

MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL Y
TÉCNICA SILVOPASTORIL

ROBINSON BAUTISTA NIÑO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA IPRED
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2018

MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL Y
TÉCNICA SILVOPASTORIL

ROBINSON BAUTISTA NIÑO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE PROFESIONAL EN
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

DOC. OMAR MORENO HOYOS
MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA IPRED
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2018

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. OBJETIVOS.....	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4. MARCO TEÓRICO	24
4.1 ANTECEDENTES.....	24
4.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO	25
4.3 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	26
4.3.1 Inseminación artificial por detección de celo.....	28
4.3.2 Inseminación artificial a término fijo	30
4.3.3 Manejo de termo y semen.....	33
4.4 SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	37
5. METODOLOGÍA	40
5.1 GENERALIDADES Y LOCALIZACIÓN.....	40
6. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE BOVINOS EN LEBRIJA.....	42
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.....	42
6.2 ESTUDIO TÉCNICO	45
6.2.1 Estudio de mercado.....	45
6.2.2 Presupuesto de establecimiento.....	48

7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	53
7.1 IMPACTO SOCIAL	54
7.2 IMPACTO AMBIENTAL	55
7.3 IMPACTO FINANCIERO.....	56
8. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de ganaderos beneficiados por el programa de genética para todos.	17
Tabla 2. Materias primas y elementos de empaques.....	49
Tabla 3. Gastos de funcionamiento	49
Tabla 4. Ingresos esperados primer año	50
Tabla 5. Egresos proyectados al año 5.....	51
Tabla 6. Ingresos proyectados al año 5	52
Tabla 7. Utilidades Brutas (Proyección).....	52

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Ciclo estral de la vaca	29
Gráfica 2. Sincronización del estro con una prostaglandina	31
Gráfica 3. Programa Ovsynch para sincronización de estro	32
Gráfica 4. Diagrama productivo	45

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Termo.....	34
Imagen 2. Algunos de los elementos utilizados para efectuar la inseminación	35
Imagen 3. Algunos elementos usados para la inseminación artificial	36
Imagen 4. Capacitación sobre Ganadería productiva y limpia en zona rural de Lebrija	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Capacitación sobre inseminación artificial en zona rural de Lebrija	63
Anexo B. Palpación rectal de la hembra a inseminar.....	65
Anexo C. Preparación para la inseminación	66

RESUMEN

TÍTULO: MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL Y TÉCNICA SILVOPASTORIL*

AUTOR: ROBINSON BAUTISTA NIÑO**

PALABRAS CLAVE: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, SILVOPASTORIL, RENTABILIDAD, PRODUCTIVIDAD.

DESCRIPCIÓN:

Los altos niveles de competitividad en la producción de carne y leche a nivel mundial, ha conllevado a que se implementen técnicas de mejora genética que aumentan la productividad en términos de calidad y cantidad. Sin embargo, a nivel nacional la implementación de las mencionadas biotecnologías aún es obsoleta.

Una de las técnicas de mejoramiento genético más eficiente es la inseminación artificial, cuyo uso representa un aumento en los indicadores de rentabilidad. Si este proceso se acompaña del uso eficiente de recursos naturales por medio de técnicas silvopastoriles, los resultados serán claramente representados en mejoras productivas en cantidad y calidad de productos finales.

Por las razones anteriormente expuestas, este trabajo tiene como propósito evidenciar los resultados de la implementación la inseminación artificial en el municipio de Lebrija, Santander. Para hacerlo, se puso en marcha un plan de trabajo que benefició a pequeños productores ganaderos del municipio, quienes pudieron acceder a mejoras genéticas a un costo muy bajo. De esta forma, las hembras de sus hatos fueron inseminadas con semen de excelente calidad, logrando un porcentaje de preñez del 60% y consiguiendo mejorar las condiciones de productividad. Ahora bien, es importante mencionar que los resultados de estos procedimientos están sujetos a proyectos de largo plazo, aún más cuando van de la mano con el mejor aprovechamiento del pasto por medio de técnicas silvopastoriles.

De esta manera, lo que se pretende, es lograr aumentar la productividad de los pequeños ganaderos del municipio de Lebrija, mejorar las condiciones de vida y promover el desarrollo de actividades ganaderas más amigables con el medio ambiente.

* Trabajo de grado.

** Instituto De Proyección Regional Y Educación a Distancia IPRED. Producción Agroindustrial. Director: Omar Moreno Hoyos

ABSTRACT

Title: GENETIC IMPROVEMENT IN CATTLE: ARTIFICIAL INSEMINATION AND SILVOPASTORAL TECHNIQUE*

Author: ROBINSON BAUTISTA NIÑO**

Keywords: artificial insemination, silvopastoral systems, profitability, productivity.

Description:

The high levels of competitiveness in the production of meat and milk at the global level, has led to the implementation of genetic improvement techniques that increase the productivity in terms of quality and quantity. However, at the national level, the implementation of the aforementioned biotechnologies still is obsolete.

One of the techniques of more efficient genetic improvement is the artificial insemination, the use of which represents an increase in the profitability indicators. If this process is accompanied by the efficient use of natural resources by means of silvopastoral techniques, the results will be clearly represented in productive improvements in the quantity and quality of final products.

For the reasons set forth above, this work aims to show the results of the artificial insemination implementation in the town of Lebrija, Santander. To do this, you set in motion a plan of work that benefit to small-scale livestock producers in the municipality, who were able to access to genetic improvements at a very low cost. In this way, the females of their herds were inseminated with semen of excellent quality, achieving a pregnancy rate of 60% and improving the conditions of productivity. However, it is important to mention that the results of these procedures are subject to long-term projects, even more when they go hand in hand with the best use of the grass by means of silvopastoral techniques.

In this way, the intention is to increase the productivity of small farmers in the town of Lebrija, improve living conditions and promote the development of livestock activities more friendly with the environment.

* Grade level work.

** Institute Of Regional Outreach and Distance Education IPRED. Agro-industrial production. Director: Omar Moreno Holes

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el sector de ganadería bovina es considerado como uno de los más dinámicos del mercado, dada la alta demanda de productos vacunos derivados, especialmente leche y carne. Estos productos históricamente han estado asociados al consumo humano, por lo que tiene una fuerza de mercado atada a la cultura, convirtiéndose en alimentos que, aunque tienen sustitutos, la demanda se mantiene alta.

Por la ubicación geográfica de Colombia, en plena zona tropical, su territorio se convierte en un país viable para la producción ganadera, contando con tierras aptas para su explotación. La variedad de clima también se puede aprovechar para los diferentes intereses productivos. Sin embargo, estas características per se no convierten al país en un productor de carne y leche por excelencia, sino que se requieren procesos de modernización e implementación de medidas que permitan aumentar la competitividad a nivel internacional.

En Colombia, el sector ganadero presenta varios inconvenientes relacionados con la baja productividad. Grandes superficies de tierra son utilizadas para la ganadería extensiva, pero aun así no hay un auge ganadero que permita alcanzar los niveles de competitividad internacional. De ahí, que las consecuencias no sean solo en términos de ineficiencia productiva de la industria ganadera, sino también se convierte en un problema ambiental por la erosión del suelo a causa del uso irresponsable del mismo. Es decir, la ganadería en Colombia requiere de la implementación de sistemas silvopastoriles que ofrezca soluciones a los dos problemas planteados, optimizando las condiciones para incrementar la rentabilidad y plantear un sistema de ganadería sostenible.

Los bajos niveles de productividad de la ganadería nacional también pueden estar relacionado con la lentitud de los procesos de reproducción bovina y por el poco uso de las inseminaciones artificiales, especialmente en zonas remotas como las fincas, constituyendo un problema doble para el productor: lejanía de los centros de mercado y poca capacidad de mejora productiva por medio del uso de biotecnologías reproductivas.

En este orden de ideas, la intención de este proyecto es elaborar una propuesta para la mejora de la actividad ganadera, demostrando cómo la utilización de biotecnologías como la inseminación artificial en bovinos doble propósito, puede mejorar las tasas de producción del hato ganadero, haciendo más rentable el sector y mejorando las condiciones de vida del pequeño y mediano productor.

El mejoramiento genético de bovinos por inseminación artificial tendría efectos potenciales sobre la economía nacional al posibilitar el aumento de los niveles de exportación de diferentes variedades de productos derivados de la ganadería, como la leche y la carne.

No obstante, este proyecto también se orienta a presentar los procesos de mejora genética complementarios a la modernización e implementación de sistemas silvopastoriles, teniendo en cuenta la importancia de hacer ganadería ecológicamente sustentable, que adicionalmente optimiza los recursos naturales de las fincas ganaderas, contribuyendo a la rentabilidad de la ganadería en el pequeño y mediano productor. Es importante mencionar que la mejora de los pastos se puede empezar a implementar desde antes de iniciar los procesos de inseminación con el objeto de que las hembras estén en buenas condiciones nutricionales. Sin embargo, no es indispensable porque las técnicas de mejora silvopastoril son proyectos que en general se hacen a largo plazo y que se pueden adecuar antes, durante y después de hacer las inseminaciones, pues son dos

procedimientos complementarios que se reflejaran en la producción ganadera, tanto en calidad, como en cantidad.

El proyecto se va enfocar en el municipio de Lebrija (Santander), que cuenta con una población de productores ganaderos a pequeña y mediana escala, con necesidades de mejoras productivas teniendo en cuenta las características propias del hato ganadero que se maneja (doble propósito) y las condiciones naturales relacionadas con las propiedades del suelo. Se debe resaltar que el municipio está cerca de centros de comercialización, lo que es una ventaja para el productor.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy día las exigencias de los mercados internacionales demandan mayor eficiencia por parte de las empresas ganaderas, por lo tanto, el mejoramiento genético es una de las herramientas que tiene el ganadero para hacer más productiva cualquier tipo de explotación bovina, con la implementación de nuevas razas que se adapten bien a los propósitos del productor y a los requerimientos de un mercado cada vez más competitivo y especializado.

Colombia se ha destacado a nivel internacional por la productividad y calidad de productos como el café y las flores, así como también por tener gran riqueza natural, convirtiéndose en un atractivo turístico. Sin embargo, en lo relacionado con la actividad ganadera, no es muy destacada en el ámbito extranjero. De hecho, según datos de la *Food And Agriculture Organization (FAO)* de 15.291.000 toneladas de carne bovina producida en Suramérica en el año 2016, Colombia solo aporta 786.000, aproximadamente un 5%¹. Respecto a la producción de leche, Colombia produjo el 10,6% del total de 64.574.000 toneladas que generaron los países suramericanos en el mismo año².

Este atraso relativo en comparación con países como Brasil o Argentina a nivel regional, o los países asiáticos como mayores productores de carne vacuna, puede estar relacionada con el manejo reproductivo poco eficiente de los hatos en el país. La pequeña y mediana ganadería no hace uso de herramientas de mejoramiento genético como la inseminación artificial, que incrementa las condiciones productivas del ganado, ofreciendo mayores ganancias anuales.

Al evidenciar esta problemática, en el año 2008 la Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán, el Fondo Nacional del Ganado, FNG, y la Fundación

¹ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food Outlook. Biannual report on global food markets. Junio de 2017, p. 119.

² *Ibíd*, p. 123.

Colombia Ganadera, Fundagán, se propusieron implementar el programa *Genética para todos*, con el objetivo de mejorar el recurso animal, mediante la adquisición de pajillas, que son donadas por productores de ganaderías como Cebú, Holstein, Pardo Suizo & Braunvieh, Ayrshire, Simmental y Simbrah, en aras de hacer parte de la construcción del tejido social en cada región del país. [...] y posteriormente distribuir las pajillas entre los ganaderos que cumplan con los perfiles establecidos por el programa, fomentar la inseminación artificial, insertar características genéticas élite dentro de sus hatos y elevar sus indicadores productivos.³

Este programa fue reconocido internacionalmente por los beneficios que trajo sobre pequeños productores de regiones como Trinidad, Ibagué, Cúcuta, Tame, Chiquinquirá, Bucaramanga, Tuluá, Pasto, Duitama, Magangué, Cundinamarca y Pivijay. En la tabla 1 se ilustra el número de beneficiarios del programa en el periodo 2009-2014.

Tabla 1. Cantidad de ganaderos beneficiados por el programa de genética para todos.

Año de ejecución	Número de ganaderos beneficiados
2009	323
2010	739
2011	651
2012	483
2014	89
Total	2285

Fuente: ANZOLA, Héctor, et. al.

A diciembre de 2014 el programa contaba con un inventario de pajuelas de 44.341 dosis, de las cuales el 23% corresponde a ejemplares de Bovinos Criollos, el 20% a la raza Holstein, el 19% a la raza Brahman, un 16% de material de la raza Gyr,

³ GÓMEZ, Luisa. 'Genética para Todos' nació para mejorar la ganadería en Colombia. En: Contexto ganadero (2 de marzo de 2015). Disponible en línea: <http://www.contextoganadero.com/reportaje/genetica-para-todos-nacio-para-mejorar-la-ganaderia-en-colombia>

11% correspondiente a la raza Pardo Suizo, 5% de la raza Simmental, 3% de raza Braunvieh, 2% de la raza Ayirshire y 1% de Braford.⁴

Por otra parte, el *Programa de inseminación artificial*, surgió en el año 2012 como una alternativa para llevar a las fincas aledañas a la ciudad de Bucaramanga la técnica de inseminación artificial. Hasta el año 2015, el programa logró beneficiar a más de 140 familias ganaderas ubicadas en los corregimientos aledaños al área metropolitana de la capital de Santander. En el periodo de vigencia, se logró hacer aproximadamente 350 inseminaciones por año. Adicional a ello, los productores también recibieron “asistencia técnica en materia de sanidad, inocuidad, manejo y alimentación, por lo que el programa les brindó un apoyo integral a los pequeños y medianos ganaderos de las veredas bumanguesas”⁵.

Con estos programas, queda demostrado el interés de las autoridades en materia del sector ganadero, por mejorar las condiciones genéticas de los bovinos con el objetivo de mejorar los niveles de productividad y las condiciones de vida, especialmente del pequeño y mediano productor.

A nivel municipal se propuso el proyecto *Mejoramiento de la actividad ganadera doble propósito en el municipio de Lebrija*, “diseñado para una acción integral de mejoramiento sostenido de la producción ganadera doble propósito con una concatenación lógica de mejoramiento y disponibilidad de pastos, mejoramiento genético de vacunos y adecuación de corrales”⁶. A partir de esta experiencia, surgió el presente proyecto, como una alternativa para ofrecer al pequeño y mediano ganadero, la oportunidad de acceder a mejores condiciones genéticas para sus hatos ganaderos, y asesoría relacionada para mejorar el manejo

⁴ ANZOLA, Héctor; OSORIO, Carlos; CARDONA J.F.; RESTREPO J.R.; GARCIA C.; y RINCÓN J.S. genética para todos, un programa colombiano a alcance de los pequeños ganaderos. En: Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, vol. 6, no unknown, (2015); p. 65.

⁵ Programa de inseminación artificial alcanzó cobertura del 90 %. En: Contexto ganadero (1 de junio de 2015). Disponible en línea: <http://www.contextoganadero.com/regiones/programa-de-inseminacion-artificial-alcanzo-cobertura-del-90>

⁶ ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE LA REGIÓN DE LOS YARIGUIES (AGANAR). Mejoramiento de la actividad ganadera doble propósito en el municipio de Lebrija. 2016.

silvopastoril de sus predios. La implementación de este proyecto trajo consecuencias favorables sobre las variables financieras del pequeño productor ganadero del municipio de Lebrija y adicionalmente contribuyó al desarrollo sostenible de los medios de producción agropecuaria.

Los principales problemas para la implantación de las biotécnicas reproductivas en el país han sido la falta de formación tanto de criadores, técnicos y veterinarios, quienes por décadas han subvalorado las bondades de la biotecnología reproductiva. Mediante la Biotecnología Reproductiva es posible aumentar la productividad de los procesos ganaderos porque se utilizan animales seleccionados, se disminuye la probabilidad de presentación de enfermedades reproductivas y se obtienen mejoras en el manejo reproductivo.

Adicionalmente, a esta problemática se suma la deficiencia en la implementación de programas silvopastoriles que promuevan la ganadería sostenible, incorporando la siembra de árboles en los potreros, y protegiendo los bosques nativos de las fincas. Es innegable el deterioro que presenta los suelos que han sido sometidos por largo tiempo a prácticas ganaderas, por ello,

FEDEGÁN–FNG desarrolló y gestionó junto con CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (Fondo Acción), The Nature Conservancy (TNC), y los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el proyecto “Ganadería Colombiana Sostenible”, ante el Global Environment Facility – GEF y el Directorio del Banco Mundial (como administrador de los fondos del GEF).

El objetivo de desarrollo del proyecto es lograr el uso sostenible de los recursos naturales en fincas ganaderas en las áreas del proyecto en Colombia mediante la adopción de sistemas silvopastoriles amigables con la biodiversidad que permitan mejorar la productividad y la

conservación de la biodiversidad de importancia global y reducir la degradación de suelos.⁷

Con la implementación de estos programas en algunas zonas estratégicas, el programa buscó concientizar a los ganaderos de los beneficios que se obtienen al adecuar a los patrones productivos sistemas silvopastoriles, destacando la garantía de alimento anual para el ganado (pastos), el aumento de la capacidad de carga por potrero, mayor producción y mejora de la calidad de carne y leche, mejora calidad de los suelos y las fuentes de agua y la posibilidad de garantizar la rentabilidad de la ganadería en el largo plazo⁸.

En definitiva, con estos programas de estímulo a la formalización de sistemas de inseminación artificial para mejorar genéticas en bovinos, y la adecuación de sistemas silvopastoriles, se puede evidenciar la necesidad de plantear soluciones a los limitantes del desarrollo competitivo de la ganadería a nivel nacional. Para el caso de la implementación efectiva de los proyectos de tal envergadura, se presta especial atención a los pequeños y medianos productores que son los que se ven más afectados por el atraso en el uso de herramientas que mejoren la rentabilidad en el mediano y largo plazo.

⁷ FEDEGÁN. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 1: Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. 2011, p. 6.

⁸ FEDEGÁN. Ganadería Colombiana Sostenible. Disponible en línea: <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia cuenta con gran potencial de desarrollo de la ganadería, pero aún no ha logrado establecer dinámicas propicias para contribuir al desenvolvimiento de un sector productivo rentable y competitivo en los mercados internacionales. El manejo reproductivo de los hatos ha sido obsoleto, por lo que hay un atraso en el uso de biotecnologías que permitiría optimizar considerablemente los indicadores anteriormente mencionados, al igual que reducir costos y aumentar ganancias para el pequeño mediano y gran productor.

Por lo anterior, e independientemente de los intereses productivos del ganadero, sea para producción de carne, leche, ganado doble propósito o cría, el uso de la técnica de inseminación artificial es una excelente opción para introducir mejoras genéticas a un costo moderado.

Finalmente, el propósito del autor a largo plazo es que este proyecto se convierta en el programa piloto en el Municipio de Lebrija de mejoras genéticas en bovinos por medio de la inseminación artificial. Los referentes con los se cuenta están basados en las experiencias propias vividas en el municipio con muy buenos resultados, las cuales con algunos ajustes pueden ser aplicables a otras zonas. La idea es difundir el programa a las familias ganaderas del municipio y mejorar la productividad y rentabilidad del negocio ganadero en Lebrija.

El trabajo se justifica por la necesidad de los pequeños y medianos productores de mejorar su producción en cantidad y calidad de carne y leche a unos costos moderados. Por ello, el convenio con la alcaldía subsidia parte de los gastos y yo presto el servicio de asistencia.

Igualmente, otro elemento que justifica la necesidad de aplicar proyectos innovadores enfocados a mejorar la producción ganadera en el municipio de Lebrija, son las condiciones del suelo de por si pobres en nutrientes, que se empeora si no se aplican modelos de producción sostenibles en el largo plazo. Por ello, las capacitaciones en sistemas de producción silvopastoriles y la asesoría que se brindan son de vital importancia desde el punto de vista ambiental, cuidando los recursos naturales y sembrando árboles y pasto que contribuyen a contrarrestar los efectos de erosión del suelo de uso ganadero, y por otra parte, mejora las condiciones para obtener mejores resultados del ciclo de producción de los bovinos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el material genético bovino regional de acuerdo con la oferta ambiental del hato del municipio de Lebrija (Santander) utilizando la técnica de inseminación artificial.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Mejorar la producción en calidad y cantidad lechera y cárnica de los pequeños y medianos productores pecuarios del Municipio de Lebrija, Santander.
- ✓ Aplicar las técnicas de inseminación artificial procurando la mejor descendencia para la producción leche y carne.
- ✓ Optimizar los recursos con que cuenta el predio para la producción de leche y carne, buscando promover la mejora de los pastos que garanticen alimento de calidad a los hatos ganaderos del municipio de Lebrija.
- ✓ Capacitar a los ganaderos del municipio de Lebrija sobre la implementación de sistemas de silvopastoriles, con el fin de contribuir a concientizar sobre los beneficios de la ganadería sostenible sobre el medio ambiente y la rentabilidad de la producción.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES

A nivel mundial se ha optado por utilizar la inseminación artificial como un mecanismo de mejora genética exitoso. Desde que se popularizó el uso de esa biotecnología para la mejora productiva de los hatos ganaderos en Estados Unidos a mediados de los años cuarenta del siglo pasado, esta herramienta se ha convertido en el aliado estratégico de los ganaderos que buscan diversificar y mejorar su producción, sin tener que costear un toro de raza pura.

En los últimos años ha aumentado la demanda por semen de las mejores razas productivas, para carne y leche. En el país se ha implementado el mecanismo, especialmente en casos de la gran ganadería, especialmente por el alto nivel educativo y de capacidad adquisitiva, con el objetivo de estar pendientes de generar procesos de innovación que posibiliten mejorar la rentabilidad del negocio. Partiendo de la anterior situación, los gremios ganaderos han buscado acercar estas herramientas a los pequeños y medianos productores, por medio de programas como “*Genética para todos*” o los “*Programas de inseminación artificial*” que se incorporaron en la política de las entidades encargadas, ofreciendo capacitación y materia prima para hacer mejoras genéticas a muy bajo costo, y procurando llegar a diferentes regiones del país.

Como referentes en la región se contó con un proyecto similar que fue liderado por la Epsagro, que básicamente perseguía el objetivo de mejorar las condiciones del negocio ganadero a pequeña escala en el municipio de Lebrija. Este proyecto se desarrolló en 2014 y consistió en entregar a 120 ganaderos, pajillas para inseminación artificial. El semen que se entregaba era de la raza que el beneficiario requiriera para mejorar su desempeño. Posteriormente en el año

2016, se ejecutó un proyecto en convenio con la Asociación Aganar y la Alcaldía Municipal, beneficiando a 15 productores de la zona ganadera del municipio por medio de capacitaciones en la práctica de I.A, BPA y BPG e inseminando 120 animales a término fijo. Así mismo este convenio entregó un banco de semen de 300 pajillas de diferentes razas para beneficio de los productores.

4.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO

El mejoramiento genético es el arte y la ciencia que permite incrementar el rendimiento o productividad de carne y leche, incrementando la resistencia o tolerancia a los agentes bióticos y abióticos que se presenta en la especie bovina a trabajar, reflejados en la calidad de producto a ofertar permitiéndonos mediante la selección y mejora estabilizar mayores niveles productivos y de adaptabilidad en la descendencia bovina y asegurar la conservación a largo plazo de la variabilidad genética. Como beneficio directo de esta práctica, se logra mejorar la calidad de vida y el fortalecimiento de los ingresos de las familias ganaderas de la región.

Para decidir las opciones de mejoramiento genético que se pueden aplicar a un hato, es fundamental conocer las condiciones del entorno en que se desarrolla la actividad productiva y la calidad genética de los ejemplares que serán sometidos al procedimiento, tomando en consideración que estas decisiones tienen impacto en el mediano y largo plazo.

La FAO sintetiza en seis factores que se deben tener en cuenta en el desarrollo de un programa de mejoramiento genético de bovinos:

“las especies de animales involucradas; el tipo de características consideradas; la disponibilidad, accesibilidad y asequibilidad de las diferentes razas; el ambiente de producción; el horizonte temporal para el mejoramiento genético planificado (mejoramiento en raza pura generalmente conlleva más tiempo que el mejoramiento por

cruzamiento); y la infraestructura del sector ganadero y los recursos asignados para el programa”⁹.

A nivel mundial son varios los métodos utilizados para mejorar los hatos ganaderos, algunos son de más sencilla aplicación como la inseminación artificial o la estimulación hormonal y superovulación, y otras biotecnologías más complejas como la transferencia de embriones, la producción *in vitro*, la aspiración folicular de oocitos, el sexaje de espermatozoides y embriones, y la criopreservación de gametos y embriones bovinos¹⁰.

Pese a los beneficios del uso de estas técnicas de mejora genética en bovinos, en Colombia aún no son muy utilizadas por el atraso en biotecnologías, incluso en las más sencillas, y más aún en las biotecnologías más complicadas que requerirían mayores montos de inversión.

4.3 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial es una de las técnicas más utilizadas en procesos de mejoramiento genético, por ser una herramienta reproductiva sencilla y relativamente económica. Entre las ventajas de esta técnica se puede mencionar que se le permite hacer cruces rápidos para mejorar algunas características de las cabezas de ganado, utilizando semen de toros de razas acordes a los propósitos productivo del ganadero.

Una de las principales ventajas que ofrece la inseminación artificial es la reducción de los costos asociados a tener un macho reproductor que consume gran cantidad de alimento anual, litros de agua, y expone a los lotes a enfermedades de trasmisión sexual. Es decir, es más barato asumir los costos de la inseminación

⁹ FAO. Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos. Roma, Directrices FAO: Producción y sanidad animal, 2010, p. 73.

¹⁰ RESTREPO, Giovanni. Biotecnologías Reproductivas Aplicables a la Producción Bovina en Colombia. Grupo de Investigación en Biotecnología Animal (GIBA). Medellín, 2007

artificial, que tener un macho de monta con mayor riesgo, más costos y menos vida útil.

Además, con la inseminación artificial se aprovecha de mejor manera el semen bovino, en el sentido de que en una monta natural el macho deposita en la hembra todo el semen producido en una eyaculación, mientras que con la inseminación artificial se puede hacer uso más efectivo del semen, congelando el restante y preservándolo en el tiempo.

Otras ventajas que se pueden mencionar es que hay mayor control de la tasa de fertilidad y que en comparación con otras técnicas de mejoramiento genético (como la transferencia de embriones), la inseminación artificial es muy económica. Sin embargo, se debe resaltar que la efectividad del uso de esta técnica depende en gran parte del conocimiento y cuidado que tenga el inseminador a la hora de realizar el procedimiento.

Es importante mencionar que la nutrición de las hembras a inseminar es fundamental, pues en la alimentación y cuidado reside en parte la efectividad del método. Vacas sanas están mejor dispuestas para acortar los ciclos de reproducción, que a fin de cuentas es el objetivo que reducirá costos y hará más eficiente la producción. En este sentido, el manejo silvopastoril de las fincas ganaderas es fundamental para complementar los procesos de mejora de las características productivas de los bovinos.

Además, el diagnóstico del estado del animal permite estimar el grado de fertilidad del animal, razón por la cuál es fundamental realizar “un examen ginecológico (mediante palpación rectal) de las hembras que van a recibir servicio, con el fin de

separar del plantel a los animales con escaso desarrollo genital y/o anormalidades en el tracto reproductivo”¹¹.

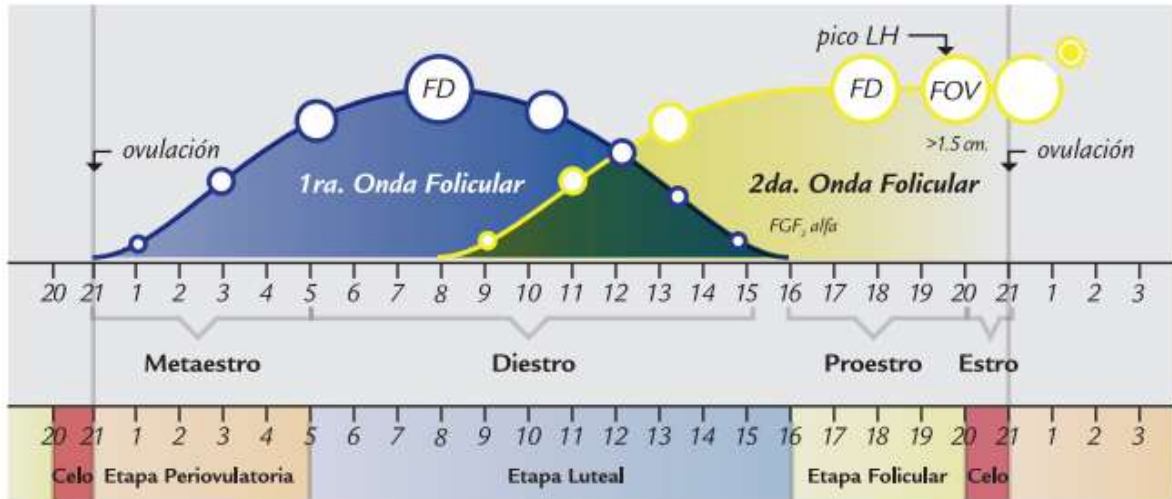
Ahora bien, hay unas recomendaciones básicas para tener en cuenta con el fin de que el procedimiento de inseminación sea exitoso. Primero, se deben analizar las condiciones de bioseguridad, tomando en consideración el estado de la vaca (enfermedades), las condiciones de salubridad de quien va a hacer el procedimiento de inseminación y los instrumentos a utilizar (pistola bien lavada y demás implementos esterilizados).

4.3.1 Inseminación artificial por detección de celo Para realizar la inseminación artificial por detección de celo, se debe tener en cuenta el ciclo estral de la vaca, que básicamente es el periodo comprendido entre un celo y otro. En los bovinos este periodo es de 21 días en promedio. El ciclo estral pasa por cuatro fases: “proestro, estro, metaestro y diestro, durante las cuales sucede una serie de cambios en las estructuras ováricas y concentraciones de hormonas que interactúan para que la vaca pueda estar ciclando”¹², como se muestra en la siguiente gráfica:

¹¹ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Argentina: 2004, p. 7.

¹² GUÁQUETA, Humberto. Ciclo estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 2009, vol. 56, no III, p. 163-183.

Gráfica 1. Ciclo estral de la vaca



Fuente: IÑIGUEZ, Fernando. Manipulación del Ciclo Estral en Ganado Bovino.

Quien quiera hacer inseminación artificial debe detectar muy bien la fecha de estro o celo, cuando está más elevado el nivel de estrógeno, “aumentando las contracciones del tracto reproductor femenino para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide”¹³.

A pesar de la importancia de conocer este ciclo estral, la detección de celos es el cuello de botella de los programas de Inseminación Artificial¹⁴. Gran parte del éxito o fracaso de la preñez después de la aplicación de esta biotecnología depende de la identificación y seguimiento del ciclo estral de las hembras del hato. En este sentido, “la decisión de qué vacas se deben inseminar debe sustentarse en la presencia de signos genitales de estro, de lo contrario, la fertilidad es baja”¹⁵. Algunas de las características observables de una hembra bovina en celo son:

- la aparición de moco acuoso cristalino en la vulva 2-3d antes del estro,
- la aparición de moco pegajoso cristalino en el periestro, la presencia de

¹³ Ibid., p. 165.

¹⁴ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA, Op. cit., p. 8.

¹⁵ HERNÁNDEZ, Joel y ORTEGA, Álvaro. Manual de Inseminación Artificial en Bovinos. Universidad Nacional Autónoma de México: 2009, p. 26.

tumefacción vulvar, los animales se tornan nerviosos, inquietos, en alerta, con la cabeza en alto, incrementan el acicalamiento, se mantienen en pie, realizan mayor desplazamiento, se separan del grupo, recorren las cercas, reducen levemente la rumia, el consumo y la producción de leche, la vaca en estro muge más de lo normal, intenta saltar a otras vacas, y se deja saltar quedándose quieta en el momento de mayor receptividad sexual (reflejo de permanencia), y finalmente no se deja saltar y aparece una secreción sanguinolenta 2 a 3 días después del estro.¹⁶

Como no en todas las hembras es tan evidente la etapa de celo (o los signos se pueden confundir), la identificación de celos no debe estar sujeta únicamente a la observación, sino que preferiblemente se debe llevar un registro del ciclo estral, pues esto permite identificar con mayor claridad en qué momento la vaca es más fértil y mejorando las condiciones para que la inseminación termine en la efectiva preñez de la vaca.

4.3.2 Inseminación artificial a término fijo . En estos programas la inseminación se realiza en un tiempo determinado después del tratamiento hormonal, independientemente de la conducta estral¹⁷. Esta práctica permite llevar mayor control y más planeación reproductiva del hato ganadero, lo que representa una ventaja para el productor que quiere mejorar las características genéticas de sus ejemplares. En términos generales, la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se puede definir como una técnica que nos permite mediante tratamientos hormonales, poder sincronizar la ovulación y dar servicio a varios animales en un momento determinado sin la necesidad de detección de celos. Los protocolos de IATF se pueden dividir en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y

¹⁶ RESTREPO, Op. cit., p. 20.

¹⁷ HERNÁNDEZ y ORTEGA, Op. cit., p. 26.

prostaglandina también conocidos como protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos impregnados con progesterona junto con estradiol (Bó y col).¹⁸

En las gráficas 2 se muestra el proceso para una inseminación para sincronizar el estro utilizando prostaglandina.

Gráfica 2. Sincronización del estro con una prostaglandina



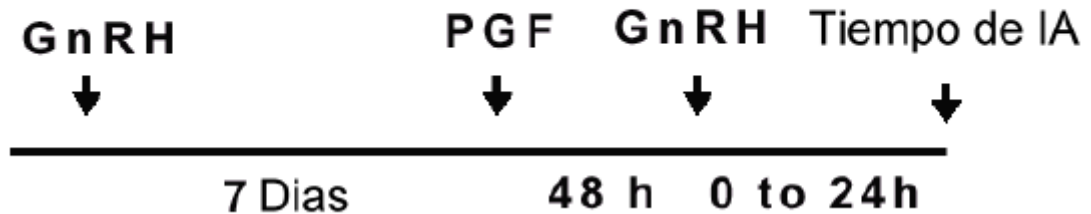
Fuente: RESTREPO, Giovanni. Biotecnologías Reproductivas Aplicables a la Producción Bovina en Colombia.

La gráfica 3 muestra el protocolo del programa Ovsynch que consiste en inyectar primero GnRH, luego de 6 o 7 días se aplica una inyección de prostaglandina (PGF 2α), y 48 horas después se proporciona una segunda dosis de GnRH, logrando “la sincronía de la ovulación con un tiempo de inseminación que puede realizarse a las 0 a 24 horas”. Es importante mencionar que esta metodología ha sido implementada en varios países, dando resultados muy positivos en las tasas de preñez.

¹⁸ MARAÑA, David. Inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos. Revista Cebu. (3 de abril de 2015). Disponible en línea: <http://www.revistacebu.com/servicios/item/254-ciclo-estral-fundamentos-para-su-manipulacion>

Gráfica 3. Programa Ovsynch para sincronización de estro

Ovsynch



Fuente: RESTREPO, Giovanni. Biotecnologías Reproductivas Aplicables a la Producción Bovina en Colombia.

El valor agregado de la IATF en comparación con la inseminación artificial por celo detectado radica en que con la primera se pueden obtener producciones más homogéneas en el tiempo, al sincronizar los tiempos de preñez de varias vacas, lo que representa también sincronización de partos y periodos lactancia y crías. Es decir, este método permite ajustar la herramienta de inseminación a las necesidades del productor en determinado momento, permitiendo planear de mejor forma la posterior comercialización de productos finales, sea carne, leche o terneros. Finalmente, se busca optimizar la relación cria/vaca/año.

Ahora bien, como se va a hacer uso hormonal para controlar el ciclo estral de las hembras del hato ganadero, es conveniente que quien realice esta práctica tenga conocimiento previo del tema, de tal forma que las mejoras genéticas que se pretenden introducir por medio del uso de pajillas con semen garantizado, no se vea interrumpido por un mal manejo de las hormonas utilizadas para la inducción del celo.

4.3.3 Manejo de termo y semen. A la hora de realizar los protocolos de inseminación artificial es fundamental debe tener cuidado con el manejo de las pajillas, primero, procurando que el semen que se compre sea garantizado, y posteriormente, que las condiciones de mantenimiento sean adecuadas para que no se vaya a dañar.

Las pajillas se mantienen dentro de un termo, que es “una especie de “garrafa” que de diferentes capacidades que conserva el frío producido por el nitrógeno líquido que contiene (Ver imagen 1). En el interior del termo se guardan las ampollas y pajillas donde están los espermatozoides, éstos se conservan vivos allí por muchos años.”¹⁹ La temperatura del termo generada por el nitrógeno líquido para mantener en óptimas condiciones el material genético debe ser de - 196 °C.

Para mantener en óptimas condiciones el material biológico que contiene el termo, los niveles de nitrógeno deben ser adecuados. Para manejar el termo se deben considerar ciertas recomendaciones: conservar el termo en lugares ventilados; mantener el tapón del termo limpio y seco, para evitar la formación de escarcha que impide la salida de vapores; al destapar el termo, evitar que los vapores nos lleguen a la cara; y no golpear el termo porque se puede romper.

¹⁹ SENA. Inseminación artificial, cartilla 4 del bloque modular “Reproducción de bovinos”. 2004, p. 1985.

Imagen 1. Termo



Para trasladar la pajilla al lugar donde se llevará a cabo la inseminación, se debe tener un termo transportador, que asimile las condiciones del otro. Entre las precauciones que se debe tener con este termo, es dejarlo con condiciones de ventilación adecuadas para que no se explote por el nitrógeno y se dañen las pajillas que contiene (si va en carro, deje abiertas las ventanillas). Igualmente se debe evitar que el nivel de nitrógeno esté por debajo del 10% porque si se queda sin carga, se daña todo lo que tenga dentro. Por ello, es recomendable que la persona encargada de transportar el semen lleve reserva de nitrógeno.

Es importante mencionar que para el manejo del nitrógeno se deben tomar las medidas pertinentes de seguridad, haciendo uso de guantes y gafas de protección.

En las imágenes 2 y 3 se muestran algunos elementos que se utilizan en el proceso de inseminación.

Imagen 2. Algunos de los elementos utilizados para efectuar la inseminación



Imagen 3. Algunos elementos usados para la inseminación artificial



4.4 SISTEMAS SILVOPASTORILES

Un sistema silvopastoril se define como una “modalidad de agroforestería que combina en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas, con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y otros usos complementarios”²⁰. Estos sistemas se usan en ganadería para aportar alimentación a los animales, mediante la elección del tipo de pastos y forrajes para la nutrición bovina, la construcción de cercados naturales, la siembra de árboles de sombra en los potreros (que también pueden ser maderables en el largo plazo), entre otras alternativas. En definitiva, se trata de optimizar la relación entre suelo-planta-animal.

Además de las anteriores ventajas, los beneficios de estos sistemas no se limitan a factores netamente nutricionales de la ganadería bovina, sino que contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno realizada por algunas especies, regulación del balance hídrico al conservar agua y reducir la evaporación, fijación de CO₂, diversificación de la producción (madera, leña, frutos, entre otros) y reducción del estrés calórico de los animales a través del efecto de la sombra.²¹

Es decir, en términos generales los sistemas de silvopastoreo mejoran significativamente la relación entre la productividad de la industria ganadera y el medio ambiente, contribuyendo a disminuir los efectos nocivos de la ganadería sobre el suelo. Algunos de los factores que han contribuido a perder biodiversidad y generar erosión del suelo, aumentando la vulnerabilidad de los sistemas de producción a partir de los pastos y forrajes son²²:

²⁰ FEDEGÁN. Proyecto de ganadería sostenible. Manual 4: Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. 2011, p. 5.

²¹ NAVAS, Alexander. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria N.º 19 / Enero - junio 2010, p. 117.

²² MILERA, Milagros. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en Investigación Agropecuaria, 2013, vol. 17, no 3, p. 9-

- ✓ El manejo inadecuado del pastoreo que favorece la eliminación de la cobertura vegetal y la presencia de áreas descubiertas, debido a altas largas, el sobrepastoreo, la utilización de especies mejoradas importadas que no son adecuadas para las condiciones edafoclimáticas.
- ✓ Pastos y forrajes con edad avanzada o baja calidad (a menor contenido de PB, menor digestibilidad, mayor producción de metano).
- ✓ Emplear especies de pastos y forrajes en monocultivo.
- ✓ Emplear especies de pastos y forrajes con baja capacidad de captación de CO₂.
- ✓ Poco empleo de árboles en los potreros, en las cercas y en el entorno.
- ✓ Utilización de gramíneas para corte y acarreo con baja digestibilidad, sin considerar las arbóreas.
- ✓ Deficiente balance alimentario que no consideran el mes y la evolución del ganado en desarrollo; sobre todo, en los períodos de bajas precipitaciones, que traen consigo bajas conversiones.
- ✓ Animales improductivos o que alcanzan la edad de matanza o la de incorporación a la reproducción tardíamente; por consiguiente, mayor contaminación.
- ✓ No ofrecer las cantidades necesarias de agua de beber.

La siembra de árboles en los potreros además de dar sombra al ganado, también contribuye a la creación de materia orgánica que fertiliza el suelo, cuando caen las hojas que cubren el suelo.

De lo anterior se puede deducir que la adecuación de los potreros con sistemas silvopastoriles, que incluyan la siembra de pastos y forrajes de alto contenido nutricional para el ganado, con árboles y plantas que contribuyan a la producción ganaderas (y otros usos como frutales o maderables), contribuye a mejorar las condiciones del hato en el largo plazo. Además, constituye una ventaja para el medio ambiente, al reducir los efectos negativos de las prácticas ganaderas sobre

el suelo, y, para el productor que optimiza recursos de suelo, agua y forraje, y puede diversificar su actividad productiva en una superficie limitada.

5. METODOLOGÍA

La metodología que se implementó para el desarrollo del proyecto fue de carácter práctico. Es decir, inicialmente se planteó un cronograma que planteaba las etapas de desarrollo del proyecto, enmarcado en un periodo definido, partiendo de la observación del terreno en el cual se iba a laborar, las condiciones de las hembras a las que se les aplicó el procedimiento y la presentación de los costos asociados al proyecto. Se tomaron en consideración tanto las etapas de mercado como las que contemplan las diferentes variables ecológicas y ambientales, basados en planillas de registro, control y seguimiento.

5.1 GENERALIDADES Y LOCALIZACIÓN

El municipio de Lebrija se encuentra estratégicamente ubicado cerca al área metropolitana de Bucaramanga, y es atravesado por la vía principal que conduce a Barrancabermeja, lo que la convierte en un mercado potencial. Lebrija se ubica a una altura media, con 1055 m.s.n.m., siendo un clima apto para la explotación agrícola. También en su terreno se ubican importantes empresas avícolas, para producción de carne y huevos.

El sector de la ganadería “se encuentra establecida principalmente en áreas de zonas de pie de monte y montaña, de relieve quebrado a escarpado, con pendientes que oscilan entre un 5% hasta 100% o más”²³, siendo este un limitante para el desarrollo productivo de los pequeños ganaderos, y más aún, si no tienen en cuenta la implementación de herramientas silvopastoriles que optimice el uso del suelo.

²³Información disponible en la página oficial del municipio: <http://www.lebrija-santander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>

Los pequeños productores pecuarios de Lebrija tienen una actividad de ganadería extensiva en zonas apartadas del municipio, con tecnologías poco avanzadas²⁴. En este sentido, el municipio cuenta con 5650 cabezas de ganado en total, distribuidas en 734 predios dedicados a la ganadería bovina²⁵.

²⁴ *Ibid.*

²⁵ Secretaría de Agricultura de Lebrija.

6. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE BOVINOS EN LEBRIJA

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

Con la implementación de herramientas biotecnológicas de mejoramiento genético, se persigue el fin de tratar de producir un ternero por vaca al año. Para obtenerlo, las hembras deberían tener 305 días de lactancia y 60 días de descanso copando todo el año. Para alcanzar estos objetivos, además de proceder a realizar inseminación artificial, se requiere garantizar los nutrientes y el alimento necesario para mantener elevados los niveles de productividad animal.

Partiendo de lo anterior, para poder lograr el objetivo de mejorar la cantidad y calidad de la leche y la carne producida anualmente, necesariamente se debe complementar el programa de inseminación artificial que imprima características más eficientes al hato, y consecuentemente con esto, poner en marcha un plan silvopastoril que optimice el uso de suelos destinados a la ganadería, y ofrezca alimento suficiente y de calidad a los bovinos.

Aplicando estos principios, el pequeño y mediano productor de la industria ganadera, puede obtener mayores ganancias en el corto plazo, y como consecuencia de ello, una mejora general de las condiciones de vida en el mediano y largo plazo.

Teniendo en mente estos propósitos, el presente proyecto se inscribió en el marco de otro proyecto municipal denominado “Mejoramiento de la actividad ganadera doble propósito en el municipio de Lebrija”. Básicamente el proyecto brindó las herramientas y capacitación para implementar la inseminación artificial en la pequeña ganadería, al tiempo que brindó asesoría profesional para mejorar las capacidades técnicas y los conocimientos de los productores concernientes a la

producción de pastos cultivados, balanceo de alimentos, sanidad animal y manejo de vacunos (Ver anexo A).

Como se mencionaba anteriormente, los suelos disponibles para desarrollar la actividad ganadera en el municipio de Lebrija fueron categorizado como “de baja evolución, superficiales, en áreas bastante pedregosas y moderadamente erosionadas. Son suelos pobres, con deficiencia muy marcada de elementos minerales nutritivos y pobres en materia orgánica; generalmente ácidos o muy fuertemente ácidos”²⁶. Si a esta caracterización se une un atraso en términos de usos de tecnologías que mejoren la productividad del sector, el pequeño productor de bovinos en Lebrija estaría destinado a fracasar.

En este orden de ideas, este proyecto se orientó a mejorar las productividad y rentabilidad del mediano y pequeño propietario de cabezas de ganado, ofreciendo las pajillas con que disponía el programa municipal, brindando asesoría y capacitación a las familias beneficiarias, y suministrando la prestación del servicio de inseminación artificial de bovinos a un bajo costo.

Para efectuar la inseminación, se siguieron los procedimientos de bioseguridad relacionados en el manejo del termo y del semen, la palpación para estimar el sistema reproductivo de la hembra y proceder a inseminación como tal con el uso de la pistola (Ver Anexos B y C).

Como el trabajo que se hace es procedimental, el propietario de la finca observa las condiciones de la hembra, haciendo seguimiento de la etapa de celo y llama al funcionario para que haga la inseminación. Si no está en celo, se puede proceder a inducirlo, por medio de los protocolos de inseminación a término fijo.

²⁶ Información disponible en la página oficial del municipio: <http://www.lebrija-santander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>

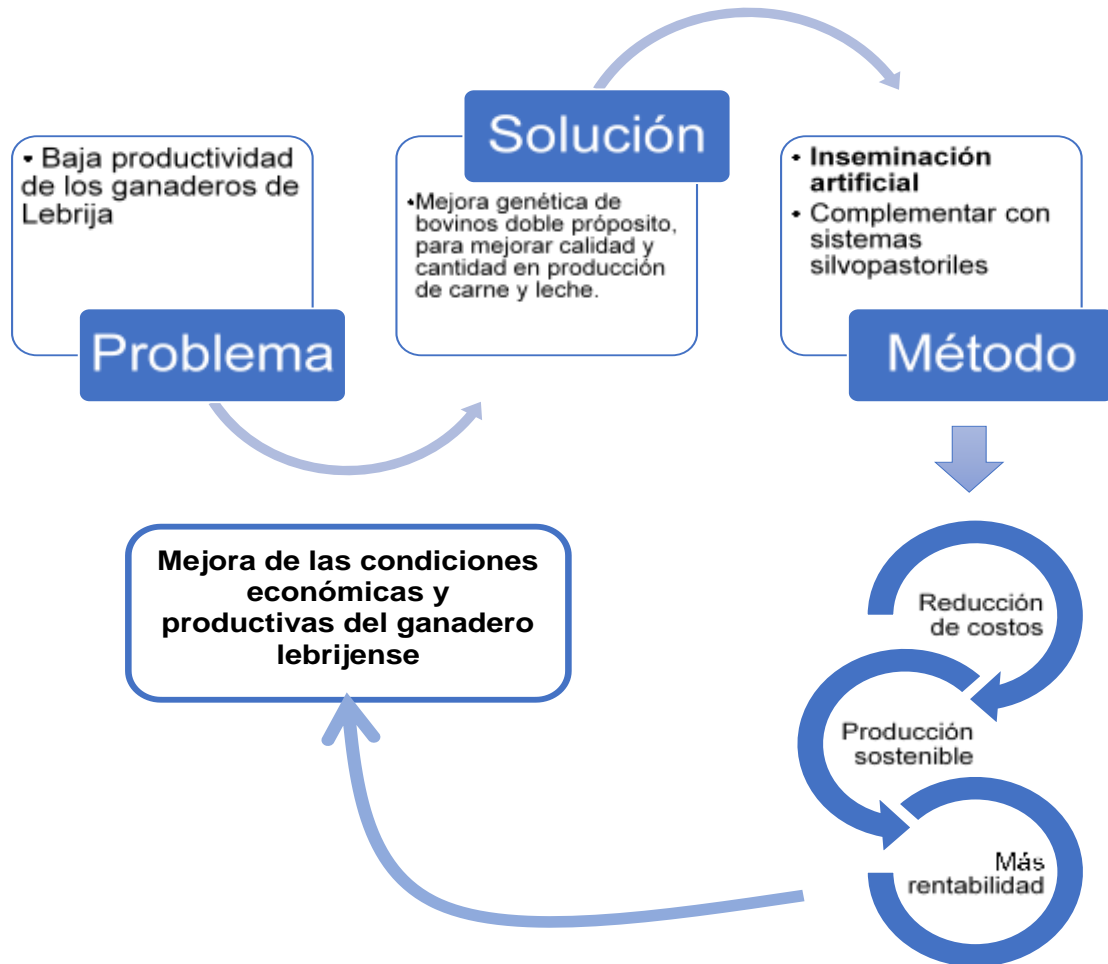
Los pasos que se siguieron para la inseminación fueron²⁷:

1. Inmovilizar el animal
2. Limpiar el área
3. Disposición de la pistola de inseminación
4. Introducción de la pajilla y uso del brazo
5. Aplicación del semen
6. Desecho de utensilios
7. Registro

Por el servicio prestado se ofrece una garantía que consiste en esperar de 18 a 21 días después de la inseminación. Si la vaca no quedó preñada en el primer intento, el cliente compra la pajilla y el inseminador ofrece gratis el servicio. En la gráfica 4 se esquematiza brevemente el fin del servicio o producto

²⁷ <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/7-pasos-para-realizar-una-inseminacion-artificial-bovinos-de-forma-correcta>

Gráfica 4. Diagrama productivo



6.2 ESTUDIO TÉCNICO

6.2.1 Estudio de mercado. El municipio de Lebrija cuenta con pequeñas familias ganaderas que se enfrentan a problemas relacionados con la debilidad del sector, que no les ofrece suficiente rentabilidad. El uso del terreno dedicado a pastoreo es inadecuado por las condiciones propias de la tierra y por las falencias en los planes de manejo silvopastoriles. Por ello, estos 734 predios dedicados a la ganadería bovina representan la población de pequeños y medianos ganaderos que demandan servicios de asesoría para adecuar a sus necesidades los programas de inseminación artificial para mejoras genéticas y productivas, y, por otra parte, para implementar en sus predios sistemas silvopastoriles que les ayude

a sobrellevar las debilidades naturales y a provechar el suelo de una forma sustentable con el medio ambiente.

En cuanto a la inseminación artificial, los bovinos de las 120 familias beneficiarias eran de características doble propósito, por lo que el objetivo era obtener mejoras en la cantidad de leche y la calidad de carne. Los costos asociados para los productores que acceden a este proyecto, son de muy bajo valor en comparación con las otras casas veterinarias que ofrecen el servicio de inseminación. Lo anterior por dos razones, la primera es que las pajillas y protocolos a utilizar en el caso de acogerse a este proyecto, son financiadas por la alcaldía municipal, gracias al convenio con el Ministerio de Agricultura Nacional; la segunda razón, es que los precios que se manejan son mucho más asequibles para el pequeño y mediano productor, siendo el costo de una inseminación por detección de celo de \$130.000 y por inseminación artificial a término fijo \$150.000 (la competencia nivel municipal maneja precios que oscilan aproximadamente entre \$210.000 y \$250.000 por servicio respectivamente²⁸).

En consecuencia, las barreras de acceso para entrar al mercado no han significado mayor problema, pues gracias al proyecto se ha hecho contacto directo con el cliente, la alcaldía ofrece la materia prima y el estudiante da a conocer su trabajo por medio de la prestación de un buen servicio, de tal manera que lo vuelven a llamar para futuros servicios. Además, como el procedimiento no se limita a inseminar e irse, sino que se ofrece una asesoría completa sobre los mecanismos complementarios para aumentar las probabilidades de eficiencia, se crea un vínculo con el cliente que fortalece el nicho de mercado.

Ahora bien, el reto es posicionarse a nivel municipal, buscando la fidelización de clientes y la expansión en la prestación del servicio a más fincas ganaderas. Esto dependerá en gran medida de la calidad del servicio prestado, pues como se ha

²⁸ Datos obtenidos de la cotización con casas veterinarias "Mi finca" y "Mascotas y Mascotas" en el municipio de Lebrija.

mencionado, los precios que ofrece si son muy competitivos en relación con otras casas veterinarias que hacen inseminaciones artificiales en la zona. Por lo tanto, la estrategia de servicio que se ha usado es brindar un acompañamiento integral al ganadero, tanto en el momento anterior al servicio como tal, como un seguimiento posterior de los registros bovinos.

De lo anterior se pueden deducir varias características de la demanda por servicios de mejoras genéticas en bovinos en el municipio de Lebrija: *i)* los pequeños y medianos productores requieren con urgencia apoyo que mejore las tasas de rentabilidad de la actividad ganadera; *ii)* las deficiencias de la ganadería extensiva en suelos poco fértiles evidencia la necesidad de implementar programas de asesoría y capacitación en sistemas silvopastoriles; *iii)* los pequeños y medianos productores necesitan acceder a servicios de inseminación artificial para mejoras de ganado doble propósito a bajos precios.

Es importante mencionar que el atraso relativo en la implementación y uso de herramientas tecnológicas y sistemas eficientes se debe en parte a la falta de profesionales que innoven en las fincas, pues la mayoría de los pequeños y medianos productores de Lebrija, ejercen una ganadería artesanal. Lo óptimo sería generar los mecanismos para el desarrollo de la agroindustria ganadera a nivel municipal, y una buena iniciativa se despliega de un proyecto como el que se plantea acá, considerando que al ser más rentable el sector y optar por el uso de herramientas para la mejora productiva, se podrá fortalecer las iniciativas de esta índole en el largo plazo.

Por el lado de la oferta de servicios de esta naturaleza, se encontró que en el municipio de Lebrija algunas casas veterinarias ofrecen el servicio, pero a costos muy elevados, lo que dificulta que los campesinos accedan a estas biotecnologías que mejoran significativamente los niveles de producción y calidad de la carne y la leche.

De la relación oferta/demanda se puede decir que, con este panorama, se justifica la buena acogida que ha tenido este proyecto, pues se ha ofrecido un servicio de alta calidad, garantizado y con buenos niveles de eficiencia (tasa de preñez de 60%), a un costo moderado que permite extender el alcance de los modelos de inseminación artificial para mejoras productivas en bovinos, que es el objetivo del trabajo.

Por otra parte, el análisis de riesgos asociado a la actividad misma es favorable, considerando las medidas de bioseguridad que se toman, las precauciones de análisis y las ventajas propias del mecanismo de inseminación artificial que reduce la transmisión de enfermedades sexuales en los animales.

6.2.2 Presupuesto de establecimiento. A continuación, se plantea el presupuesto a un año para llevar a cabo este proyecto de mejoramiento genético por medio de la inseminación artificial, identificando las materias primas y elementos de empaque necesarias para producir 600 inseminaciones anuales (Tabla 2) y los costos operacionales por manejo de personal (Tabla 3). En total se estimó una inversión inicial de \$95.112.536 para el proyecto desarrollado en el año 2016. Con este presupuesto se pueden realizar entre 3 y 4 inseminaciones por semana, estimando una tasa de rendimiento del 60% (tasa de desperdicio 40%).

Tabla 2. Materias primas y elementos de empaques

Elemento	Cantidad	Unid	Valor Unitario	Valor Unitario
Termo de pajillas 17 litros	1	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Nitrógeno	60	1	\$ 6.000	\$ 360.000
Caja de mangas	6	100	\$ 300	\$ 180.000
Funda sanitaria	6	100	\$ 80	\$ 48.000
Corta pajillas	1	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Pistola universal	1	1	\$ 130.000	\$ 130.000
Termo des congelador	1	1	\$ 90.000	\$ 90.000
Pinzas	1	1	\$ 22.000	\$ 22.000
Pajillas	600	1	\$ 52.000	\$ 31.200.000
Prostaglandina	540	1	\$4.800	\$ 2.592.000
Benzoato Estradiol	540	1	\$ 2.176	\$ 1.175.040
Novormon 5000	540	1	\$ 30.000	\$ 16.200.000
Total				\$ 54.532.040

Es importante resaltar que el procedimiento se hace con pajillas de \$52.000 son de buena calidad. Si el cliente quiere pajillas de más costo, él debe dar el excedente para cubrir lo que falta, e igualmente si desea adquirir pajillas de menor valor, el riesgo lo asume al considerar la calidad del material genético a utilizar, reconociendo que de ello dependerá el éxito o el fracaso de la mejora productiva.

Tabla 3. Gastos de funcionamiento

Elemento	cantidad	unidad	Valor Unitario	Valor Unitario
Empleados	2	12	\$ 689.454	\$ 16.546.896
Transporte	2	12	\$ 400.000	\$ 9.600.000
Auxilio alimentación	2	12	\$ 400.000	\$ 9.600.000
Pago a salud	2	24	\$ 201.400	\$ 4.833.600
Total				\$ 40.580.496

Ahora bien, en lo relacionado con los ingresos para el primer año de funcionamiento, las cifras se relacionan en la tabla 4. Partiendo de la práctica y tomando en cuenta que es muy difícil llegar a inseminar artificialmente a una vaca por detección de celo cuando el inseminador no está haciendo seguimiento

constante al animal por estar ubicado en zonas remotas, la gran mayoría de los servicios prestados se hacen por el método de inseminación artificial a término fijo. Por ello, se considera que solo aproximadamente el 10% de los casos, corresponderá a inseminación artificial por detección de celo, para los restantes casos, se usan los protocolos de la IATF.

Tabla 4. Ingresos esperados primer año

Elemento	Cantidad	Unid	Valor Unitario	Valor Unitario
IA por Detección de celo	60	1	\$ 130.000	\$ 7.800.000
IATF	540	1	\$ 150.000	\$ 81.000.000
Total				\$ 88.800.000

Como se pudo evidenciar, el primer año para un productor normal reportaría más egresos que ingresos, pero esta característica es propia de los proyectos pioneros de inversión. Además, se debe resaltar que, si bien es cierto que estos son los gastos de instalación normal para la prestación de un servicio, en este caso, la alcaldía municipal financió las pajillas, que representa un rubro significativo dentro de los gastos de instalación.

En la siguiente tabla se muestra la proyección a 5 años de los egresos de funcionamiento para el proyecto, asumiendo que la tasa de crecimiento de los costos sea de 4% anual.

Tabla 5. Egresos proyectados al año 5

Elemento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Termo de pajillas 17 litros	\$2.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0
Nitrógeno	\$ 360.000	\$374.400	\$389.376	\$404.951,04	\$421.149,082
Caja de mangas	\$ 180.000	\$ 187.200	\$194.688	\$202.475,52	\$210.574,541
Funda sanitaria	\$ 48.000	\$49.920	\$51.916,8	\$53.993,472	\$56.153,2109
Corta pajillas	\$ 35.000	\$36.400	\$37.856	\$39.370,24	\$40.945,0496
Pistola universal	\$ 130.000	\$0	\$0	\$0	\$0
Termo des congelador	\$ 90.000	\$0	\$90.000	\$0	\$0
Pinzas	\$ 22.000	\$0	\$0	\$0	\$0
Pajillas	\$31.200.000	\$32.448.000	\$33.745.920	\$35.095.756,8	\$36.499.587,1
Prostaglandina	\$ 2.592.000	\$2.695.680	\$2.803.507,2	\$2.915.647,49	\$3.032.273,39
Benzoato Estradiol	\$1.175.040	\$1.222.041,6	\$1.270.923,26	\$1.321.760,19	\$1.374.630,6
Novormon 5000	\$16.200.000	\$16.848.000	\$17.521.920	\$18.222.796,8	\$18.951.708,7
Empleados	\$16.546.896	\$17.208.771,8	\$17.897.122,7	\$18.613.007,6	\$19.357.527,9
Transporte	\$9.600.000	\$9.984.000	\$10.383.360	\$10.798.694,4	\$11.230.642,2
Auxilio alimentación	\$9.600.000	\$9.984.000	\$10.383.360	\$10.798.694,4	\$11.230.642,2
Pago a salud	\$4.833.600	\$5.026.944	\$5.228.021,76	\$5.437.142,63	\$5.654.628,34
TOTAL	\$95.112.536	\$91.088.680,34	\$99.997.972,72	\$103.904.290,58	\$108.060.462,31

En la siguiente tabla se relaciona el crecimiento estimado de los ingresos por inseminaciones artificiales, asumiendo una tasa de crecimiento de 6% anual.

Tabla 6. Ingresos proyectados al año 5

Elemento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
IA por Detección de celo	\$7.800.000	\$8.268.000	\$8.764.080	\$9.289.924,8	\$9.847.320,288
IATF	\$81.000.000	\$85.860.000	\$91.011.600	\$96.472.296	\$102.260.633,8
Total	\$88.800.000	\$94.128.000	\$99.775.680	\$105.762.221	\$112.107.954

Finalmente, la tabla 7 muestra las utilidades brutas del trabajo o servicio prestado, en la proyección a 5 años.

Tabla 7. Utilidades Brutas (Proyección)

Elemento	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos-egresos	-\$6.312.536	\$3.039319,66	-\$222292	\$1.857930	\$4.047491

En esta tabla se puede evidenciar el comportamiento volátil de las tasas de utilidad, razón por la cual se tendría que entrar a analizar el comportamiento individual de las variables. Igualmente, como el proyecto está en trabajo pionero, es entendible que en los primeros años incurra en márgenes menores de utilidad, mientras se estabiliza el negocio. Posteriormente, las tasas de rentabilidad de la inversión irán mejorando considerablemente.

Ahora bien, es importante mencionar que los costos mayores están asociados a la base productiva del servicio a ofrecer, y teniendo en cuenta que no se incurrió en todos los costos iniciales, sino que fueron subsidiados por la alcaldía, es entendible que en el caso aplicado, los resultados sean aún mejores en términos de utilidad.

7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Al entrar a evaluar la acogida del proyecto, se puede decir que ha sido de gran impacto, existiendo un número significativo de beneficiarios del mismo. Al dar a conocer el servicio de inseminación artificial para mejorar productivas, los ganaderos del municipio reconocen las ventajas del uso de biotecnologías y se contactaron con el funcionario encargado de realizar el procedimiento. Este contacto ha posibilitado la expansión del proyecto y la mejora de los hatos de pequeños y medianos productores.

Básicamente se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

“Un programa de IA debe ser bien estructurado para que se refleje en beneficios económicos por los costos disminuidos de los servicios, para lo cual aspectos como la técnica, el costo-beneficio del semen utilizado, y el número de servicios o pajillas utilizadas por concepción, determinaran la viabilidad económica del mismo o su ventaja económica sobre un sistema de servicios por monta natural. De igual forma el éxito del proceso no solo recae sobre la técnica en sí, sino que estará precedido por las labores de planeación de los servicios y la detección efectiva de calores como factores determinantes”²⁹.

Siguiendo esas pautas, se puede decir que el mecanismo utilizado en el municipio de Lebrija ha sido efectivo, logrando tasas de preñez de 60% y realizando 4-5 inseminaciones artificiales por semana, aproximadamente. Con lo anterior, de las 600 inseminaciones realizadas en el municipio de Lebrija, se obtuvo como resultado 375 hembras preñadas, lo que representa una cifra significativa.

²⁹ RESTREPO, Op. cit., p. 18.

7.1 IMPACTO SOCIAL

Uno de los mayores beneficios de este proyecto es que logró llegar a los pequeños y medianos propietarios de predios que desarrollan actividades ganaderas en el municipio de Lebrija, permitiendo acercar y facilitar el acceso a capacitaciones sobre mejoramiento genético de bovinos por inseminación artificial y sistemas silvopastoriles, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Imagen 4. Capacitación sobre Ganadería productiva y limpia en zona rural de Lebrija



En este sentido, el proyecto cumple una visión social de inclusión y acceso a los sectores más vulnerables de la población, cuyos ingresos y bienestar económico se ven limitados por las falencias productivas en cantidad y calidad de carne y leche, y un entorno natural adverso. A fin de cuentas, lo que importa es mejorar la

rentabilidad de la producción ganadera para que con ello los pequeños y medianos productores puedan mejorar sus condiciones de vida.

7.2 IMPACTO AMBIENTAL

El hecho de llevar un mejor control reproductivo del hato ganadero se hace más eficiente el manejo de la industria ganadera a la vez que mejoran los estándares de calidad de los productos finales. Con la inseminación artificial también se reduce el riesgo de contagio de enfermedades que se pueden transmitir sexualmente del toro a las hembras del lote.

Es importante mencionar que, con la reducción de machos en los lotes, también se reducen las emisiones de dióxido de carbono, pues un toro es una unidad de gran tamaño y ello representa mayor contaminación.

Por otra parte, por medio del uso de sistemas silvopastoriles, se ayuda a mitigar los efectos nocivos de la ganadería sobre el suelo del municipio de Lebrija, de por sí deteriorado, y a propagar el sentido de responsabilidad con el uso de los recursos naturales y el cuidado de los bosques nativos en las fincas. Lebrija ha sido un municipio que en los últimos años ha sido fuertemente golpeado en las temporadas de verano, padeciendo desabastecimiento de agua, razón por la cual sus habitantes reciben muy bien los proyectos que vinculen sistemas de producción sostenibles.

Finalmente, los objetivos de apoyo al sector ganadero de pequeña y mediana escala son reflejo del compromiso por mejorar el desempeño del sector, haciendo más rentable la producción de carne y leche. Lo anterior ofrece en el largo plazo ventajas competitivas a los ganaderos del municipio, ofreciendo mayores oportunidades para solventar los retos de un mercado cada vez más exigentes en lo relacionado con los estándares de calidad. Y estas mejoras de rentabilidad,

indudablemente conllevan a las mejoras en las condiciones de vida de las familias dedicadas a la ganadería en el municipio.

7.3 IMPACTO FINANCIERO

Como se mostraba anteriormente, con la implementación de las biotecnologías reproductivas y específicamente con la implementación de la inseminación artificial, se reducen significativamente los costos para los ganaderos. Por una parte, sale más económico preñar a las vacas por este método que con la monta natural, que implica mantener un toro con alimento, agua y cuya vida reproductiva potencial se reduce a aproximadamente 5 años, cuando el toro ya no pueda servir a las hembras que son sus hijas. Además, si partimos de la idea de que un toro es una unidad de gran tamaño (equivale a aproximadamente 1,5 vacas), eso implica mayores gastos en vacunas, alimentación, etc. Adicionalmente, un toro de buenas condiciones genéticas (raza pura o genéticamente mejorado), se compra a un alto precio y se vende barato porque se cambia su función productiva: un animal que se compra para cría y se vende por carne.

Por otra parte, la inseminación artificial permite elegir y variar las características que se quiere mejorar de acuerdo con las necesidades productivas del empresario ganadero. Así, las crías de las hembras pueden tener mejores características para carne, leche, doble propósito o crianza, y esta elección no está limitada por un solo toro (cuya elección normalmente se asocia al fenotipo y no necesariamente a sus cualidades genéticas), sino que las pajillas permiten adquirir más variedad de toros genéticamente probados.

Por lo anterior, comparativamente hablando es mejor para el ganadero recurrir a la inseminación artificial porque se optimiza el uso de recursos y eso se verá reflejado en las ganancias y rentabilidad. Es decir, se vuelve más competitivo en un mercado que exige niveles de eficiencia elevados.

Además, partiendo de variables económicas, si bien es cierto que la demanda por consumo de carne de res ha caído en los últimos años por un efecto de sustitución asociado al consumo de carne de aves de corral y porcina, el consumidor colombiano sigue incluyendo en su canasta básica este producto, al igual que la leche. Son considerados alimentos fundamentales de la dieta tradicional, que no serán fácilmente reemplazados y que representa la oportunidad de negocio del ganadero a nivel nacional, regional y municipal.

Se puede decir entonces que la mejora genética por inseminación artificial en bovinos de Lebrija busca finalmente abastecer el mercado interno en niveles de rentabilidad óptimos, y convertir al municipio en un centro de eficiencia a nivel regional.

Respecto a la rentabilidad de realizar esta función de inseminar artificialmente los bovinos para obtener mejoras genéticas que se reflejen en la productividad, se pudo evidenciar que el negocio es rentable, aunque si incurre en una inversión considerable que se refleja después de cierto tiempo. Sin embargo, al contar con el apoyo financiero de la alcaldía municipal de Lebrija, aumentan las tasas de rentabilidad para quienes prestan en servicio de inseminación, como para los pequeños y medianos productores que acceden a la biotecnología a un costo muy reducido.

8. CONCLUSIONES

El beneficio que se ha prestado en la comunidad es la mejora significativa de la genética bovina en las fincas ganaderas del municipio de Lebrija. Siendo un proyecto dirigido especialmente a pequeños y medianos productores, se pudo prestar un servicio a bajo costo, en relación con las casas comerciales que se dedican a ello en el municipio.

Aunque los indicadores de mejora productiva en cantidad y calidad sólo se pueden evaluar en el mediano y largo plazo, se espera que a 5 años se sigan realizando mejoras genéticas de los hatos ganaderos del municipio de Lebrija, que para la fecha tendrán mejoras considerables el ganado doble propósito.

Por otra parte, se concluye que los ganaderos de Lebrija son muy receptivos al uso de herramientas de aprovechamiento productivo y cuidado ambiental, al promover e incorporar a su método de trabajo un tipo de ganadería sostenible, que se asocia a los sistemas silvopastoriles. Ahora bien, este tipo de ganadería requiere de un tiempo de maduración, porque es una propuesta que vincula cambios que no se “instalan” de un día para otro, sino que es un proceso que se refleja también en el mediano y largo plazo.

Dentro de los beneficios personales del negocio, se encuentra que se dio a conocer con la comunidad, consiguiendo clientes y garantizando calidad sobre los servicios prestados, creando una fidelización por la estrecha relación que se establece con el propietario de los hatos intervenidos. Una conclusión importante a la que se llega después de aplicar la técnica de inseminación artificial es que se puede pensar en la creación de empresa a futuro, pudiendo sentar las bases de recursos para iniciar un trabajo independiente.

En síntesis, se puede decir que este proyecto dejó efectos en el corto plazo, relacionados con las ganancias que obtiene el inseminador, los beneficios y el compromiso de satisfacer una demanda cada vez más exigente y con mayores requerimientos en el municipio. En el largo plazo, se espera que se vean los resultados del esfuerzo de estos momentos, cuyo reflejo será la mejora productiva del ganado doble propósito en Lebrija, la mejora de las condiciones de vida de los ganaderos, y la implementación de sistemas ganaderos sostenibles que hagan bien uso del suelo y los recursos naturales.

Siendo así, este proyecto contribuyó a mejorar los ejemplares bovinos del municipio de Lebrija (Santander) mediante la técnica de inseminación artificial, teniendo en cuenta las características y recursos con que cuentan los ganaderos del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

ARATI, James. Errores Comunes en el manejo del semen. International Horizons, 2011, Vol.17/No 1. 9-11 pp.

ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE LA REGIÓN DE LOS YARIGUIES (AGANAR). Mejoramiento de la actividad ganadera doble propósito en el municipio de Lebrija. 2016.

ANZOLA, Héctor; OSORIO, Carlos; CARDONA J.F.; RESTREPO J.R.; GARCIA C.; y RINCÓN J.S. genética para todos, un programa colombiano a alcance de los pequeños ganaderos. En: Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, vol. 6, no unknown, (2015); p. 61-66

FEDEGÁN. Ganadería Colombiana Sostenible. Disponible en línea: <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>

----- Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 1: Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. 2011.

----- Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 4: Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. 2011

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food Outlook. Biannual report on global food markets. Junio de 2017, p. 142.

----- Estrategias de mejora genética para la gestión sostenible de los recursos zoogenéticos. Roma, Directrices FAO: Producción y sanidad animal, 2010, p. 139.

GÓMEZ, Luisa. 'Genética para Todos' nació para mejorar la ganadería en Colombia. En: Contexto ganadero (2 de marzo de 2015). Disponible en línea: <http://www.contextoganadero.com/reportaje/genetica-para-todos-nacio-para-mejorar-la-ganaderia-en-colombia>

GUÁQUETA, Humberto. Ciclo estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 2009, vol. 56, no III, p. 163-183.

HERNÁNDEZ, JOEL y ORTEGA, Álvaro. Manual de Inseminación Artificial en Bovinos. Universidad Nacional Autónoma de México: 2009, p. 52.

IÑIGUEZ, Fernando. Manipulación del Ciclo Estral en Ganado Bovino. Publicación Trimestral de Actualización Científica y Tecnológica No.23 Realizado por VIRBAC MÉXICO S.A. de C.V.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Argentina: 2004.

MARAÑA, David. Inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos. Revista Cebu. (3 de abril de 2015). Disponible en línea: <http://www.revistacebu.com/servicios/item/254-ciclo-estral-fundamentos-para-su-manipulacion>

MILERA, Milagros. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en Investigación Agropecuaria, 2013, vol. 17, no 3, p. 7-24.

NAVAS, Alexander. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria N.º 19 / Enero - junio 2010, p. 113-122.

Programa de inseminación artificial alcanzó cobertura del 90 %. En: Contexto ganadero (1 de junio de 2015). Disponible en línea: <http://www.contextogandero.com/regiones/programa-de-inseminacion-artificial-alcanzo-cobertura-del-90>

RESTREPO, Giovanni. Biotecnologías Reproductivas Aplicables a la Producción Bovina en Colombia. Grupo de Investigación en Biotecnología Animal (GIBA). Medellín, 2007.

SENA. Inseminación artificial, cartilla 4 del bloque modular “Reproducción de bovinos”. 2004, p. 1985.

ANEXOS

ANEXO A. CAPACITACIÓN SOBRE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN ZONA RURAL DE LEBRIJA





ANEXO B. PALPACIÓN RECTAL DE LA HEMBRA A INSEMINAR



ANEXO C. PREPARACIÓN PARA LA INSEMINACIÓN

