



Implementación de técnicas reproductivas para mejorar la eficiencia productiva en ganaderías del cantón Rocafuerte

Implementation of reproductive techniques to improve productive efficiency in cattle farms in the Rocafuerte canton

Implementação de técnicas reprodutivas para melhorar a eficiência produtiva em fazendas de gado no cantão de Rocafuerte

Moisés Gregorio Palma-Plua ^I
moispa85@hotmail.es
<https://orcid.org/0009-0001-1771-0186>

Mario Andrés Carreño-Arteaga ^{II}
macarreno@espm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3050-3752>

Nancy Paola Carreño-Arteaga ^{III}
pao_ec84@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2082-3819>

Correspondencia: moispa85@hotmail.es

Ciencias Técnica y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2023 ***Aceptado:** 12 de julio de 2023 * **Publicado:** 01 de agosto de 2023

- I. Magíster en Medicina Veterinaria Mención en Salud y Reproducción de Especies Productivas, Técnico de Agrocalidad, Manabí, Ecuador.
- II. Magíster en Medicina Veterinaria Mención en Salud y Reproducción de Especies Productivas, Docente Tiempo Completo en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM, Manabí, Ecuador.
- III. Magíster en Auditoría Integral, Docente de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador.

Resumen

En el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí, se realizó una investigación en 12 rebaños de vacas mestizas Bos indicus x Bos taurus predios de ganado bovino sin registros reproductivos, con el objetivo de aplicar la metodología de determinación de la edad de los terneros mediante la fórmula dentaria e implementación de un programa de inseminación a tiempo fijo. En todos los animales se realizó diagnóstico ginecológico del aparato genital mediante ecografía. Se incluyeron en el estudio 120 vacas entre 2 a 8 años de edad un peso vivo superior a 450 kg, sin patologías hereditarias o defectos anatómicos La inseminación artificial se realizó mediante un protocolo de sincronización de celo con progesterona, prostaglandina y benzoato de estradiol. El diagnóstico de gestación, se realizó con ecografía el día 21 y 45 posterior al servicio. Los datos fueron evaluados basados estadísticamente empleando el paquete estadístico Minitab. La edad de los terneros fluctuó entre cuatro a ocho meses. Los días abierto de las vacas mostró una media de 451 días. La tasa de gestación obtenida posterior al servicio fue de 65.83 % y una pérdida de la preñez del 34.16 %. La no preñez fue asociada a los trastornos funcionales, no fertilización, anestro posterior a la IA y el aborto precoz.

Palabras clave: Reproducción; inseminación; anestro; días abiertos.

Abstract

In the Rocafuerte canton of the Manabí province, an investigation was carried out in 12 herds of Bos indicus x Bos taurus crossbred cows, cattle farms without reproductive records, with the objective of applying the methodology for determining the age of calves by means of dental formula and implementation of a fixed-time insemination program. All animals underwent gynecological diagnosis of the genital tract by ultrasound. The study included 120 cows between 2 and 8 years of age with a live weight greater than 450 kg, without hereditary pathologies or anatomical defects. Artificial insemination was performed using a heat synchronization protocol with progesterone, prostaglandin, and estradiol benzoate. The diagnosis of pregnancy was made with ultrasound on days 21 and 45 after the service. Data were evaluated statistically using the Minitab statistical package. The age of the calves fluctuated between four to eight months. The open days of the cows showed an average of 451 days. The pregnancy rate obtained after the

service was 65.83% and a pregnancy loss of 34.16%. Non-pregnancy was associated with functional disorders, non-fertilization, anestrus after AI, and early abortion.

Keywords: Reproduction; insemination; anestrus; open days.

Resumo

No cantão de Rocafuerte, na província de Manabí, foi realizada uma investigação em 12 rebanhos de vacas mestiças *Bos indicus* x *Bos taurus*, fazendas de gado sem registros reprodutivos, com o objetivo de aplicar a metodologia para determinar a idade dos bezerros por meio de fórmula dental e implementação de um programa de inseminação em tempo fixo. Todos os animais foram submetidos a diagnóstico ginecológico do trato genital por ultrassonografia. O estudo incluiu 120 vacas entre 2 e 8 anos de idade com peso vivo superior a 450 kg, sem patologias hereditárias ou defeitos anatômicos. A inseminação artificial foi realizada usando um protocolo de sincronização de calor com progesterona, prostaglandina e benzoato de estradiol. O diagnóstico de gravidez foi feito com ultrassonografia nos dias 21 e 45 após o atendimento. Os dados foram avaliados estatisticamente usando o pacote estatístico Minitab. A idade dos bezerros oscilou entre quatro e oito meses. Os dias abertos das vacas apresentaram média de 451 dias. A taxa de gravidez obtida após o atendimento foi de 65,83% e perda gestacional de 34,16%. A não gravidez foi associada a distúrbios funcionais, não fertilização, anestro após IA e aborto precoce.

Palavras-chave: Reprodução; inseminação; anestro; dias abertos.

Introducción

El ganado bovino ha sido considerado el pilar fundamental de la producción pecuaria en todas las áreas del planeta gracias a sus bondades reproductivas, por ser organismos altamente especializados en transformar las materias vegetales en proteínas de alto valor biológico (Cruz, 2006).

Según reportes aproximados de la FAO en el mundo existen más de 1300 millones de bovinos los cuales sustentan de alimentos a la humanidad (Romo, 1993). La reproducción mejora la eficiencia reproductiva de las progenies consiguiendo animales especializados para la producción de leche y carne, de buena calidad (Restrepo, 2008).

Pero, en las condiciones de explotación del ganado bovino en el trópico existen múltiples factores que limitan su productividad. En ese contexto, depende las capacidades de los técnicos y dueños

de las ganaderías aplicar las soluciones inmediatas mediante la aplicación de biotecnologías. Una fortaleza de la implementación de las biotecnologías es mejorar la cantidad de hembras gestantes mediante la IATF, teniendo como objetivo principal el lograr que una hembra logre la gestación antes de los 100 días post parto, pasados estos, el índice Interpartal se alarga, presentándose un problema en aquellas vacas que no presenten gravidez en sus úteros hasta los 180 días post parto (Pedroso y Roller, 2017).

La inseminación artificial es una técnica muy antigua y de mayor eficiencia para introducir la mejora genética en el ganado bovino. En estos últimos años han utilizado incomparables métodos de sincronización del estro para mejorar el manejo reproductivo del hato ganadero sosteniendo una apropiada tasa de concepción. El control del ciclo estral, busca la interrupción de estro y se basa en tratamientos hormonales sincronizadores, ya sea promoviendo la anticipación a la regresión del cuerpo lúteo y provocando un acortamiento del ciclo, o simulando un diestro a través de la administración de progestágenos para alargar la duración del estro (Phillips, 2010).

Conocer el ciclo reproductivo de los bovinos ha permitido acelerar, controlar e imitar procesos naturales por medio de tecnologías que han optimizado la 2 producción en los hatos. Los sistemas de sincronización de celo emplean métodos para controlar el desarrollo de la onda folicular, promover la ovulación de vacas que no muestran señales o conductas de celo (anestro) y la regresión del cuerpo lúteo (McDougall, 2004).

Actualmente, los protocolos más empleados en los programas de IATF combinan el uso de un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona junto con sales de estradiol y agentes luteolíticos (Peralta et al., 2010). Pero, aún es escasa la información concerniente al uso de estos protocolos en la ganadería mestiza *Bos indicus* x *Bos taurus* de grado y cruzamiento indeterminado bajo condiciones climáticas del trópico (Lamb, 2012).

Con la implementación de las técnicas biotecnológicas de la IA, es posible ejercer un adecuado control y prevención de algunos problemas que afectan el desempeño reproductivo especialmente el anestro posterior al parto (Restrepo, 2008). Se complementa con el diagnóstico de preñez por medio de la ultrasonografía (Bellenda, 2016).

En esta dirección fue realizada esta investigación que tuvo objetivo central en rebaños de bovinos carentes de registros reproductivos aplicar la metodología de determinación de la edad de los terneros mediante la fórmula dentaria e implementación de un programa de inseminación a tiempo fijo para mejorar los procesos productivos.

Desarrollo

La inseminación artificial

La inseminación artificial (IA), preservación de semen, inseminación intrauterina (IAIU), trasplante embrionario, son términos extensamente usados durante décadas, referidos a su aplicación en Reproducción Animal y también pueden haber sido considerados en el pasado como biotecnologías reproductivas el cual aumenta la eficiencia y la capacidad de mejorar las líneas genéticas de los bovinos con la aplicación de los métodos genéticos mejorando así la progenie (Marinho et al., 2016).

La técnica reproductiva de mayor aplicación es la inseminación artificial (IA) y con ella la congelación del semen para la conservación del material genético. A pesar de la resistencia presentada en sus inicios se la reconoció rápidamente como una ventaja logrando la disminución de las enfermedades infecciosas transmitidas a través de la cópula (monta del toro), obteniendo de un eyaculado una mayor cantidad de descendencia a partir de un solo macho, dividiendo el semen en porciones logrando inseminar varias hembras simultáneamente. Logrando aprovechar el potencial de los toros en forma intensiva mejorando la estimación del valor genético en los reproductores, dado sus particularidades hereditarias evaluadas mediante el número de crías (Palma, 2001).

La nutrición y la condición corporal también son parte de este mecanismo neuroendocrino que inhiben la ovulación posparto por su alta concentración de estrógenos los cuales suprimen la producción de GnRH, afectando la receptividad hipofisaria de la hormona y su participación relativa en el proceso que puede ser mayor, ya que cuando las vacas están en proceso lactacional están ganando condición corporal, mostrando un periodo anovulatorio mínimo; además, el destete favorece la ciclicidad sólo en vacas que tienen buena condición corporal de 2,21 puntos, siendo posible que la baja condición corporal de las vacas presenten cualquier efecto favorable ante el amamantamiento restringido de los terneros induciendo una acción favorable para la presencia del estro (Velázquez et al., 2011).

La ganadería en el trópico se caracteriza por presentar una baja producción por animal, así como por variaciones entre épocas, ya que durante la fase lluviosa lluvias los bovinos se encuentran relativamente bien nutridos y en buena condición corporal, desarrollando a su máxima capacidad sus niveles productivos; pero en la época seca cambia la situación debido a la alimentación escasa

en nutrientes, menguando notablemente la capacidad productiva y reproductiva (Báez & Grajales, 2009). Afectando la tasa de concepción y la reproducción bovina, la sincronización de estros ha permitido mejorar deficiencias como son la falta de estro, anestro, rusticidad, que afectan en forma directa la eficiencia de las vacas en el sistema productivo, permitiendo el uso de tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Valderrama y Robledo, 2012). La inseminación artificial se la ha considerado ampliamente como una técnica de gran impacto que mejora los índices de reproductivos y productivos en las diferentes zonas del planeta donde se la ha realizado, además se ha fortalecido por el avance en el conocimiento de la fisiología reproductiva de los bovinos, sobre las características del desarrollo folicular contribuyendo al progreso de la inseminación artificial a tiempo fijo (Hafez, 2006). La inseminación artificial puede definirse como la biotecnología para la aplicación de semen en el tracto genital de una hembra en el momento efectivo para la fecundación (Restrepo, 2008).

Es una herramienta biotecnológica que respalda el mejoramiento genético y beneficio económico a través del uso de toros de alto valor genético. Sin embargo, su implementación en programas a celo detectado presenta limitaciones por fallas en su detección, anestro post parto, pastoreo extensivo, gran número de animales por lote, recurso humano mal capacitado, costo de la tecnología llegan a fracasar por el mal manejo realizado en los hatos bovinos de una determinada zona (Hopper, 2015).

Como alternativa el uso de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) permite servir a más vacas en menos tiempo luego del periodo de espera que se lo denomina la involución uterina que es la etapa donde la vaca se prepara para volver a ser fecundada por el toro, independientemente del estado de ciclicidad en que se encuentren, mejorando la tasa de servicio en tiempos muy cortos comparados con la monta natural (Otero et al., 2015).

Pajuelas

Las pajillas se caracterizan por su reducido volumen y alta superficie expuesta, por ello las canastillas y los racks nunca deben elevarse sobre el nivel de la boca del termo para evitar cambios para evitar cambios en su composición alterando la temperatura de las pajuelas, desde el momento en que se eleva el canastillo hasta que se retire la dosis en el agua con una temperatura de 37° C no deben pasar más de seis segundos. Si el semen está en los compartimientos inferiores se debe descender hasta el nitrógeno y repetir la operación. Manteniendo altos niveles de N²

(nitrógeno) en el termo aseguran mínimos cambios en la temperatura de las pajuelas al momento de realizar la inseminación artificial (Haumüller & Charmandarian, 2007).

La transferencia de las pajillas de semen de un tanque a otro se lo debe realizar rápido (cinco segundos máximos), durante la extracción de las pajuelas del tanque de nitrógeno, la canastilla que las contiene debe estar lo más abajo posible del tanque para asegurar la seguridad de las mismas, se las debe retirar de preferencia con pinzas de una longitud de 10 a 12 centímetros para evitar quemaduras (Mellado, 2012). En el mercado se encuentran pajillas disponibles en medidas que van desde 0.25 cc que contienen el mismo número de espermatozoides que la de 0.50 cc, pero con mayor concentración espermática.

Semen

El origen de la determinación sexual y la descendencia de los mamíferos siempre fue motivo de especulaciones. Debido a ello, durante miles de años se generaron diversas teorías. Fue a partir de la década de 1980 donde comenzó a aplicarse una técnica denominada citometría, que permitió separar los espermatozoides de acuerdo a sus cromosomas sexuales, dicha técnica se basa en diferenciar los espermatozoides x, y, en base a su contenido de ácido desoxirribonucleico (Oses et, al., 2009). En la reproducción bovina, la inseminación artificial (IA) con espermatozoides seleccionados acelera el mejoramiento mediante un aumento del progreso genético anual. Además, en determinados sistemas como aquellos dedicados a la producción de leche, es fundamental la importancia para lograr una mayor rentabilidad económica (Hafez, 2006).

Entre los métodos más usados para recolectar el semen en los animales domésticos se encuentra la vagina artificial y el electro-eyaculador, siendo herramientas muy versátiles para el acopio de material genético (espermatozoides) del macho. La calidad del semen congelado que se adquiere en las explotaciones está determinada por el toro y el personal que lo realiza, existiendo diferencias en el porcentaje de concepciones en los reproductores, que tengan una buena fertilidad, calidad adecuada, que los toros estén libres de enfermedades y que el mérito genético de los animales sea el apropiado (Mellado, 2012).

El semen se encuentra disponible en todas las regiones del Ecuador el cual es distribuido por casas comerciales certificadas ya sean estas de origen nacional o internacional. Al existir una alta oferta de semen y diferentes precios dependiendo la necesidad del consumidor encontrando variedad de precios, encontrando pajuelas desde los \$8 hasta \$100; variando por tipo de

mejoramiento genético el cual incluye muchos aspectos, como el ser probado, calidad de respaldo del producto, beneficios que brinda cada toro, razas semen sexado (Medina et al., 2007).

Fertilidad

La alimentación es un factor importante en la fertilidad normal de las vacas, especialmente en los climas tropicales en donde los forrajes son de mala calidad, además se presentan periodos largos de sequía, reduciendo el rendimiento por la falta de energía y proteínas en los animales. Incidiendo en el retardo del celo después del parto, disminuyendo la producción del hato. Lo más grave es que después del parto el animal presente una deficiencia de energía, repercutiendo en estrés presentado muchas veces por la retención de placenta, involución tardía del útero y por consiguiente el retraso en el primer estro postparto. Además, el exceso o escasez de minerales también produce trastornos reproductivos e incidir en la salud, alargando la aparición del celo, por consiguiente, elevando el intervalo entre partos (IEP) de las vacas (Mellado, 2012).

La fertilidad está relacionada con el peso vivo, condición corporal, músculo, grasa intramuscular y grasa subcutánea, las vacas que llegan al parto con CC (condición corporal) muy alta consumen menos alimento al inicio de la lactancia, realizando la movilización de sus reservas corporales, perdiendo mucho peso después del parto, comenzando más tarde en su actividad ovárica postparto, haciéndola susceptibles a presentar otras enfermedades de tipo metabólico (Rúgeles, 2001).

Fisiología reproductiva

El ciclo sexual de la vaca no depende de la estación del año. El estro o celo se observa cada 21 días como promedio, con un rango de 18-24 días, durante el transcurso del ciclo el celo es denominado como día cero, en los bovinos es relativamente corto con una duración media de 18 horas y un rango de 4-24 horas. La ovulación tiene lugar unas 30 horas después del comienzo del celo, el blastocisto llega al útero alrededor del día 5, la gestación dura 279-290 días, el intervalo desde el parto a la primera ovulación cambia ampliamente en función de la raza, nutrición, producción de leche, estación y presencia del ternero lactante. La primera ovulación postparto frecuentemente no va acompañada de comportamiento de celo y se conoce como estro silencioso (Cerón, 2012).

Técnica de palpación rectal en vacas

La palpación rectal es la técnica más usada en los hatos bovinos para realizar el control reproductivo debido a sus bondades durante el chequeo ginecológico, el cual nos permite diagnosticar hembras gestantes, realizando una buena ejecución de la misma, la cual brinda facilidad y economía (Hafez, 2006), su paso se ve complementada cada vez por la información que nos ofrece y podemos obtener en la ultrasonografía como herramienta de trabajo (Bellenda D. O., 2016). El desarrollo de la técnica consiste en la introducción de la mano del técnico por el recto de la vaca y palpar los órganos como el ovario, cérvix, cuernos uterinos. La palpación rectal impone una barrera invisible, en donde se pone en juego la capacidad de visualizar mentalmente lo que se palpa permitiendo una mayor o menor precisión del diagnóstico ginecológico. (Fernández, 2012).

Ovario

Son glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina, que actúa en la liberación de óvulos, endocrina que produce y secreta hormonas entre las cuales podemos citar los estrógenos o estradiol, progesterona, inhibina. Los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis (Rippe, 2009).

La progesterona es una hormona esteroide producida en el cuerpo lúteo por acción de la LH, es la responsable de la preparación del útero para la implantación del embrión y mantener la gestación, produciendo un efecto de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo. La inhibina es otra hormona de tipo proteico generada en el folículo que interviene en el mecanismo de regulación de la FSH (folículo estimulante) teniendo un efecto de retroalimentación negativa sobre la hipófisis anterior produciendo una secreción mínima de FSH (Klein, 2013).

El ovario es el responsable de la producción de ovocitos y la síntesis de varias hormonas sexuales como son los estrógenos, progesterona las cuales promueven y regulan la fertilización del ovocito y el mantenimiento de la gestación. El ovocito se está dentro del folículo ovárico rodeado por células de la granulosa las cuales participan en forma activa en su crecimiento y maduración (Cerón, 2012).

Desarrollo folicular

El ciclo ovárico en la vaca no gestante se denomina como el intervalo entre dos ovulaciones consecutivas está compuesto por dos fases, una fase folicular inicial y una fase luteínica posterior, separadas por la ovulación. La mayor parte de los animales domésticos y los primates se realiza el proceso de ovulación que está controlado por mecanismos internos; los estrógenos procedentes de los folículos antrales inician la liberación de gonadotropinas que desencadenan la ovulación (Klein, 2013).

La dinámica folicular en la hembra bovina es desencadenante de los procesos reproductivos, fases del ciclo estral, sin embargo, estos eventos están regulados por un complejo conjunto de factores que se interrelacionan y permiten que se desarrolle la ovulación como punto final del ciclo estral y punto inicial en la vida reproductiva de la hembra bovina. Entre estos factores juega un papel importante la influencia de las hormonas sexuales involucradas en el ciclo estral, hormonas que se encuentran reguladas por el sistema neuroendocrino del eje hipotálamo hipófisis, ovarios, útero (Motta et al., 2011).

La eficiencia reproductiva en las hembras bovinas determina el desempeño de los hatos bovinos, a partir del desarrollo de los folículos ováricos. Los cuales forman parte de la unidad fundamental, desde el momento del nacimiento del potencial reproductivo que puede exhibir una hembra a lo largo de su vida (O'Callaghan & Boland, 1999).

Ecografía en vacas

La ecografía es una técnica en la producción y emisión de ultrasonidos. La ecografía en vacas impone una imagen sobre la cual se precisa el diagnóstico como una herramienta que permite superar la barrera de la palpación rectal. La ecografía es un procedimiento que emplea ecos, de una emisión de ultrasonidos dirigida sobre una parte determinada del cuerpo (Fernández, 2012). La identificación temprana de la gestación, identificación del sexo, el estudio de las ondas foliculares, la presencia de CL, la salud o tono uterino, presencia de metritis subclínicas, son ahora con la ultrasonografía fácil de constatar (Bellenda O., 2004).

Es evidente que el uso de la ecografía y la medición de las hormonas han aportado a la investigación para mejorar el ciclo reproductivo, aportando técnicas aplicables al control rutinario de la gestación en las vacas (Fernández, 2012). El uso correcto del ecógrafo implica visitas, ya

que el diagnóstico precoz de gestación debería llevar consigo una confirmación de presencia de producto verificando el sexo del feto, brindando un mejor servicio al ganadero (Gutiérrez y Báez, 2014).

Durante los últimos años la ultrasonografía ha presentado muchos avances generando un gran impacto como herramienta usada para la evaluación reproductiva para el desarrollo de biotecnologías en bovinos, especialmente en programas de superovulación y transferencia de embriones, la cual posibilita un examen minucioso del tracto genital de la hembra sin producir alteraciones adversas sobre el potencial reproductivo de la vaca, ni afectar al embrión o feto permitiendo su aplicación en el diagnóstico temprano de la gestación, sexaje fetal, identificar patologías como endometritis y quistes ováricos (Corredor y Páez, 2003).

Sincronización de celos y ovulación

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos entre ellos están el eje hipotálamo hipófisis, el ovario y el útero, Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (Rippe, 2009). La hipófisis cerebral se compone de la adenohipófisis (lóbulo anterior), la neurohipófisis (lóbulo posterior), la parte intermedia (lóbulo intermedio) y la parte tubular. La adenohipófisis está formada por un área del techo del ectodermo oral embrionario denominada bolsa de Rathke, que se extiende hacia arriba hasta encontrar la neurohipófisis, que a su vez se extiende hacia abajo como una protrusión del ectodermo neural desde el suelo del tercer ventrículo (Hopper, 2015).

El hipotálamo produce péptidos y aminos que actúan sobre la hipófisis para producir hormonas, las cuales a su vez influyen sobre la producción en los tejidos endocrinos que producen un efecto biológico en los tejidos. También forma parte de control en un gran número de vías del sistema nervioso autónomo (Klein, 2013). Como ya se ha mencionado controla los dos principales sistemas de control son el nervioso y el endocrino. Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas que producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH); la cual se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias, Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH), las cuales juegan un rol importante en la reproducción.

Las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante, la elevación de la concentración plasmática de FSH es la responsable de la emergencia de la onda folicular, la cual es suprimida por los folículos en crecimiento durante el desarrollo de la onda folicular. El folículo que adquiere receptores para LH llegando a la condición de folículo dominante mientras que los restantes se convierten en folículos subordinados sufriendo atresia (Huanca, 2001).

La función hipotalámica hipofisaria defectuosa, controla la liberación de gonadotropinas es probablemente una causa indirecta de estas anomalías. El dolor y la activación del eje en el estrés interfieren en el desarrollo folicular siendo asociados con la ausencia total de folículos ováricos, luteinizados o persistentes (Ward et al., 2000).

Detección de celos

La detección de celos en bovinos es una técnica de gran importancia en los programas de inseminación artificial pero debido a una serie de factores que la afectan se producen importantes pérdidas económicas en las ganaderías, siendo más severa en las explotaciones intensivas y donde existen grandes cantidades de animales. Se han desarrollado diversos métodos que ayudan a la detección de celos dentro de los cuales encontramos los visuales usando animales marcadores, pintura en la grupa, cápsula detectora de monta, detectores de la actividad motora (podómetros) y radio telemetría. Este último ha sido el mejor obteniendo buenos resultados, pero dado su costo y dificultad de implementación, no se lo considera como una elección positiva para los sistemas de producción (Catalano y Callejas, 2001).

Es importante tener en cuenta la conducta o la expresión de síntomas de un animal en celo el cual puede presentar muchas variaciones entre individuos, algunos pueden mostrar el estro de manera bien marcada, intermedia, débil. Se deben tener en cuenta aquellas relacionadas con el tiempo de manifestación del de calor, frecuencia de montas. El conocimiento de la eficiencia y la exactitud son por tanto medidas muy importantes para determinar las causas de las fallas reproductivas del hato (Mellado, 2012).

Ventajas de la sincronización

Animales en anestro por periodos cortos; inseminación artificial de mayor grupo de animales; mejor uso de pastos; registros de servicios y nacimientos programados; registro de terneros adecuados, partos en épocas adecuadas y concentrados de manera que se puedan controlar, producciones de leche y carne más estandarizadas (Ayala, 2017).

La concentración plasmática de cada hormona reproductiva es fundamental para el correcto desarrollo de las funciones para las que fueron aplicadas, ya que una ligera variación provoca en alguna de ellas la afectación del ciclo reproductivo. Es importante conocer las concentraciones hormonales durante las diferentes fases del ciclo estral, con el fin de realizar diagnósticos que determinen la etiología de un problema reproductivo presentado en un hato determinado (García et al., 2001).

La importancia de las determinaciones hormonales en los protocolos de sincronización radica realizar tratamientos hormonales, que aseguren las concentraciones adecuadas de unas hormonas, para el desarrollo de folículos sanos y viables, para lograr una ovulación sincronizada y excelentes tasas de preñez, siendo traducidas en un óptimo desempeño reproductivo favorable al ganadero (Franco y Luis, 2012).

Anestro

El anestro Postparto se lo define como el periodo después del parto en la cual las vacas no presentan señales de retorno al estro. Los principales factores que afectan la duración del anestro postparto son el estado nutricional (condición corporal) y el amamantamiento. Algunos otros factores como la raza, edad, número de partos, producción de leche, temporada de parto, presencia del toro, involución uterina, distocias y estado de salud general modulan los efectos provocados por estos dos factores principales. Las ganaderías en el trópico se caracterizan por presentar una baja producción por animal, y fluctuaciones entre épocas, ya que durante la época de lluviosa los animales se encuentran relativamente bien alimentados, produciendo a su máxima capacidad; pero en la época seca la alimentación es pobre, reduciendo notablemente la producción y reproducción (Báez y Grajales, 2009).

Por lo frecuente el ciclo sexual de una vaca no requiere de la estación climática, el estro se observa cada 21 días con un promedio de 18 a 24 días. En el cual el día del celo se lo conoce como el día cero, siendo relativamente corto con una duración media de 18 horas y un rango de 4

a 24 horas. La ovulación tiene lugar unas 30 horas después del comienzo del celo, presentándose una vez concluido este. El blastocisto (células embrionarias) llega al útero alrededor del día 5. La gestación dura 279-290 días. El intervalo desde el parto a la primera ovulación varía ampliamente en función de la raza, nutrición, producción de leche, estación y presencia del ternero lactante. La primera ovulación postparto frecuentemente no va acompañada de comportamiento de celo y se conoce como celo silencioso (La Torre, 2001).

Metodología

La presente investigación se realizó mediante un diseño experimental completamente aleatorizado en campo con doce repeticiones. Este estudio tuvo como objetivo fundamental mostrar la importancia de la aplicación de los conocimientos del diagnóstico de la edad mediante la estructura dentaria asociado a la implementación de la tecnología de inseminación artificial. En rebaños de ganado bovino mestizo *Bos indicus* x *Bos taurus* carentes de registros reproductivos.

El estudio se efectuó en el cantón Rocafuerte, donde la población ganadera está conformada por aproximadamente 7869 unidades bovinas, distribuidas en 422 predios (Agrocalidad, 2018), las cuales se encuentran agrupadas en dos asociaciones ganaderas denominadas Asociación Agropecuaria de la zona alta del cantón Rocafuerte, Asociación de Ganaderos Rocafuerte.

Para la realización del estudio se utilizaron 120 vacas mestizas *Bos indicus* x *Bos taurus* distribuidos en 12 predios del cantón Rocafuerte bajo sistema de crianza extensiva, alimentadas a base de pasto natural y suplementadas en período seco con panca de maíz.

En los 120 animales seleccionados [(N= 10) por cada unidad], se realizó diagnóstico ginecológico de la actividad ovárica y estructura del aparato genital mediante ecografía. Para la visualización de las estructuras ováricas y uterinas se utilizó un equipo MINDRAY (Veterinary Use Only) Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, MODEL DP-30Vet (Nanshan, Shenzhen, 518057, P, R, China), provista de dos conectores (encargado de transmitir la señal eléctrica a los cristales) con transductor de 5, 8.5 MHz los cuales son los adecuados para realizar el diagnóstico de preñez en bovinos (Sánchez, 2012).

Se utilizó como criterio de inclusión y los siguientes:

- Edad de vacas. > 4 a 8 años
- Peso vacas. > 450 kg

- Libre de patologías hereditarias
- Vacas sin patológicas o defectos anatómicos (principalmente se basó ubres, cérvix, útero, vulva)

Como rasgo de exclusión se consideró lo siguiente:

- Vacas gestantes con ternero al pie
- Vacas con trastornos estructurales del aparato genital

Previo a la realización del programa de inseminación artificial todos los animales seleccionados fueron desparasitados externamente con Ivermic + A, D3, E al 1% (Laboratorio Microsules) con una dosis de 1 ml por cada 50 kg de peso vivo, Calfosal de (Tadec), aplicada a libre disposición de las vacas para su consumo diario por un lapso de quince días.

Una vez seleccionados los animales se identificaron con aretes verdes de Agrocalidad y fueron registrados en una base de datos (Excel). En esta base de datos se registró los siguientes.

- Edad del ternero
- Días abiertos
- Vacas Inseminadas
- Vacas gestantes: 21 días, 45 días posteriores a la inseminación artificial.

Con el fin de implementar el programa de inseminación artificial, los animales se sometieron al siguiente protocolo de IATF: día cero: aplicación del dispositivo intravaginal bovino (DIB) que contenía 1.2 gr. progesterona, más inyección de 2.0 mg de benzoato de estradiol en vacas adultas y 1 mg en vaconas. Día ocho: Retiro del DIB más la aplicación 2.0 ml de D+Cl prostenol, más retiro de los terneros por 48 horas en el caso de las vacas adultas, separación de toros al comienzo del protocolo. Día nueve: inyección muscular de 1 mg de benzoato de estradiol en vacas adultas, 0.5 mg de estradiol en vaconas. Día diez: inseminación artificial 30 horas después de la aplicación del benzoato de estradiol.

Se procedió a evaluar a los ganaderos de forma subjetiva, según el desempeño que demostraba en los protocolos de sincronización e inseminación artificial, dándole participación individual en el manejo hormonal, manejo termo, preparación de pistola y llegada al blanco para el depósito del semen, para lo cual previamente se realizó una capacitación en inseminación.

Análisis estadístico

Se ordenaron los datos para los análisis descriptivos, los cuales están representados en tablas estadísticas para su análisis detallado de los resultados. Además, se efectuó un análisis de comparación de proporciones y prueba de correlación. Se consideró como variables Independientes: Protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo y como variables Dependientes: número de vacas preñadas, número de vacas vacías, número de vacas preñadas a los 21 días y número de vacas preñadas a los 45 días. Estos análisis estadísticos se lo realizo empleando el programa Minitad.

Resultados

Con el presente trabajo se realizó en el campo para la transferencia de biotecnologías en aplicación de conocimiento y destrezas adquiridas durante el proceso de la maestría donde se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 1 Promedio de la edad de los terneros y días abierto de las vacas mestizas Bos indicus x Bos taurus objeto de estudio

Variables	n	Media	DS	Mínimo	Máximo
Edad de los terneros (meses)	120	4.70	1.33	3.00	8.00
Días abierto(días)	73	140.96	39.9	90.0	240.0

Según los datos la edad de los terneros y los días abiertos estimados mostraron una alta variabilidad. Acorde con estos cálculos, en estas vacas se perdió entre 4 a 11 ciclos estrales lo cual representa una significativa pérdida económica si se tiene en cuenta que cada día vació a partir del día 60 posterior al parto equivale a un déficit de 2.00 USD.

Resultados del programa de IATF

- a) Preñez

El protocolo desarrollado en los diferentes hatos manifestó varios resultados por las diferentes interacciones encontrada en cada fase del desarrollo de la ejecución de la biotecnología. De acuerdo con los resultados se inseminaron 120 vacas de ellas el 20.00 % (24/120) de las vacas inseminadas retornaron al celo a los 21 días después de la inseminación. Esto indica, fallos en la ovulación, fertilización o pérdidas embrionarias precoces. Mientras el retorno a los 45 días fue del 14,17 % (17/120). Esto indica la ocurrencia de anestro posterior a la inseminación o aborto.

Tabla 2 Porcentaje de preñez y perdidas de la gestación en vacas mestizas Bos indicus x Bos taurus posterior aun programa de IATF

Variable	N	Porcentaje
Vacas Inseminadas	120	100
Retorno al servicio 21 día	24	20,00
Retorno al servicio 45 días	17	14,17
Vacas preñadas	79	65,83

Resultado de las correlaciones entre la edad de los terneros de las vacas inseminadas y la preñez

Se aplicó correlaciones a las variables medidas para demostrar el grado de asociación que existe entre ellas. Según los resultados se obtuvo una correlación negativa no significativa entre la edad de los terneros y positiva entre la edad de la vaca la tasa de preñez ($r=0.012$). Así como el retorno al celo a los 21 ($r=0,1.639$). Pero, una alta correlación (0.738) indicando que el valor entre mayor número de vacas que no repitan celo a los 21 días, menor será el número de vacas que repitan celo a los 45 días aumentando la concepción por inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Capacitación

Se impartió seminarios de capacitación a doce ganaderos y vaqueros que operan al ganado en los hatos objeto de estudio sobre el manejo de las hormonas de un protocolo definido para la sincronización del celo de las vacas, el segundo paso fue capacitarlos en el manejo del semen e inseminación artificial y manejo del termo.

Se realizó una evaluación del entendimiento de la biotecnología introducida en los predios ganaderos. Se corroboró que el (75%) de los participantes lograron comprender el manejo del

protocolo y los aspectos teóricos de la inseminación artificial y en la práctica solo el (25%), lograron manejar la técnica de inseminación artificial, pero no, el protocolo de sincronización.

Conclusiones

Uno de los problemas que limita la productividad del ganado bovino en las condiciones de crianza extensiva en Ecuador y específicamente en la Provincia de Manabí y el territorio objeto de estudio en esta investigación es la carencia de registros reproductivos y productivos. Esta dificultad no permite conocer con exactitud el desempeño reproductivo y ejercer el control sistemático de los niveles de producción.

En este contexto, en la presente investigación se pudo demostrar por primera vez, que empleando el diagnóstico de la fórmula dentaria como herramienta para determinar la edad de los terneros es factible conocer el período de días abiertos que tienen las vacas y utilizando nuevas o viejas tecnologías como la inseminación artificial y la sincronización de celo, efectuar un control del manejo y mejorar los índices del desempeño reproductivo.

En los resultados obtenidos en la presente investigación fue evidente que el número de días abierto es prolongado lo que permite afirmar que se trata de un elevado anestro postparto dado que no fueron detectadas alteraciones infecciosas del tracto genital o hereditario en el grupo de animales investigados e incluidos en el estudio. Este problema es causa de grandes pérdidas económicas que no son registradas o evaluadas por los productores por carecer de un adecuado registro de los eventos reproductivos (Báez et al., 2015). En este sentido, el procedimiento de diagnóstico utilizado puede contribuir a ampliar el espectro y mejorar el efecto del servicio veterinario en el campo.

Vergara et al., (2009), describen que a medida que una vaca entra a su etapa reproductiva más temprano mayor es el número de terneros y leche producida por año de vida y por consiguiente mejorando la productividad del hato y leche producida por año de vida y la productividad es mayor en el hato.

La inseminación artificial como se ha destacado en múltiples estudios, es una antigua tecnología que permite un control efectivo del manejo reproductivo y es la de mayor eficiencia para introducir la mejora genética en los rebaños bovinos.

La aplicación de esta tecnología en los predios objeto de estudio mediante el protocolo desarrollado presentó resultados favorables con una tasa de preñez similar a la obtenida en países

desarrollados y en vía de desarrollo (García et al., 2001) y más bajo a los informados por Fernández et al., (2017). Es obvio que este resultado estuvo asociado a la acertada contribución de los ganaderos y la correcta aplicación de las herramientas biotecnológicas usadas.

De acuerdo con los datos aportados por esta investigación que los ciclos anovulatorios, no fertilización, las pérdidas embrionarias o el anestro posterior a la IA y el aborto son causas importantes de las fallas de los servicios de inseminación artificial. Estos problemas pudieron estar asociados al estado de la actividad ovárica de las vacas al inicio del tratamiento, la falta de habilidad del técnico inseminador, el uso del diagnóstico precoz de la gestación mediante ecografía (< 45 días). Estos hallazgos son similares a los informes de García et al., (2001); Pedroso (2003) y Ngula (2011). En esta dirección bajo estas condiciones de explotación sería y utilidad emplear procedimientos de identificación precoz de la gestación e inducción del retorno al servicio de las hembras no gestantes (Roller, 2007).

En conclusión, la edad de los terneros mediante la fórmula dentaria es una herramienta adecuada para estimar los días abiertos en vacas de predios donde no existen registros reproductivos, la implementación de un programa de inseminación mediante un protocolo de IATF tuvo un desarrollo aceptable, las pérdidas de la preñez fueron asociadas a los trastornos funcionales, no fertilización, anestro posterior a la IA y el aborto precoz y los productores mostraron una adecuada aptitud para la asimilación de los procedimientos y biotecnologías implantadas.

Referencias

1. Agrocalidad (2018). Sifae Agrocalidad. Obtenido de Sifae Agrocalidad: <https://sistemas.agrocalidad.gob.ec/sifae/>
2. Ayala, Luis e. (9 de 02 de 2017). Ultrasonografía y fisiología de la reproducción. Cuenca, Ecuador.
3. Arteaga, F., Hurtado, E., Velásquez, E., Macias, J., & Zambrano, J. (2016). Reutilización de dispositivo intravaginal (DIB 0,5 g) en novillas lecheras, posterior a la inseminación. *Revista Científica*, 16(4), 247–251. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/959/95946431009.pdf>
4. Báez, G., & Grajales, H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista MVZ Córdoba*, 14(3), 1867–1875.

5. Bellenda, D. O. (2016). <http://serviciospecuarios.com/el-ultrasonido-o-ecografia/>. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de www.ecografiavet.com: <http://serviciospecuarios.com/el-ultrasonido-o-ecografia/>
6. Bellenda, O. (2004). El ultrasonido o ecografía aplicados en la reproducción animal. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de scholar.google.com.ec
7. Bó, G. A., Cutaia, L. ., Souza, A. ., & Baruselli, E. . (2009). Actualización sobre protocolos de iatf en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Taurus*, Bs. As, 11(41), 20–34. Retrieved from www.produccion-animal.com.ar
8. Cerón, J. H. (2012). *Fisiología Clínica de la reproducción de bovinos lecheros*. Coyoacán, México: DCV F. Abril Braulio Ortiz
9. Corredor, E., & Páez, E. (2003). Aplicaciones de la ultrasonografía en la reproducción bovina: revisión. *Revista Ciencia y Agricultura*, 9(2), 29–37. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4986459>
10. Cruz, A. (2006). Principales factores que afectan la prolificidad del ganado vacuno en latinoamerica. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(10), 1–11
11. Diaz, P., & Galindo, A. (2010). Inseminacion a Tiempo Fijo Cosynch Mas Implante De Progesterona.
12. Echeverría, J. (2006). Endocrinología Reproductiva: Prostaglandina F2 α en vacas. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, VII(01), 1–12. Retrieved from <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>
13. Ernesto, L., & Velando, E. (2012). Estimulación ovárica en reproducción asistida. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v58n3/a06v58n3.pdf>
14. FranKeston, L. R. (2011). *Ganaderia de Doble Propósito Siglo XXI en los Trópicos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones
15. Fernandez, M. (2012). *Reproducción y control ecografico en vacuno*. España: SERVET
16. Franco, J., & Luis, U. (2012). Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticas rumiantes. *Biosalud*, 11(1), 41–56. Retrieved from

<https://www.researchgate.net/publication/260774498>

17. Gutiérrez, A., Contreras, C., & Díaz, J. (2000). Cómo actúa la progesterona sobre el sistema nervioso central. *Salud Mental V* (Vol. 23). Retrieved from www.medigraphic.org.mx
18. Gutiérrez, D., & Báez, G. (2014). La ultrasonografía en bovinos. *Respuestas*, 19(1), 99–106. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5364505>
19. Hafez, E. (2006). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. Mexico: McGRAW-HILL
20. Haumüller, J., & Charmandarian, A. (2007). Manejo del termo de inseminación artificial. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 15(189), 43–46. Retrieved from www.produccion-animal.com.ar
21. Hidalgo, D. (2014). Estrategias en el manejo reproductivo de la cerda para la mejora de la fertilidad. Universidad de León. Retrieved from http://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/3912/tesis_7bb00f.pdf?sequence=1
22. Hopper, R. M. (2015). *Bovine Reproduction*. Mississippi: Offices
23. Huanca, W. (2001). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. *Revista Investigación Veterinaria Perú Vet Perú*, 12(2), 161–163. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a20v12n2.pdf>
24. Klein, B. G. (2013). *Fisiología Veterinaria Cunningham*. Virginia: Fotoletra S.A.
25. La Torre, W. (2001). Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Revista Investigación Veterinaria Perú*, 12(2), 179–184. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a22v12n2.pdf>
26. Marinho, A. L. M., Socolosk, S. N. G., Gomes, S. C., Santos, R., & Castro, B. G. (2016). Artificial insemination in bovine. *Scientific Electronic Archives*, 9(I), 50– 55.
27. Mellado, M. (2012). *Producción de leche en zonas templadas y Tropicales*. Mexico: Trillas.
28. O’Callaghan, D., & Boland, M. P. (1999). Nutritional effects on ovulation, embryo

- development and the establishment of pregnancy in ruminants. *Animal Science*, 68(2), 299–314. <https://doi.org/10.1017/S1357729800050311>
29. Ochoa, R. (2013). Evaluación de la inseminación artificial convencional y profunda, con la aplicación de prostaglandinas en vacas holstein friesian. Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/530/1/Tesis.pdf>
30. Oses, M. V., Teruel, M. T., & Cabodevila, J. A. (2009). Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro. *Revista Veterinaria*, 20(2), 138–145. Retrieved from <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/1867>
31. Palma, G. (2001). *Biología de la Reproducción*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
32. Pedroso, R., & Roller, F. (2017). Mastitis, fertilidad y eficiencia de las biotecnologías de reproducción asistida en el trópico. *Revista La Técnica*, 17, 53–71. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087573>
33. Perdomo, M., Peña, L., Carvajal, J., & Murillo, L. (2017). Relación nutrición fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1–19. Retrieved from <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917.html>
34. Prieto, E., González, M., & Espitia, A. (2002). Restricción del amamantamiento en vacas del sistema cría libre. *Revista MVZ Córdoba*, 7(1), 157–161. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3297716>
35. Restrepo, G. (2008). *Biología Reproductiva aplicable a la Producción Bovina en Colombia*
36. Rippe, C. (2009). El Ciclo Estral. *Dairy Cattle Reproduction Conference*, 1, 111–116. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/265116863>
37. Romo, S. (1993). Biotecnologías reproductivas: Avances en ganado bovino. *Revista Veterinaria México*, 24(3), 44–50. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1993/vm933a.pdf>
38. Rúgeles, C. (2001). Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos. *Revista MVZ*

- Córdoba, 6(1), 24–30. Retrieved from <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/view/1062/1302>
39. Sanchez, M. F. (2012). Reproducción y Control Ecografico en Vacuno. España: SERVET
40. Segura, J., & Montes, R. (2001). Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. *Revista Biomed*, 12(3), 196–206. Retrieved from <http://www.uady.mx/~biomedic/rb011237.pdf>
41. Valderrama, R., & Robledo, E. (2012). Uso de dispositivos auriculares de nogestomet en inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos doble propósito, con amamantamiento permanente. *Rev CES Med Vet Zootec*, 7(1), 63–71. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428107006.pdf>
42. Vergara, O., Cerón, M., Hurtado, N., Arboleda, E., Granada, J., & Rúa, C. (2008). Estimación de la heredabilidad del intervalo de partos en bovinos cruzados. *Revista MVZ Córdoba*, 13(1), 1192–1196. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69313110>
43. Ward, W. R., Ribadu, A. Y., Harvey, D., & Dobson, H. (2000). Ultrasound and hormone profiles to monitor follicular activity in cattle after treatment with high doses of progesterone and oestradiol. *Animal Science*, 71(03), 577–583. <https://doi.org/10.1017/S1357729800055478>