (20, enero, 2023).

**Xu Z.Z,** Burton L.J, Macmillan K.L. 1997. Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF<sub>2α</sub> and progesterone. Theriogenology. [Reproductive performance of lactating dairy cows following oestrus synchronisation with progesterone, oestradiol and prostaglandin - PubMed \(nih.gov\)](#) (20, enero, 2023).