



Factores determinantes de la eficiencia reproductiva en Bovinos
Determinant factors of reproductive efficiency in Bovines

Néstor David Jurado Roa

Trabajo de grado presentado para optar el título de tecnólogo en zootecnia

Asesor

Nestor Isaías Tovio Luna

Línea de investigación

Cuáles son los Factores Determinantes de la Eficiencia Reproductiva en Bovinos

Universidad Santo Tomas

Facultad de ciencias y tecnologías

Medellín, Colombia

2020

Resumen

El presente artículo tiene la finalidad analizar los factores determinantes de la eficiencia reproductiva en bovinos. Se aborda una metodología con un tipo de estudio descriptivo, un enfoque mixto y técnicas de revisión documental. Los resultados permitieron comprender que la eficiencia reproductiva es un logro biológico de la actividad reproductiva que integra procesos relacionados con el celo, la ovulación, fertilización, gestación y parto; para que esta se logre maximizar, se deben tener en cuenta algunos factores determinantes como el comportamiento reproductivo relacionado la edad de pubertad, peso de pubertad, peso de incorporación al servicio, edad al primer servicio, edad al primer parto y tasa de reemplazos o reposición; además de los parámetros reproductivos y parámetros para evaluar la fertilidad, fecundidad, y la ciclicidad. Se concluye que la eficiencia reproductiva está determinada por factores de bienestar animal, protección medioambiental, la calidad distintiva de un producto, el cambio climático y la salud de los humanos. La biotecnología en la actualidad ofrece un sinnúmero de herramientas para el mejoramiento genético del ganado y eficiencia en la reproducción bovina ya que mejora los componentes ambientales de los sistemas de producción y la composición genética de estos animales.

Palabras clave. Eficiencia reproductiva, bovinos, explotación ganadera, parámetros reproductivos, control reproductivo.

Abstract

The purpose of this article is to analyze the determining factors of reproductive efficiency in Bovines. A methodology is approached with a type of descriptive study, a mixed approach and documentary review techniques. The results allowed us to understand that reproductive efficiency is a biological achievement of reproductive activity that integrates processes such as: heat, ovulation, fertilization, gestation and parturition; In order for this to be maximized, some determining factors must be taken into account, such as reproductive behavior related to puberty age, puberty weight, weight of incorporation to the service, age at first service, age at first delivery and replacement or replacement rate ; in addition to the reproductive parameters and parameters to evaluate fertility, fecundity, and cyclicity. It is concluded that reproductive efficiency is determined by factors of animal welfare, environmental protection, the distinctive quality of a product, climate change, and human health. Biotechnology currently offers a number of tools for the genetic improvement of livestock and efficiency in bovine reproduction since it improves the environmental components of the production systems and the genetic composition of these animals.

Keywords. Reproductive efficiency, bovines, livestock exploitation, reproductive parameters, reproductive control.

Introducción

La reproducción de bovinos ha sido catalogada como un arte a la hora de manipular, adaptar y mantener un orden genético tanto para la reproducción de leche como para la obtención de cárnicos y demás finalidades que aportan a la hora de aprovechar el rendimiento del ganado y su funcionalidad en el pastaje de campos verdes. Con base en lo dicho por Gustillo y Melo (2020), se tiene que existen varios factores que se pueden ver como elementos importantes a la hora de buscar una reproducción pura y óptima, dichos factores están relacionados con temas de manutención de raza, nutrición y estándares generales de sanidad mediante vacunas y espacios que no atenten contra su bienestar.

En este campo de acción, se busca la eficiencia reproductiva puesto que esta es compleja y comprende diferentes elementos para llevar a cabo dicha finalidad; dentro de los elementos más importantes se cuenta con el entendimiento de la fisiología comportamental de cada raza para realizar correctamente los ciclos gestantes de la hembra y su posterior procesos de parto, pero anterior a esto, se tuvo que haber identificado principalmente un macho optimo y característico donde su esperma sea predominante de su raza como tal y pueda brindar un espécimen idóneo. De igual forma, se sabe que el proceso de eficiencia reproductiva está contemplado por dos formas de obtención donde la primera hace alusión a la capacidad de embarazar la hembra en el menor tiempo posible o también conocida como monta natural. El segundo momento consta de una evaluación de genes o determinantes predominantes de raza lo que en algunos momentos representa un problema

ya que quizá no se cuente con un macho totalmente puro que pueda asegurar dicho resultado esperado.

Ahora bien, es importante mencionar que una hembra totalmente capacitada dentro de su bienestar vitalicio puede asegurar un parto optimo cada año identificando ciclos entre 75 y 85 días esenciales para el ternero dentro del ciclo de postparto. Lamentablemente, en Colombia se tiene conocimiento que con base a las exigencias del mercado y de los beneficios rentistas muchos productores aplican algo llamado la incidencia del anestro postparto lo que denomina cierta inestabilidad genética que dentro de su generalidad de casos acarrea grandes efectos negativos originando así malformaciones, daños estructurales para la obtención de cárnicos de primera categoría y finalmente terminan dándole una mala vida al animal con base su precario aporte comercial. Sin embargo, gran parte del éxito de la reproducción de bovinos se debe a la implementación de registros genéticos, pero generalmente 2 de cada 10 reproductores “profesionales” lo hacen restando importancia a la manutención de la raza y solo visionando su labor por la venta comercial dejando claro que la calidad en muchos aspectos puede reducirse.

De igual forma, según Villasmil y Yañez (2012), dichos registros en el fondo llevan una importancia con doble sentido dejando a la vista otro tipo de parámetros que son necesarios para determinar el momento de preñez tanto para el trabajo de la hembra como la labor del macho. Dichos parámetros hacen alusión a la precocidad sexual, la pubertad, edad del primer monte, fertilidad, peso, edad al primer parto, tasa de concepción y tasa de preñez. Continuando con la temática, el doble fondo toma presencia debido a otros tipos de factores que afectan el proceso reproductivo, tales como diferencia genética de raza y tipos

de nutrición (tres tipos). Las razas más predominantes hacen parte de la categoría de Bos Indicus denominados en Brahman, Gyr, Guzerat y nelore. Otra raza importante es Bos Taurus la cual cuenta con las categorías de Angus, Hereford, Simmental y charoláis. Por último, se tienen de igual forma las razas criollas que hacen referencia a Romosinuano, sanmartinero, blanco orejinegro y el harto del valle.

De cierta manera productiva, se puede establecer que estas razas deben ser reproducidas entre sus mismas categorías para conservar dicha pureza y dicho linaje, pero dentro del rango criollo es posible establecer cruces entre las taurinas y las demás para permitir nuevos especímenes adaptaciones de raza lo que quiere decir que parte de su rusticidad y producto final (carne o leche) puede ser extremadamente diferente pero especial debido a su aporte nutricional y fisiológico brindando oportunidades nuevas y económicas dentro del comercio sin perder estándares de calidad, pero si separando un poco la importancia del linaje bien sea criollo, muy mezclado o llamativamente Taurus. No obstante, los procesos de reproducción bovina en el campo de la hembra demuestran dentro de una primera funcionalidad su actividad ovular, sistema reproductor y por ende su misma disposición para procrear una cría o novillo.

A razón de lo anterior, este artículo pretende analizar los factores determinantes de la eficiencia reproductiva en Bovinos. Para lograr dicho objetivo se plantean tres fases: una primera para develar literatura científica relacionada con la eficiencia reproductiva, haciendo especial énfasis en los factores como la eficiencia reproductiva, el comportamiento y los parámetros reproductivos, los parámetros indicativos de fertilidad y parámetros evaluadores de la fecundidad. Una segunda fase para identificar las formas de control de los progresos de la explotación ganadera que permita maximizar la eficiencia

reproductiva de la misma y una tercera fase para proponer estrategias de mejora para la eficiencia reproductiva en las granjas ganaderas.

2. Revisión de la literatura

Algunos autores se han dado a la tarea de investigar acerca de la eficiencia reproductiva en Bovinos, permitiendo conocer los factores que intervienen en esta para la explotación ganadera de una forma efectiva, por lo tanto, a continuación, se describen algunos estudios que dan a conocer sobre el tema de estudio y los factores que interviene para una gestión idónea de los diversos reproductivos en la ganadería que conlleven a la productividad de las diversas granjas.

Un estudio realizado por Risco y Archibald (2005), sobre la “eficiencia reproductiva del ganado lechero”, tuvo como objetivo estudiar la eficiencia reproductiva teniendo en cuenta los intervalos entre partos, demostrando que estos tienen gran influencia en el tiempo en que las vacas su mejor producción lechera la cual suele estar dentro de los 120 primeros días en la producción. El estudio fue abordado mediante una metodología exploratoria y un enfoque cuantitativo. Los resultados permitieron corroborar que los intervalos entre los partos en una granja son fundamentales ya que afecta la cantidad de leche por día, además del nivel de eliminación de vacas por los fallos reproductivos. Se concluyó que la eficiencia reproductiva permite definir el intervalo entre partos en la granja en donde es reproducido el ganado vacuno lechero.

Por otra parte, Figueroa (2019), realizó una investigación sobre “el efecto de la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva en un predio de crianza bovina en la región de Los Lagos”. Estrategias de mejora para la eficiencia reproductiva en las granjas ganaderas. El objetivo principal fue “evaluar el efecto de la condición corporal, previo al

parto, sobre indicadores reproductivos de la vaca y la ganancia de peso de la cría en un predio de crianza en la región de Los Lagos” (p.8). Mediante una metodología retrospectiva, analítica y con diseño experimental, se conformaron varios grupos (3) luego de la primera evaluación de condición corporal. Se consideró como unidad observacional y experimental a cada vaca y se recopilaban datos sobre el peso y vivo y condición corporal y las variables fueron analizadas con ANDEVA univariado. Los resultados permitieron corroborar que se presentaron diferencias para las mediciones de condición corporal en las tres fechas. Se concluyó que las vacas no tuvieron problemas de parto, y la eficiencia reproductiva según la condición corporal sugiere que las vacas que tienen condiciones corporales subóptimas, tendrán problemas reproductivos asociados al tiempo de lapso entre partos, mientras que una buena condición corporal influye positivamente en el parto y proceso reproductivo.

Otro aporte realizado por Gustillo Parrado J.C y Melo Colina J.A (2020) sobre los parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino, cuyo objetivo fue determinar los “factores que influyen tanto en el inicio como en el desenlace de los eventos reproductivos en la hembra y en el macho” (p.1). La metodología abordada fue descriptiva, cualitativa y no experimental. Los resultados evidenciaron que los factores relevantes para la eficiencia reproductiva estaban relacionados con como la raza, el ambiente, el manejo, la nutrición y sanidad, tanto en ganado de carne como de leche. Según los autores existen otros factores de eficiencia reproductiva como los intervalos en los partos; en el gremio bovino se tiene un término llamado “días abiertos” esta expresión hace alusión a el tiempo en que transcurre el momento del parto y el próximo embarazo, esto se da con la finalidad que se puedan establecer los próximos ciclos o programas de fertilidad continua sin dañar el

proceso natural de la hembra, sin ejercer presión sobre su proceso y sin hostigar su tiempo de recuperación. Como bien se ha dicho, dicho proceso de recuperación y de preñez es dado cada año, es decir, cada 12 meses, cada 365 días identificando de igual manera de 80 a 85 días de postparto y recuperación uterina.

La necesidad como tal de establecer registros y métodos de recolección de información se hacen evidentes para establecer y entender con seguridad los momentos fisiológicos, evaluativos y resultados de desempeño que puedan brindar un máximo aprovechamiento de los días abiertos entre parto y parto y brindarle a la vaca descanso y sensación placentera indiferente de su estilo de vida ya que es esencial determinar cómo y cuándo cada raza puede aportar su desarrollo genético sin dañar su sistema reproductivo. Para el caso del macho es necesario entender cuando es el momento indicado para determinar su vigor gonadal y su pureza en la esperma ya que de esta manera se constituyen así programas y ciclos de procreación que permitan establecer momentos económicos y productivos con antelación originando oportunidades laborales y de comercio económico.

Zavadilová & Štípková (201), realizaron una investigación sobre efectos de la edad al primer parto (AFC) sobre la longevidad funcional de las vacas Holstein checas y sus rasgos de reproducción en la primera lactancia. La metodología abordada fue exploratoria – descriptiva. Los datos de información sobre las vacas Holstein fueron tomados de la base de datos oficial de los criadores de ganado Holstein Asociación de la República Checa. Los resultados explican que el factor genético siempre jugara un papel muy determinante a la hora de realizar los diferentes tipos de cruces. Sin embargo, varios estudios bovinos han demostrado como el cruce entre Bos Taurus, Bos indicus y las razas criollas generan resultados o crías híbridas categorizadas como razas fuertes y poco afectadas por su vigor,

desarrollo subnormal, tolerancia a altas temperaturas, mayor provecho fértil, resistencia a enfermedades, a situaciones agobiantes representantes de estrés y tensión muscular desembocando en una mejor precocidad seminal. Debido a esto, la edad al primer parto es considerado como el eje o el momento 0 para determinar la fertilidad de la hembra y su aprovechamiento dentro de su próximo ciclo fértil reflejando así madurez, desarrollo óptimo y tiempo de gestación establecido entre 277 y 283 días para un parto exitoso y vitalicio tanto para la novilla como para la hembra.

3. Materiales y métodos

De acuerdo con la metodología de la investigación, este artículo cuenta con un tipo de estudio de corte descriptivo, cuya finalidad es la de especificar las propiedades importantes de los fenómenos de estudio, sin alterar ni manipular las variables. En este tipo de estudio se evalúan diferentes aspectos del fenómeno a investigar sobre los factores determinantes de la eficiencia reproductiva en Bovinos. Los estudios descriptivos permiten medir de manera independiente una serie de características, conceptos o variables involucrados en el tema de estudio, integrando dichas mediciones con el fin de predecir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

La investigación se desarrolla bajo una metodología Mixta (cuali-cuantitativa). El estudio cualitativo es definido por Galeano (2004) como aquel que “atribuye lo interpretativo como una característica de las investigaciones cualitativas, basadas en la intuición y observación de sucesos y acontecimientos que resultan relevantes durante la interacción de los individuos” (p.42). El enfoque del estudio es cualitativo porque permite

la utilización de técnicas de revisión documental, análisis de la literatura y de contenidos; por lo tanto, la información es tomada de diversas bases de datos suministradas en portales de internet como Google académico, Scielo, Redalyc, Dialnet, Ideas Repec; abordando estudios y artículos de revistas científicos que contengan investigaciones relacionadas con el tema de estudio. Al tratarse de una revisión documental, las fuentes de información son secundarias.

Por su parte, el método cuantitativo es definido como “un enfoque secuencial y probatorio, que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes del problema a investigar” (Hernández, Fernández y Baptista (2014. P.38). Mediante este enfoque el investigador pueda familiarizarse con un contexto antes de proceder a realizar un muestreo o aplicar instrumentos de medición; por lo tanto, esta permite una inmersión inicial en la situación a estudiar y aportar elementos que permiten definir el problema en relación a los factores determinantes de la eficiencia reproductiva en bovinos.

El análisis cualitativo se aplica en el primer objetivo específico el cual consta de develar literatura científica relacionada con la eficiencia reproductiva, haciendo el énfasis en los factores establecidos como metas biológicas y su eficiencia reproductiva, determinando el comportamiento y los parámetros reproductivos; los parámetros indicativos de fertilidad, evaluadores de la fecundidad, entre otros parámetros de eficiencia reproductiva. Este se realiza mediante el rastreo bibliográfico y análisis de contenidos. También se aplica en el segundo objetivo específico de identificación de las formas de control de los progresos de la explotación ganadera que permitan maximizar la eficiencia reproductiva de la misma a través de datos estadísticos; en el tercer objetivo se exponen estrategias de mejora para la eficiencia reproductiva en las granjas ganaderas.

3. Resultados y Discusión

3.1 La eficiencia reproductiva

La eficiencia reproductiva es un concepto que hace relación a logro biológico de la actividad reproductiva integrando procesos como: celo, ovulación, fertilización, gestación y parto; para que esta se logre maximizar, se deben tener en cuenta algunos aspectos importantes para la interacción de la producción y la reproducción. Según Figueroa (20149), la eficiencia reproductiva es definida como “un nivel de logro en la realización de objetivos con un menor costo en cuanto a recursos financieros, humanos y tiempo “(p.4).

Un aspecto relevante en la eficiencia reproductiva es la condición corporal (CC) de los bovinos al parto, la cual está relacionada con la estimación del tejido graso subcutáneo para indicar de esta manera el estado nutricional de la vaca. La eficiencia reproductiva de acuerdo con la CC buena, tiene influencias positivas en el proceso reproductivo del animal, si por el contrario la CC es subóptima, significa que se tendrán dificultades reproductivas asociadas con al tiempo del lapso interparto. El mal manejo reproductivo conlleva al deterioro del proceso de preñez de la vaca y con ello la disminución de la rentabilidad del hato; por lo tanto, esta debe darse en las condiciones óptimas para que se logre un desarrollo eficiente de las crías y con este, un buen precio de venta y una economía favorable (Figueroa, 2019).

Por otra parte, afirma Tovia (s.f), que, para realizar el estudio de reproducción, de debe llevar a cabo un proceso de evaluación que incluya todos los datos individuales de cada animal, seguido de la aplicación de parámetros que generen estadísticas y permita

obtener información sobre el estado reproductivo actual, prospectivo y proyectado de los bovinos que forman parte del sistema ganadero. Aquí juega un rol fundamental la eficiencia reproductiva, cuya finalidad es la de analizar los datos históricos, medir parámetros, fijar indicadores y metas; además de realizar un seguimiento a estos para evaluar los cambios en prácticas de manejo. De esta manera se logra reconocer la existencia de alguna problemática en relación a la reproducción y a los factores que afectan la fertilidad y la fecundidad, permitiendo conocer los riesgos, la gravedad y a su vez, planificar el control antes de que se agrave dicho problema.

La medición de parámetros incluye inicialmente la recopilación de la información de los registros reproductivos, la selección de los criterios de evaluación y los parámetros como tal a utilizar de acuerdo con el ambiente, tipo de explotación y animales. Es necesario resaltar la importancia de la uniformidad en la toma de información, el manejo de los registros, procesamiento de los datos e interpretación de los resultados para precisar efectivamente los límites entre la fertilidad normal y la subfertilidad. Según Tovio (s.f), existen diversos parámetros para medir el estado reproductivo de los animales por lo que es recomendable utilizar varios parámetros para analizar de forma integrada el estado reproductivo antes de emitir un diagnóstico, permitiendo reconocer de mejor manera el problema existente y posibilitar una información confiable a los especialistas.

Cabe agregar que cada parámetro se encuentra influenciado por factores como: ubicación, características de la finca, tamaño, época del año, tipo de Animales y de producción, entre otros. El índice del parámetro permite realizar una comparación de los resultados con las tasas establecidas como normales, por lo tanto, se debe tomar como base una información objetiva y completa, con datos reales y definiendo las metas para cada

una; estas metas, buscan “la flexibilidad para lograr un óptimo intervalo entre partos en relación con la producción lechera” (Tovio, s.f.p.6). “Una excelente eficiencia reproductiva se caracteriza por intervalos entre partos (IEP) alrededor de 12 meses, una elevada fertilidad al primer servicio y un bajo número de servicios por concepción en un porcentaje del rebaño superior al 85%” (Tovio, s.f.p.6). En la tabla 1. Se describen los parámetros reproductivos utilizados en los hatos lecheros.

Tabla 1. Parámetros reproductivos utilizados en los hatos lecheros.¹

Establo	EPS Prom ± e.e. (meses)	EPP Prom ± e.e. (meses)	IPPS Prom ± e.e. (días)	IPC Prom ± e.e. (días)	IEP Prom ± e.e. (meses)
1	19.7 ± 0.3 ^a (n= 76)	29.9 ± 0.4 ^a (n=66)	104.2 ± 4.2 ^a (n=152)	172.6 ± 9.7 ^a (n=124)	15.1 ± 0.4 ^a (n=85)
2	17.7 ± 0.3 ^b (n=69)	28.5 ± 0.5 ^a (n=42)	120.6 ± 4.7 ^b (n=120)	197.9 ± 10.2 ^b (n=112)	15.7 ± 0.4 ^a (n=80)
3	17.0 ± 0.2 ^b (n=214)	26.6 ± 0.2 ^b (n=161)	95.4 ± 2.3 ^a (n=497)	156.7 ± 5.2 ^a (n=436)	14.4 ± 0.2 ^b (n=330)
4	16.9 ± 0.2 ^b (n=200)	26.5 ± 0.2 ^b (n=186)	122.5 ± 2.4 ^b (n=464)	208.2 ± 5.7 ^b (n=363)	16.1 ± 0.2 ^a (n=280)
Prom.	17.5 ± 0.1 (n=559)	27.2 ± 0.2 (n=455)	109.2 ± 1.5 (n=1233)	181.1 ± 3.4 (n=1035)	15.2 ± 0.1 (n=775)

Fuente: (Tovio, s.f.)

El adecuado registro de los parámetros permite la toma de decisiones mostrando una valoración efectiva el desempeño reproductivo de los bovinos y minimizando a la vez los costos de producción. Para mejor comprensión, en la tabla 2 se puede observar otra forma de medir los parámetros reproductivos del ganado bovino.

¹ Edad al primer servicio (EPS), edad al primer parto (EPP), intervalo parto – primer servicio (IPPS), intervalo parto – concepción (IPC) e intervalo entre partos (IEP) de vacas lecheras, Superíndices (a y b) dentro de columnas indican estadística (p<0.05)

Tabla 2. Parámetros reproductivos del ganado bovino.

Parámetro	Formula
Edad al primer parto (EPP)	$\text{Edad del parto} - \text{fecha de nacimiento del animal}$
Intervalo Parto al Primer Servicio (IPPS)	$\frac{\text{Días transcurridos desde el parto y hasta el primer servicio del animal}}{\text{Total, de animales servidos por primera vez en ese periodo}}$
Intervalo Parto Concepción (IPC)	$\frac{\text{Días transcurridos desde el parto y hasta la primera palpación} - \text{cálculo de los días de gestación}}{\text{Total, de vacas gestantes}}$
Intervalo entre Partos (IEP)	$\frac{\text{Meses entre partos} \times 30}{\text{Total, de vacas}}$
Servicios por Concepción (SC)	$\frac{\text{Total de servicios ofrecidos por un periodo}}{\# \text{ de vacas gestantes confirmadas}}$
Tasa de Concepción (TC)	$\frac{\# \text{ de Gestaciones}}{\# \text{ total de animales servidos}}$
Tasa de preñez	$\frac{\bullet \text{ Vacas preñadas}}{\text{Total, de vacas en el hato}}$
Tasa de detección de celos	$\frac{\text{Animales servidos} \times 100}{\text{Total, de vacas candidatas a ser servidas}}$

Fuente: (Itagri, 2018.p.1)

3.1.1 Evaluación del comportamiento reproductivo

El comportamiento reproductivo de las novillas es el resultado de un proceso de mejora genética y de manejo en el hato, lo que se refleja en la eficiencia reproductiva. Para realizar la evaluación de comportamiento reproductivo es importante tener en cuenta factores como: edad de pubertad peso de pubertad, Peso de incorporación al servicio, Edad al primer servicio, Edad al primer parto y Tasa de reemplazos o reposición. Ver tabla 3.

Tabla 3. Evaluación del comportamiento reproductivo

Factores	Características	Cálculo
Edad de pubertad	La pubertad de la novilla se inicia con el primer celo ovulatorio. Se determina a través de un monitoreo de niveles periféricos mediante ecografía o palpación rectal.	$\text{Edad a la pubertad} = \frac{\text{Suma de las edades promedios al momento de la pubertad (fecha de pubertad-fecha de nacimiento)}}{\text{Número de novillas evaluadas}}$
Peso de pubertad	Está relacionado con la tasa de crecimiento. Constituye el criterio más fijo como característica de pubertad, este se alcanza con el 62 - 68% del peso adulto.	$\text{Peso a la pubertad} = \frac{\text{Suma de pesos a la pubertad en kilos/Total de novillas en pubertad.}}$ En novillas doble propósito suele predominar entre 260 y 300 kilogramos (promedio 272 kilogramos).
Peso de incorporación al servicio	Equivale a la madurez sexual, cuando ya han pasado varios ciclos reproductivos, esperando que el animal haya alcanzado el 75% del peso adulto.	$\text{Peso de incorporación al servicio} = \frac{\text{Suma total de pesos al momento de introducir las novillas al servicio/Número de novillas incorporadas.}}$
Edad al primer servicio	Es un parámetro muy variable dependiendo del estado nutricional o condición corporal que alcancen los animales.	$\text{Edad al primer servicio} = \frac{\text{Suma de las edades al primer servicio (fecha de servicio-fecha de nacimiento) en novillas servidas por primera vez/Número total de novillas.}}$
Edad al primer parto	No refleja las condiciones reproductivas de la finca, pero si el manejo reproductivo de las novillas. Normalmente se atrasa hasta 3 o aún 4 años de acuerdo a las condiciones de manejo y alimentación de los sistemas ganaderos.	$\text{Edad al primer parto} = \frac{\text{Suma de las edades (meses o días) al primer parto (fecha de parto - fecha de nacimiento) de cada novilla parida dentro de un periodo determinado (época, mes, año) /Número de novillas de primer parto analizadas en cada periodo.}}$
Tasa de reemplazos o reposición	Normalmente en los sistemas de producción con manejo el índice puede estar entre 15 y 20%	$\text{Tasa de Reposición} = \frac{\text{Numero de novillas incorporadas al rebaño en un periodo determinado/Número total de vacas presentes o paridas en el rebaño en ese periodo} \times 100}$

Fuente: (Tovio, s.f.)

3.1.2 Parámetros para evaluar la fertilidad

Estos parámetros establecen un grupo de criterios que permiten comprobar la eficiencia de los programas reproductivos; estos también sirven para realizar evaluación a toros y técnicos inseminadores. Se hace necesario realizar mínimo 150 servicios para demostrar las diferencias de 5% con una probabilidad del 95%. Estos parámetros también contribuyen a la identificación de factores que los pueden afectar como la alimentación, condición corporal, clima, número de servicio, infecciones, entre otros. Ver tabla 3.

Tabla 3. Parámetros para evaluar la fertilidad

Factores	Características	Cálculo
Tasa de no retorno a los 65 días	Forma poco utilizada en exploraciones en trópico	<i>Tasa de no retorno (65 días) = Número de vacas servidas que no han retornado en celo 65 días después del servicio/Número total de vacas servidas dentro del mismo periodo x 100</i>
Fertilidad al primer servicio	Permite señalar la tasa de preñez para un servicio específico. Se realiza para un periodo determinado, en forma retrospectiva y debe confirmarse por ultrasonografía o palpación rectal.	<i>Fertilidad al primer servicio (%) = Total de vacas y/o novillas de primer servicio que resultaron preñadas de un 1er servicio/Número de vacas y/o novillas que fueron servidas por primera vez, por inseminación artificial o monta directa x 100</i>
Servicios por concepción	Permiten apreciar eficientemente la fertilidad del hato ya que considera solamente los animales gestantes.	<i>Servicios por concepción en vacas preñadas = Suma de todos los servicios por inseminación artificial o monta directa realizados en las vacas que resultaron preñadas durante un periodo/Número de vacas confirmadas preñadas en el periodo.</i>
Probabilidad media de preñez	Representa una medida del éxito de la inseminación artificial basada en la probabilidad de que una vaca resulte preñada después de 1, 2 o más servicios.	<i>Probabilidad de Preñez (%) = (1/ servicios por concepción) x 100. Este índice puede variar entre 60 - 70%; por ejemplo: 1/1.5 = 0.66 o 1/1.8 = 0.55 significan que 67 y 55% de preñez lograda con éxito.</i>
Frecuencia de animales repetidores	Indicativo muy importante porque señala la tasa de	<i>Frecuencia de animales repetidores = Número de vacas servidas 3 o más veces en un determinado</i>

animales repetidores con 3 o más servicios	$\text{periodo (mes, año)} / \text{Número total de animales servidos indistintamente del número de servicios durante el mismo periodo} \times 100$
--	--

Fuente: (Tovio, s.f.)

3.1.3 Parámetros para evaluar la ciclicidad

Estos parámetros son utilizados en particular en ganaderías tradicionales de doble propósito, en el momento en que se dificulta la detección del celo; por lo tanto, contribuyen a precisar un atraso de la actividad puberal o el reinicio ciclicidad ovárica. Ver tabla 4

Tabla 4. Parámetros para evaluar la ciclicidad

Factores	Características	Cálculo
Intervalo parto primer celo	Principal indicador sobre el momento del reinicio de la ciclicidad posparto. Es una medida indirecta de la intensidad en la detección de celos pre-servicio.	$\text{Intervalo parto primer celo} = \text{Suma de los días entre el parto y primer celo observado en todas las vacas que han mostrado celo en un periodo determinado} / \text{Número total de las vacas en celo por primera vez en ese periodo.}$
Intervalo parto primer servicio	Indica periodo entre la fecha de parto de una vaca y la fecha de su primer servicio.	$\text{Intervalo Parto primer servicio} = \text{Suma de días entre parto y primer servicio en todas las vacas (y/o novillas) que han recibido un primer servicio en un periodo determinado} / \text{Número total de animales servidos por primera vez en ese periodo}$
Tasa de ciclicidad	Permite precisar la tasa de animales cíclicos en determinados intervalos después el parto, principalmente a los 60 días	$\text{Tasa de ciclicidad (\%)} = \text{Número de vacas en celo a los 60 días posparto en un periodo dado} / \text{Número de vacas elegibles paridas que alcanzaron 60 días dentro del mismo periodo} \times 100$

Fuente: (Tovio, s.f.)

3.1.4 Parámetros evaluadores de la fecundidad.

Los parámetros evaluadores de la fecundidad permiten determinar el éxito de la reproducción en la totalidad del hato y la posibilidad de alcanzar un parto anual promedio del hato. Ver tabla 5.

Tabla 5. Parámetros evaluadores de la fecundidad

Factores	Características	Cálculo
Días abiertos o vacíos	utilizado para evaluar la eficiencia reproductiva	$\text{Días abiertos} = (\text{IPP} - 285)$ (Días vacíos pasados o retrospectivos) $\text{Días abiertos en vacas no servidas} = (\text{Intervalo entre la fecha de parto y la fecha del examen vacío} + 21)$
Intervalo parto concepción	Para una mejor interpretación debe evaluarse en conjunto con la tasa de eliminación y con la tasa de vacas vacías 150 días.	$\text{Intervalo parto concepción} = \text{Suma total de intervalos entre parto y concepción (d) en vacas preñadas} / \text{Número de vacas preñadas}$
Intervalo entre partos	Es el parámetro reproductivo más utilizado en la mayoría de explotaciones al estar fuertemente vinculado con la producción del hato	$\text{Intervalo entre partos} = \text{Suma de los intervalos entre dos partos consecutivos} / \text{Número de vacas paridas consideradas del rebaño}$

Fuente: (Tovio, s.f.)

3.2 Control reproductivo y estrategias de mejora en granjas ganaderas que permita maximizar la eficiencia reproductiva.

Una de las condiciones básicas para que una vaca produzca leche es a través del proceso reproductivo, es decir, que se produzca un parto; por lo tanto, el control productivo gran relevancia ya que se convierte en pilar principal en donde se asienta la eficiencia productiva como factor fundamental para la obtención de beneficios en la explotación ganadera.

El control reproductivo juega un rol importante en la explotación ganadera ya que este conlleva una variedad de estrategias necesarias para lograr un mayor número de partos durante el año. Este conlleva el estudio de los distintos parámetros reproductivos (fertilidad, tasa de preñez, abortos, días abiertos, servicio) que permitan conseguir alto número de explotaciones ganaderas con buena fertilidad y con menos inseminaciones artificiales.

Uno de los factores relevante en la eficiencia reproductiva en bovinos es el control de la fisiopatología del estrés calórico. Según Góngora y Hernández (2010), el control de la temperatura corporal es un proceso regulado por medio de mecanismos fisiológicos cuyos efectos recaen principalmente en la leche de la vaca ya que la temperatura se pierde por medio de la respiración y la sudoración. “La temperatura y el movimiento del aire, la humedad relativa, y la radiación solar son las variables que mayor influencia tienen sobre la temperatura ambiente” (p.142).

Así mismo, los efectos del estrés calórico tienen incidencia en el desarrollo embrionario dado que las altas temperaturas conllevan al aumento de la temperatura uterina aumentando también la mortalidad embrionaria. Algunos estudios realizados en Florida (EEUU), demostraron que cuando la temperatura rectal aumentó de 38.5 a 40°C por 72 horas luego de la inseminación, las tasas de preñez disminuyeron de 48% a 0%; de la misma manera, el aumento de 0.5°C en la temperatura vaginal el día de celo o un día después, ocasiono la disminución de la tasa de preñez (Góngora y Hernández (2010).

Por otra parte, se ha observado el aumento de la mortalidad embrionaria antes del día 7 de gestación, por lo tanto, la transferencia de embriones seria de utilidad siempre que se logre disminuir el estrés calórico ya que esta se realiza durante los días 6 a 8 porque son

más resistentes en este tiempo a los efectos de dicho estrés por calor. Las altas temperaturas suelen causar disminución en el volumen del líquido amniótico Y el fluido alantoideo en embriones de 30 días de edad. Es así entonces, que los efectos del estrés calórico sobre la preñez están directamente relacionados con el peso del ternero en el momento del nacimiento, además de las alteraciones en las concentraciones hormonales de la vaca y reducción en la producción de leche después del parto; además que o puede afectar el desarrollo vascular de la placenta, lo que es considerado un proceso critico en la supervivencia embrionaria (Góngora y Hernández (2010).

Sobre la base de las consideraciones anterior, una forma de control o alternativa para la disminución del impacto del estrés calórico sobre la reproducción se pueden implementar estrategias relacionadas con “la modificación del medioambiente, las de tipo genético, con el objeto de seleccionar animales con mayor capacidad de regular la temperatura corporal, las nutricionales, las de manejo y las farmacológicas; sin embargo, la más económica continúa siendo el suministro de sombra” (Góngora y Hernández, 2010.p.145).

Por otra parte, como estrategia de mejora para la eficacia en la reproducción Bovina se plantea la diversidad genética como una alternativa para que la cría ganadera tenga variabilidad dentro de la población que desean mejorar los caracteres de interés. La eficiencia reproductiva está ligada a factores de bienestar animal, protección medioambiental, la calidad distintiva de un producto, el cambio climático y la salud de los humanos; por lo tanto, esta exige sean incluidos diversos criterios en los programas reproductivos. La capacidad reproductiva y las técnicas empleadas ejercer una gran influencia en el número de progenitoras necesarias para producir las generaciones

siguientes y por lo tanto en la tasa de mejora genética (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2010).

El aprovechamiento de los avances en tecnologías reproductivas también supone alternativas interesantes sobre la tasa de mejora genética y eficiencia reproductiva; estrategias como la inseminación artificial y la ovulación múltiple y trasplante de embriones (OMTE) está siendo efectivos en los programas reproductivos, generando ventajas y mayores posibilidades para la reproducción de bovinos (FAO, 2010).

La biotecnología en la actualidad ofrece un sinnúmero de herramientas para el mejoramiento genético del ganado y eficiencia en la reproducción bovina ya que mejora los componentes ambientales de los sistemas de producción y la composición genética de estos animales. Es así entonces, que las técnicas de reproducción recurren a la selección de animales genéticamente superiores con la finalidad de que sean los progenitores de las generaciones subsiguientes. Su índice de progreso depende de factores como: la exactitud de la selección, el intervalo entre generaciones, la intensidad de la selección. Además de los dos métodos mencionados para aumentar el potencial reproductivo como la inseminación artificial y la ovulación múltiple y trasplante de embriones (OMTE); la biotecnología ofrece otros métodos relacionados con la recolección de oocitos (RO), maduración de oocitos in vitro (MIV), fecundación in vitro (FIV), la Transferencia de núcleos o clonación de embriones, Selección del sexo, y la Criopreservación de gametos y embriones (Georges, 2010)

4. Conclusiones

La reproducción bovina se constituye es la escénica de la renovación biológica de esta especie, la cual está sujeta a una eficiencia reproductiva como condición para el beneficio económico de la ganadería bien sea de carne o lechera. La ineficiencia reproductiva se convierte en disminución de la producción láctea, becerra y de carne.

El proceso reproductivo de los bovinos está regulado por su propio sistema endocrino, sin embargo, también influenciado por las condiciones ambientales en el que se desarrollan estos animales, en especial cuando genera en estos, fuertes efectos de estrés calórico. Existen diversos factores además de las condiciones ambientales que están directamente relacionados con la reproducción bovina, dentro de estas se resalta la raza, la nutrición y estándares generales de sanidad mediante vacunas y espacios acordes para su estancia que no atentes contra su bienestar físico.

Para llevar a cabo un proceso de reproducción bovina bajo estándares de eficiencia, es importante en primer lugar conocer la fisiología comportamental del animal y de esta forma realizar de forma efectiva los ciclos gestantes de la hembra y su posterior proceso de parto; en segundo lugar, contar con la capacidad de preñez en el menor tiempo posible (monta natural) y, en tercer lugar, mediante la evaluación de parámetros reproductivos, indicativos de fertilidad, parámetros para evaluar la ciclicidad y parámetros evaluadores de la fecundidad, que permitan realizar una valoración efectiva el desempeño reproductivo de los bovinos y minimizando a la vez los costos de producción.

Es importante resaltar que entre una hembra más temprano lleve a cabo la concepción reproductora, mucho mejor puede ser el rendimiento de su proceso gestacional y el desarrollo postparto del novillo, eso sí, teniendo en cuenta que los factores externos como se mencionó anteriormente se den de la mejor manera.

Gracias al establecimiento de la pubertad en las diferentes razas se puede llevar a cabo los diferentes programas de monta natural que se le puede aplicar a una hembra bien sea para inseminación artificial y transferencia embrionaria mediante una pequeña fórmula matemática. Formula: Fecha de nacimiento - Fecha pubertad / Numero de novillos.

Otro factor importante para la reproducción de bovinos es la edad al primer servicio ya que se relaciona directamente con la edad de la pubertad, este proceso es un determinante para establecer la edad de madurez sexual puesto que no siempre que se tiene un momento idóneo de pubertad se tiene un completo desarrollo del sistema reproductor lo que conlleva a entender que si la hembra no está lista y se presentan retrasos se estaría hablando entonces de problemas latentes económicos, productivos e inconvenientes de entrega bien sea de resultados o de productos finales (cárnicos y leche). Generalmente, dicha edad en el primer servicio se da entre 16 y 18 meses entre raza criolla, pero al tratarse de una raza más fina, se tiene que dicho proceso podría tardarse hasta 30 meses hablando de Bos Taurus o 18 meses al tratarse de la raza Bos Indicus.

Es importante realizar la evaluación del comportamiento reproductivo en los bovinos ya que esto refleja la eficiencia reproductiva y para esto se debe tener en cuenta factores relevantes como edad de pubertad, peso de pubertad, Peso de incorporación al servicio, Edad al primer servicio, Edad al primer parto y tasa de reemplazos o reposición. Estas variables son llevadas a cabo mediante un cálculo estadístico que procura resultados para la toma de decisiones de los especialistas en la reproducción bovina.

Los parámetros para evaluar la fertilidad permiten obtener los criterios para la comprobación de la eficiencia de los procesos y programas reproductivos, permitiendo analizar otros factores como los toros y los técnicos inseminadores. Se requiere una muestra mínima de 150 servicios para demostrar la eficacia del 5% con una probabilidad del 95%. Estos parámetros también permiten analizar variables que también pueden afectar la fertilidad como la alimentación, condición corporal, clima, numero de servicio, infecciones.

Los parámetros para evaluar la ciclicidad son utilizados en ganaderías tradicionales de doble propósito, estos contribuyen a precisar un atraso de la actividad puberal o el reinicio ciclicidad ovárica y las problemáticas en relación a la dificultad para la detección del celo; algunas variables de este parámetro son: Intervalo parto primer celo, Intervalo parto primer servicio y la tasa de ciclicidad.

Los parámetros evaluadores de la fecundidad también permiten evaluar la eficiencia reproductiva, algunos de sus criterios son: días abiertos o vacíos, intervalo parto concepción e intervalo entre partos, siendo este último el parámetro reproductivo más utilizado en la mayoría de explotaciones ganaderas por estar fuertemente vinculado con la producción del hato.

El control reproductivo y la implementación de estrategias de mejora en granjas ganaderas permiten maximizar la eficiencia reproductiva en bovinos. El control reproductivo se convierte en un eje fundamental para la eficiencia reproductiva, toda vez a partir de este se generan muchos beneficios en la explotación ganadera como el aumento del número de partos al año.

Uno de los factores relevante en la eficiencia reproductiva en bovinos es el control de la fisiopatología del estrés calórico. El control de la temperatura es un proceso regulado por medio de mecanismos fisiológicos cuyos efectos recaen principalmente en la leche de la vaca ya que la temperatura se pierde por medio de la respiración y la sudoración; sin embargo, las condiciones ambientales como la alta temperatura, el movimiento del aire, la humedad relativa, y la radiación solar son factores que influencia directamente en la reproducción bovina.

Dentro de las estrategias que se pueden implementar para alcanzar una máxima efectividad reproductiva en los hatos ganaderos se encuentran estrategias relacionadas con la modificación del medioambiente, las de tipo genético, con el objeto de seleccionar animales con mayor capacidad de regular la temperatura corporal, las nutricionales, las de manejo y las farmacológicas.

Aunque el suministro de sombra empleando árboles, es un proceso relativamente lento porque tarda muchos años; por lo que se puede recurrir al enfriamiento de la piel de las vacas mediante el humedecimiento (enfriamiento) en ciertos momentos del día en que hace calor más fuerte y mantener disponibilidad de fuentes de agua para el baño del ganado y de esta forma evitar la hipertermia.

Como estrategia de mejora para la eficacia en la reproducción Bovina se plantea la diversidad genética como una alternativa para que la cría ganadera tenga variabilidad dentro de la población que desean mejorar los caracteres de interés. La eficiencia reproductiva está ligada a factores de bienestar animal, protección medioambiental, la calidad distintiva de un producto, el cambio climático y la salud de los humanos.

El aprovechamiento de los avances en tecnologías reproductivas también supone alternativas interesantes sobre la tasa de mejora genética y eficiencia reproductiva; estrategias como la inseminación artificial y la ovulación múltiple y trasplante de embriones (OMTE) está siendo efectivos en los programas reproductivos, generando ventajas y mayores posibilidades para la reproducción de bovinos.

Bibliografía

- Figuerola Boggie J. (2019). Efecto de la condición corporal sobre la eficiencia reproductiva en un predio de crianza bovina en la región de Los Lagos. Tesis de grado. Universidad austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2019/faf475e/doc/faf475e.pdf>
- Galeano Marín, ME (2004). Estrategias de investigación social cualitativa: el giro de la mirada. Universidad Eafit. Medellín. Colombia. La Carreta. 2004. 239 p.
- Georges, (2010). Biotecnología para el mejoramiento genético del ganado: situación actual y perspectivas. Departamento de Genética, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Lieja 20 Bd de Colonster, B-4000-Lieja, Bélgica
<https://www.oie.int/doc/ged/d3010.pdf>
- Gustillo Parrado J.C y Melo Colina J.A (2020). Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino. Pp 1-21
- Góngora A, y Hernández A. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 13 (2): 141-151.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a17.pdf>
- Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, y Baptista Lucio Pilar (2014). Metodología de la investigación. Enfoque cualitativo. Best Seller. Editorial McGraw Hill. Quinta edición. México. pag.364.
- Intagri. (2018). Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino. Serie Ganadería Núm. 15. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganado-bovino> .

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (2010).

Métodos de mejora genética en apoyo de una utilización sostenible. Estado de la cuestión en la gestión de los recursos zoogenético.

<http://www.fao.org/3/a1250s/a1250s18.pdf> Parish J. A (2016). The Estrous Cycle of Cattle. Animal and Dairy Science.

Risco CA y Archibald. LF (2005). Eficiencia reproductiva del ganado lechero College of Veterinary Medicine University of Florida, Gainesville, EE.UU.

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/62-eficiencia_reproductiva.pdf

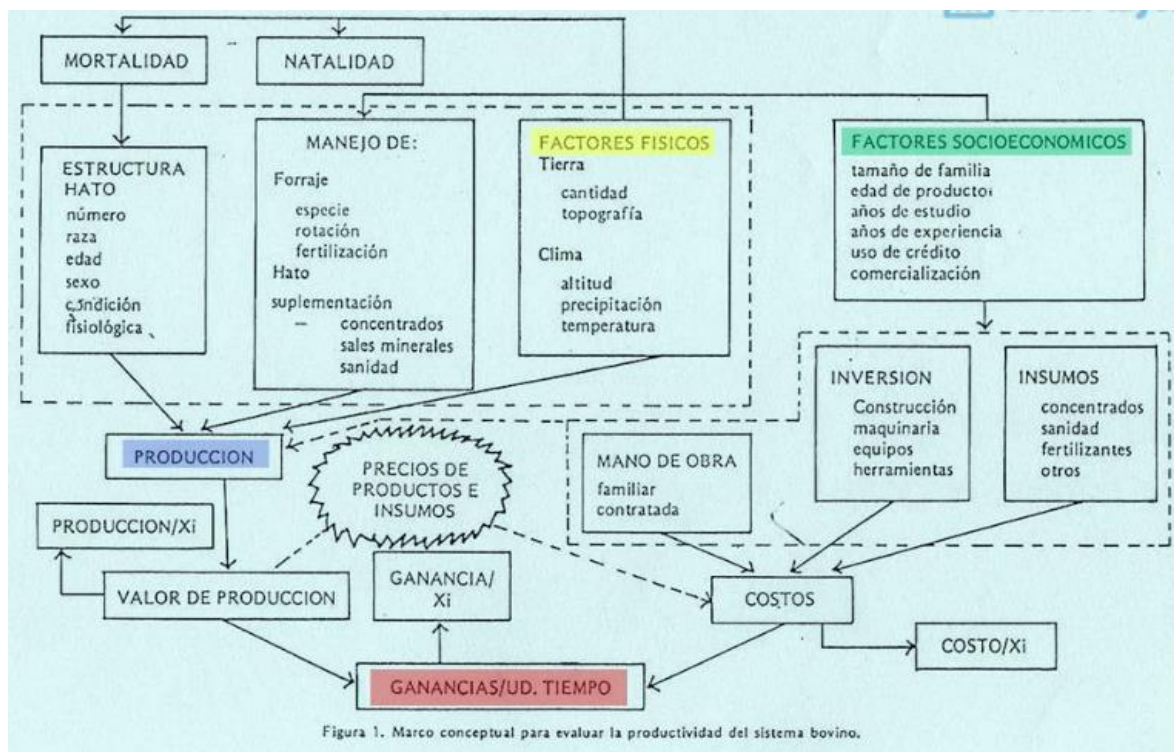
Villasmil Y, y Yañez L (2012). Edad al primer servicio y primer parto de novillas Doble Propósito. Cuadernos Científicos GIRARZ 6, January.

Zavadilová L & Štípková M (2013). Effect of age at first calving on longevity and fertility traits for Holstein cattle. Czech J. Anim. Sci, 58(2), 47–57.

ANEXOS

Anexo 1

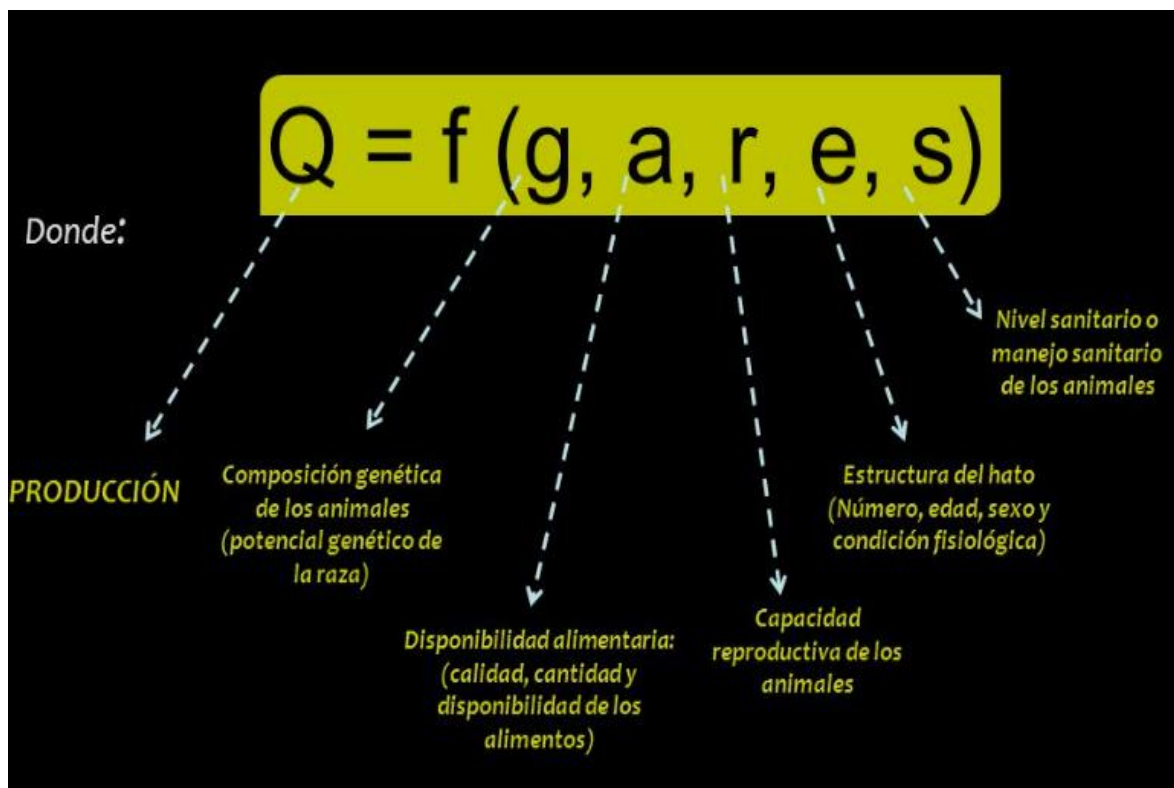
Interacción de Factores que Definen el Sistema de Producción



Fuente de adaptación: Dra. Sayra Munguia

Anexo 2

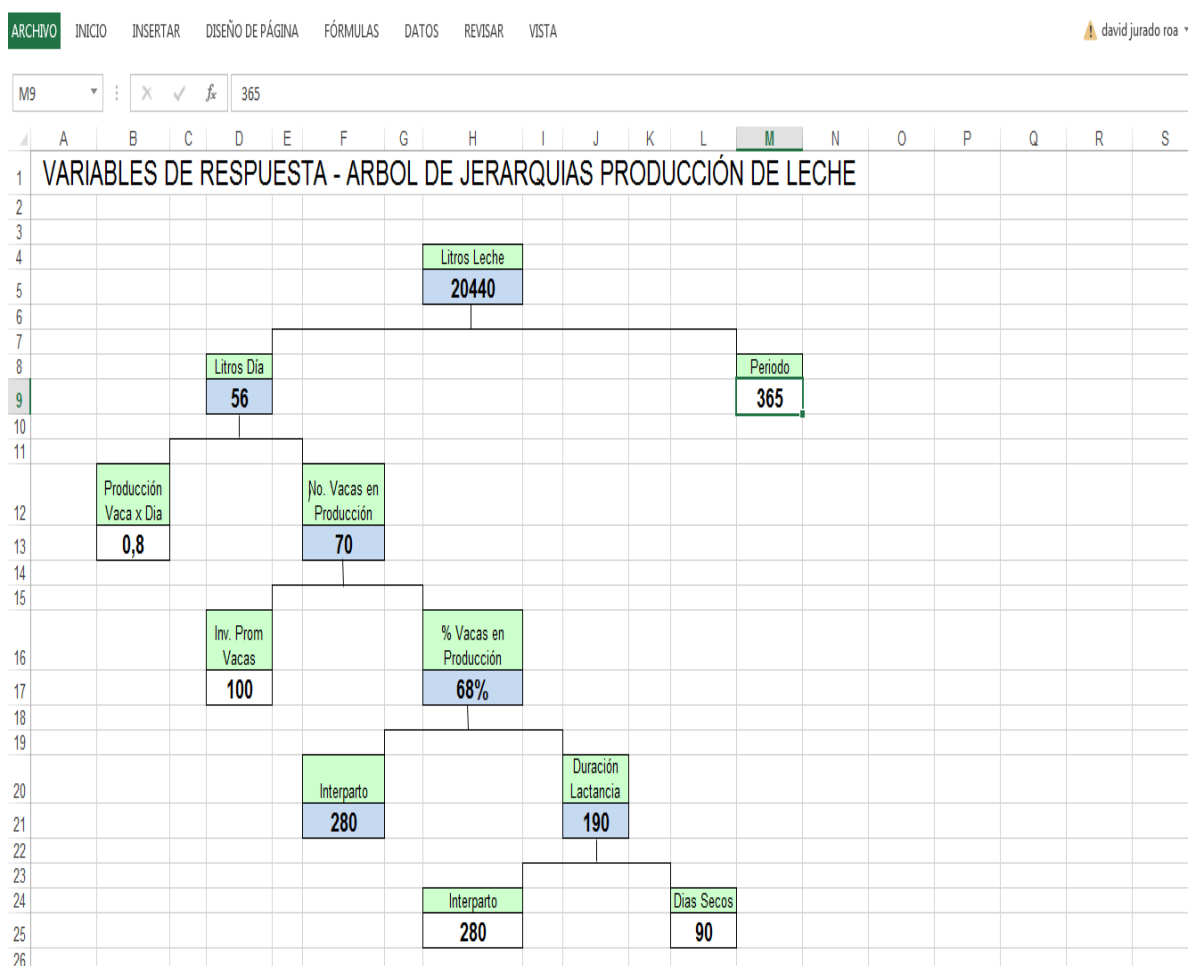
Calculo de rendimientos en sistemas de producción animal de acuerdo a los factores técnicos



Fuente de adaptación: Dra Sayra Munguia

Anexo 3

Árbol De Productividad



Fuente de adaptación: Dra Sayra Munguia

Anexo 4

Parámetros Indicadores de Eficiencia

VARIABLES REPRODUCTIVAS			
VARIABLES	RANGO IDEAL	RANGO POSIBLE	RANGOS ENCONTRADOS EN COLOMBIA
NATALIDAD %	90-95	80-85	74-83
VACAS SECAS %	15-20	15-20	17-26
DIAS ABIERTOS	85-115	120-130	160-195
IEP (DÍAS)	365-395	400-410	440-475
SERVICIOS POR CONCEPCIÓN	1.2-1.5	1.5-2.0	1.9-3.4
EFFECTIVIDAD AL SERVICIO %	66-83	50-55	50
CONCEPCIÓN AL 1ER SERVICIO %	60-70	50-70	40-70
INDICE DE FERTILIDAD %	90-100	70-90	40-70
VACAS PROBLEMA %	5-10	15-20	23-35
EDAD AL PRIMER PARTO (MESES)	24	24-30	31-36

Tovio (s.f),

Anexo 5

Parámetro Del sistema Productivo

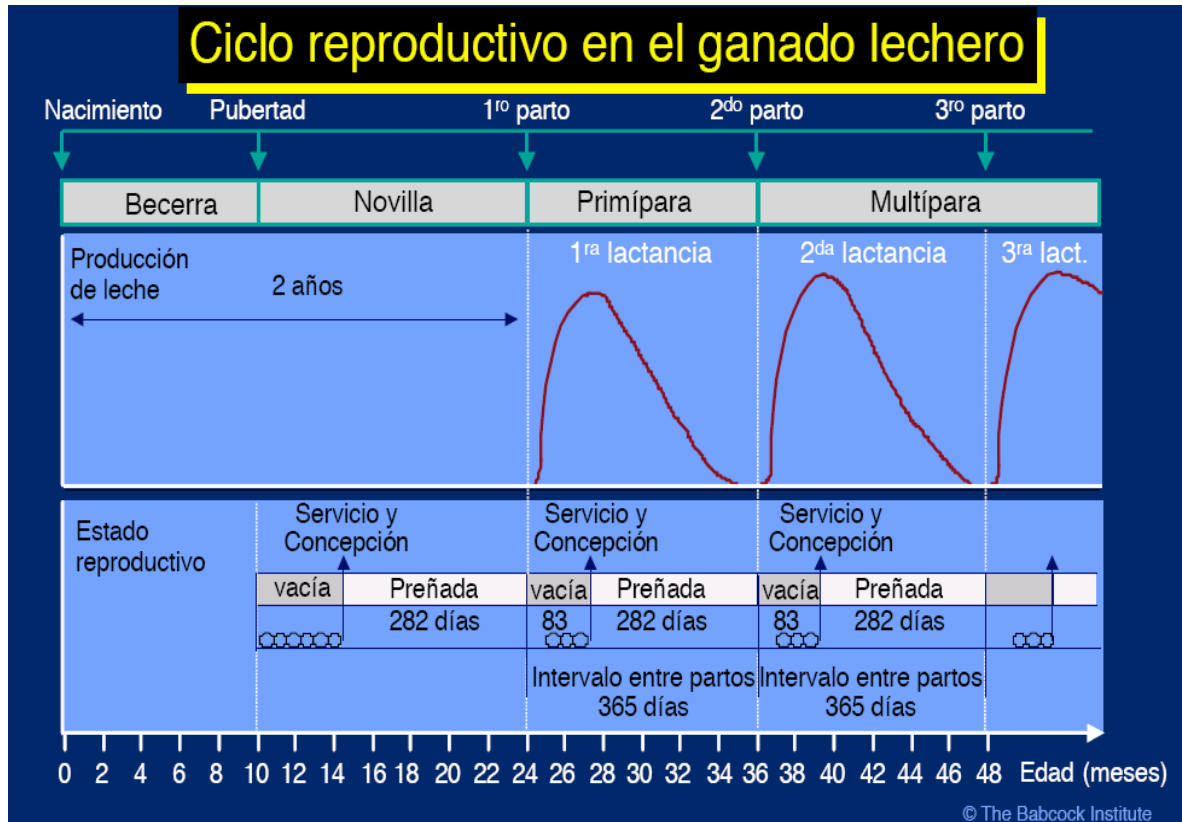
La fertilidad depende de los días abiertos

Días abiertos	Resultados
Menor de 85	Excelente
85 - 110	Optimo
111 – 130	Ligero
131 - 145	Problema Moderado
Mayor de 145	Problema Evidente

Tovio (s.f),

Si los días abiertos **(DA)** están elevados se podría considerar que el sistema de producción no está bien.

Anexo 6



Tovio (s.f)