

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



Evaluación de la Eficiencia Reproductiva en el Establo “Rancho Nuevo”, San Salvador el Seco, Puebla

Por:

MARÍA DOLORES RUÍZ SALAZAR

TESIS

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2021

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**

Evaluación de la Eficiencia Reproductiva en el Establo "Rancho Nuevo", San Salvador el Seco, Puebla

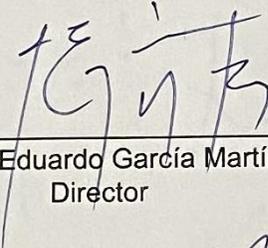
Por:  
MARÍA DOLORES RUÍZ SALAZAR

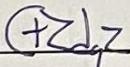
**TESIS**

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

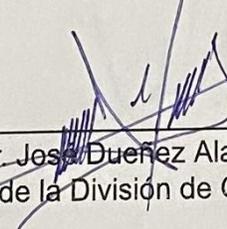
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Eduardo García Martínez  
Director

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Camelia Cruz Rodríguez  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Francisco Alonso Rodríguez Huerta  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Dueñez Alanís  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



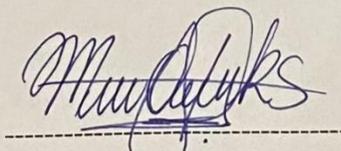
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2021

## MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La suscrita, María Dolores Ruiz Salazar, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41174121 y autora de la presente Tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por la suscrita y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía, y manifesté no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entendiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía, respecto a la metodología de la investigación realizada en la siguiente tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATTE



María Dolores Ruiz Salazar  
Tesisista de Licenciatura/UAAAN

## DEDICATORIA

A MIS PADRES.

**José Mario Ruíz Zayas y María Dolores Salazar Díaz.**

*Por ser unos padres ejemplares, enseñarme los valores que me rigen,  
darme los mejores consejos y las mejores lecciones de vida, por enseñarme la  
importancia de la humildad y bríndame tanto amor, confianza y apoyo  
incondicional a la distancia.*

*Para ustedes, con mucho amor.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por darme la vida, guiarme y cuidarme en esta etapa que estoy culminando, así como en todas las etapas de mi vida, por darme las fuerzas cuando sentía que no podía y por acompañarme en cada momento.

A mi “**Alma Terra Mater**” **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme las puertas como mi segunda casa y gracias a ella conocer la que sería mi segunda familia, por darme la oportunidad de realizar mis estudios, brindándome siempre el mejor espacio de aprendizaje y un gran desarrollo tanto profesional como de la vida.

A mi asesor principal, el **Dr. José Eduardo García Martínez**, por brindarme su apoyo en esta investigación, por su tiempo y dedicación para culminar la realización de esta tesis, compartirme sus conocimientos durante este tiempo y por siempre ser un excelente doctor y amigo durante toda mi carrera universitaria.

A mi asesor **MC. Camelia Cruz Rodríguez**, por su tiempo valioso dedicado a la revisión de mi tesis, por sus valiosas opiniones y correcciones, y por compartir sus conocimientos que fueron de gran ayuda.

A mi asesor **MC. Francisco Alonso Rodríguez Huerta**, por su apoyo para la realización de esta investigación, por su valioso tiempo, por sus sugerencias y valiosas opiniones.

A la **Q.F.B. Laura Padilla López, Ing. Ricardo Deyta Monjaras, MC. Enrique Esquivel Gutiérrez, MC. Pedro Carrillo López, y mis demás maestros (as)**, por compartirme sus conocimientos durante toda mi etapa universitaria, porque gracias a ellos hoy estoy cumpliendo un sueño que es culminar mi carrera universidad y por bríndame su amistad y consejos durante este tiempo

Al **Sr. Carlos Rafael Pale Martínez**, por brindarme la confianza de realizar mi tesis en su establo, por su apoyo, su paciencia y su amistad.

A mis hermanos, **José Mario, María Cecilia y David Misael** por su apoyo incondicional

A **LCI. Irma Yamilet Camacho Domínguez**, por ser como una hermana durante toda mi vida, por motivarme y apoyarme incondicional aún a la distancia, por todo el cariño.

A la **IAZ. Claudia Dennise Herrera Garibay**, por ser una pieza clave en esta etapa y por seguir a mi lado hasta culminarla, por su apoyo, por su tiempo compartido y por los grandes recuerdos formados durante este tiempo.

A **María Guadalupe González Reyes**, por ser mi amiga y mi compañera de aventuras, por su apoyo y cariño incondicional.

A la **LTF. Estefania Flores Conde**, por ser mi más fiel consejera y amiga, por su valioso apoyo y tiempo en la realización de esta investigación.

A mis amigos (as) **Carolina Saucedo, Michelle Yen, Marlen Amaro, Karina Quiñones, Sarahi Juárez, Odalis Ortiz, Mariana García, Carmen Álvarez, Lizbeth Martínez, Homero Ibarra y demás que me faltan por mencionar**, por contar con su apoyo y su amistad en cada semestre de mi carrera universitaria, por el sin fin de recuerdos juntos, gracias por ese granito de arena que me impulsó a culminar esta investigación y por hacer más amena mi estancia en esta ciudad así como ser parte de mi segunda familia.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia de la Producción de Leche a Nivel Nacional.....	3
2.2 Producción de Leche en México .....	3
2.3 Parámetros Reproductivos .....	7
2.3.1 Edad a la pubertad (EP).....	8
2.3.2 Edad al primer servicio (EPS) .....	8
2.3.3 Edad al primer parto (EPP) .....	8
2.3.4 Días del parto al primer estro (DPPE) .....	9
2.3.5 Intervalo del parto al primer servicio (IPPS) .....	9
2.3.6 Intervalo parto-concepción (IPC).....	9
2.3.7 Intervalo entre partos (IEP). .....	10
2.3.8 Periodo seco (PS) .....	11
2.3.9 Días en servicio (DS) .....	11
2.3.10 Porcentaje de concepción o tasa de concepción (PC) .....	11
2.3.11 Porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS).....	12
2.3.12 Servicio por concepción (SPC).....	12
2.3.13 Porcentaje de fertilidad total (PFT).....	12
2.3.14 Tasa de preñez .....	13
2.3.15 Tasa de partos .....	13
2.3.16 Puntaje de condición corporal (BCS) .....	13
2.4 Parámetros Productivos.....	15
2.4.1 Natalidad o parición real.....	15
2.4.2 Peso al nacimiento .....	15
2.4.3 Peso al destete.....	15
2.4.4 Duración de la lactancia en días en lactancia (DEL) .....	15
2.4.5 Días en lactancia al pico de lactancia (DEL pico).....	15
2.4.6 Litros de leche al pico de lactancia.....	16

2.4.7 Litros de leche ajustada a 305 días de lactancia (DEL) .....	16
2.4.8 Mortalidad .....	16
2.4.9 Producción neta de becerros (PNB).....	16
2.5 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.....	16
2.6 Manejo Integral de Establos .....	17
2.6.1 Registros .....	17
2.6.2 Alimentación.....	19
2.6.3 Instalaciones y alojamientos .....	25
2.6.4 Manejo de la glándula mamaria .....	28
2.6.5 Manejo reproductivo.....	30
2.6.6 Sanidad .....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
3.1 Localización y Descripción del Área .....	33
3.1.1 Clima .....	33
3.2 Animales y su Manejo.....	34
3.3 Alimentación .....	35
3.4 Registro.....	35
3.5 Metodología .....	36
3.6 Obtención de Parámetros Ideales.....	38
3.7 Obtención de Parámetros Estándar .....	38
3.8 Análisis Estadístico .....	38
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
4.1 Edad al Primer Servicio (EPS).....	39
4.2 Edad al Primer Parto (EPP) .....	42
4.3 Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) .....	44
4.4 Intervalo Parto-Concepción (IPC) .....	46
4.5 Intervalo entre Partos (IEP) .....	47
4.6 Servicios por Concepción (SPC) .....	50
4.7 Edad al Primer Servicio (EPS).....	52
4.8 Edad al Primer Parto (EPP) .....	53
4.9 Intervalo entre Partos (IEP) .....	54
4.10 Intervalo Parto-Concepción (IPC) .....	54
4.11 Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) .....	55
4.12 Servicio por Concepción (SPC) .....	56

4.13	Porcentaje de Concepción al Primer Servicio (PCPS).....	57
4.14	Porcentaje de Concepción de Segundo Servicio (PCSS).....	58
4.15	Porcentaje de Concepción de Tercer Servicio (PCTS).....	58
4.16	Porcentaje de Concepción (PC) .....	59
4.17	Tasa de Preñez (TPre) .....	60
4.18	Tasa de Parto (TPa) .....	61
4.19	Producción Neta de Becerros (PNB) .....	62
5	CONCLUSIÓN.....	63
6	LITERATURA CITADA .....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Producción anual de leche de bovino en México (1990-2019) (SIAP/SADER, 2020).....	4
<b>Cuadro 2.2.</b> Producción de leche por entidad federativa 2020 (miles de litros) (SIAP).....	6
<b>Cuadro 2.3.</b> Ponderación por índice reproductivo (Dávalos, 2005). .....	14
<b>Cuadro 3.1.</b> Ingredientes de la dieta establo “Rancho Nuevo”. .....	35
<b>Cuadro 4 .1.</b> Parámetros reproductivos del hato lechero del periodo 2016-2020.....	39
<b>Cuadro 4.2.</b> Resumen estadístico de EPS del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.....	40
<b>Cuadro 4.3.</b> Resumen estadístico de edad al primer parto (EPP) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020. ....	42
<b>Cuadro 4.4.</b> Resumen estadístico de intervalo de parto al primer servicio (IPPS) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020. ....	44
<b>Cuadro 4.5.</b> Resumen estadístico de intervalo parto-concepción (IPC) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020. ....	46
<b>Cuadro 4.6.</b> Resumen estadístico de intervalo entre partos (IEP) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020. ....	48
<b>Cuadro 4.7.</b> Resumen estadístico de servicios por concepción (SPC) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020. ....	50
<b>Cuadro 4 .8.</b> Parámetros reproductivos anuales del hato lechero en el periodo 2016-2020.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Comportamiento de la producción de leche durante las últimas 4 décadas en México (elaborado con datos de: SIAP/SADER, 2020).....	5
<b>Figura 2.2.</b> Producción de los principales productores en México (elaborado con datos de: SIAP).....	7
<b>Figura 2.3.</b> Intervalo entre partos (IEP) ideal (Mairena, 2002).....	10
<b>Figura 2.4.</b> Puntaje de condición corporal (Dairy - Cattle, 2019). ....	14
<b>Figura 2.5.</b> Sistema digestivo de una vaca (León, 2011).....	20
<b>Figura 2.6.</b> Periodos de lactación y seca de una vaca lechera en un sistema intensivo (Almeyda, 2004). ....	25
<b>Figura 2.7.</b> Esquema de una sala de ordeño tipo autotándem (DeLaval). .....	27
<b>Figura 2.8.</b> Sala de ordeño tipo autotándem del establo “Rancho Nuevo” (Autoría propia).....	27
<b>Figura 2.9.</b> Anatomía de la ubre mostrando los diferentes ligamentos y cuartos (Castro, 1999). ....	28
<b>Figura 2.10.</b> Reflejo neurohormonal necesario para la eyección de la leche (Castro, 1999).....	29
<b>Figura 2.11.</b> Ejemplo de una tarjeta reproductiva (Autoría propia). ....	31
<b>Figura 3.1.</b> Localización de la investigación. Establo “Rancho Nuevo”. (Google Earth. 2021). ....	33
<b>Figura 4.1.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Edad al Primer Servicio (EPS) del hato en el periodo 2016 – 2020.....	41
<b>Figura 4.2.</b> Histograma de edad al primer servicio (EPS) del hato en el periodo 2016-2020.....	41
<b>Figura 4.3.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Edad al Primer Parto (EPP) del hato en el periodo 2016 – 2020.....	43
<b>Figura 4.4.</b> Histograma de edad al primer parto (EPP) del hato en el periodo 2016-2020.....	43
<b>Figura 4.5.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) del hato en el periodo 2016 – 2020. .....	45
<b>Figura 4.6.</b> Histograma de intervalo de parto al primer servicio (EPP) del hato en el periodo 2016-2020 .....	45
<b>Figura 4.7.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Intervalo Parto-Concepción (IPC) del hato en el periodo 2016 – 2020.....	47
<b>Figura 4.8.</b> Histograma de intervalo parto-concepción (IPC) del hato en el periodo 2016-2020.....	47

<b>Figura 4.9.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de intervalo entre partos (EPP) del hato en el periodo 2016 – 2020. ....	49
<b>Figura 4.10.</b> Histograma de intervalo Entre Partos (IEP) del hato en el periodo 2016-2020.....	49
<b>Figura 4.11.</b> Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Servicios Por Concepción (SPC) del hato en el periodo 2016 – 2020. ....	51
<b>Figura 4.12.</b> Histograma de servicios por concepción (SPC) del hato en el periodo 2016-2020.....	51
<b>Figura 4.13.</b> Resultados anuales, promedio general e parámetro ideal de Edad al Primer Servicio (EPS) del periodo 2016 – 2020. ....	53
<b>Figura 4.14.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetros ideal de Edad al Primer Parto (EPP) del periodo 2016 – 2020.....	53
<b>Figura 4.15.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo Entre Partos (IEP) del periodo 2016 – 2020.....	54
<b>Figura 4.16.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo Parto-Concepción (IPC) del periodo 2016 – 2020.....	55
<b>Figura 4.17.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) del periodo 2016 – 2020.....	56
<b>Figura 4.18.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Servicios Por Concepción (SPC) del periodo 2016 – 2020.....	57
<b>Figura 4.19.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Primer Servicio (PCPS) del periodo 2016 – 2020. ....	57
<b>Figura 4.20.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Segundo Servicio (PCSS) del periodo 2016-2020. ....	58
<b>Figura 4.21.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Tercer Servicio (PCTS) del periodo 2016 – 2020. ....	59
<b>Figura 4.22.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción (PC) del periodo 2016 – 2020. ....	60
<b>Figura 4.23.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Tasa de Preñez (TPre) del periodo 2016 – 2020.....	61
<b>Figura 4.24.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Tasa de Partos (TPa) del periodo 2016 – 2020. ....	61
<b>Figura 4.25.</b> Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Producción Neta de Becerros (PNB) del periodo 2016 – 2020.....	62

## RESUMEN

Con el fin de evaluar los principales parámetros reproductivos en el ganado lechero Holstein del establo “Rancho Nuevo”, así como conocer el estatus situacional del hato, se analizaron los registros de vacas en un periodo de 5 años que van desde 2016 a 2020 en el municipio de San Salvador el Seco del estado de Puebla; los resultados obtenidos del hato indican que la edad al primer servicio (EPS) fue de 22 meses, edad al primer parto (EPP) de 31 meses, intervalo del parto al primer servicio (IPPS) de 126 días, intervalo parto-concepción (IPC) de 154 días, intervalo entre partos (IEP) de 14 meses y servicios por concepción (SPC) de 2.4 servicios, por lo que a dichos parámetros se compraron con un ideal de acuerdo a la literatura zootécnica citada y un estándar de cómo se maneja en establos altamente tecnificados en la comarca lagunera, así como también se compara con una media hipotética la cual se obtuvo después de haber realizado un índice de selección (en registros) de descarte de vacas que arrojan medias sesgadas, por otra parte al analizar los registros de las vacas anualmente obtenemos que los años con parámetros más cercanos al ideal es el 2016 y 2019, así pues los años restantes en algunos parámetros se encuentran dentro del ideal, sin embargo en otros se desfasa de manera notoria. Por consiguiente se concluye que los parámetros se encuentran desfasados de lo considerado zootécnicamente ideal y estándar, por lo que se debe realizar una selección de descarte, lo cual servirá para un dar un mejor manejo del hato y con ello obtener un mejor desempeño reproductivo.

**Palabras clave:** Parámetros Reproductivos, Eficiencia reproductiva, Ganado lechero, Holstein.

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad lechera en México constituye el principal sistema de producción bovina, es de las actividades más importantes dentro del ámbito pecuario esto se debe a que la leche forma parte del complemento de la dieta del ser humano proporcionándole los nutrientes que requiere.

La rentabilidad óptima de una explotación láctea dependerá de la eficacia tanto técnica como productiva y para ello es necesario tener en cuenta el bienestar del animal, su genética, alimentación y su producción. La genética es una herramienta utilizada para la selección de mejorar caracteres de producción y reproducción, de este punto derivan las demás que van de la mano, la alimentación debe ser adecuada en calidad y cantidad según el momento productivo en el que se encuentre la vaca para poder expresar su máximo potencial productivo. De los puntos más importantes el bienestar es uno de ellos, pues el brindarles un trato humanitario y una buena calidad de vida es una responsabilidad de todo productor el preocuparse por el bienestar del animal influye de manera directa en todos los eslabones de la cadena láctea, y mejora los resultados productivos logrando satisfacer la demanda del mercado, además de que mejora la calidad de vida tanto del animal como la del productor (Ana C. *et al*, 2018).

Por ello es necesario tener un amplio conocimiento de bovinos lecheros, su entorno, fisiología, requerimientos nutricionales, alojamiento y manejo práctico, siempre llevando un control para facilitar la toma de decisiones en el hato, la información recabada deberá ser de su manejo productivo, nutritivo, sanitario, etc., sin olvidar el alojamiento adecuado. Además de lo antes ya mencionado es necesario tener un manejo reproductivo eficiente, considerando los parámetros reproductivos, estos parámetros se relacionan con sus actividades desde el inicio de la pubertad y su correcta manifestación de la ciclicidad de la hembra, así como un correcto manejo durante la gestación y el parto.

Los parámetros reproductivos se obtienen a través de eventos como la pubertad, primer servicio, primer parto, peso, tiempo entre el parto y el primer

estro, tiempo del primer servicio, tiempo entre partos y el registro de factores nutricionales y sanitarios, y se clasifican según su precocidad y fertilidad, los parámetros que se pueden medir según su precocidad son: edad a la pubertad (EP) y edad al primer servicio (EPS) y según su fertilidad son: edad al primer servicio (EPS), servicios por concepción (SPC), edad al primer parto (EPP), Intervalo del parto al primer servicio (IPPS), intervalo parto-concepción (IPC), intervalo entre partos (IEP), por mencionar algunos de los más importantes (González, 2001).

Los parámetros reproductivos que nos permitirán predecir la eficiencia reproductiva y detectar determinados problemas presentes en el hato, a su vez permitiendo la toma de decisiones sobre el mismo hato, si bien estos parámetros reproductivos representan la fertilidad en diferentes fases de la vida reproductiva de la vaca, un buen manejo, buena genética y una adecuada alimentación permitirán incrementar de manera eficiente su producción y por ende su rentabilidad (Bustillo, *et al.* 2020).

Por lo anterior el presente estudio tuvo como objetivo, realizar una valoración y determinar la eficiencia de parámetros reproductivos en el ganado lechero del establo “Rancho Nuevo” y conocer el estatus situacional del hato.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia de la Producción de Leche a Nivel Nacional**

La ganadería bovina lechera es una actividad económica importante para México, siendo una actividad primaria que deriva a eslabones de industrialización y comercialización de leche fluida y derivados, dentro del subsector pecuario la producción de leche nacional es de alrededor de 11,000 millones de litros de leche cada año, generando el 43% del valor total del subsector junto con la producción de carne; además de que México es uno de los principales importadores de leche a nivel mundial y constituye al sustento de miles de familias en diversas regiones del país ya que cerca del 7% de ganado bovino es destinado a la producción de leche (Loera, 2017).

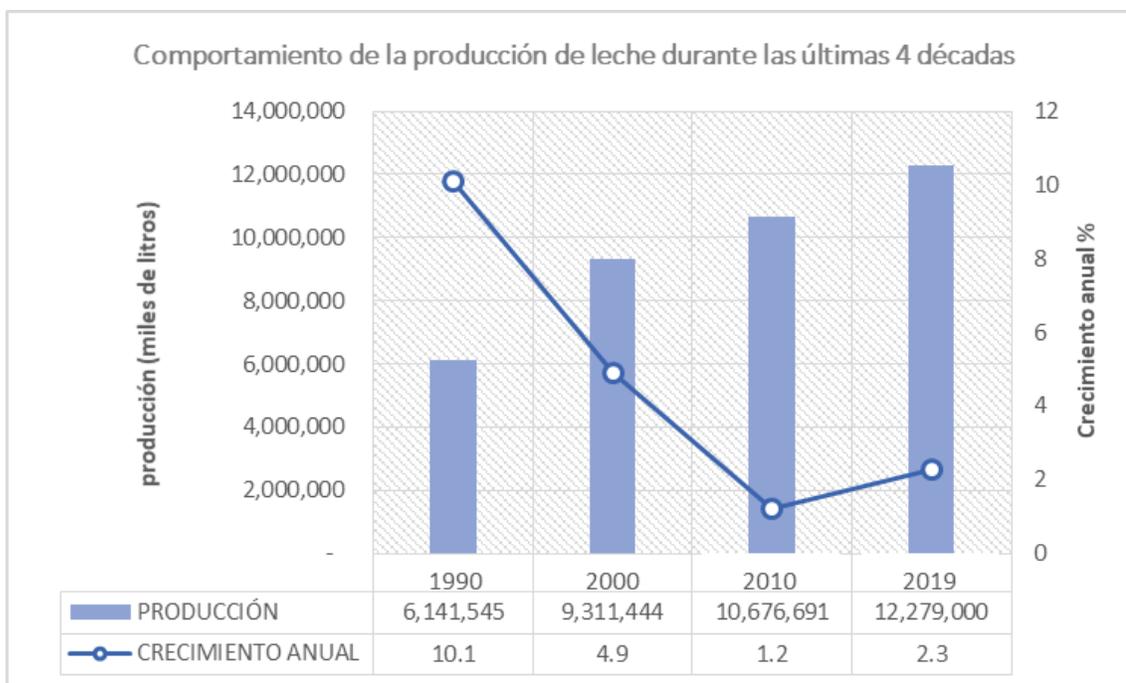
La función principal en la producción de leche es proporcionar los nutrientes requeridos por el hombre, como lo son la proteína, energía, minerales y vitaminas para el complemento de su dieta. La leche es de los alimentos más completos dados las características de sus nutrientes, donde se destaca la proteína que contiene grandes cantidades de aminoácidos esenciales (Juergenzon, 1965).

### **2.2 Producción de Leche en México**

En México la producción de leche de bovino según cifras del servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP) de la secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentaria (SAGARPA). En el año 2019 México alcanzó un volumen de 12.3 millones de litros, cada año crece de manera moderada la producción de leche a la fecha se ha duplicado con relación a lo que se producía en 1990 (Cuadro 2.1) (CEDRSSA). La producción de leche en el año 2019 alcanzó un volumen de 12, 279,000 millones de litros, con un crecimiento de 2.3 en comparación al año anterior, gradualmente cada año crece de manera moderada con relación a lo que se producía en 1990 (Figura 2.1).

**Cuadro 2.1.** Producción anual de leche de bovino en México (1990-2019)  
(SIAP/SADER, 2020).

<b>AÑO</b>	<b>CRECIMIENTO ANUAL (%)</b>	<b>PRODUCCIÓN (Miles de litros)</b>
1990	10.1	6,141,545
1991	9.4	6,717,115
1992	3.7	6,966,210
1993	6.3	7,404,078
1994	-1.1	7,320,213
1995	1.1	7,398,598
1996	2.5	7,586,422
1997	3.4	4,848.105
1998	6.0	8,315,711
1999	6.8	8,877,314
2000	4.9	9,311,444
2001	1.7	9,472,293
2002	2.0	9,658,279
2003	1.3	9,784,355
2004	0.8	9,864,302
2005	0.0	9,686,302
2006	2.2	10,088,551
2007	2.6	10,345,982
2008	2.4	10,589,481
2009	-0.4	10,549,038
2010	1.2	10,676,691
2011	0.4	10,724,288
2012	1.5	10,880,870
2013	0.8	10,965,632
2014	1.5	11,129,622
2015	2.4	11,394,664
2016	1.9	11,608,400
2017	1.7	11,807,400
2018	1.7	12,008,239
2019	2.3	12,279,000



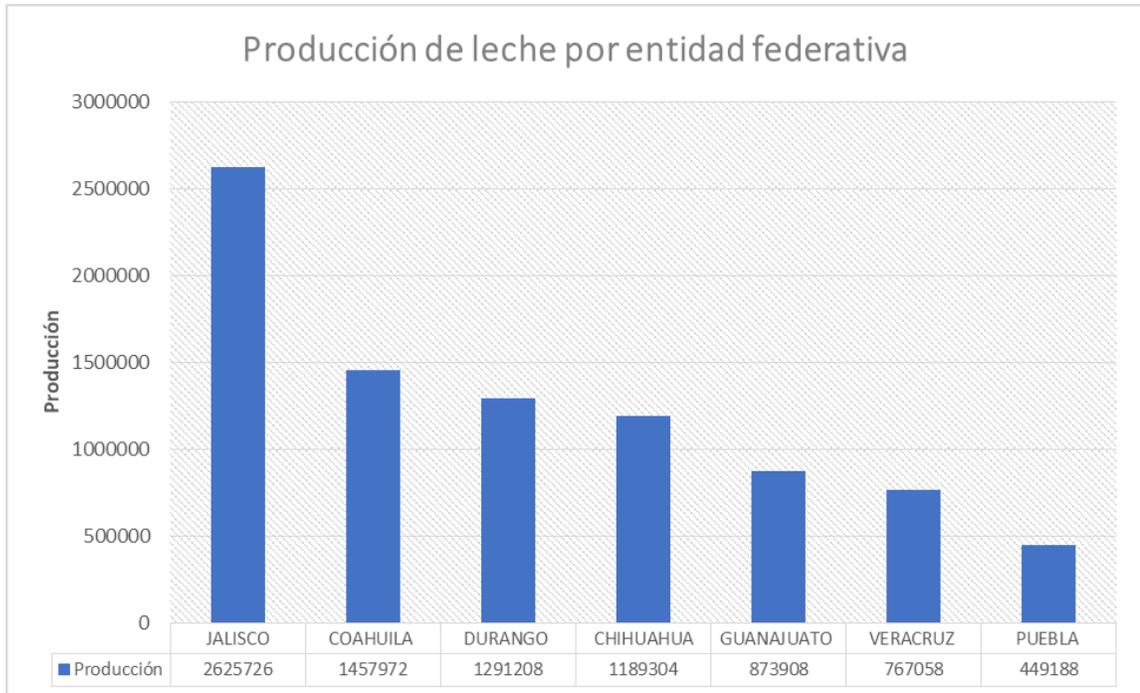
**Figura 2.1.** Comportamiento de la producción de leche durante las últimas 4 décadas en México (elaborado con datos de: SIAP/SADER, 2020).

La producción de leche en México se desarrolla en todo su territorio, durante el año 2020 la mayor producción se concentró en cuatro estados (Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua). (Cuadro 2.2). Es importante mencionar que los estados de Coahuila y Durango se ubican en la región lagunera, cuenca lechera más importante del país, ya que ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional.

En el año 2020 Jalisco logró la mayor producción de leche en México, produciendo 2, 625, 726 millones de litros, siguiendo los estados de Coahuila, Durango y Chihuahua, y dando un total de 12,553, 806 millones de litros de producción de leche por entidad federativa (Figura 2.2)

**Cuadro 2.2.** Producción de leche por entidad federativa 2020 (miles de litros) (SIAP).

<b>ESTADO</b>	<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>
JALISCO	2,625,726
COAHUILA	1,457,972
DURANGO	1,291,208
CHIHUAHUA	1,189,304
GUANAJUATO	873,908
VERACRUZ	767,058
PUEBLA	449,188
CHIAPAS	436,062
MÉXICO	431,194
AGUASCALIENTES	425,832
HIDALGO	413,145
QUERETARO	403,234
MICHOACAN	368,148
BAJA CALIFORNIA	206,879
ZACATECAS	185,557
SAN LUIS POTOSI	153,237
OAXACA	146,473
SONORA	112,770
TABASCO	104,390
SINALOA	97,204
GUERRERO	88,539
TLAXCALA	82,850
CAMPECHE	43,599
COLIMA	42,470
NAYARIT	38,099
BAJA CALIFORNIA SUR	34,436
NUEVO LEON	22,824
MORELOS	21,373
TAMAULIPAS	20,765
DISTRITO FEDERAL	12,180
QUINTANA ROO	5,434
YUCATAN	2,742



**Figura 2.2.** Producción de los principales productores en México (elaborado con datos de: SIAP).

### 2.3 Parámetros Reproductivos

La eficiencia en la reproducción es un conjunto de medidas que se expresan en parámetros reproductivos, dichos parámetros controlan los procesos de una explotación brindando una herramienta para maximizar la eficiencia reproductiva logrando así un objetivo el cual sería producir en lactancias consecutivas, con la menor cantidad de problemas posibles (Risco, 2005).

Los parámetros reproductivos es un señalizador del desempeño en un hato determinado, se obtienen tras haber registrado eventos como la pubertad, el primer parto, peso, tiempo entre parto concepción, tiempo entre partos, etc; estos registros se deben realizar de manera de manera idónea para permitir realizar mejoras reproductivas así como monitorear progresos y reconocer problemas reproductivos, evitando su agravamiento en el hato (Ortiz *et al.* 2005).

Los parámetros que mejor describen la eficiencia reproductiva de un hato son IEP, IPC y SPC (Gallegos, 1998)

### **2.3.1 Edad a la pubertad (EP)**

La pubertad es alcanzada cuando el animal produce por primera vez gametos posibles para la fecundación, las hembras alcanzan la pubertad a una edad de 15 a 21 meses una vez que ocurre la primera ovulación, es decir, cuando se detecta el primer estro o se identifica un cuerpo lúteo. Sorensen, 1991 resalta que el inicio a la pubertad es caracterizada por la presencia de folículos maduros y un cuerpo lúteo.

La edad a la pubertad se relaciona con el desarrollo corporal, el crecimiento, la raza y la nutrición que tiene el animal. Las hembras alcanzan la pubertad entre los 9 y 17 meses de edad, con variaciones de 12-21 meses dependiendo de la raza (Anta, 1987; Menéndez, 1989). Según Mendoza (1999) las hembras que no registran la edad a la pubertad son consideradas prepúberes, esto se puede deber a diversos factores como la raza, ambiente en el que se encuentra, nutrición y el manejo. Es importante que este parámetro se presente en el tiempo adecuado ya que cuando no es así afecta en la implementación de programas ya sea de monta natural, inseminación artificial, transferencia de embriones.

### **2.3.2 Edad al primer servicio (EPS)**

Es realizado una vez que la vaquilla haya alcanzado su madurez sexual y es servida por primera vez, este parámetro está estrictamente relacionado con la condición corporal del animal y la edad en la que alcanzan la pubertad. El primer servicio se realiza entre 14 y 20 meses de edad (Bulbarela, 2001).

### **2.3.3 Edad al primer parto (EPP)**

Edad en que las vaquillas tienen por primera vez una cría, evento que ocurre aproximadamente entre los 2.5 y 3 años de edad, aunque existen dos factores determinantes para que este parámetro se dé de manera correcta como lo es la edad en la que alcanzan la pubertad y su primera concepción, este parámetro influye de manera directa en la producción de becerros destinados a engorda o la producción de leche (Anta, 1987; Bulbarela, 2001)

#### **2.3.4 Días del parto al primer estro (DPPE)**

Periodo de tiempo transcurrido entre el parto y la detección del primer calor (Anta, 1987; Bulbarela, 2001). En promedio debe ser de 20 días en vacas lecheras (Canfield *et al*, 1991; Dick, 1998). Depende de diversos factores como la nutrición, edad, factores genéticos, peso corporal, así como el propósito de la hembra, es decir, si está destinada a la producción de leche o carne, etc.

#### **2.3.5 Intervalo del parto al primer servicio (IPPS)**

Tiempo que transcurre del parto al primer servicio. Idóneamente no debe ser de más de 85 días, aunque en diversos estudios se reportan intervalos de 80 a 100 días entre el parto al primer servicio (Anta, 1987; Arada *et al*, 2006). Tradicionalmente se recomienda inseminar vacas en el primer celo, que se detecta aproximadamente a partir de los 50 a 60 días después del parto (Magaña *et al*, 1998).

#### **2.3.6 Intervalo parto-concepción (IPC)**

Periodo de tiempo donde las vacas permanecen vacías desde la fecha de parto hasta que se preñe nuevamente. (Anta, 1987). En vacas normales se componen del puerperio fisiológico que presenta los días requeridos para que aparezca un primer celo postparto, en novillas se inicia a contar desde la fecha que ingresan al programa de reproducción. Generalmente se produce entre los 45 y 60 días después del parto, este no puede ser modificado ya que corresponde a variables fisiológicas (Syntex, 2005).

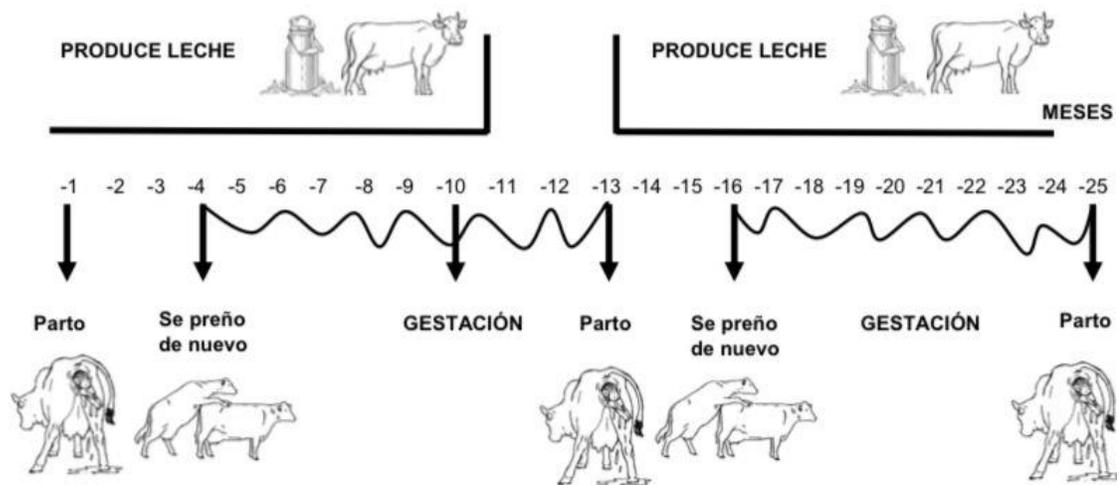
Lo que se busca con este índice reproductivo es que la vaca permanezca en constante producción y evitar que sea improductiva por largo periodo de tiempo, lo ideal es que no exceda más de 100 días. (Anta, 1987). Estos periodos de actividad cíclica requieren la mayor atención posible ya que de esto permitirá intervenir en el proceso de reproducción (Velázquez, 2010); sin embargo es un parámetro que varía según el manejo, la nutrición y el medio ambiente. En este periodo se produce una disminución de ingesta de nutrientes y un aumento en su demanda lo cual induce que la vaca entre en un balance energético negativo.

También hay mayor inmunidad a enfermedades, para evitar estos tipos de problemas es importante manejar la condición corporal de la vaca, la dieta de transición en el periparto y problemas metabólicos (Hernández, 1993)

### 2.3.7 Intervalo entre partos (IEP).

Periodo de tiempo transcurrido entre un parto y otro por vaca. (Sánchez, 2010). El IEP se compone de tres partes: puerperio, servicio y gestación (Williamson, et al, 1986), lo idóneo es tener un periodo de 365 días (12 meses) se muestra en la figura 2.3, este indicador es factor que influye en el número de partos en la vida reproductiva de la vaca, pero influyen más factores que hacen que la duración del IEP varíe, por ejemplo, la nutrición, raza, edad, manejo, duración del anestro y el método de detección de calores, entre otros más. (Kruif, 1978; Bulbarela, 2001). La corta duración del IEP influirá de manera positiva produciendo más (Sánchez, 2010), pero la producción media diaria para cada lactancia, será mayor para las que paren de manera idónea (Smith, 1962).

Si el IEP es menor a 13 meses puede deducirse que no existen problemas de fertilidad en el hato. Para que se tenga un IEP de 12 meses en un hato, al menos el 90% de las vaca deben mostrar signos de celo en el día postparto y concebir a los 85 días postparto (Hafez, 1987).



**Figura 2.3.** Intervalo entre partos (IEP) ideal (Mairena, 2002).

### **2.3.8 Periodo seco (PS)**

Periodo de descanso y recuperación del tejido secretor de leche de la vaca antes del parto, este influye de manera directa en la producción de leche para la siguiente lactancia. El PS debe durar 45 a 62 días, tiempo suficiente para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de la leche y gane nuevo estímulo hormonal para la siguiente lactancia; Cuando el PS es menor a 45 días ocurre una involución completa de la glándula mamaria, pero no favorece la formación de tejido secretor, y por el contrario cuando el PS es mayor a 62 días conduce a una involución del tejido excretor (conductos), así como la acumulación de tejido adiposo en la glándula mamaria y el cuerpo, con la consecuente disminución en la producción de leche en la próxima lactancia y graves alteraciones metabólicas al momento del parto. El secado se debe realizar a los 7 meses de gestación de la vaca, es fundamental la condición para que el PS tenga una duración promedio de 60 días (Álvaro, 2017). Durante el inicio del periodo seco la ubre se encuentra más susceptible a desarrollar mastitis; aproximadamente el 60% de los casos de mastitis que se presentan al inicio de la lactancia son originados en el PS previo.

### **2.3.9 Días en servicio (DS)**

Periodo de tiempo entre el primer servicio y el servicio verdadero. En parámetro influyen factores como la raza, la nutrición, técnica de inseminación, etc. Los días de servicio influyen tanto en la edad de la primera concepción como en el intervalo entre partos (IEP) y concepción en vacas (Anta, 1987).

### **2.3.10 Porcentaje de concepción o tasa de concepción (PC)**

Porción de vacas gestantes en determinado periodo. Este parámetro sirve para evaluar la fertilidad del hato o de una vaca por un periodo determinado, se considera que del 55 al 60% de concepción es adecuado (Kruif, 1978). El PC se puede calcular a partir de los 30 días de gestación, pero para mayor exactitud es de 60 a 90 días post servicio o inseminación artificial (IA), se realiza mediante palpación o ultrasonido, es importante mencionar que este parámetro siempre

dependerá de la edad de la hembra ya que a mayor edad la fertilidad se reduce (Sánchez, 2010).

### **2.3.11 Porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS)**

Se define como la fertilidad al primer servicio. La fertilidad de las vacas se va deteriorando conforme los servicios que han recibido, es decir, a mayores servicios por vaca menor es su fertilidad, generalmente el PCPS presenta un porción más elevada que el porcentaje de concepción (PC) del hato (Kruif, 1978; Bulbarela, 2001).

### **2.3.12 Servicio por concepción (SPC)**

Numero de inseminaciones requeridas para dejar gestante una vaca (González, 2001), teóricamente se necesita un servicio para obtener una cría, sin embargo en determinados es necesario cubrir más de una vez a un mismo animal para lograr una cría. Es un parámetro importante para tener conocimiento de la eficiencia de concepción por vaca. Kruif (1978) señala que es aceptable de 1.5 a 1.8 servicios por concepción, de 1.5 a 1.25 se considera que el hato tiene una eficiente fertilidad (De Alba, 1985), sin embargo dependerá de distintos factores como la detección de celos, calidad del semen, técnica e inseminación y manejo del semen, edad, etc., por encima de 2 comprometería la producción del hato al tiempo que ocasiona un IEP prolongado, un mayor costo por manejo reproductivo y alimentación (Sierna. 2002), de acuerdo a Bustamante (1989) se podría sospechar de la presencia de enfermedades específicas, fallas en la ovulación, etc. Este parámetro se obtiene por medio de palpación rectal o ecografía, se puede calcular por un periodo determinado, es decir, meses o años (González, 2001). Las vaquillas inseminadas con una edad menor a 12 meses tienen menor porcentaje de concepción al primer servicio (Lin *et al.*, 1986)

### **2.3.13 Porcentaje de fertilidad total (PFT)**

Porción total de vacas gestantes por un tiempo determinado. La porción resultante dependerá del porcentaje inseminadas y del porcentaje de concepción

en las inseminaciones realizadas. Influyen factores como la detección de calores, edad, raza, enfermedades y muertes fetales (Anta, 1987; Lozano *et al*, 1992; Segura *et al*, 1989).

#### **2.3.14 Tasa de preñez**

Numero de vacas aptas en un hato que conciben cada 21 días. Este parámetro enfatiza en el impacto de la interacción entre celo y fertilidad por lo que es considerado un parámetro de la eficiencia reproductiva, se ha señalado que niveles de 22-25% es una excelente meta, sin embargo son pocos hatos los que la supera lo más común es un nivel entre 10-15% o 12-14%. Este parámetro nos permite dar seguimiento al estado reproductivo para detectar, cuantificar y tomar decisiones de inseminación logrando así eliminar animales problema y elevar el porcentaje de vacas preñadas (Stragnaro, et al. 2003)

Para mejorar la tasa de preñez se han implementado diferentes técnicas como lo es programa ovisynch el cual consta de sincronizar la ovulación de manera precisa y las vacas pueden ser inseminadas a tiempo fijo (IATF), otro programa es el presynch es la presincronización con dos aplicaciones de Pgf2 $\alpha$  separadas 14 días antes del ovisynch (Frick, 2003).

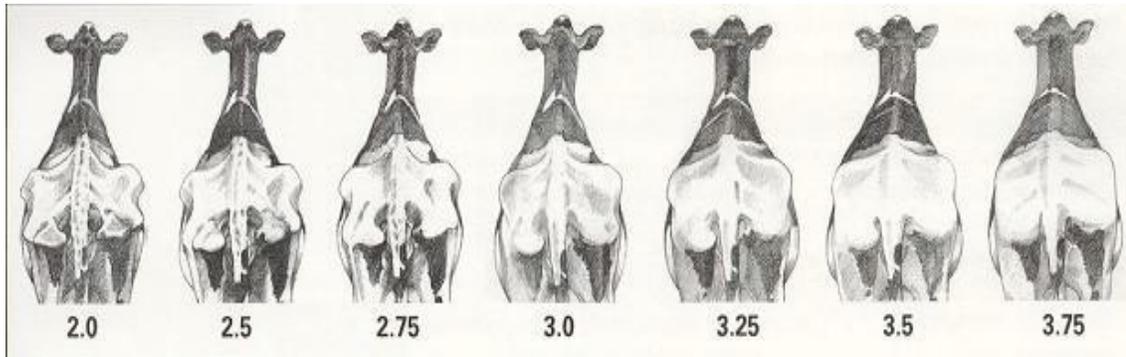
#### **2.3.15 Tasa de partos**

Porcentaje de vacas que paren en el transcurso de un año y vuelven a parir el siguiente año, básicamente es el suministro de novillas del hato.

#### **2.3.16 Puntaje de condición corporal (BCS)**

Es una valoración de la condición corporal de la hembra con respecto a su estado nutricional y la relación con su estado fisiológico, y a su vez permitir estimar el rendimiento reproductivo y permitirle a la vaca tener reservas de energía para el parto, (Dairy Australia, 2013; Correa *et al*, 2010). En la producción lechera es muy importante el BCS ya que podemos monitorear la cantidad de grasa periférica de la vaca, así como influye de manera directa en la reproducción, salud, alimentación y longevidad de las vacas, el BCS es una

puntuación que se le da al ganado mediante la valoración visual y táctil de la cantidad de grasa corporal, utilizando una escala de cinco puntos con incrementos de 0.25 puntos (Figura 2.4) (Dairy - Cattle, 2019).



**Figura 2.4.** Puntaje de condición corporal (Dairy - Cattle, 2019).

De los índices reproductivos los que mejor representan la eficiencia reproductiva son el intervalo entre partos, el número de días abiertos y el número de servicios por concepción (Cuadro 2.3) (Gallegos, 1998).

**Cuadro 2.3.** Ponderación por índice reproductivo (Dávalos, 2005).

ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN		CALIFICACIÓN
INTERVALOS ENTRE PARTOS (DÍAS)	350 – 380	Excelente
	389 – 410	Bueno
	410 – 411	Regular
SERVICIOS POR CONCEPCIÓN	1.5	Excelente
	1.8	Bueno
	2	Regular
% DE FERTILIDAD AL PRIMER SERVICIO	55	Excelente
	45 – 54	Bueno
	44	Regular
DÍAS ABIERTOS	50 – 99	Excelente
	100 – 130	Bueno
	Mayor a 130	Regular

## **2.4 Parámetros Productivos**

El parámetro con mayor atribución se encuentra la producción de leche del cual se derivan curvas de lactancia las cuales se usan como resumen de la producción lechera de un hato (Keown *et al.* 1986).

### **2.4.1 Natalidad o parición real**

Es la relación entre vacas y novillas que paren terneros durante un año (12 meses). Se sugiere como mínimo hacer un promedio en base de una natalidad de 2 años (Morales, 2009).

### **2.4.2 Peso al nacimiento**

Este parámetro nos proporciona el tamaño del ternero el cual se vincula con el crecimiento, aunque dependerá de factores como lo son el manejo, ambientales y genéticos (Madrid, 2007).

### **2.4.3 Peso al destete**

Este parámetro es tomado cuando se presenta el destete, pero se pueden presentar variaciones debido a factores como la edad de la vaca al parto, raza, sexo y época de parición (Álvarez s.f).

### **2.4.4 Duración de la lactancia en días en lactancia (DEL)**

Es la duración de lactación en días de lactancia desde el parto hasta que la vaca es secada y pasa a ser improductiva debido al manejo que se le da (Piccardi, 2004).

### **2.4.5 Días en lactancia al pico de lactancia (DEL pico)**

Son los días que transcurren desde que comienza una lactancia hasta que se presenta la máxima producción de leche de esa lactancia (Piccardi, 2004).

#### **2.4.6 Litros de leche al pico de lactancia**

Indican los litros totales que se producen en el momento o día, expresando su máxima producción de leche (Piccardi, 2004).

#### **2.4.7 Litros de leche ajustada a 305 días de lactancia (DEL)**

Indican los litros acumulados a los 305 días de lactancia, es decir, la producción de la duración de una lactancia promedio (Piccardi, 2004).

#### **2.4.8 Mortalidad**

Relación de muertes de terneros, relacionados directamente a problemas de nutrición, de salud, sacrificios o desastres naturales en un tiempo determinado (Alba *et al*, s.f).

#### **2.4.9 Producción neta de becerros (PNB)**

Numero de becerros nacidos en un periodo determinado

### **2.5 Factores que afectan la eficiencia reproductiva.**

Algunos de los factores que afectan los parámetros reproductivos son el género, raza, ambiente, nutrición y tipo de producción que se está manejando.

La muerte embrionaria temprana, es decir la muerte de embriones antes de la gestación de 16 a 19 días, por otro lado la muerte embrionaria tardía a partir del día 42 y la muerte fetal que ocurre después del día 42, estas pérdidas son a causa de factores como alta producción de leche, intervalo entre parto- primera ovulación, balance energético negativo, infecciones uterinas, factores genéticos, etc (Hernández, 1994).

El ambiente en el que se desarrolla la vaca influye de manera directa interviniendo en la reproducción, refiriéndose al medio y aspectos sanitarios, nutricionales, climáticos y su manejo. (Román, 1981), disminuyendo la producción de producción de las vacas lo que conlleva a condicionar su manejo y limitar el potencial genético. En las vacas Holstein se destacan la disponibilidad

y calidad de los alimentos, trastornos fisiológicos, patologías y el clima (Melinda *et al.* 2002)

El balance energético negativo se presenta de forma natural durante el posparto temprano, este está en función de la producción de leche. Además esta correlacionado negativamente con los días a la primera ovulación posparto. Bajo a condiciones nutricionales deficientes y a una alta producción de leche se conducirá a la exagerada movilización de reservas, produciendo cambios de concentración de metabolitos y hormonas del metabolismo intermediario y causan un retraso en la reactivación fisiológica de la reproducción. Es importante mencionar que las vacas llegan a su punto más bajo entre los 10 y 20 días postparto siguiendo así hasta el día 80 en promedio, recalando que todas las vacas caen en balance energético negativo (BEN) en el postparto y poseen la capacidad de sobreponerse y adaptarse a estos cambios, sin embargo hay vacas que fallan en el proceso de sobreponerse y adaptarse por causas como bajos consumos de nutrientes, periodos secos largos provocando obesidad o partos distócicos (Díaz, 2011). La genética con el paso de los años se ha incrementado la consanguinidad de forma drástica hecho que definitivamente está asociado a bajos índices de fertilidad (Hernández, 1994). Por otro lado la caída de la fertilidad es un problema de deficiencia nutricional debido a la mayor demanda que requiere por su nivel productivo (Smith, 1989).

## **2.6 Manejo Integral de Establos**

### **2.6.1 Registros**

Es una herramienta de control y evaluación en un hato ganadero. Posibilitan la evaluación del comportamiento tanto del crecimiento como el progreso en la producción de leche, así como para la toma de decisiones dentro del hato (Antonio, 1999)

#### 2.6.1.1 Registros de reproducción

Permite llevar un control de los eventos de reproducción que ocurren por vaca, correspondiendo a las fechas y número de toro que se usó en la inseminación, fecha probable de parto, parto real, abortos, etc (Trazar s.f).

#### 2.6.1.2 Registros de nacimientos

Permite llevar un control de nacimientos de terneros por vaca, anotando número de vaca, código o número del toro, fecha de nacimiento, sexo, peso al nacimiento, edad al destete, peso al destete y observaciones en las que se debe anotar a la hora del nacimiento (Trazar, s.f).

#### 2.6.1.3 Registro de producción de leche

Permite al productor identificar a las vacas con mayor y menor producción, para suministrar alimento y a su vez tomar decisiones de descarte. Es necesario registrar y pesar la producción de leche por lo menos la de un mes (Trazar, s.f).

#### 2.6.1.4 Registros sanitarios

Permite llevar el historial clínico de los animales con él se permite saber la frecuencia y el tipo de enfermedad que presentan por animal, así como también se deben registrar vacunas administradas, la fecha, algún fármaco utilizado, etc (Trazar s.f).

#### 2.6.1.5 Registros de alimentación

Permite saber la cantidad de alimento que se está usando por corral, el tipo de alimento, de donde proviene, es decir, empresa que lo fabrica, también para tener un registro del rendimiento que está teniendo y a cuántos animales se alimenta con la cantidad de alimento y por cuánto tiempo, visto desde otro punto nos sirve para sacar costos de alimentación (Trazar s.f).

#### 2.6.1.6 Registros de pesos vivos

Permite llevar un control de la sobrevivencia del ternero, ganancia de peso, para selección de toros reproductores o vacas productoras de leche, este pesaje se hace a diferentes edades como peso al nacimiento, peso al destete, peso al post destete, es importante mencionar que influyen diferentes factores como por ejemplo sexo, y factores de la madre como la edad de la vaca, peso, raza, condición corporal y sanitaria (Trazar s.f).

### **2.6.2 Alimentación**

La alimentación en bovinos lecheros es la administración adecuada de nutrientes requeridos para su mantenimiento, producción de leche, aumento de peso, y cubrir sus necesidades nutrimentales durante la gestación, parto y trabajo (Copa, 2010).

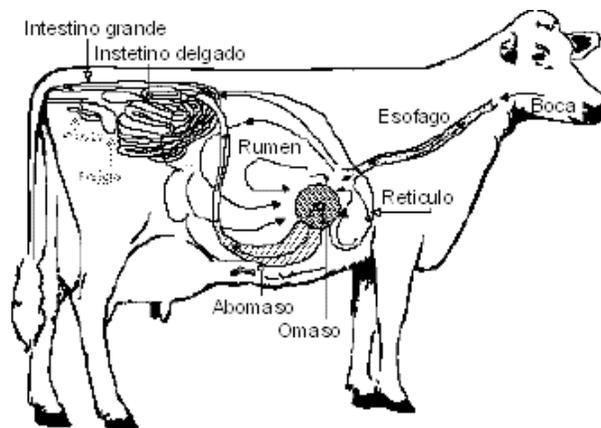
Las vacas requieren cierta cantidad de nutrientes, cuando estos son deficientes usan los nutrientes que tienen para su mantenimiento dando como resultado baja producción de leche, y afectando su reproducción (Wonghorn *et al.* 2004).

Para desarrollar el manejo de la alimentación de un bovino, es necesario abarcar brevemente la anatomía y fisiología del aparato digestivo para tener un mejor entendimiento de la alimentación.

#### 2.6.2.1 Anatomía y fisiología del aparato digestivo

Las vacas son animales ruminantes ya que primero llevan a cabo la aprehensión del alimento, lo mastican provisionalmente y lo tragan para posteriormente regresar el alimento a la boca y ser masticado absolutamente, es lo que se conoce como rumia. El alimento se convierte con bolo alimenticio para poder ser deglutido nuevamente y poder ser digerido (Gutiérrez, s.f)

El aparato digestivo consta de boca, faringe, esófago, estómago el cual está formado por rumen, retículo, omaso y abomaso, intestino delgado, intestino grueso, recto y ano (Figura 2.5) (Copa, 2010).



**Figura 2.5.** Sistema digestivo de una vaca (León, 2011).

### 2.6.2.2 Clasificación de los alimentos

Los alimentos más comunes para las vacas los podemos clasificar en dos como lo son los forrajes y concentrados (Copa, 2010).

#### 2.6.5.2.1 Forrajes

Están constituidos por tallos, hojas y flores de plantas forrajeras (gramíneas o leguminosas) como cebada, avena, alfalfa, trébol, pasto ovillo, ray grass, etc (Copa, 2010). Los forrajes tienen un alto contenido de fibra (más del 30% de FND), pero son de bajo contenido energético y proteico (Gutiérrez, s.f). Los forrajes son requeridos en la dieta en forma tosca con un tamaño de partícula de más de 1 o 2 mm de longitud para mayor aprovechamiento en la digestión (Pando *et al*, 2010).

#### 2.6.5.2.2 Concentrados

La principal función de añadir concentrados a la dieta es cubrir los requerimientos de energía y proteína a su vez suplementar a los forrajes y cubrir sus requerimientos de la vaca (León, 2011). Los concentrados se caracterizan por tener un alto contenido de energía y proteína, los principales alimentos son maíz, cebada, arroz, trigo, sorgo, soya, torta de soya, levadura de cerveza, harina de sangre, harina de plumas, melaza, etc (Gutiérrez, s.f). Se considera que la

máxima cantidad en ración que la vaca debe ingerir al día no debe pasar de 12 a 14 kg (León, 2011).

### 2.6.2.3 Composición de los alimentos.

#### 2.6.2.3.1 Agua.

Es importante conocer la cantidad de agua que tomaran las vacas para poder tener la cantidad necesaria a su disponibilidad. El cuerpo de la vaca tiene 66% de contenido de agua y la leche 87%, el consumo de agua es de alrededor del 8 al 10% del peso del animal. Una vaca lechera puede consumir entre 38 a 110 litros de agua por día (L/d), las vacas preñadas consumen más agua que las vacías y las lactantes más que las secas. Es indispensable el consumo de agua ya que cumple múltiples funciones orgánicas como lo son la digestión, absorción, metabolismos, ambiente fluido para el feto, producción de leche, regulación de temperatura corporal, etc (Duarte, s.f).

#### 2.6.2.3.2 Materia seca

En la materia seca de los alimentos se encuentran elementos nutritivos importantes para las vacas como lo son los carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. El consumo de la materia seca depende de la cantidad de fibra, ya que a mayor cantidad de fibra menor será el consumo y según sea el consumo de materia seca será el consumo de agua, este varía entre 3.5 a 5.5 litros por kilo de materia seca (Copa, 2010).

### 2.6.2.4 Nutrientes

#### 2.6.2.4.1 Energía

Se define como el componente del alimento que facilita los procesos del organismo y su influencia en animales. (William M. Upegui, 2000). Los carbohidratos (azúcares, almidón y fibra bruta) y lípidos (grasas) son utilizados

por los animales para generar la energía que requieren para el mantenimiento de sus cuerpos, destacan que son los utilizados para producir grasa en la leche (Copa, 2010).

#### 2.6.2.4.2 Proteína

Su principal función es la de reponer tejidos del organismo, la cantidad y calidad determina el crecimiento, la reproducción y producción en vacas (Upegui, 2000). Los aminoácidos son los más usados para producir leche (caseína), en la gestación ayuda a la producción del feto y placenta, etc (Copa, 2020).

#### 2.6.2.4.3 Minerales

Son de gran importancia en todos los procesos metabólicos, en especial el calcio (Ca) y el fósforo (P), ya que una deficiencia de estos elementos provocaría que el Ca corporal se movilizara a la leche después del parto causando una enfermedad bien conocida como hipocalcemia, razón por la cual estos elementos son de gran importancia en la dieta, estos deben estar equilibrados, existen más elementos que también son necesarios como Sodio (Na), Magnesio (Mg), Potasio (K), Hierro (Fe), Cobalto (Co), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Yodo (I), etc. Normalmente algunos de estos elementos son cubiertos en los alimentos que consumen las vacas, pero otros es necesario suplementar con sales minerales (Copa, 2010).

#### 2.6.2.4.4 Vitaminas

Son sustancias necesarias para regular el funcionamiento del organismo del animal, estas se clasifican en: Liposolubles como la vitamina A, D, E y K, e hidrosoluble como lo son las vitaminas del grupo B y la C (Copa, 2010). Se requiere suplementar las vitaminas A, D, E y K, ya que las otras son sintetizadas en el organismos del animal (Upegui, 2000).

#### 2.6.2.5 Necesidades nutricionales

#### 2.6.2.5.1 Ración (necesidades de mantenimiento y producción)

Es la cantidad de alimento y nutrientes que se le ofrece al animal durante 24 horas para atender sus necesidades de mantenimiento y producción. Las necesidades de mantenimiento es cuando la vaca no está produciendo, no se encuentra preñada y consume nutrientes para cubrir su mantenimiento como funcionamiento del corazón, pulmones, estómago y riñones así como realizar actividades de levantarse y caminar, renovación de células y el mantenimiento de temperatura corporal. Las necesidades de producción es cuando la vaca consume alimento para cubrir las cantidades de nutrientes requeridos para la producción de leche, gestación, crecimiento y trabajo (Copa, 2010).

#### 2.6.2.6 Alimentación de vacas

##### 2.6.2.6.1 Alimentación en vacas a principio de lactación

En esta etapa los requerimientos nutricionales son importantes en cuanto a calidad del forraje, se le debe ofrecer a la vaca una dieta rica en energía, proteínas, Ca y P con bajo contenido de fibra. Del total de la lactancia el 40% de la leche se produce en los primeros tres meses del inicio de la lactación por ello se deben ofrecer en grandes cantidades de forraje para compensar el déficit nutricional (Copa, 2010)

##### 2.6.2.6.2 Alimentación en vacas en los dos últimos tercios de la lactancia

Se caracteriza esta etapa por la declinación de la producción de leche, baja 10% cada mes. Es necesario tener una ración base y correctora ofreciéndole concentrado mínimo una o dos veces al día para que logre cubrir sus requerimientos nutricionales para mantener su producción normal (Copa, 2010)

##### 2.6.2.6.3 Alimentación en vacas gestantes

La producción de leche se declina con mayor intensidad desde el quinto al séptimo mes, también las necesidades nutricionales se dirigen a atender

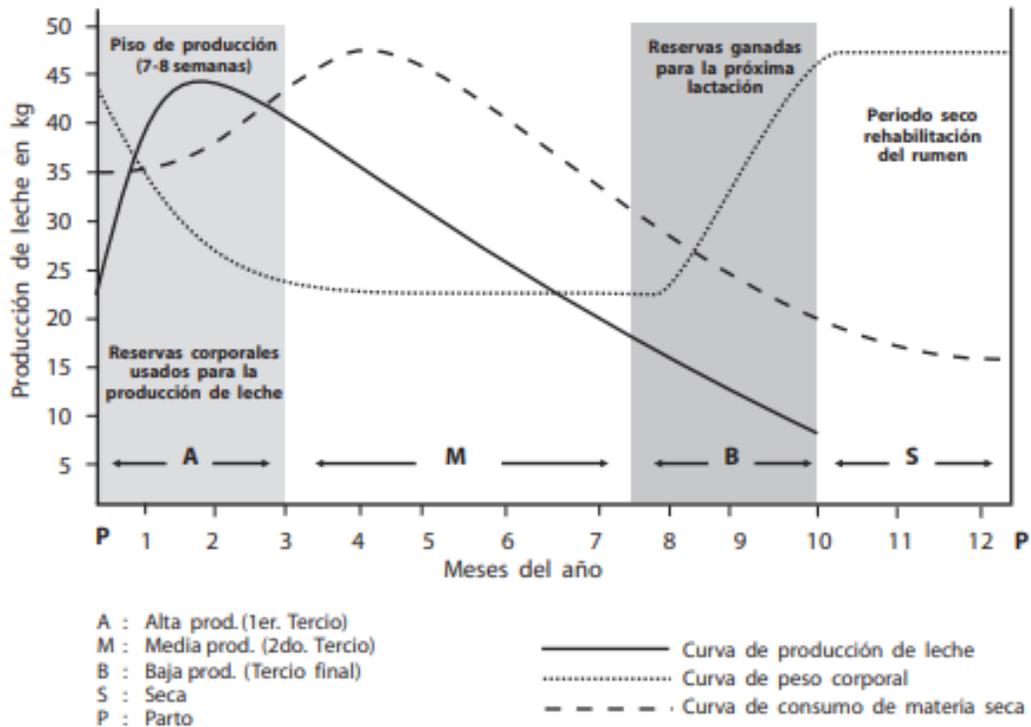
exigencias del feto dando como resultado una baja producción de leche en la etapa final de la gestación por lo que se debe aumentar la cantidad de nutrientes al pasar al octavo y noveno mes de la gestación (Copa, 2010).

#### 2.5.2.6.4 Alimentación de las vacas secas

Las vacas se deben secar faltando 60 días al parto para que se le permita completar el desarrollo del feto, recuperar su estado corporal y recuperar las reservas para la próxima lactancia (Copa, 2010).

#### 2.6.2.7 Manejo de vacas lecheras

En un hato lechero las vacas se clasifican por edades, pero por lo general se clasifican por estado productivo, es decir, vacas altas productoras, vacas medianas productoras y vacas baja productoras. Las vacas altas productoras son desde el parto hasta los primero 90 o 120 días de lactación, suelen producir un 40% del total de la leche. Las vacas medianas productoras son las que tienen más de 90 o 120 días de producción hasta los 240 de lactación. Las vacas bajas productoras son de más de 140 días de lactación hasta su secado (figura 2.6). En los tres grupos siempre se debe estar considerando y monitoreando la condición corporal (CC) y su alimentación según sea su grupo, ya que esto influye en la producción de leche (Pando *et al*, 2010).



**Figura 2.6.** Periodos de lactación y seca de una vaca lechera en un sistema intensivo (Almeyda, 2004).

### 2.6.3 Instalaciones y alojamientos

#### 2.6.3.1 Estabulación libre

Área en que los animales pueden moverse libremente dentro del establo, disponen de lugares colectivos, pueden desplazarse hasta el comedero, ordeño, descanso, etc. (Gutiérrez, s.f).

#### 2.6.3.2 Edificaciones necesarias

Son necesarias zonas como área de vacas adultas en lactación, zona de ordeño, área de vacas secas, novillas y terneras, corral de partos, corral para vacas enfermas, almacén para alimentos y maquinaria, silos, sistema de manejo de estiércol. (Gutiérrez, s.f).

### 2.6.3.3 Consideraciones generales para el alojamiento de vacas lecheras

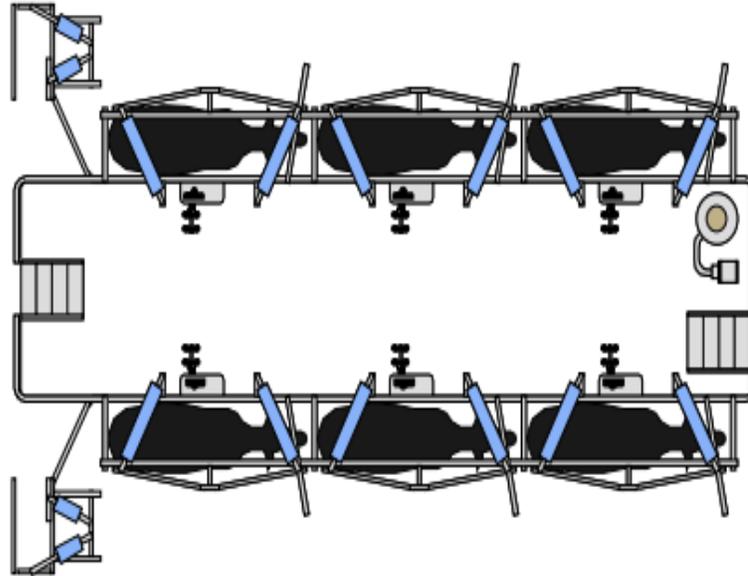
El alojamiento debe proporcionar un espacio de descanso suficiente, evitando excesiva densidad de animales, que les permita expresar comportamientos naturales, que les proporcione seguridad y confianza, que no le limite el acceso al comedero, bebedero o a la zona de descanso, etc. (Callejo, 2020). Debe tener una temperatura adecuada ya que esta influencia en la fisiología y rendimiento de las vacas, la temperatura es de 5°C a 25°C, si esta aumenta la vaca se someterá a un estrés por calor. Densidad de población esto dependerá del tamaño, modelo de instalación y el número de animales por grupo. Comederos y bebederos ambos de proporcionar la cantidad y calidad adecuada, así como espacio suficiente a las vacas para que puedan consumir la cantidad que necesitan, siempre mantenerlos limpios y libre de residuos anteriores. (Strappini, *et al.* 2018)

### 2.6.3.4 Instalación de ordeño

La zona de ordeño consta de sala de ordeño donde se localiza la máquina de ordeño, sala de espera y lechería donde se encuentra el tanque frío. La máquina de ordeño está compuesta por sistema de vacío, sistema de leche, sistema de pulsación y juego de ordeño (Gutiérrez, 2010).

#### 2.6.3.4.1 Sala de ordeño tipo autotándem

Este tipo de sala de ordeño permite el ordeño de manera individual, es decir, las vacas entran y salen de la sala de ordeño independientemente (Figura 2.7), además de que nos permite conocer la información de las vacas en forma exacta, real y a tiempo para la toma de decisiones buscando la productividad y eficiencia. Las principales características de las salas Tándem son: Las vacas se ordeñan en boxes individuales, La longitud de la plaza de ordeño, o la distancia entre ubres) es de 2,5 m, El acceso a la ubre es lateral, La anchura de la sala es de 5,6 m, si consideramos un foso de 2 m de anchura (Figura 2.8) (González, 2012).



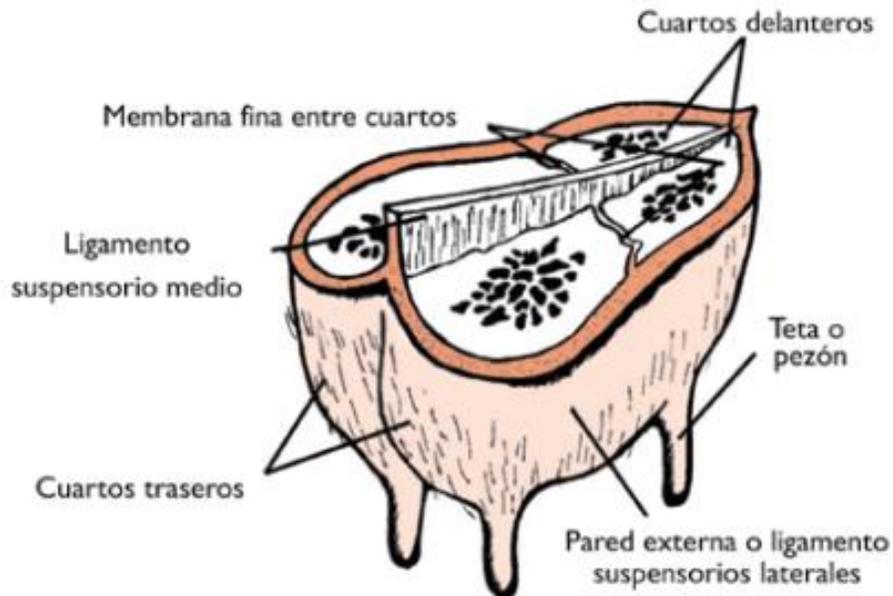
**Figura 2.7.** Esquema de una sala de ordeño tipo autotándem (DeLaval).



**Figura 2.8.** Sala de ordeño tipo autotándem del establo “Rancho Nuevo” (Autoría propia).

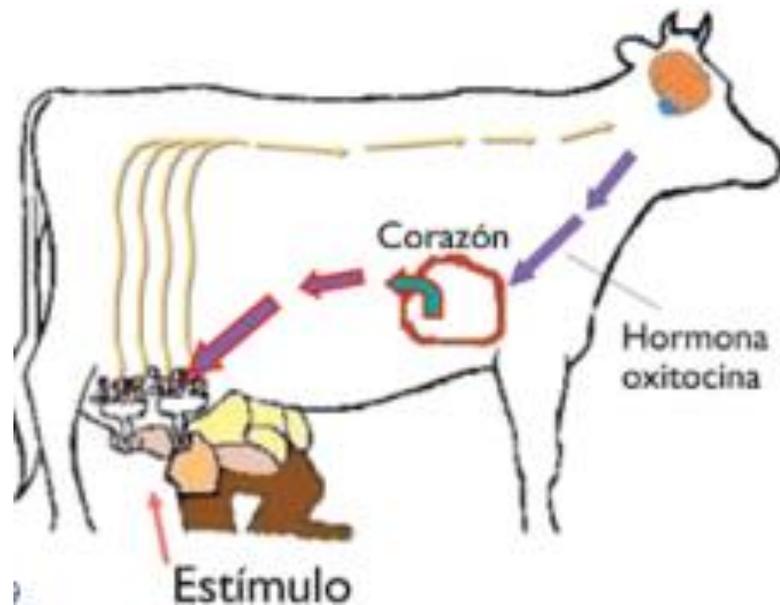
#### 2.6.4 Manejo de la glándula mamaria

Es un órgano con cuatro compartimentos (cuartos) productores de leche, son cuatro cuartos independientes separadas por un ligamento suspensorio, cada cuarto tiene alvéolos, lóbulos, lobulillos, cisterna, pezón, esfínter y orificio del pezón. (Figura 2.9) La ubre tiene la propiedad de convertir los nutrientes transportados por la sangre en leche. La forma ideal de la ubre debe presentar cuartos bien divididos (buenos ligamentos), ubre no más abajo del corvejón, amplia y alta, inserción anterior lo más horizontal posible, pezones parejos; ni grandes, ni cortos, no muy gruesos y oscuros (Elizondo, 2010).



**Figura 2.9.** Anatomía de la ubre mostrando los diferentes ligamentos y cuartos (Castro, 1999).

La vaca no libera leche solo cuando el productor quiera ordeñarla, es un reflejo neurohormonal, la hormona encargada de la bajada de leche es la oxitocina esta se produce de 3 a 5 min. Existen uno estímulos que activan el reflejo de la eyección de la leche de manera visual observando al ternero, auditiva con el sonido de los tarros de leche o de la sala de ordeño, olfatoria con ofrecer alimento y táctil con el amamantamiento o el lavado de la ubre (Figura 2.10) (Elizondo, 2010).



**Figura 2.10.** Reflejo neurohormonal necesario para la eyección de la leche (Castro, 1999).

#### 2.6.4.1 Ordeño adecuado

Se inicia con ingreso a la sala de ordeño, el ingreso a la sala de ordeño puede ser el primer estímulo para la bajada de la leche. Se deben evitar situaciones de estrés; los procesos inesperados y bruscos asustaran a la vaca e inhibirán la bajada de la leche. Se comienza ordeñando a vaquillas recién paridas, se continúa con vacas adultas y finalmente se ordeñan las vacas en tratamiento cuya leche será descartada. Como segundo paso está el presellado, se sumerge el pezón en un producto desinfectante aprobado. Se debe cubrir del 75 al 90% preferiblemente el 100% de la superficie del pezón con la solución por un tiempo de 30 segundos antes de ser eliminada. En tercer paso se realiza el despunte: escurrir de 2 a 3 chorros de leche por cada pezón, aquí se observara si la ubre presenta signos como calor, dureza o cuartos agrandados y que la leche no presente coágulos, fibras o aguado, de ser así la vaca será la última en ser ordeñada y se descartara la leche. En cuarto paso se realiza el secado de pezones, se limpia y secan las ubres y los pezones cuidadosamente con una toalla individual de papel o de tela. En quinto paso se coloca la pezonera, se colocan las unidades de ordeño en los pezones en un lapso de tiempo de 60 a

90 segundos desde el comienzo de la preparación para aprovechar al máximo la bajada de leche. Es indispensable evitar la entrada de aire a la unidad de ordeño, pues esto puede causar irritación en los pezones y disminuye la calidad de leche. El sexto paso es controlar y ajustar la unidad de ordeño observando que la leche fluya de cada pezón y se ajuste a la unidad de ordeño en la posición que mejor se inserte a la ubre. Pasando al séptimo paso que es el retiro de las unidades de ordeño, al final del ordeño se retiran las unidades de ordeño después de haber cortado el vacío, se remueven las cuatro pezoneras al mismo tiempo, este paso no es necesario si se cuenta con retiradores automáticos. Finalmente pasamos al octavo paso que es el baño de pezones efectivo (post-sellado), una vez retirada la unidad de ordeño, se aplica el post-sellado, el sellado debe cubrir al menos tres cuartos pero es preferible todo el pezón. (chanine *et al*, 2019).

### **2.6.5 Manejo reproductivo**

La vaca es un animal paléstrico continuo, es decir, presenta ciclos de 21 días a lo largo del año, con un celo muy corto con tan solo una duración de 18 horas, la gestación dura entre 270 a 290 días (9 meses), las vacas alcanzan la pubertad aproximadamente a los 10-12 meses de edad.

El manejo reproductivo inicia con una previa identificación del ganado con el registro de la información en tarjetas reproductivas con fecha de parto, fecha de servicios y diagnóstico de preñez (Figura 2.11), esta facilitara la captura y el manejo de la información. En los programas de manejo reproductivo generalmente se revisan tres grupos: postparto, sin servicio y diagnóstico de gestación, el objetivo de un manejo reproductivo es lograr preñar las vacas a una rapidez de tal manera que se obtengan los máximos beneficios económicos (Hernández, 2013; Cavestany, 2005).

VACA # 416 Padre-Speed Master Madre-Swinger Jr 342	
NACIO 25/4/10 30/8/10 Vacuna Brucella Vig y Toso	
9/3/12 J.A. HULMAN	29/12/15 T.A. Mariouar
4/Mayo/12 Gestante	9/2/16 Gestante 581
6/12/12 parto Hembra # 495	6/10/16 parto Hembra # 580
7/3/13 J.A. PARAMOUNT	26/11/16 Caler S/S J.P.
23/abril/13 Gestante	12/11/17 T.A. TAFT
8/12/13 parto Hembra # 509	27/2/17 T.A. ACTIVO
18/2/14 T.A. SPARKY	15/4/17 Chansoue
1/4/14 Gestante	30/5/17 Constante
25/Nov/14 parto Hembra # 536	20-1-18 parto Mucho
3/1/15 Caler SUCIOS/S	31-3-18 Moca SUCIOEM
28/1/15 T.A. MARION	25-4-18 T.A. SUPERNO MOSTE
10/3/15 Gestante	4-6-18 T.A. Galaxy
5/1/15 parto Macho Semurio	

**Figura 2.11.** Ejemplo de una tarjeta reproductiva (Autoría propia).

A las vacas postparto se deben revisar por vía transrectal entre los días 10 y 15 postparto para diagnosticar y atender oportunamente problemas del puerperio. Vacas sin servicio para el manejo de esta vacas es necesario tener conocimiento de la fisiología ovárica, durante la revisión se le presta atención a características como el útero, estructura ovárica y algún hallazgo en la palpación, todo lo mencionado se deberá registrar, la duración de este periodo varía ya que depende de distintos factores como la condición corporal, producción de leche, etc., normalmente se realiza la primera inseminación en el primer estro el cual se presenta después del día 50 postparto, pero para mayor eficacia se insemina el día 60 o 90. Diagnóstico de gestación en este grupo se encuentran las vacas para diagnóstico de gestación, es decir, vacas de entre 45 y 50 días de inseminada, es necesario cerciorarse de que estén gestantes, si no es así se reintegrara a el programa de servicio, es recomendable conformar la gestación a los 100 y 120 días antes del secado con una palpación (Hernández, 2013).

#### 2.6.5.1 Inseminación artificial

Es una técnica que ha llevado a grandes avances en la ganadería lechera, es utilizada en la reproducción bovina, que sirve como una herramienta de

mejoramiento genético pues eleva los niveles productivos del ganado lechero (Sepulveda, 2003). Esta técnica consiste en la introducción artificial del semen dentro de útero de la vaca en el momento del celo lo que dará lugar a la preñez (Ortiz, 2005). Durante años se ha aplicado el sistema de inseminación AM-PM, PM-AM, es decir, las vacas que presentan celo por la mañana son servidas en la tarde y las que se encuentran en celo por la tarde son servidas en la mañana siguiente, este sistema es considerado excelente por los buenos resultados, siempre y cuando haya una eficiente detección de celo (Hernández, 1994).

De los principales factores limitantes que se presentan en la inseminación artificial son los de orden fisiológico como expresión de celo, duración y momento de la manifestación, lo cual implica tener una buena técnica de inseminación, que involucrara el cuidado del manejo del semen, la detección de celo e inseminadores capacitados (Wilde, 2005).

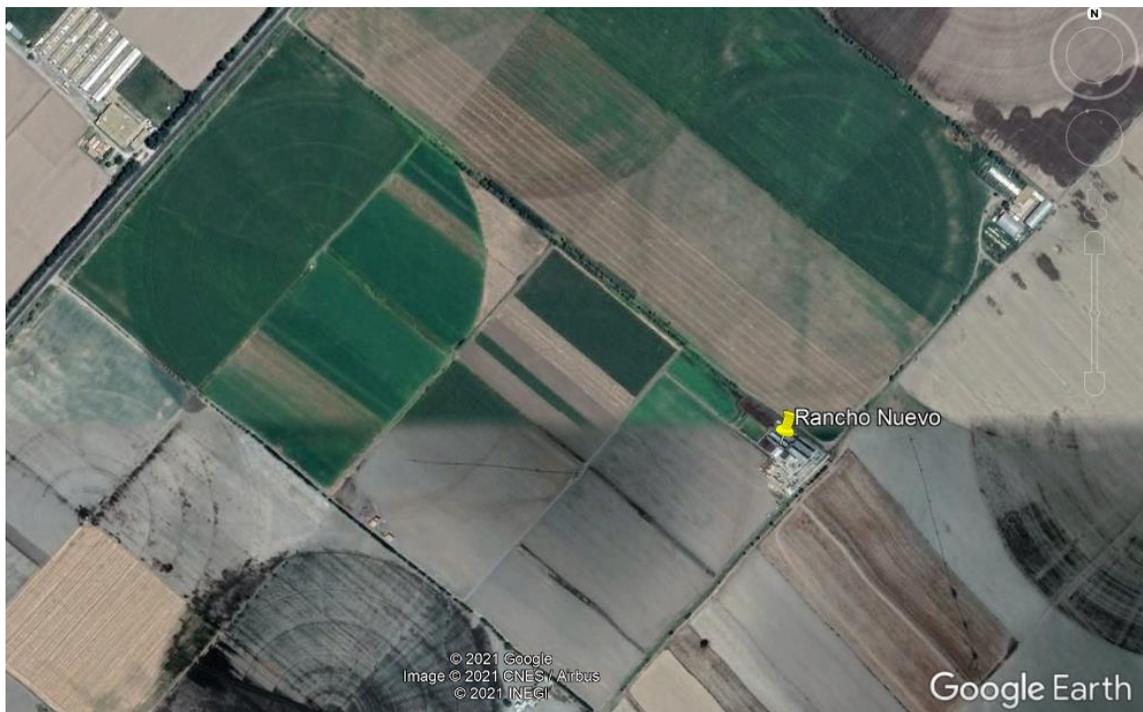
#### **2.6.6 Sanidad**

Es importante implementar un programa de salud en un hato lechero, para mayor prevención de una ocurrencia de enfermedades (Ortiz, 2005). Tanto brúcela como leptospirosis y brucelosis tienen un impacto altamente negativo en la eficiencia reproductiva estas primeras causan abortos en el hato y la última impacta en la pérdida de condición corporal (CC) esto impide sostener la gestación (Alterio, 2010). En el país existen programas de diagnóstico, prevención y vacuna como lo es el “Programa de certificación de predios libres de brucelosis y tuberculosis” (Jaramillo, 2013), también ocasionan fallas reproductivas, quistes ováricos, abortos, retención placentaria etc., estas mismas aumentan su incidencia a medida que aumentan el número de lactancias (Román, 2008; Roca, 2012). Es importante tener presente un buen programa de vacunación, calendario de desparasitación, una buena técnica de secado en vacas, alimento de calidad e higiene en comederos y bebederos, así como pautas de ordeño adecuadas y una limpieza y desinfección en la ordeña (Gutiérrez, s.f).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización y Descripción del Área

La presente investigación se realizó en el establo “Rancho Nuevo” propiedad de Carlos Rafael Pale Martínez, ubicado en San Salvador El Seco, Puebla, con coordenadas 19°12'37.5"N 97°34'06.7"W a una altitud de 2,355 msnm, con una precipitación media de 839.3 mm (Figura 3.1) (Google Earth, 2021).



**Figura 3.1.** Localización de la investigación. Establo “Rancho Nuevo”. (Google Earth. 2021).

#### 3.1.1 Clima

El clima es cálido y templado según con Köppen y Geiger clima se clasifica como Cwb (Climate-data., s.f), en invierno, hay menos lluvia que en verano, la temperatura media anual es de 15.5°C, la temperatura máxima promedio es de 28.5°C, se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 6.5°C en el mes de enero. La precipitación media es de 643 mm por año, el mes más seco es diciembre con 4 mm de lluvia, con un promedio de

121 mm, la mayor precipitación se presenta en junio. Mayo es el mes más cálido del año, la temperatura promedio es de 17.7°C. Enero presenta en promedio la temperatura más baja del año de 12.5°C. Existe una diferencia de 117 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos, durante el año las temperaturas medias pueden variar en 5.2°C (Gobierno municipal de san salvador el seco, 2020; CONAGUA, 2010).

### **3.2 Animales y su Manejo**

El manejo reproductivo se basa principalmente en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos registros, para permitir un análisis e interpretación de datos confiable; este se encuentra interrelacionado con procesos como la producción, reproducción, sanidad por lo que si uno de ellos se ve afectado incide en el resultados de los otros (Roa, 2006). Actualmente el establo “Rancho Nuevo” cuenta con 60 vacas, las cuales son alojados en corraletas según su producción, se agrupan en cinco grupos el grupo 1 con producción de 28 litros hacia arriba, grupo 2 con producción de 25 litros hacia arriba, grupo 3 con producción de 22 litros hacia arriba, grupo 4 con producción de 18 litros hacia arriba, grupo 5 con producción de 17 litros hacia abajo.

Se realizan 3 ordeños al día tomando en cuenta el procedimiento que se debe realizar antes de entrar a la sala de ordeña, durante y al salir, como lo es un traslado de la corraleta a la sala tranquilo, sin alterar a la vaca y someterla a estrés; durante el ordeño realizar adecuadamente considerando el pre-sellado, despunte, secado de pezones, colocar la pezonera, controlar y ajustar la unidad de ordeño, retiro de las pezoneras y post-sellado, para así poder trasladar a las vacas a sus corraletas para que estas puedan ingerir alimento, consumir agua y descansar. Un punto muy importante en la sala de ordeño son las medidas higiénicas y las restricciones de acceso. Las corraletas se mantienen siempre limpias, libres de estiércol, con techo que les brinda sombra a las vacas, según el tamaño de las corraletas es la capacidad de vacas alojadas, cada corraleta consta de bebederos con agua limpia y comederos con alimento adecuado según su requerimiento. La reproducción de las vacas se lleva a cabo a base de una

técnica de inseminación artificial, el semen es recolectado por un MVZ de los toros del mismo establo, es procesado para poder almacenarse y utilizarse en la IA. Las vacas se monitorean para tener un mayor control de la presencia de celos y poder preñarlas o en otros casos detectar alguna enfermedad que implique que se trate y se descarte de este proceso; pero si la vaca queda preñada también se monitorea, revisando su condición corporal, peso y su preñez, ya que si esto se pasa por alto pueden presentarse abortos, o deficiencia en peso, todo lo mencionado anteriormente se registra para un mayor control del hato lechero.

### 3.3 Alimentación

En el establo se utiliza la siguiente alimentación:

**Cuadro 3.1.** Ingredientes de la dieta establo “Rancho Nuevo”.

<b>INGREDIENTES DE ALIMENTO</b>	
Maíz molido	Avena molida
Soya	Alfalfa verde
Canola	Silo de maíz
Núcleo	Alfalfa molida

La ración que se les brinda a las vacas varía según su producción, como se ha mencionado anteriormente se clasifican en cinco grupos; el plan alimenticio es realizado por alguien externo al rancho y es cambiado cada año.

### 3.4 Registro

Los datos analizados del presente estudio corresponden a un periodo de 5 años desde 2016 a 2020 para ello se tomaron los registros de la base de datos del establo “Rancho Nuevo” de cuaderno de registro con un total de 60 vacas. Registrando datos como fecha de nacimiento, numero de vaca, sexo, numero o nombre de padre y madre, fecha de inseminación artificial, numero o nombre del semen del toro usado, fecha gestante, parto, abortos, celos, etc.

### 3.5 Metodología

Con los registros se calcularon los parámetros reproductivos que corresponden a edad al primer servicio (EPS), edad al primer parto (EPP), intervalo entre partos (IEP), intervalo parto-concepción (IPC), Intervalo de parto al primer servicio (IPPS), porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS), servicio por concepción (SPC), porcentaje por concepción (PC), tasa de preñez (TPre), tasa de partos (TPa) y producción neta de becerros (PNB) . Los cuales fueron obtenidos de la siguiente forma:

Edad al primer servicio (EPS) (Bustillo, *et al.* 2020):

$$EPS = \frac{\Sigma \text{ de edades al primer servicio}}{\text{número total de novillas}}$$

Para la sumatoria de edades al primer servicio se toma la fecha de parto menos la fecha de nacimiento de cada novilla dentro de un periodo determinado y se divide por el número de novillas de primer parto analizadas en cada periodo (González, 2001).

Edad al primer parto (EPP) (González, 2001):

$$EPP = \frac{\Sigma \text{ de edades al primer parto (fecha parto - fecha nacimiento)}}{\text{número total de novillas al primer parto (por periodo)}}$$

Intervalo entre partos (IEP) (González, 2001):

$$IEP = \frac{\text{Días entre parto y parto}}{\text{número total de vacas}}$$

Intervalo parto-concepción (IPC) (González, 2001):

$$EPP = \frac{\Sigma \text{ total de intervalo entre parto y concepcion de vacas gestantes}}{\text{número total de vacas gestantes}}$$

Servicio por concepción (SPC) (Kruif 1978; Bulbarela, 2001)

$$SPC = \frac{\text{Número total de servicios}}{\text{Número de vacas preñadas}}$$

Es la sumatoria de los servicios por IA o MN realizados en vacas que resultaron preñadas durante un periodo entre el número de vacas confirmadas preñadas en un periodo determinado.

Intervalo del parto al primer servicio (IPPS) (Sánchez, 2010).

$$DPPS = \frac{\text{Intervalo entre parto a concepción}}{\text{Número de vacas preñadas}}$$

Porcentaje de concepción del primer servicio (PCPS) (Sánchez, 2010)

$$PCPS = \frac{\text{Número de vacas preñadas al primer servicio}}{\text{Número de vacas servidas}} \times 100$$

Porcentaje por concepción (PC) (Sánchez, 2010)

$$PC = \frac{\text{Número de vacas gestantes}}{\text{Número de servicios realizados}} \times 100$$

Tasa de preñez (TPre) (Sánchez, 2010)

$$TP = \frac{\text{Número de vacas preñadas}}{\text{Número total de vacas del hato}} \times 100$$

Tasa de partos (TPa) (Sánchez, 2010)

$$TP = \frac{\text{Número total de becerros nacidos}}{\text{Número total de vacas del hato}} \times 100$$

Producción neta de becerros (PNB) (Sánchez, 2010)

$$PNB = \frac{\text{Total de becerros destetados}}{\text{Número total de vacas en el hato}} \times 100$$

### **3.6 Obtención de Parámetros Ideales**

Los parámetros ideales se obtuvieron de diversas literaturas zootécnicas consultadas, EPS, IEP fue extraído de Bulbarela, 2001; EPP, IPPS, IPC de Anta, 1987; PC, PCPS, SPC de Kruif, 1978 y TPre de Stragnaro *et al* 2003.

### **3.7 Obtención de Parámetros Estándar**

Con el fin de tener un mejor punto de comparación de los parámetros evaluados en el presente estudio se consideraron como parámetros estándar a los obtenidos de seis establos altamente tecnificados de la comarca lagunera, los cuales sirvieron para tener un comparativo más real que al usar el ideal señalado por la literatura.

### **3.8 Análisis Estadístico**

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva, mediante análisis de una variable utilizando el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión obteniéndose la media, desviación estándar, coeficiente de variación e intervalos de confianza.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en el establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020 con 60 vacas, se presentan en el cuadro 4.1, en éste se observan los parámetros reproductivos analizados en el hato lechero, de los cuales cinco parámetros la Edad al Primer Servicio (EPS), Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS), Intervalo parto-concepción (IPC), Intervalo Entre partos (IEP) y Servicios por Concepción (SPC) se encuentran desfasados o por encima tanto del ideal como del estándar y solamente la Edad al Primer Parto EPP se encuentra dentro del ideal y estándar.

**Cuadro 4 .1.** Parámetros reproductivos del hato lechero del periodo 2016-2020.

PARÁMETRO	MEDIA REAL	PROMEDIO HIPOTÉTICO	IDEAL	ESTÁNDAR
<b>EPS (Meses)</b>	22	18	14 – 20 (Bulbarela,2001)	14 (Chávez, 2017)
<b>EPP (Meses)</b>	31	30	30 – 36 (Anta,1987)	22 – 24 (Chávez, 2017)
<b>IPPS (Días)</b>	126	62	<85 (Anta, 1987)	60 – 80 (Lascano, <i>et al</i> 2004)
<b>IPC (Días)</b>	155	72	<100 (Anta, 1987)	147 (Lascano, <i>et al</i> 2004)
<b>IEP (Meses)</b>	14	11	12 (Bulbarela,2001)	12 - 13.5 (Chávez, 2017)
<b>SPC</b>	2.4	1.3	1.5 - 1.8 (Kruif, <i>et al</i> , 2003)	1.5 – 2 (Chávez, 2017)

Edad al Primer Servicio (EPS), Edad al Primer Parto (EPP), Intervalo del Parto al Primer Servicio (IPPS), Intervalo Parto-Concepción (IPC), Intervalo Entre Partos (IEP) y Servicios Por Concepción (SPC).

### 4.1 Edad al Primer Servicio (EPS)

En el cuadro 4.2 se presenta un resumen estadístico de EPS de un recuento de 60 vacas con promedio de 21.98 meses, una desviación estándar de 4.91 con coeficiente de variación de 22.35%, teniendo como mínimo de 9 meses y un máximo de 34 meses lo que nos lleva a un rango de 25 y con un intervalo de confianza inferior de 20.71 y superior de 23.25 al 95%.

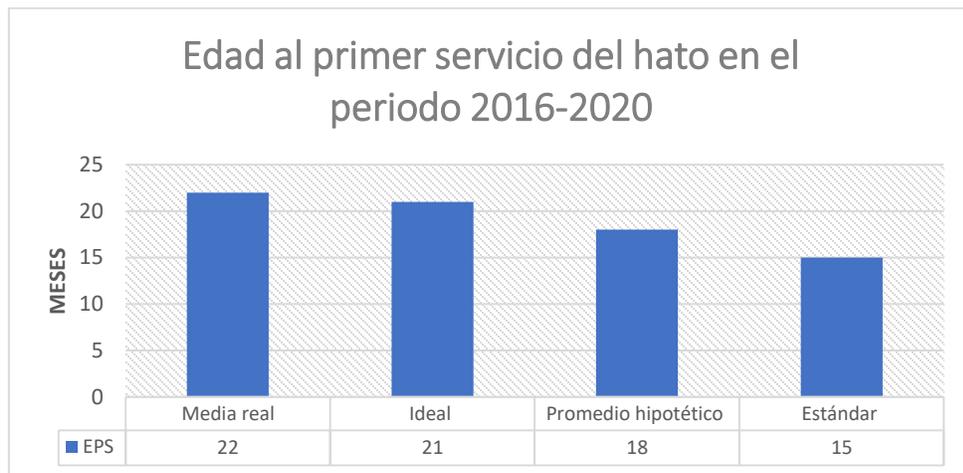
**Cuadro 4.2.** Resumen estadístico de EPS del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<i><b>EPS (Meses)</b></i>
<b>RECuento</b>	60
<b>PROMEDIO</b>	21.9833
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	4.91449
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	22.3555%
<b>MÍNIMO</b>	9.0
<b>MÁXIMO</b>	34.0
<b>RANGO</b>	25.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	20.7138
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	23.2529

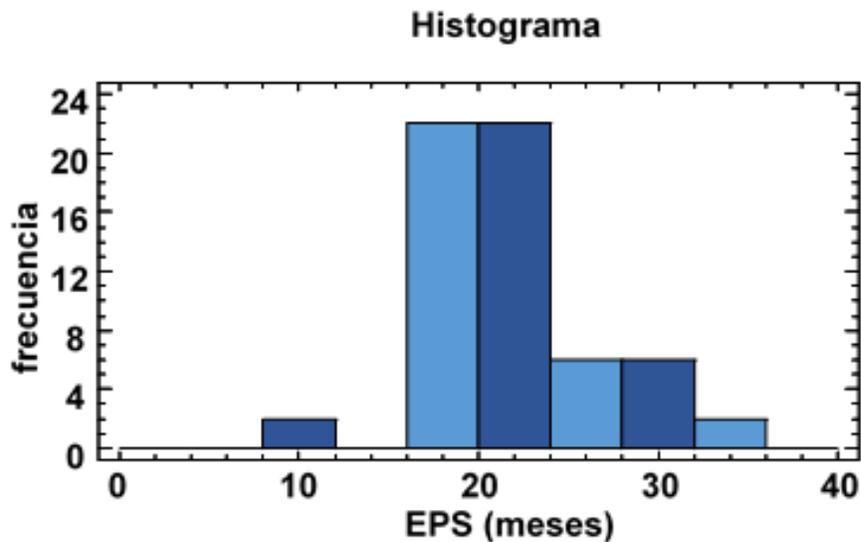
IC= Intervalo de Confianza.

La EPS con un total de 60 vaquillas se obtiene una media real 22 meses (Figura 4.1) el cual se encuentra por encima del ideal de acuerdo a Bulbarela (2001) se debe realizar entre 14 y 21 meses el primer servicio es decir una vez que la vaquilla haya alcanzado su madurez sexual y esto se encuentra estrechamente relacionado con la condición corporal de la vaquilla así como a la edad que alcanzan la pubertad, la posible causa de este promedio desfasado es que existe una gran cantidad vaquillas que se les realizó su primer servicio entre los 22 y 34 meses, sin embargo como se muestra en la figura 4.2 hay vaquillas a las que se les realizó el servicio entre los 9 y 12 meses, lo que indicaría que fue enseguida de alcanzar la pubertad por lo que Anta (1987) y Menéndez, (1989) afirman que la edad a la pubertad puede variar según el desarrollo corporal, crecimiento, la raza y la nutrición, esta generalmente se alcanza entre los 9 y 17 meses de edad con variaciones de 12- 21 meses; no obstante hubo vaquillas que se les realizo el servicio entre los 16 y 24 meses mostrando una frecuencia de 22 lo cual podríamos considerar como aceptable aunque por encima del ideal, cuando se presenta resultados por encima del ideal como en el estudio realizado existen diferentes causas las cuales podrían provocar que no se realice el primer servicio a una edad ideal, posiblemente sería debido al manejo, es decir, que el personal encargado de la reproducción no esté pendiente de la edad a la pubertad que será cuando la vaquilla sea apta para realizar su primera inseminación artificial o monta natural y que deje pasar celo por un tiempo

prolongado, o debido a la nutrición deficiente, al ambiente, entre otros. Por esta razón se decidió descartar vacas problema para obtener un promedio hipotético de lo que hubiera resultado al realizar una selección de descarte, por lo que se obtuvo 18 meses de edad, lo que se encontraría dentro del rango ideal, Castagnola, (2016) menciona que es ideal realizar la primera inseminación a los 14 meses cuando ya se haya alcanzado una altura promedio de 1.25 a 1.30 m a la cruz, con un peso de 360 kg y una ganancia de peso diaria de 770 g.



**Figura 4.1.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Edad al Primer Servicio (EPS) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.2.** Histograma de edad al primer servicio (EPS) del hato en el periodo 2016-2020

## 4.2 Edad al Primer Parto (EPP)

En el cuadro 4.3 se muestra un resumen estadístico de EPP de 60 vacas, el promedio de 30.91 meses, desviación estándar de 5.51 y coeficiente de variación de 17.82%, con una mínima de 15 meses, máxima de 43 meses, y rango de 28 meses, con un intervalo de confianza inferior de 29.49 y superior de 32.34 al 95%.

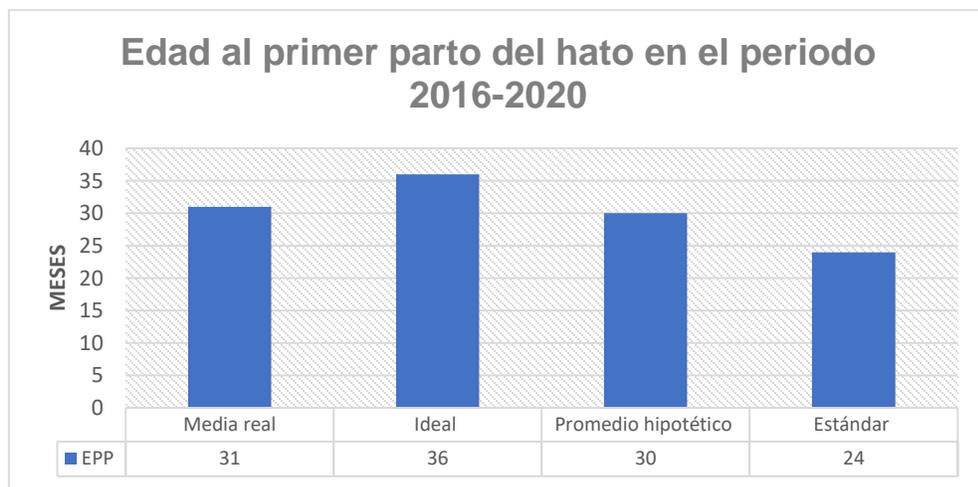
**Cuadro 4.3.** Resumen estadístico de edad al primer parto (EPP) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<i>EPP (Meses)</i>
<b>RECuento</b>	60
<b>PROMEDIO</b>	30.9167
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	5.51206
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	17.8288%
<b>MÍNIMO</b>	15.0
<b>MÁXIMO</b>	43.0
<b>RANGO</b>	28.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	29.4927
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	32.3406

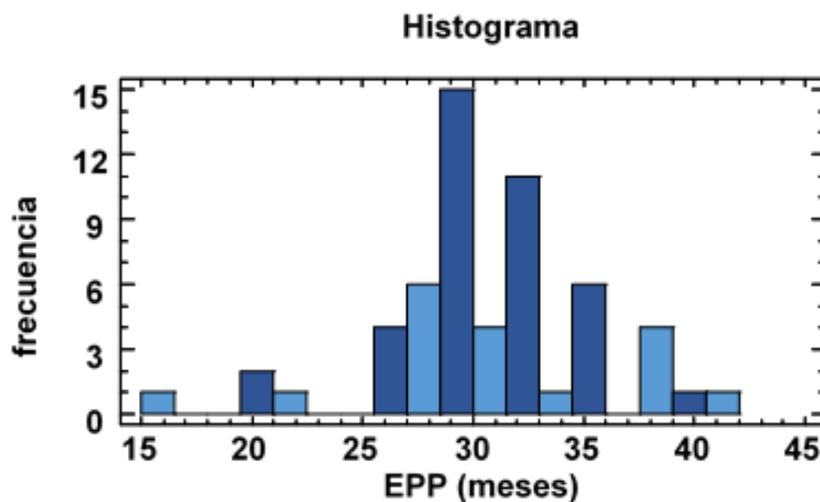
IC=Intervalo de Confianza

La EPP se aprecia en la figura 4.3, proyectando una media real de 31 meses en un recuento de 60 vacas por consiguiente indica se encuentran dentro del parámetro ideal el cual es de 30 a 36 meses de edad citando a Anta, (1987) y Bulbarela, (2001) este parámetro ocurre una vez que las vaquillas tienen por primera vez una cría, evento que ocurre aproximadamente entre los 2.5 y 3 años de edad, pero existen dos factores que influyen de manera directa como lo es la edad en la que se alcanza la pubertad y su primera concepción, para tener un panorama más claro se muestra la figura 4.4 indicando la frecuencia de los datos analizado, se visualiza que existe una mayor frecuencia entre los 28 a 30 meses, seguido de 31.5 a 33 meses y 34.5 a 36, aunque también se presentan vacas que tuvieron su primer parto a corta edad como se expone y estas se encuentran entre 15 a 23 meses, por otra parte también se manifiestan vacas con más de 38 meses de edad; la EPP influye en la producción de becerros por lo que es importante mantenerla en el parámetro ideal, dado que en una unidad pecuaria

láctea lo que se espera es tener 1 becerro por año, debido a que se están criando vacas del futuro, las que reemplazaran a las vacas viejas cuando estas sean un desecho, el no criar bien a la recria significaría desperdiciar el avance genético, además de desperdiciar vida productiva futura por un primer parto atrasado. Así como un mal parámetro previo como la edad al primer servicio prolongado representa complicaciones sanitarias que afectaran a la EPP y por ende la fertilidad que afecta su posterior vida productiva y reproductiva (Cooke *et al.*, 2013).



**Figura 4.3.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Edad al Primer Parto (EPP) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.4.** Histograma de edad al primer parto (EPP) del hato en el periodo 2016-2020

### 4.3 Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS)

En el cuadro 4.4 se expone un resumen estadístico del intervalo de parto al primer servicio de 51 vacas promediando 126.118 días, con desviación estándar de 75.4593 y coeficiente de variación de 59.83%, así como un mínimo de 49, máximo de 376 y un rango de 327 días, con un intervalo de confianza inferior de 104.89 y superior de 147.34 al 95%.

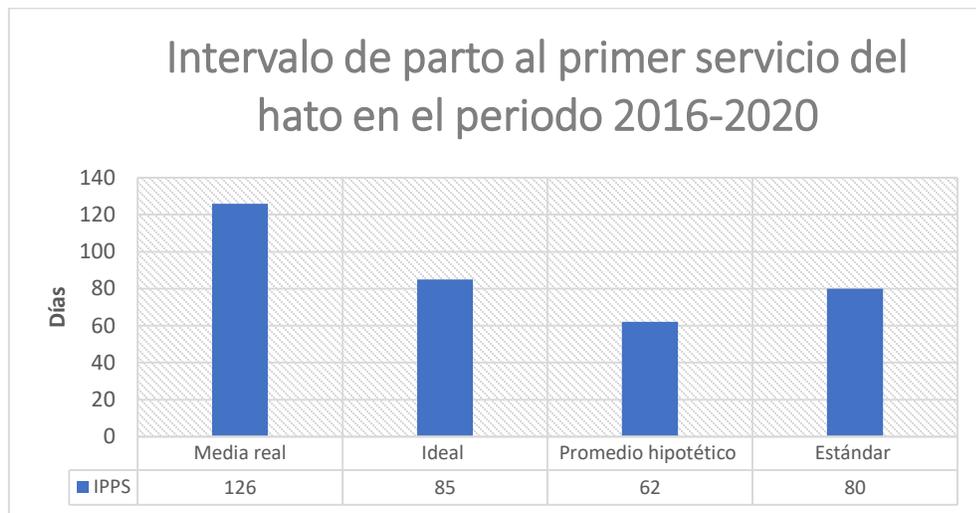
**Cuadro 4.4.** Resumen estadístico de intervalo de parto al primer servicio (IPPS) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<b>IPPS (Días)</b>
<b>RECuento</b>	51
<b>PROMEDIO</b>	126.118
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	75.4593
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	59.8325%
<b>MÍNIMO</b>	49.0
<b>MÁXIMO</b>	376.0
<b>RANGO</b>	327.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	104.894
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	147.341

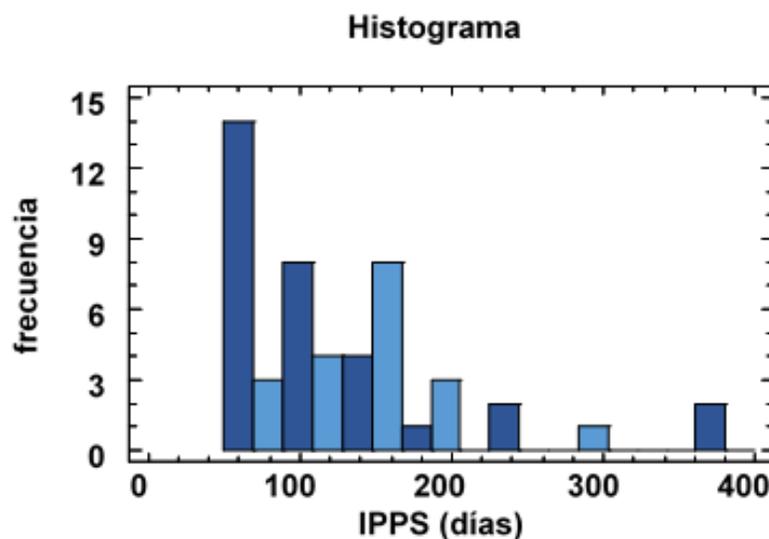
IC= Intervalo de Confianza

Los días del parto al primer servicio se aprecian en la figura 4.5 reflejando una media real de 126 días, indicado un valor por encima del ideal cuyo parámetro debería ser menor de 85 días de acuerdo a Anta (1987) y Arada et al (2006), aunque mencionan que existen diversos estudios donde se reportan intervalos de 80 a 100 días entre el parto y el primer servicio, por lo que indicaría que en el hato se está teniendo períodos de tiempo muy prolongados afectando los IPPS, si bien, para entender más dicho promedio se muestra la figura 4.6 donde se contempla que existe mayor frecuencia de datos entre los 49 y 165 días lo que este último se consideraría por encima del ideal, ahora bien por otra parte se muestran datos muy desfasados del ideal con más de 200 días hasta llegar a una máxima de 376 días, esto se puede deber a un mal manejo del hato y descuido del mismo. Aranda *et al* (2006) recomienda idóneamente iniciar la inseminación artificial (IA) o monta natural (MN) después de los 24 días del parto,

así logrando una preñez 80 días después del parto que sumados a los 285 días que en promedio dura la gestación se logren IEP de 365 días. Al realizar un descarte de vacas problemas se obtienen el siguiente promedio hipotético de 62 días (Figura 4.5) de acuerdo a Lascano y bustillo (2004) el parámetro estándar es de 60 a 80 días por lo que estaría dentro del parámetro estándar e incluso del ideal.



**Figura 4.5.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.6.** Histograma de intervalo de parto al primer servicio (EPP) del hato en el periodo 2016-2020

#### 4.4 Intervalo Parto-Concepción (IPC)

En el cuadro 4.5 se muestra un resumen estadístico de IPC de 109 datos del hato, proporcionando un promedio de 155.064 días, con desviación estándar de 103.337 y coeficiente de variación de 66.64%, así como un mínimo de 52, máximo de 658 y un rango de 606 días, con un intervalo de confianza inferior de 135.44 y superior de 174.68 al 95%.

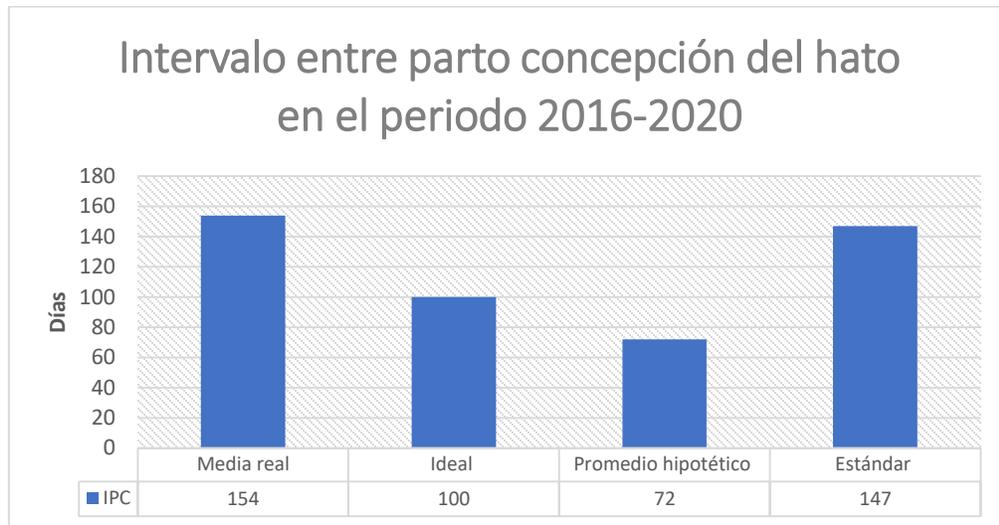
**Cuadro 4.5.** Resumen estadístico de intervalo parto-concepción (IPC) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<i>IPC (Días)</i>
<b>RECuento</b>	109
<b>PROMEDIO</b>	155.064
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	103.337
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	66.6415%
<b>MÍNIMO</b>	52.0
<b>MÁXIMO</b>	658.0
<b>RANGO</b>	606.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	135.445
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	174.684

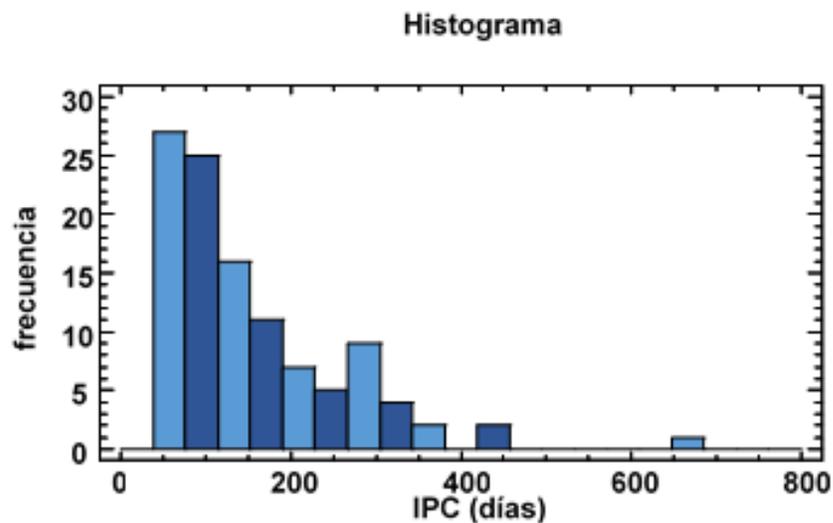
IC=Intervalo de Confianza

El intervalo parto–concepción se aprecia (Figura 4.7) una media real de 155 días lo que resulta estar por encima del ideal cuyo parámetro debe ser menor de 100 días de acuerdo a Anta (1987), al analizar el hato encontramos que existen mayor cantidad de vacas con intervalos de 52 a 102 días lo cual se consideraría idóneo, sin embargo presentan vacas intervalos de 189 a 658 días (Figura 4.8), lo que resulta alarmante pues un posible factor sería que estas vacas presentan problemas de fertilidad y por consecuencia no están en constante producción por aproximadamente 2 años lo que no sería viable en una unidad pecuaria láctea, o probablemente se deba a un mal manejo, la nutrición, alguna presencia de enfermedades, etc (Velázquez, 2010). Ahora bien al analizar los datos del hato y obtener un promedio hipotético descartando a vacas problema se presenta un resultado de 72 días lo cual estaría dentro del parámetro ideal y de acuerdo con Lascano y Bustillo en el 2004 reportan en su estudio que el

parámetro estándar es de 147 días como se maneja en la comarca lagunera, indicando estar en dicho rango.



**Figura 4.7.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Intervalo Parto-Concepción (IPC) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.8.** Histograma de intervalo parto-concepción (IPC) del hato en el periodo 2016-2020

#### 4.5 Intervalo entre Partos (IEP)

En el cuadro 4.6 se presenta un resumen estadístico del intervalo entre partos de 61 datos promediando 14.2918 meses, con desviación estándar de 3.50553 y coeficiente de variación de 24.5283%, así como un mínimo de 10.7,

máximo de 29.7 y un rango de 19 días, con un intervalo de confianza inferior de 13.39 y superior de 15.18 al 95%.

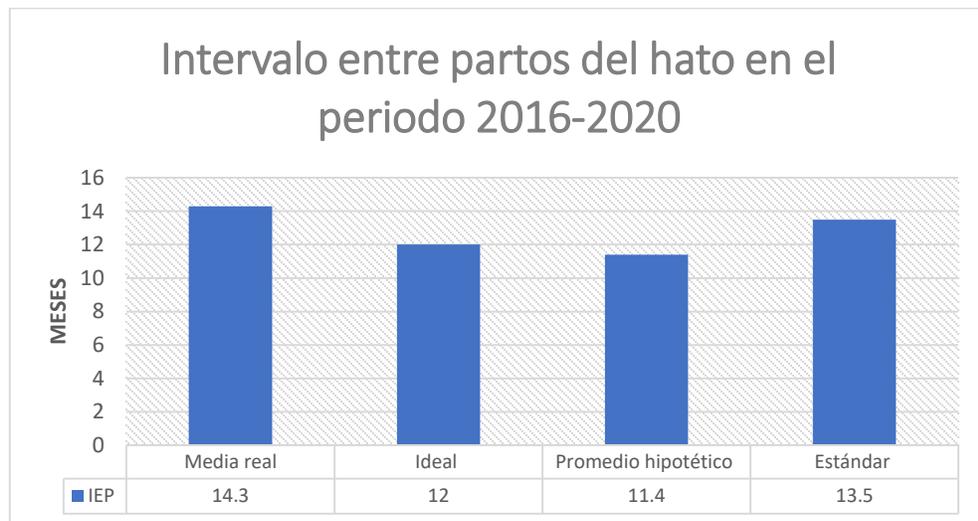
**Cuadro 4.6.** Resumen estadístico de intervalo entre partos (IEP) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<b>IEP (Meses)</b>
<b>RECuento</b>	61
<b>PROMEDIO</b>	14.2918
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	3.50553
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	24.5283%
<b>MÍNIMO</b>	10.7
<b>MÁXIMO</b>	29.7
<b>RANGO</b>	19.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	13.394
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	15.1896

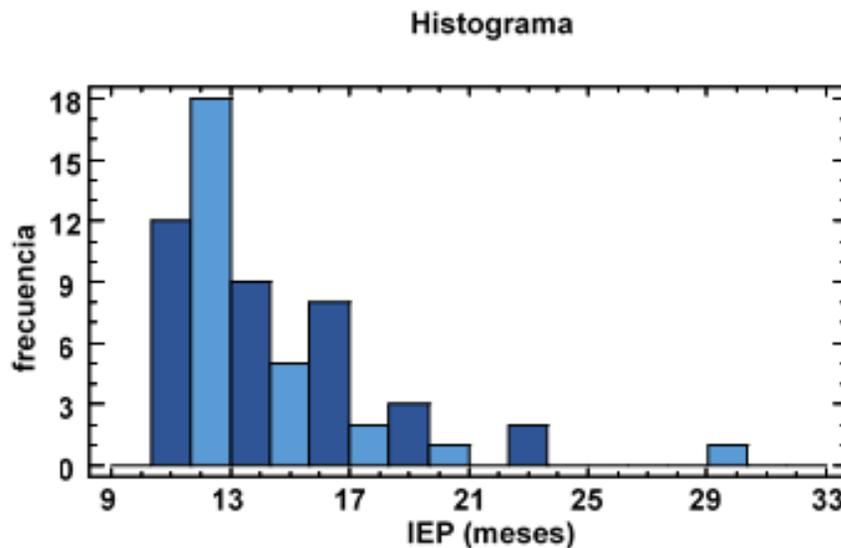
IC=Intervalo de Confianza

El intervalo entre partos (IEP) se presenta en la figura 4.9 proyectando una media real de 14 meses, Kruif (1978) y Bulbarela (2001) mencionan que lo ideal es tener un periodo de 12 meses por lo que el resultado obtenido se encuentra por encima del ideal con 2 meses más, debido a que se muestran datos elevados en algunas vacas que presentan IEP muy prolongados como se muestra en la figura 4.10, al analizar esta grafica podemos deducir que existe mayor frecuencia dentro del parámetro ideal, sin embargo de empiezan a desfasar los datos y se presentan intervalos de hasta 29.7 meses, o bien, más de 2 años. Algunas de las principales causas de IEP prolongados son la baja detección de celos, bajos porcentajes de concepción y largos periodos de espera voluntaria (PEV), es decir, esperar un largo tiempo después del parto para volver a inseminar (Graves, 1996). Algunas estrategias para lograr un buen IEP es la inseminación A.M-P.M y P.M-A.M, es decir, si la vaca presenta celo en la mañana se inseminara en la tarde y si se detecta por la tarde, se inseminara a la mañana siguiente, otra estrategia es un programa hormonal para inducir al celo y mejorar la tasa de preñez (Rhodes, *et al.* 2003). Por otro lado se decidió tomar un promedio hipotético descartando a vacas problema dando un resultado de 11 meses, logrando estar dentro del parámetro ideal y estándar cómo se maneja en la

comarca lagunera que es de 12 – 13.5; Williamson, *et al*, (1986); Kruif, (1978) y Bulbarela, (2001) mencionan que el IEP se compone del puerperio, servicio y la gestación, dando un parámetro ideal de 12 meses (365 días) pues este influirá en el número de partos en la vida reproductiva de la vaca, sin embargo influyen otros factores como la nutrición, edad, raza, manejo, método de detección de celos, entre otros.



**Figura 4.9.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de intervalo entre partos (EPP) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.10.** Histograma de intervalo Entre Partos (IEP) del hato en el periodo 2016-2020

#### 4.6 Servicios por Concepción (SPC)

En el cuadro 4.7 se presenta un resumen estadístico del intervalo entre partos de 60 datos promediando 2.40333 meses, con desviación estándar de 1.43053 y coeficiente de variación de 59.5229%, así como un mínimo de 1, máximo de 8 y un rango de 7 días, con un intervalo de confianza inferior de 2.03 y superior de 2.77 al 95%.

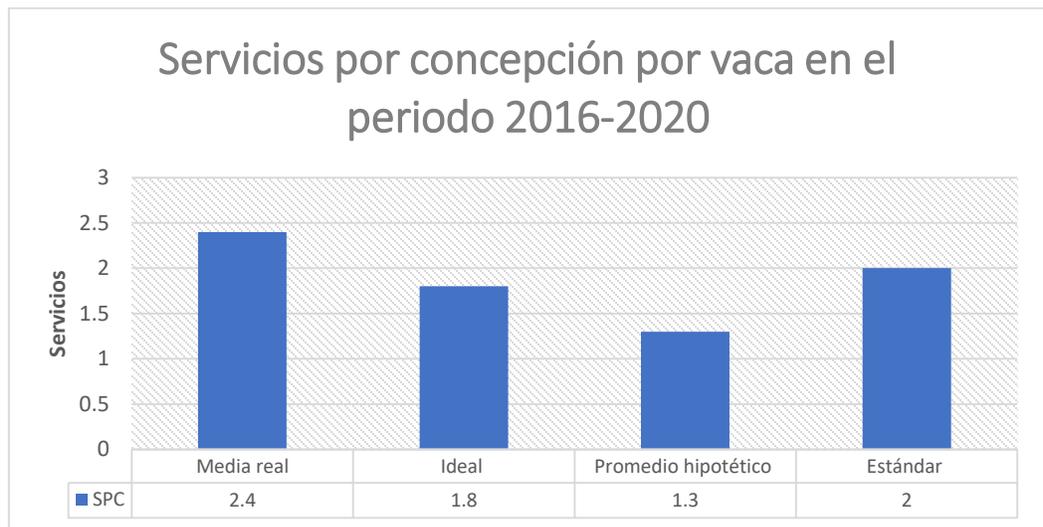
**Cuadro 4.7.** Resumen estadístico de servicios por concepción (SPC) del establo “Rancho Nuevo” durante el periodo 2016-2020.

	<b>SPC</b>
<b>RECuento</b>	60
<b>PROMEDIO</b>	2.40333
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	1.43053
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	59.5229%
<b>MÍNIMO</b>	1.0
<b>MÁXIMO</b>	8.0
<b>RANGO</b>	7.0
<b>IC (95%) INFERIOR</b>	2.03379
<b>IC (95%) SUPERIOR</b>	2.77288

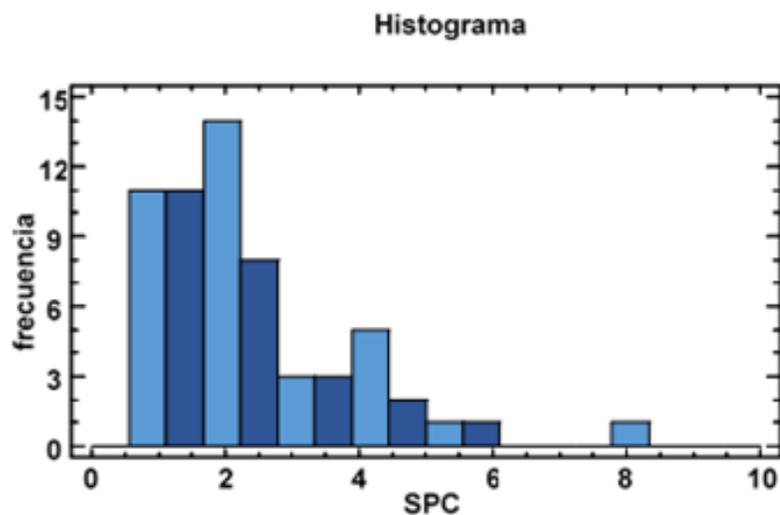
IC=Intervalo de Confianza

Los servicios por concepción promediadas en 60 vacas se aprecian en la Figura 4.11 con un resultado de 2.4 servicios, lo que indica un desfase del parámetro ideal el cual es de 1.5 – 1.8 como señala Kruif (1978), al observar la figura 4.12 se deduce que existe una mayor frecuencia de datos entre los 1 y 2.5 este último ya se encuentra por encima del ideal aunque no de manera excedida, por otra parte hay datos que se desfasan hasta llegar a 8 servicios, por consiguiente el hato está teniendo problemas de fertilidad ya que requieren de 8 servicios para poder concebir, sin embargo esto dependerá de distintos factores como la detección de celo, calidad de semen, técnica de inseminación, manejo del semen, edad, entre otros. Sierna (2002) considera que por encima de 2 se comprometería la producción del hato provocando un IEP prolongados, costos mayores por manejo reproductivo y alimentación. Las posibles causas por las que este parámetro este desfasado de lo ideal se puede deber a enfermedades específicas, fallas en la ovulación, celos sin ovulación, entre otras. Sin embargo

en el estudio de Maldonado, (2015) reporta que obtuvo un promedio de 2.14 a 3.5 servicios por concepción de 13 hatos lecheros de la comarca lagunera, podríamos deducir que entra en el rango de acuerdo al estudio de Maldonado. Por consiguiente se decidió descartar a todas aquellas vacas problema y se obtuvo el siguiente promedio hipotético de 1.3, de acuerdo a Chávez (2017) el parámetro estándar es de 1.5 a 2, estando dentro del parámetro nuestro promedio hipotético



**Figura 4.11.** Media real, promedio hipotético, parámetro ideal y estándar de Servicios Por Concepción (SPC) del hato en el periodo 2016 – 2020.



**Figura 4.12.** Histograma de servicios por concepción (SPC) del hato en el periodo 2016-2020

En el cuadro 4.8 se aprecian resultados de parámetros reproductivos y productivos analizados anualmente del periodo 2016-2020, con un promedio general con un parámetro ideal y estándar cómo se maneja en algunos establos de la comarca lagunera

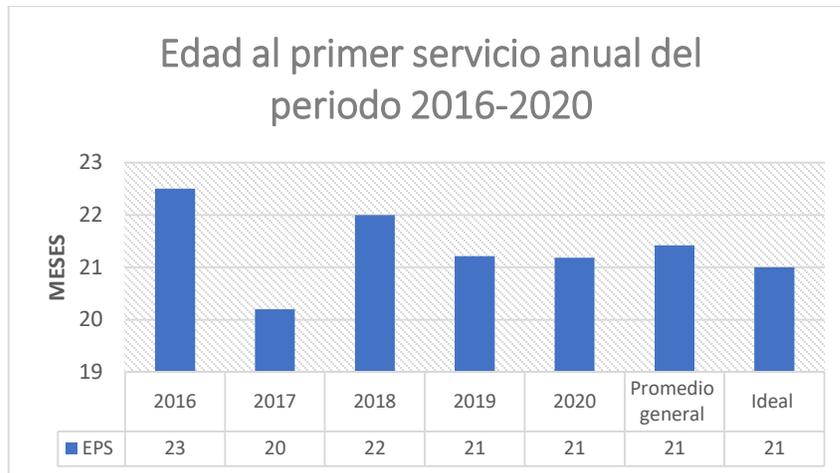
**Cuadro 4 .8. Parámetros reproductivos anuales del hato lechero en el periodo 2016-2020.**

Año	EPS (Meses)	EPP (Meses)	IPPS (Días)	IPC (Días)	IEP (Meses)	SPC	PCPS	PCSS	PCTS	PC	TPre (%)	TPa (%)	PNB (%)
<b>2016</b>	23	33	75	86	12	2.4	30	10		41	12	12	12
<b>2017</b>	20	32	105	105	14.5	1.7	63	38		59	28	20	17
<b>2018</b>	22	32	100	114	13.9	4.6	38	13	25	22	23	25	25
<b>2019</b>	21	32	84	83	15.6	1.6	81	50	13	62	80	40	37
<b>2020</b>	21	30	135	135	14.5	2.4	82	27	9	41	95	93	90
<b>Media real</b>	21	32	100	104	14.1	2.6	59	27	16	45	48	38	36
<b>Ideal</b>	14-21	30-36	<85	<100	12	1.5- 1.8	50-60	40-50	30-40	60	25	80	80
<b>Estándar</b>	13-15	22-24	60-80	147	12-13.5	1.5-2	>50	<45	<40	<33	10 -15	65	90

Edad al Primer Servicio (EPS), Edad al Primer Parto (EPP), Intervalo del Parto al Primer Servicio (IPPS), Intervalo Parto-Conceptión (IPC), Intervalo Entre Partos (IEP), Servicios Por Conceptión (SPC), Porcentaje de Conceptión al Primer Servicio (PCPS), Porcentaje de Conceptión al Segundo Servicio (PCSS), Porcentaje de Conceptión al Tercer Servicio (PCTS), Porcentaje de Conceptión (PC), Tasa de Preñez (TPre), Tasa de Partos (TPa) y Producción Neta de Becerros (PNB).

#### 4.7 Edad al Primer Servicio (EPS)

La edad al primer servicio en vaquillas, promediada del año 2016 – 2020 en el establo “Rancho Nuevo” se aprecia en la figura 4.13, en el 2016 inicio en 23 meses progresivamente se fue reduciendo a 21 meses hasta el año 2020, de acuerdo al parámetro ideal según Sánchez, (2010) es de 14 a 21 meses, en el establo los últimos 2 años se encuentra dentro del ideal, con un promedio general de este periodo de 21 meses lo que indica estar dentro del rango. Las posibles causas por las que se presenta la EPS encima del ideal en los años 2016, 2017 y 2018 por encima del parámetro ideal son una alimentación deficiente para alcanzar el peso óptimo, falta de detección de celo, etc.



**Figura 4.13.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Edad al Primer Servicio (EPS) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.8 Edad al Primer Parto (EPP)

La edad al primer parto (EPP) promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.14 en el 2016 fue de 33 meses para los tres años siguientes se redujo a 32 meses y para el 2020 llegó a 30 meses considerando el criterio de Sánchez (2010) los cinco años entran en el parámetro ideal ya que menciona que la edad al primer parto ideal es de 2.5 a 3 años, es decir de 30 a 36 meses de edad junto con el promedio general del periodo que nos dio como resultado 32 meses.



**Figura 4.14.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Edad al Primer Parto (EPP) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.9 Intervalo entre Partos (IEP)

El intervalo entre partos (IEP) promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.15 en el 2016 se cumple con el parámetro ideal con un resultado de 12 meses de acuerdo a la literatura consultada en Sánchez (2010) el cual no debe ser mayor a 12 meses, o bien, mayor a 365 días, sin embargo analizando los años siguientes se encuentran por encima de este parámetro ideal con 14 y 16 meses, no obstante Bustillo *et al* (2020) menciona que se pueden presentar IEP de 15, 18 o 24 meses en lo cual influyen diversos factores como lo son el estado nutricional, ciclo corto, inflamación uterina y generalmente suelen presentar asociación a tratamientos para trastornos ováricos y correcciones de manejo y nutrición.

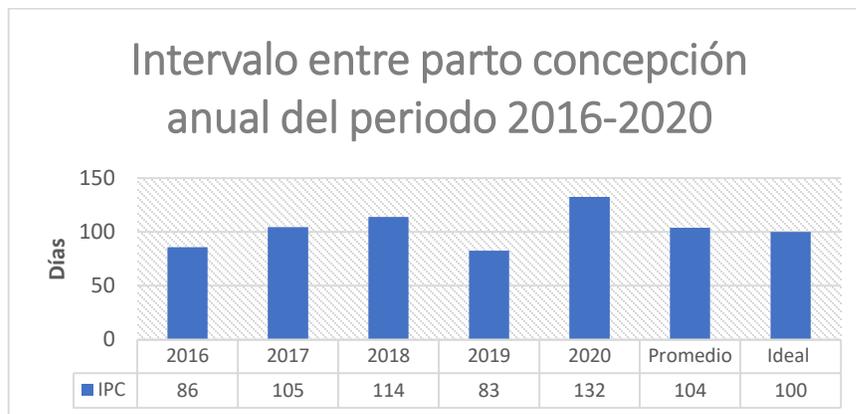


**Figura 4.15.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo Entre Partos (IEP) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.10 Intervalo Parto-Concepción (IPC)

El intervalo parto–concepción promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.16, en los años 2016 y 2019 estamos dentro del parámetro con 86, 83 respectivamente, sin embargo en los años 2017, 2018 y 2020 se encuentran por encima de lo ideal con 105, 114 y 132 respectivamente, lo cual indica que puede haber problemas a la hora de la detección de celo o fallas en la concepción, este es un problema que normalmente presentan las vacas que producen más pues se demoran más en quedar preñadas y requieren

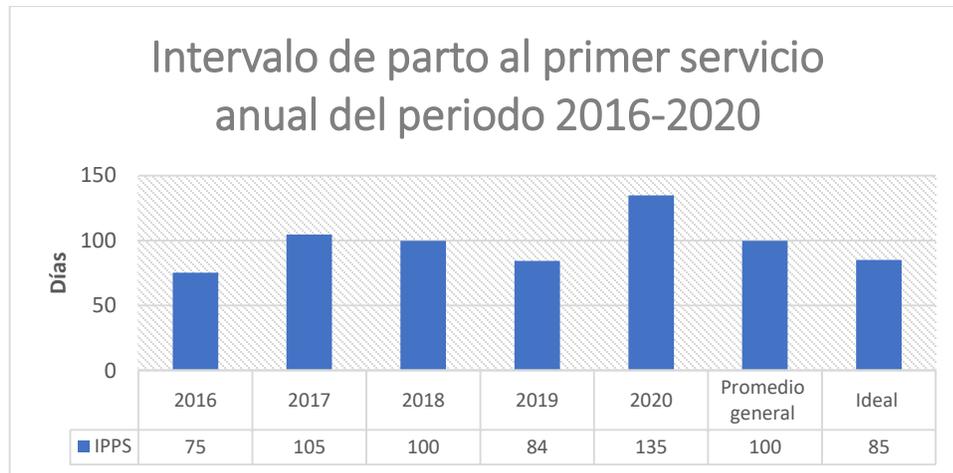
de más servicios para quedar preñada, de acuerdo a Sánchez (2010) un IPC correcto debe ser menor de 100 días.



**Figura 4.16.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo Parto-Concepción (IPC) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.11 Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS)

El intervalo de parto al primer servicio (IPPS) promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia figura 4.17, durante los años 2016 con 75 días y 2019 con 84 días cumple con el parámetro ideal y en los años restantes se encuentran por encima del parámetro, es decir los años 2017, 2018 y 2020 con 105, 100 y 135 días respectivamente; las posibles causas de este alargamiento en días, son infecciones uterinas que causan retraso en el involución uterina y una posible mala detección de esto y según la literatura consultada con Sánchez, (2010), lo ideal es que este parámetro no pase de 85 días. Sin embargo de acuerdo a Anta (1987) y Arada et al (2006) existen diversos estudios donde se reportan intervalos de 80 a 100 días entre el parto y el primer servicio, lo cual indicaría que durante el año 2018 con 100 días se encuentran dentro del parámetro.



**Figura 4.17.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Intervalo de Parto al Primer Servicio (IPPS) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.12 Servicio por Concepción (SPC)

Los servicios por concepción promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia figura 4.18, durante los años 2017 y 2019 se encuentran dentro del parámetro ideal con 1.7 y 1.6 respectivamente, sin embargo no se cumple con el parámetro ideal en los años 2016, 2018 y 2020 con 2.4, 4.6 y 2.4, de estos tres años el 2018 resulta ser el más alarmante ya que esta 2.6 por encima del parámetro estándar que es de 1.5 – 2, lo que nos indica que el hato requirió de mayor cantidad de servicios por animal para poder quedar preñada, las posibles causas de los altos requerimientos de SPC son la detección de calores, involuciones uterinas, la alimentación, el manejo, temperatura y el semen utilizado. De acuerdo a Sánchez, 2010 el ideal es de 1.5 a 1.8 servicios por concepción.



**Figura 4.18.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Servicios Por Concepción (SPC) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.13 Porcentaje de Concepción al Primer Servicio (PCPS)

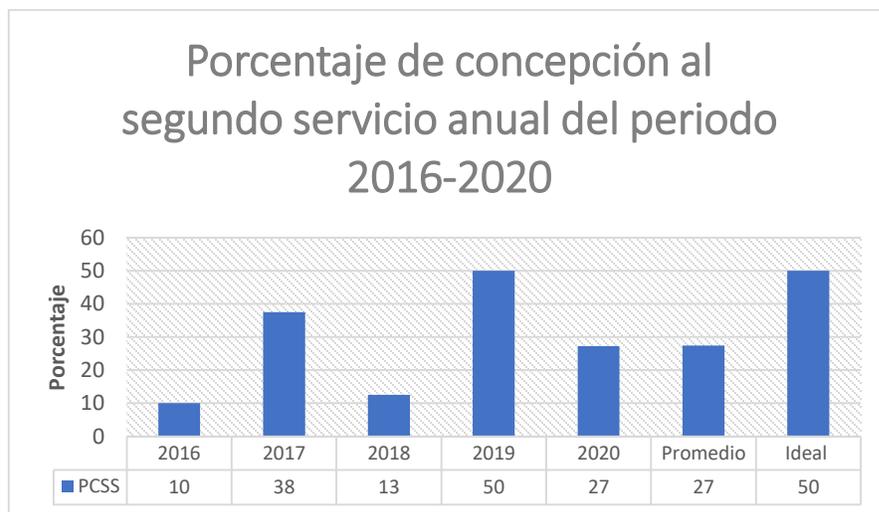
El porcentaje de concepción al primer servicio promediado anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.19, en los años 2016 y 2018 se cumple con el parámetro ideal con 30 y 38% respectivamente, pero en los años restantes, es decir, 2017, 2019 y 2020 están por encima del ideal con 63, 81 y 82%, lo que nos indica que en el hato durante esos tres años requirió de más servicios para poder concebir nuevamente. Sin embargo al promediar los años analizados obtenemos como resultado 59% lo que entra del parámetro ideal.



**Figura 4.19.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Primer Servicio (PCPS) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.14 Porcentaje de Concepción de Segundo Servicio (PCSS)

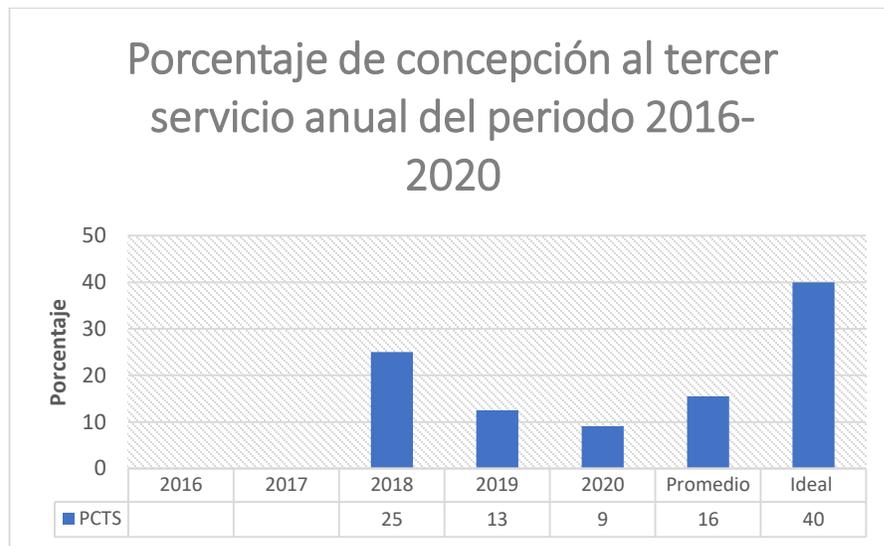
El porcentaje de concepción al segundo servicio promediado anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.20, durante los 5 años estuvo dentro del parámetro ideal con 10, 38, 13, 50 y 27% correspondiendo a los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. Al promediar este periodo da como resultado general 27% entrando en el indicador ideal de 40-50%, aunque lo que se busca en cualquier industria lechera es la mayor eficiencia posible en la concepción al servicio, es decir, que la mayor cantidad de vacas conciban al primer servicio.



**Figura 4.20.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Segundo Servicio (PCSS) del periodo 2016-2020.

#### 4.15 Porcentaje de Concepción de Tercer Servicio (PCTS)

El porcentaje de concepción al tercer servicio promediado anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.21, los tres últimos años analizados de los cuales el 2018 fue el más elevado con 25% seguido del 2019 con 13% y finalmente 2020 con 9%, y con un promedio general de 16% cumpliendo con el parámetro ideal, sin embargo como se menciona anteriormente lo que se busca es que sean la menor cantidad de servicios posibles para que la vaca pueda concebir, las posibles causas de que las vacas requieran de más servicios para poder concebir es la edad, el manejo de semen, la técnica de inseminación, la detección de celo, la calidad del semen, etc.



**Figura 4.21.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción al Tercer Servicio (PCTS) del periodo 2016 – 2020.

#### **4.16 Porcentaje de Concepción (PC)**

El porcentaje de concepción promediado anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.22, que solo los años 2016, 2017, 2018 y 2020 cumplen con el parámetro ideal con 41, 59, 22 y 41%, siendo así el año 2019 que se encuentra encima de lo ideal con 62% aunque aún es aceptable según Bustillo, 2020 y considera que son bajos con un 30% lo cual correspondería al año 2018 que obtenemos un 22% de PC y lo que sugiere es revisar la fisiología de las hembras con chequeos más frecuentes mediante la palpación. Sin embargo al obtener el promedio general se logra percatar que se encuentra dentro del parámetro general con 45%, pues lo ideal es entre 55 y 60% de acuerdo a Sánchez, (2010).



**Figura 4.22.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Porcentaje de Concepción (PC) del periodo 2016 – 2020.

#### **4.17 Tasa de Preñez (TPre)**

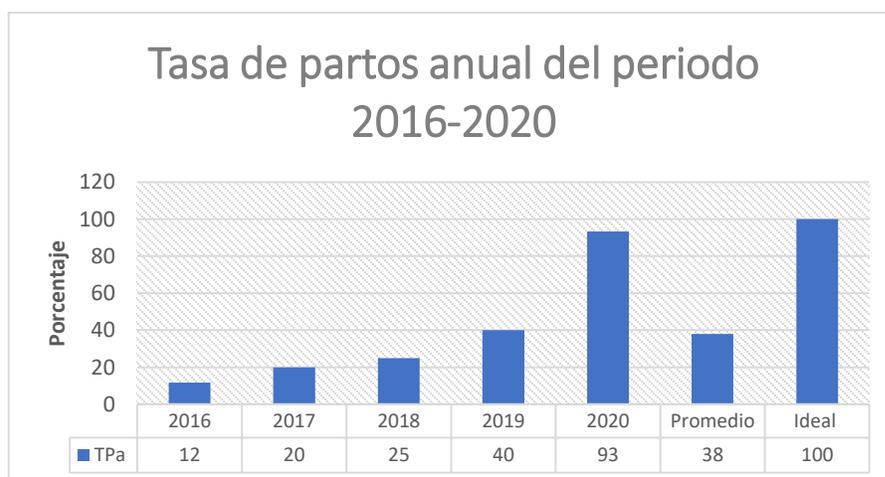
La tasa de preñez promediado anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.23, en el 2016 y 2018 que se obtuvo un 12 y 23% los cuales se encuentran dentro del parámetro ideal, en el 2017 28%, para el 2019 se incrementa a 80% y para el 2020 aumenta a 95% logrando estar por encima del parámetro ideal el cual es de 22 - 25% de acuerdo a Stragnaro, *et al* (2003), el promedio general de igual manera está por encima del ideal que nos proyecta un resultado de 48%, un factor importante del resultado obtenido es la cantidad de vientres que se encuentran analizando ya que el año 2020 es el que cuenta con más vientres.



**Figura 4.23.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Tasa de Preñez (TPr) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.18 Tasa de Parto (TPa)

La tasa de partos promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia en la figura 4.24, en el año 2016 se obtuvo un 12%, aumenta gradualmente al paso de los años en el 2017 se incrementó a 20%, 2018 con 25%, 2019 con 40% y se incrementa considerablemente para en el año 2020 con un 93%, logrando obtener mayor cantidad de partos. Al promediar el periodo analizado obtenemos un promedio general de 38%.



**Figura 4.24.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Tasa de Partos (TPa) del periodo 2016 – 2020.

#### 4.19 Producción Neta de Becerros (PNB)

La producción neta de becerros promediada anualmente del periodo 2016 – 2020 se aprecia (figura 4.25) un aumento gradual del año 2016 a 2020 con 12, 17, 25, 37 y 90% respectivamente, con un promedio general de 36%.



**Figura 4.25.** Resultados anuales, promedio general y parámetro ideal de Producción Neta de Becerros (PNB) del periodo 2016 – 2020.

## **5 CONCLUSIÓN**

De los resultados obtenidos se concluye que se debe realizar una mayor presión de selección para el descarte de vacas que arrojan medias sesgadas, lo cual servirá para dar un mejor manejo del hato y con ello obtener un mejor desempeño reproductivo, ahora bien si ya se está implementando la selección se sugiere ser más rigurosos, así como implementar propuestas de estrategias de manejo reproductivo aplicando correctivos a los posibles problemas existentes para mantener viable la producción esperada en el hato.

## 6 LITERATURA CITADA

- Anta, J. E, J. A. Rivera, C. Galindo, A. Porra y L. Zarco. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. Vet. Méx 20:11-18
- Arana, D. C, Echevarría C, L y Segura C, J. 2012. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras. Del valle del mantaro durante la época lluviosa. Revista de investigaciones veterinarias del Perú, 17,108-113. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v17i2.1519>
- Bulbarela, G. G. 2001. Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en clima semicálido. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Bustamante, J. 1989. Comportamiento reproductivo y productivo del ganado bovino lechero en manejo tecnificado y no tecnificado de áreas homogéneas del departamento del Quiché. Tesis de licenciatura. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de san Carlos Guatemala. 4-9 pp.
- Bustillo, P. J. C y J. A. C. Melo. 2020. Reproductive parameters and reproductive efficiency in cattle. UCC. Sede Sevilla
- Callejo, R. A. 2020. Cow confort-el bienestar de la vaca lechera. BM Editores
- Carvajal, M.H. Eduardo. V. H y José C. S. C. 2002. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el estado de Yucatán, México. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad autónoma de Yucatán, México, Yucatán, México, vol.13 pp 1-7
- Castagnola, Y. M. 2016. Cría y recría de vaquillas y efectos en parámetros productivos futuros. Línea ganadera, Veterquímica, Perú.
- Castro, A. 1999. Producción bovina. San José, C.R, EUNED. p 428
- Cavestany D. 2005. Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. INIA. Uruguay.
- CEDRSSA. La producción de lácteos en México. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/14produccion%20de%20lacteos-junio%202004,%202019.pdf>
- Chahine. M, Pozo. O y Haro-Marti. M. 2019. Rutinas apropiadas de ordeño. Cattle dairy.

- Chávez, R.J. 2017. Evaluación retrospectiva (2014-2016) de los parámetros reproductivos en cuatro unidades de producción de leche de la comarca lagunera. Toluca, México
- Climate-data.org. clima: puebla. Disponible en: [es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/puebla-27/](https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/puebla-27/)
- CONAGUA. 2010. Normales climatológicas san salvador el seco. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMA L21080.TXT>
- Cooke J. S, Cheng. Z, Bourne N. E y Wathes, D. C. 2013 Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers. *Journal of animal sciences*, 3, 1-12
- Copa, A. 2010. Nutrición y alimentación del ganado lechero. La Paz: soluciones prácticas-fundación Sartawi Syarity.48 pp.
- Córdova, I.A, Córdova J. M, Córdova J. C, Pérez G.J. 2005. Comportamiento reproductivo de ganado lechero. *Red. Vet* 11:1-12.
- Correa, A. y L. Uribe. 2010. La Condición Corporal Como Herramienta Para Pronosticar el Potencial Reproductivo en Hembras Bovinas de Carne Body Condition Score as Tool to Predict the Reproductive Potential of Beef Cows. 63(26), 5607–5619.
- Dairy Australia. 2013. Cow body condition scoring handbook. Dairy Australia's limited, ISBN 9780
- Dairy cattle. 2019. "GCC" puntaje de condición corporal y calidad de la carcasa. Disponible en: <https://dairy-cattle.extension.org/gcc-puntaje-de-condicion-corporal-y-calidad-de-la-carcasa/>
- Davalos, T.C. 2005. Caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva de dos hatos lecheros ubicados en la provincia de Chimborazo, durante el periodo 2002-2003. Tesis de licenciatura, FCP, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- De Alba, J. 1970. Reproducción y genética animal. Editorial. Sic. PP 79-80.
- De Alba, J. 1985. Reproducción Animal. Prensa medica mexicana. México, D.F. 56 pp
- Díaz. 2011. Manejo reproductivo pasparto en vacas lecheras. Memorias del sexto seminario internacional de buiatria. Ecuador. 19-21

- Elizondo J. A. 2010. Anatomía de la ubre y secreción de la leche. Facultad de ciencias agroalimentarias, Universidad de costa rica pp: 33.35
- Fricke. P.M, 2003. La ecuación de la reproducción en los rodeos lecheros. Taurus, Bs.As. 8-14
- Gallegos. J. 1998. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México.
- Gobierno Municipal de San Salvador El Seco. 2021. Plan de desarrollo municipal. Disponible en: <https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2020/San%20Salvador%20el%20Seco.pdf>
- González A. F, C. M. Rodríguez, O. M. Méndez, B. U Aguilar y D. H Bueno. 1999. Indicadores reproductivos. GGAVATT chinampa 1° Evaluación Anual. Grupo ganadero de validación y transferencia de tecnología. INIFAP. Chinampa de Gorostiza, Veracruz. Pp1-2,11-13
- González, C. 2001. Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. Reproducción Bovina, 203–247.
- Graves, M. 1996. Es vital hacer que las vacas vuelvan a quedar cargadas. Hoard's dairyman. México. 163-164 pp.
- Gutiérrez. P, s.f. Manual partico de manejo de una explotación de vacuno lechero. Servicio de Formación agraria e iniciativas, 15 – 121
- Hafez, E.S.E. 1987. Reproduction in farm animals. 5ª ed. Editorial lea & febiger. Philadelphia, USA. 297-344 pp.
- Hernández J, 2013. Manual de la materia: practica de profundización en reproducción animal (manejo reproductivo en bovinos lecheros. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. 4-18.
- Hernández, E. 1993. Determinación de la actividad ovárica y de preñez en vacas de doble propósito recibiendo suplementación nutricional, post-parto mediante la determinación de progesterona en leche descremada. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos. Guatemala. 32-37pp.
- Hernández, J. 1994. Causas y tratamiento de la infertilidad en la vaca lechera. Universidad Autónoma de México. México, DF.
- Jaramillo, A. 2013. V seminario de competitividad de la producción lechera. AHFE, Quito, Ecuador.

- Juergenzon. E. M. 1965. Practicas aprobadas en la producción de leche 1° edición. México.
- Keown, J.F, R.W. Everett, N.B. Empet y L.H. Wadell. 1986. "Lactation Curves." Journal of Dairy Science 69(3):769–781.
- Kruif A. 1978. Factors influencing the fertility of a cattle population. J Reprod Fert; 54:507-518.
- Lascano, S. G. J, Bustillo P. J. E. 2004. Evaluación técnica de dos hatos lecheros en Torreón, Coahuila, México. Proyecto especial del programa de ingeniero agrónomo, Zamora, Honduras, Durango, México.
- Lin. C. Y, McAllis-ter. A.J, Batea. T. R, Lee. A. J, Roy. G. L, Vasely. J. A, Wauthy. J.M, y Winter, K. A. 1986. Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. Journal of Dairy Science. 69:760-768.
- Lozano, D. R. R, Leyva. R. G, Moreno. F. L. A. 1992. Efecto del medio ambiente sobre el comportamiento reproductivo y la fertilidad de vacas de la raza suizo americano en el trópico subhúmedo. Tec. Pec. Mex. 30:208-222.
- Maldonado, E. O. 2015. Evaluación del comportamiento reproductivo de trece hatos lecheros en la comarca lagunera. Prácticas profesionales supervisadas, FMVZ, Universidad Juárez del Estado de Durango, Victoria de Durango, Durango.
- Menéndez T.M. 1989. Comportamiento reproductivo de diferentes genotipos de ganado bovino de doble propósito. Memorias de VIII Simposium de Ganadería Trópica. Aspectos reproductivos de ganado doble propósito. INIFAP. Veracruz, Ver. 25-7
- Mendoza, B. 1999. Pubertad en novillas y toros Brahman. Rev. Fac. Agron, 16(2), 690–707.
- Morales, D; Pérez, B; Botero, R. (2009). Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. Genética-Reproducción.
- Ortiz S. Manejo integral de ganado lechero. Academia: 9441772.
- Ortiz, J. 2005. Manejo de bovinos productores de leche. Colegio de postgraduados. México.
- Pando C.G y C. D. Peruano. 2010. Manejo y alimentación del ganado bovino de leche. Instituto nacional de innovación agraria. N4-10
- Piccardi. M. B. 2014. Indicadores de eficiencia productiva y reproductiva en rodeos lecheros PhD tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- Roa A. N, 2006. Manejo reproductivo de bovinos de doble propósito en las condiciones del llano venezolano. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela 7:50-54
- Roca. A. 2012. Influencia de la raza en el rendimiento del ganado vacuno lechero. Centro de investigaciones agrarias mabegondo. España.
- Román, B. 2008. Causas de infertilidad en vacas lecheras. Universidad nacional de Cajamarca. Perú.
- Román. P. H. 1981. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Ciencia veterinaria 3:394-429.
- Sánchez, A. 2010. Parametros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (Tesis de pregrado). Universidad Veracruzana. México.
- Sepúlveda, N. 2003. Fertilidad de vacas lecheras asociadas a la sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo utilizando GnRH y PGF2 $\alpha$ . Universidad de Córdoba. España
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Avance mensual de la producción pecuaria. 2020. Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp)
- Sierna, R. 2002. Revisión de plan agropecuario N°90. Grupo de trabajo de la facultad de veterinaria de uruguay. 7pp
- Smith. V.R, 1962. Fisiología de la lactancia. Ed. Sic. Pp 170-214
- Sorensen. R, Cyert. M y Pedersen. R. 1985 Activa maturation promoting factor is present in mature mouse oocytes Journal of Cell Biology 100 1637 1640
- Stagnaro. C. G, Ninoska. M. B y Javier G.L. 2003. Análisis de la tasa de preñez en vacas doble propósito. Postgrado de producción animal. Universidad de zulia, Venezuela. Vol. XIII, N°6, 440-447
- Syntex. 2005. Manejo reproductivo en bovinos de leche. Laboratorio de especialidades veterinarias. Argentina.
- Velázquez, E. 2010. Reproducción de los días abiertos en un hato lechero mediante el manejo reproductivo planificado. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.
- Wilde, O. 2005. Manual de inseminación artificial de la hembra bovina. Departamento de producción animal, facultad de agronomía y zootecnia. Colombia.

Williamson, N. B. 1986. Reproductive performance in some Minnesota Dairy Herds. *The Bov Practitioner* 21:142-145.