

Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica 2022-2034.

Contribución genética para el alcance de los objetivos de la Estrategia de
Ganadería Baja en Carbono de Costa Rica.



Ministerio de
**Agricultura y
Ganadería**
DE COSTA RICA

Servicio
**Nacional de
Salud Animal**
M. G. COST. RICA



Octubre 2021



Agradecimientos

El presente documento ha sido elaborado por la Corporación Ganadera, CORFOGA. 2021.

Elaboración del documento:

Susana A. Cascante Segura, Departamento Proyectos CORFOGA.

Marco A. Fallas Chacón, Jefatura Departamento de Proyectos CORFOGA.

Se agradece a las personas y organizaciones públicas y privadas de distintos sectores que participaron en las sesiones del equipo de trabajo de consulta realizados los días 25 de junio, 30 de julio, 10 de setiembre y 11 de octubre del 2019, cuyos aportes permitieron la elaboración de este documento:

Tania López Lee, Ex viceministra de Agricultura y Ganadería. Directora Oficina Nacional de Semillas.

Jorge Segura, Director Programa Ganadería Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Mauricio Chacón, Director Cambio Climático.

Rodrigo Rosales, Director Veterinaria, Universidad Veritas.

Manuel Castillo, Salud Reproductiva SENASA.

Argerie Cruz Méndez, INTA.

María Cristina Vargas, INTA.

Anthony Valverde, investigador y docente ITCR.

Carlos Arroyo, investigador y docente UCR.

Juan Guillermo Fernández, productor pecuario de ganado vacuno.

Jorge Morales G., INTA.

Miguel Mena, CORFOGA.

Luis Diego Obando Espinach, CORFOGA.



Tabla de Contenido

Contenido	Página
Agradecimientos.....	2
Tabla de Contenido	3
Índice de Cuadros.....	4
Índice de Figuras.....	5
Presentación.....	6
Resumen Ejecutivo	7
Antecedentes	9
Misión.....	13
Visión	13
Líneas de acción	13
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco de Referencia	15
Capítulo I. Roles institucionales para la implementación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético.	17
Capítulo II. Establecer normas, reglamentos, directrices que contribuyan a la consolidación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético y al fortalecimiento de Registros Genealógicos.	26
Capítulo III. Contribuir a la selección de individuos con características genéticas que contribuyan a mejorar razas altamente productivas, que mejoren la calidad de la carne, adaptadas al clima y resistente a enfermedades tropicales.	32
Capítulo IV. Disponer de material genético superior a un costo competitivo, que le permita al productor hacer uso de las tecnologías reproductivas disponibles y adecuadas a su sistema de producción para el incremento de su rentabilidad.	39
Capítulo V. Contribuir desde la base genética, a generar atributos deseables para el consumidor nacional e internacional de productos cárnicos, en su decisión de compra.....	45
Barreras para la implementación de un Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica.	48
Análisis de riesgos.....	56
Anexos	65
I. FODA.....	65
Referencias.....	66
Glosario	67



Índice de Cuadros

Cuadro	Página
Cuadro 1. Identificación de actores involucrados en la mejora genética del hato bovino y nacional.	17
Cuadro 2. Metas y acciones para establecer roles institucionales requeridos para implementar el Plan Nacional de Mejoramiento Genético.....	21
Cuadro 3. Metas y actividades para accionar la gestión de los recursos genéticos bovinos dentro del marco legal nacional.	26
Cuadro 4. Metas y acciones necesarias para contribuir a la selección de características en busca de una mejora genética encaminada hacia la obtención de una ganadería eco-competitiva.....	33
Cuadro 5. Metas y actividades necesarias para permitir a los productores ganaderos bovinos disponer de material genético superior a un costo competitivo.	39
Cuadro 6. Barreras técnicas, económicas y culturales que impiden implementar el Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica.....	48
Cuadro 7. Plan de gestión de riesgos durante la ejecución del Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica 2021-2034.	58



Índice de Figuras

Número de Figura	Página
Figura 1. Escalas utilizadas para categorizar los riesgos.....	56
Figura 2. Matriz para la categorización de cada riesgo.	57
Figura 3. Diagrama de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas para la implementación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético.....	65



Presentación

El sector de ganadería bovina en Costa Rica es una actividad relevante para el país, tanto en términos socioeconómicos, como también en cuanto a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero y a la captura de carbono. La mayor fuente de emisiones asociada a la ganadería es la fermentación entérica (que representa el 18,5% del total de emisiones netas a nivel nacional), la que en Costa Rica corresponde casi en su totalidad a la ganadería bovina. La fijación de carbono es realizada por bosques secundarios y árboles aislados dentro de las fincas de ganadería bovina, contribuyendo casi con el 70% del secuestro de carbono del país. Por otro lado, es importante recalcar la gran diversidad de condiciones que presenta el sector, al ser dependiente de los procesos biológicos asociados, las condiciones climáticas y las decisiones de los ganaderos, por lo que toma particular relevancia la planificación y apoyo de parte de iniciativas en pos de aumentar la productividad y la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

El sector tiene claro que las dos vías para lograr la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero son la mejora en la calidad de la alimentación y los procesos de mejoramiento genético, mismos que propiciarán una eficiencia productiva y consecuentemente ambiental. Este documento servirá de guía para lograr la vía de la mejora genética en el hato costarricense; con el compromiso de todos los actores e instituciones se mencionan en el presente documento.

En cuanto a la expectativa se espera de este Plan Nacional de Mejoramiento Genético del Ganado Bovino para Costa Rica 2022-2034 sea considerado un apartado de la Estrategia para el Desarrollo de la Ganadería Baja en Carbono para Costa Rica.

Agradezco de manera especial a todos los que colaboraron en el proceso.

Sr. Miguel Mena Cerdas

Presidente

Corporación Ganadera (CORFOGA)



Resumen Ejecutivo

El presente Plan reúne las acciones requeridas para establecer en el país un crecimiento paulatino en la mejora genética del hato bovino costarricense. Se ha identificado la necesidad de regular y normar los procedimientos relacionados a la implementación de programas de mejoramiento genético, para garantizar que se presente un progreso genético en miras de procurar un aumento en la productividad y rentabilidad de forma sostenible en el sector ganadero a nivel nacional y propicie la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La definición de los objetivos y actividades del presente Plan fueron identificados como el punto de partida en la ruta a seguir gracias a la contribución de un equipo de trabajo de carácter interinstitucional. Se obtuvo como producto una síntesis de las necesidades que se presentan en el área de la mejora genética para abarcar las demandas de los sistemas productivos primarios, la industria y el consumidor.

Actualmente se encuentra en curso la implementación de la Estrategia para el Desarrollo de la Ganadería Baja en Carbono (EDGBC), el cual tiene como objetivo contribuir al alcance de los objetivos nacionales de desarrollo, así como los de neutralidad en carbono y mitigación de los efectos negativos del cambio climático. Por lo anterior, el presente Plan busca contribuir desde el aporte genético del hato nacional a lograr el cumplimiento de generar un aumento en la productividad y rentabilidad, disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aumentar el secuestro de Carbono y mejorar la adaptabilidad a la inestabilidad climática, pilares de la EDGBC.

No obstante, el progreso genético se alcanza en el tiempo, luego de una serie de procedimientos definidos de manera clara y correctamente dirigidos; esto implica un acompañamiento técnico a los productores para fortalecer sus capacidades en las áreas correspondientes a genética y reproducción, con el entendido que los aspectos nutricionales y sanitarios son imprescindibles para la eficiencia reproductiva y la expresión de su potencial genético. La implementación de técnicas reproductivas, las cuales tienen un costo asociado, es una realidad en las fincas ganaderas de nuestro país y esencial para continuar con la producción nacional, de manera tal que se presenta la necesidad de contribuir al sector ganadero con acciones que guíen al productor en el aprovechamiento del uso de estas y procurar de forma paralela una mejora genética de cara a lograr alcanzar los objetivos de la EDGBC.



La implementación del Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica se realizará mediante un Plan de Acción en el cual se establecen metas y actividades a corto, mediano y largo plazo. Las mismas, proponen recurrir a un conjunto de estrategias y herramientas para planificar, regular, normar, dar acceso a financiamiento, establecer, promover e implementar programas y proyectos en miras a mejorar la genética de los hatos bovinos, así como fortalecer las capacidades técnicas en materia de genética a los productores, instituciones públicas y privadas, técnicos, investigadores y el sector industria. Se busca que el mejoramiento genético sea un área para incorporar en los planes de acción de las labores a realizar en las diferentes instituciones del país vinculadas al sector pecuario, con énfasis en el ganado bovino.

Se incluye un análisis de riesgos el cual identifica los factores que presentan mayor probabilidad de generar dificultades para el desarrollo de actividades con el fin de alcanzar el cumplimiento de las metas establecidas. El objetivo de identificar los factores radica en dar un seguimiento y control para evitar que los riesgos negativos se materialicen y establecer así las medidas preventivas del caso. Además, se incorporan acciones de mitigación como un plan de contingencia para disminuir los efectos negativos.

De esta manera, se traza una ruta a seguir para definir los requerimientos en temas institucionales, técnicos, tecnológicos, financieros y comerciales, cuyo planteamiento se realiza con una visión de cara a una transformación de necesidades a oportunidades reales, tangibles y al alcance para el sector ganadero.



Antecedentes

Según el Censo Agropecuario realizado en el 2014 (INEC 2015), Costa Rica cuenta con un total de 37 171 fincas con ganado bovino, de las cuales el 71,3% declaran su actividad principal la producción ganadera. Este estudio permitió estimar el hato ganadero reportando para ese año, un total de 4 380 cabezas de búfalos y 1 278 817 cabezas de ganado vacuno. No obstante, según la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2019, el INEC (2020) reporta un incremento del 27,7% en la cantidad de ganado vacuno para un total de 1 633 467 cabezas. A pesar de que no se cuenta con estadísticas en el sector bufalino, se evidencia un aumento en la cantidad de animales destinadas a la producción pecuaria vacuna.

El monitoreo de este incremento resulta de suma importancia no solo en términos de producción y economía sino también a que Costa Rica asumió el compromiso de convertirse en una economía descarbonizada y con cero emisiones netas al año 2050 (MINAE 2019) y para ello es necesario considerar que el sector agropecuario contribuye con el 37% del total de las emisiones del país, siendo la ganadería responsable de cerca del 23% de las emisiones brutas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (EGBC 2015). Dentro de dicho sector se encuentra la ganadería vacuna y bufalina, por lo que debido al incremento del hato vacuno nacional resulta necesario dar especial atención a este sector. Al ser una actividad fundamental para el desarrollo económico, social y ambiental en nuestro país, se debe aumentar la producción tanto de carne como de leche, con menos emisiones de GEI por kg de carne y/o de leche. (EGBC 2015).

Se han creado diferentes mecanismos, todos vinculados entre sí, para lograr el compromiso de ser un país carbono neutro. Se diseñó una Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono (EGBC) con el objetivo de lograr una ganadería más eficiente garantizando la obtención de materia prima de calidad, aprovechando el potencial de mitigación de las fincas y contribuyendo a su vez, a la aspiración nacional de lograr una ganadería eco-competitiva¹, es decir con balances de carbono favorables y de rentabilidad creciente. Para lograrlo, se enfatiza en obtener mayor productividad y rentabilidad, menores emisiones de GEI, más secuestro de dióxido de carbono y mayor adaptabilidad a la inestabilidad climática. (EGBC 2015).

La EGBC (2015) establece siete cambios para obtener una ganadería más ecoeficiente. Entre ellos se encuentra el fomento de innovaciones genéticas en el ganado que implique mayor rentabilidad, aunque esto pudiese implicar alguna reducción de la producción por animal. Reorientar la ganadería a pequeña escala, en las cuales predominan las razas cebuinas, por sistemas de calidad para producir más carne y leche por animal, con una

¹ Eficiencia económica que le permite a un productor competir con sus productos en los mercados y al mismo tiempo produce menos emisiones de GEI por unidad de producto que un escenario de referencia. (MAG 2016)



alimentación basada en pastoreo. Y avanzar hacia una ganadería más intensiva, dependiente de pastos y forrajes más nutritivos y digestibles. Resulta necesario, desde un punto de vista genético, poner especial atención a estos tres cambios que se han propuesto, debido a que tienen una implicación directa en las razas que conforman el hato nacional, según su sistema productivo y ubicación geográfica, considerando su potencial genético.

Las Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación en ganadería (NAMA-ganadería) son una de las herramientas para llevar a cabo la EGBC. Entre la priorización de alternativas para contribuir a la mitigación, se estableció que la mejora genética tiene un aporte significativo por medio del potencial de adaptación y su impacto en productividad; no obstante, se requiere realizar mayor investigación con objetivo de reducir las emisiones de GEI. Por otra parte, la NAMA-ganadería reconoce la existencia de una limitada disponibilidad de materiales e insumos de material genético vegetal y animal, necesarios para la correcta implementación de las medidas y tecnologías asociadas a este tema. Por lo anterior, indica textualmente que “en la EGBC se considera el desarrollo de un programa para la investigación, transferencia de tecnología y difusión para la ganadería baja en carbono a través del PITTA-Ganadería, para generar conocimientos y material genético animal y de cultivos”. (MAG 2016)

Aunado a estas acciones a nivel nacional, los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron en el año 2015 la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, la cual cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que se interrelacionan entre sí. Se persigue poner fin a la pobreza, proteger el planeta del cambio climático y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. Si bien no son jurídicamente obligatorios, en Costa Rica se han establecido marcos nacionales para el logro de estos. (ONU 2015)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2015-2030 que tienen una vinculación con el sector agropecuario y deben considerarse para la planeación de estrategias son los siguientes:

- Objetivo #1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.
- Objetivo #2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- Objetivo #3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.
- Objetivo #5: Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- Objetivo #8: Promover el crecimiento sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- Objetivo #12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.



- Objetivo #13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo #15: Proteger, reestablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- Objetivo #17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

La Dirección de Cambio Climático (DCC) del Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE) desarrolló un mecanismo denominado el Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN), el cual reporta inventarios de GEI y demuestra acciones de reducción, remoción de emisiones y la carbono neutralidad. En este programa, se establece “crítico” en el sector 3 correspondiente a Agricultura, la emisión de GEI producto de la fermentación entérica de todo tipo de animales, así como las tierras de cultivo (DCC 2018a). Además, el acuerdo de Consejo de Gobierno 2007-2020 inscrito en el Acta No 56 del 1 de agosto del 2007, vigente a la fecha, solicita a todas las instituciones públicas e insta a los gobiernos locales e instituciones autónomas, elaborar y poner en ejecución un Plan de Acción de corto, mediano y largo plazo con metas claras que contemple los cinco ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, asignando al MINAE el papel de entidad coordinadora y de seguimiento a todos los esfuerzos.

El Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, decretado de interés público y nacional en el 2019 mediante el decreto ejecutivo N° 41561, integra entre sus ejes de descarbonización a la ganadería bovina, para disminuir las emisiones de metano por la fermentación entérica y manejo de excretas, así como la disminución del óxido nitroso debido a la fertilización de los pastos (DCC 2018b). Es de suma importancia considerar que en la actividad ganadera existe la opción de captura y conservación de carbono a través del manejo de pasturas, conservación de suelos, bosques y sistemas silvopastoriles, sin embargo, estas condiciones no eximen a la ganadería de la responsabilidad de implementar prácticas y tecnologías para disminuir la emisión de GEI.

El Plan de Descarbonización impulsa que el sector ganadero contribuya a la descarbonización mediante el uso de prácticas eficientes y la captura de carbono en fincas, la protección de servicios ecosistémicos y la generación de resiliencia. Además, determina que para el 2050 la actividad pecuaria utilizará la tecnología más avanzada para llegar a tener una agricultura sostenible, competitiva, baja en carbono, resiliente y que tenga los más bajos estándares de contaminación. Para lograr lo anterior, entre sus actividades establece la consolidación de la EGBC, como la política para descarbonizar el sector y se promoverá un enfoque de ganadería eco-competitiva.



La NDC 2020, integra las políticas en materia climática que Costa Rica implementará en el período 2021-2030 y representa el compromiso voluntario que asume país en el marco del Acuerdo de París. En el eje agropecuario asume el compromiso de desarrollar sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono y consolidar un modelo ganadero basado en la eficiencia productiva y disminución de gases de efecto invernadero. Por lo anterior, la prioridad se direcciona en una transformación del sector productivo por medio de la adopción de tecnologías de reducción de emisiones y de políticas y prácticas adaptativas.

Se han establecido 8 contribuciones, las cuales deben implementarse entre 2022 – 2030, las cuales implican incorporar medidas de adaptación y resiliencia a nivel de finca y procesamiento, aumentar los niveles de carbono en suelo (COS), generar estudios sobre impactos derivados del cambio climático y establecer un plan sectorial de adaptación al cambio climático. Se establece para el 2030, el 70% del hato ganadero y el 60% del área dedicada a la ganadería implementaría sistemas productivos bajos en emisiones y que incorporan medidas de adaptación y resiliencia. (NDC 2020).

Es por este motivo que la Corporación Ganadera en su misión por contribuir a la maximización de la rentabilidad económica, social y ambiental de la cadena cárnica bovina de Costa Rica de forma sostenible, incorporó en su Plan Anual Operativo 2020 “Incluir el Plan Nacional de Mejoramiento Genético dentro de la Estrategia de Ganadería Baja en Carbono”. De esta manera, al realizar una mejora genética progresiva en el hato bovino nacional, se contribuye a disminuir las emisiones de GEI de forma sostenible, aportando desde la base genética bovina a los planes, programas y estrategias políticas del país para alcanzar los compromisos nacionales en materia de ambiente.



Misión

Establecer los lineamientos, objetivos y estrategias a seguir para contribuir desde la base genética a la implementación de la *Estrategia Nacional para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica*.

Visión

Que el Plan Nacional sea identificado como la herramienta que contribuye al progreso genético del hato bovino nacional en concordancia con la *Estrategia Nacional para la Ganadería Baja en Carbono de Costa Rica*.

Líneas de acción

1. Alinear políticas y estrategias interinstitucionales actuales con metas de aumento de productividad, rentabilidad y descarbonización.
2. Instauración de un proceso de mejora genética de las características de importancia económica del ganado bovino destinado para producción de carne, leche y doble propósito.
3. Protección y distribución del material genético identificado superior.
4. Formular mecanismos financieros dirigidos a la implementación de tecnologías que contribuyan a la mejora genética y reproductiva bovina y bufalina.
5. Capacitación sobre la importancia de la mejora constante de la genética bovina.



Objetivo General

Contribuir desde la base genética, a la implementación de la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono, que promueve una ganadería eco-competitiva, para brindar un producto de calidad a los diferentes actores de la cadena.

Objetivos Específicos

1. Establecer los roles institucionales necesarios para la implementación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético que contribuya al ordenamiento del progreso genético, a la optimización de los recursos disponibles y a la transparencia del mercado.
2. Establecer normas, reglamentos, directrices que contribuyan a la consolidación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético y al fortalecimiento de Registros Genealógicos.
3. Contribuir a la selección de individuos con características genéticas superiores que contribuyan a mejorar razas productivas, que mejoren la calidad de la carne², adaptadas al clima y resistente a enfermedades tropicales.
4. Disponer de material genético superior, a un costo competitivo, que le permita al productor hacer uso de las tecnologías reproductivas disponibles³ y adecuadas a su sistema de producción para el incremento de su rentabilidad.
5. Contribuir, desde la base genética, a generar atributos deseables⁴ para el consumidor nacional e internacional de productos cárnicos, en su decisión de compra.

² Calidad comprende características organolépticas, de terneza, inocuidad, composición nutricional.

³ Monta Natural, Inseminación Artificial, Transferencia de Embriones, Fertilización *in vitro*.

⁴ Suavidad, nutrición, ganadería sostenible, alimentación a base de pasturas y forrajes.



Marco de Referencia

Implementar un programa de mejoramiento genético para ganado bovino contribuye a que los productores seleccionen los mejores animales como reproductores para que la progenie producto de su apareamiento sean animales con características funcionales que permitan la rentabilidad del sistema. Abarca (2020) sugiere un biotipo animal para las condiciones costarricenses, de tamaño mediano competitivo, adaptado a climas tropicales cuyas características productivas permitan un equilibrio entre calidad y precio que permitan rentabilidad. La ganadería eco-competitiva busca fomentar la cría y producción ganadera con animales resilientes al clima, adaptados a la variabilidad del clima tropical, altas temperaturas y humedad relativa así como al cambio climático, con habilidad para el pastoreo de especies forrajeras tropicales, precoces reproductivamente con el fin de gestionar la salida al mercado en un menor tiempo y procurando una mejora en la eficiencia de conversión alimenticia disminuyendo los costos de producción.

Un mejoramiento genético del ganado bovino por medio de la selección de razas puras, así como el uso de cruces y encastes busca en el sector primario obtener una mejor eficiencia económica por unidad de área producida. En el sector industrial, promueve la comercialización de productos cárnicos y lácteos de mejor calidad en el mercado nacional e internacional, ofreciendo a los consumidores alimentos de origen animal de alto valor biológico, de mejor calidad, de forma sostenible y amigable con el ambiente. Asimismo, se genera una producción primaria con menor huella de carbono en términos de productividad, producto de la reducción de emisiones de GEI y el incremento en la captura de carbono, eficiencia productiva y rentabilidad.

Los programas nacionales de mejoramiento genético son la principal fuente de información y evaluación genética de los animales en un determinado país. Identificar la población nacional y obtener información de su variabilidad, tamaño, distribución, propósito, etc., es una herramienta fundamental para establecer procesos de mejora según los objetivos establecidos en los diferentes sistemas productivos en concordancia con los lineamientos nacionales. (Elzo *et al.* 2002)

Las características y rendimientos del ganado están influenciadas por el factor genético (genes que se heredan) y el factor ambiental (aspectos no genéticos, externos, que influyen en el crecimiento, reproducción y mantenimiento de los animales). Las características de importancia económica en la producción bovina intervienen no un gen, sino para que se exprese una misma característica intervienen muchos genes, por lo que la identificación de la variabilidad genética presente en el país, es de suma importancia para iniciar un proceso de mejora genética. (Montaño y Martínez 2010)



En materia técnica, para garantizar un buen desarrollo en la implementación de un programa para mejorar genéticamente un hato es imprescindible implementar el uso de identificación de los animales siendo el uso de rastreabilidad oficial una herramienta que garantiza la rastreabilidad individual de los animales y a su vez permite abrir las puertas hacia la comercialización a nivel internacional. Seguidamente, la calidad y cantidad de la información en los registros de control (genealógico, productivo, reproductivo, sanitario, nutricional, de manejo y financiero) permite conocer el estado actual e histórico del ganado lo cual permite evaluar la evolución del hato. Los registros deben registrar información completa, precisa y útil en función de los criterios y objetivos de selección de cada raza, registrando las características de interés incluyendo los factores no genéticos para realizar los ajustes pertinentes (grupos de manejo o alimentación, prácticas reproductivas, tipo de parto, fechas de medición o manejo, definición de épocas ambientales, entre otros).

Es indispensable contar con un Registro Genealógico completo y fidedigno de cada raza, el cual asiente la información genealógica veraz de cada individuo, con identificaciones únicas, se le brinde un estricto control genealógico y esté actualizado. Se deben implementar Programas de Mejoramiento Genético, los cuales generalmente son implementados por las Asociaciones de Criadores de razas puras, u organismos gubernamentales o no gubernamentales. Los programas deben establecer los criterios a evaluar y brinden resultados que permitan ser utilizados como herramientas a los productores para la toma de decisiones

Montaño y Martínez (2010), mencionan que entre los objetivos de los Registros Genealógicos se encuentra el “proporcionar la información necesaria para programar apareamientos que permitan optimizar la mejora genética y fijar o mejorar las características importantes sin incrementar la consanguinidad”. Por su parte, Los programas de mejoramiento genético son una herramienta de identificación de las características genéticas de las razas analizadas, permiten predecir los valores genéticos y con ello identificar los animales con superioridad genética y características deseables según el sistema productivo de interés. De manera tal que, al integrar estas dos herramientas, permite contribuir y apoyar al productor ganadero en la toma de decisiones a corto plazo (selección de reproductores, reemplazos, definir los empadres), mediano (selección de reproductores, definición de líneas genéticas) y largo plazo (orientación estratégica de la explotación y tipo de productos a obtener). El fin último es manejar el riesgo asociado a la toma de decisiones, establecer metas y objetivos que le permitan ser eco-competitivos, optimizar los recursos, reducir costos, mejorar rentabilidades, incrementar utilidades y mejorar eficiencias productivas lo cual contribuye a la política de descarbonización nacional. aumentar ganancias.



Capítulo I. Roles institucionales para la implementación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético.

La implementación de acciones que contribuyan a lograr una mejora genética en el hato bovino nacional requiere una eficiente capacidad de gestión por parte de las instituciones involucradas. El país cuenta con organizaciones e instituciones públicas y privadas especializadas en educación, sanidad, transferencia de tecnologías, financiamiento y comercio, las cuales implementan planes, programas y proyectos, cuyas labores son cruciales para ejecutar las actividades que conllevan los programas de mejoramiento genético.

A continuación, se presentan las instituciones o actores cuyas labores institucionales según sus diferentes competencias y capacidades, se ha identificado intervienen en la producción agropecuaria nacional.

Cuadro 1. Identificación de actores involucrados en la mejora genética del hato bovino y nacional.

Actor de la cadena	Rol institucional	Área de enfoque
MAG	- Definición de políticas en el área de ganadería. - Promover la mejora genética del ganado bovino en los planes regionales de ganadería.	Ente rector de la ganadería en Costa Rica.
MAG-DNEA	- Transferencia tecnológica. - Propagación del material genético mejorado.	Transferencia tecnológica.
MAG-INTA	- Implementación de proyectos. - Servicio de Laboratorio molecular. - Propagación del material genético mejorado. - Transferencia tecnológica.	Investigación, apoyo y transferencia tecnológica.
MAG-SENASA	- Regulación de importación y exportación de material genético (germoplasma y animales en pie). - Laboratorio de Salud Reproductiva. - Prevención de enfermedades con el uso de material genético. - Sistema de Trazabilidad. - Certificaciones de cuarentena animal.	Aplicación efectiva de la normativa en sanidad.
INA	- Enseñanza sobre técnicas reproductivas y mejoramiento genético. - Transferencia tecnológica.	Educación, investigación y transferencia tecnológica.
Universidades	- Enseñanza sobre técnicas reproductivas y mejoramiento genético. - Desarrollo de investigaciones. - Transferencia Tecnológica. - Laboratorios sobre tecnologías reproductivas y genética molecular.	Educación, investigación y transferencia tecnológica.



	• Propagación del material genético mejorado.	
CORFOGA	• Identificación de animales genéticamente superiores. • Programas y Proyectos de Mejoramiento Genético y Evaluación reproductiva. • Transferencia Tecnológica.	Implementación programas y proyectos. Transferencia tecnológica. Desarrollo de capacidades en las organizaciones. Organización sector ganadero.
CNPL	• Apoyo en proyectos y trabajos de investigación. • Propagación del material genético mejorado. • Transferencia tecnológica.	Generación y divulgación de la información. Representación sector ganadero.
Laboratorios de reproducción y mejoramiento genético	• Análisis reproductivos y genómicos de material genético. • Generación de base de datos respecto a la condición reproductiva de los individuos evaluados y sus características geo-climáticas.	Investigación. Comercio.
Proveedores de material genético	• Importación y exportación de material genético en pie y/o conservación y/o comercialización de germoplasma en condiciones de criopreservación. • Aporte de información genómica y/o evaluaciones genéticas del germoplasma importado o exportado. • Transferencia electrónica. • Propagación del material genético mejorado.	Difusión de material genético. Comercio. Transferencia electrónica.
Asociaciones de ganado de raza pura	• Realizar y actualizar un inventario del ganado puro de registro y sus diferentes encastes. • Implementación de programas de mejoramiento genético. • Incentivar la participación en programas de mejoramiento genético. • Promover la evaluación reproductiva del ganado. • Facilitar información y capacitaciones a los asociados. • Propagación del material genético mejorado.	Organización sector ganadero.
Asociación de criadores de búfalos de Costa Rica	• Realizar y actualizar un inventario de búfalos, sus razas y sus encastes de los asociados. • Apoyo en programas y proyectos. • Promover la implementación de evaluaciones reproductivas, programas de mejoramiento genético y tecnologías reproductivas.	Organización del sector bufalero. Apoyo en proyectos. Transferencia tecnológica.



Asociaciones y Cámaras de ganaderos	• Implementación de programas y proyectos para sus asociados. • Apoyo en programas y proyectos. • Transferencia tecnológica. • Promover la implementación de evaluaciones reproductivas, programas de mejoramiento genético y tecnologías reproductivas. • Propagación del material genético mejorado.	Representación de ganaderos a nivel regional.
Subastas	• Promoción de animales o material genético obtenido en los programas de mejora genética. • Promover y realizar subastas genéticas.	Comercio.
Plantas de procesamiento	• Ofrecer incentivos por diferenciación en calidad.	Comercio.
PITTA-ganadería	• Órgano coordinador del CONITTA. • Identificar en conjunto con otras instituciones del sector, las necesidades de investigación y transferencia de tecnología en la cadena agroalimentaria. • Priorizar y planificar las necesidades identificadas según los recursos disponibles. • Dar seguimiento y evaluar las actividades desarrolladas.	Fomento para la implementación de proyectos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.
FITTACORI	• Ente financiero del SNITTA. • Contribuir al desarrollo agropecuario del país a través del fomento de la Innovación y la Transferencia de la Ciencia y la Tecnología Agropecuaria. • Brindar financiamiento a proyectos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.	Fomento y financiamiento para la implementación de proyectos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.
INDER	• Brindar apoyo técnico a nivel regional para la realización de proyectos productivos de los ganaderos. • Brindar créditos para facilitar el acceso a tecnologías reproductivas y de mejoramiento genético.	Fomento y financiamiento de planes de negocios.
SBD	• Brindar financiamiento para promover el desarrollo de la micro y pequeña empresa. • Dar asistencia técnica a sus beneficiarios.	Fomento y financiamiento de planes de negocios.
Cooperativas	• Promover y facilitar la implementación de mejoramiento genético a sus beneficiarios. • Generar incentivos para fomentar la transición hacia un hato mejorado genéticamente en	Fomento y financiamiento para la implementación de programas de mejoramiento genético.



miras a alcanzar la eco-competitividad de sus
beneficiarios

- Dar asistencia técnica a sus beneficiarios.

Resulta necesario conocer si las acciones y el ordenamiento existente de las instituciones pueden apoyar un proceso para promover el mejoramiento genético bovino. El cuadro anterior evidencia que mejorar la genética del hato bovino nacional, es un proceso lejos de recaer en un determinado ente, debe integrar a todos los actores involucrados de manera tal que se establezcan acciones, las cuales pueden ser ejecutadas mediante colaboración interinstitucional o bien estableciendo roles específicos a entes determinados mediante consenso de los actores involucrados, según su respectivo rol en el ámbito correspondiente a la ganadería y su ordenamiento (normativa).

A continuación, se definen metas y acciones cuyo cumplimiento contribuye a establecer los roles institucionales identificados que son requeridos para implementar el Plan a nivel nacional sobre la mejora genética del sector bovino en Costa Rica.

Cuadro 2. Metas y acciones para establecer roles institucionales requeridos para implementar el Plan Nacional de Mejoramiento Genético.

Acción	Meta	Indicador	Actividad
1. Fortalecer la capacidad de gestión de los actores involucrados en el proceso de mejoramiento genético bovino.	1. Para el 2022, generar al menos un acuerdo que establezca el ordenamiento de los actores identificados según los roles / gestiones que les sean determinados.	2. Un acuerdo emitido, publicado y divulgado con los actores identificados y sus respectivos roles y/o gestiones.	1. Establecer mesas de diálogo a nivel de autoridades políticas para el ordenamiento del proceso. 2. Identificar otras gestiones o actores que no fueron incluidos en primera instancia en el presente Plan. 3. Alinear políticas y planes institucionales para evitar duplicidad de labores y promover la colaboración interinstitucional maximizando la gestión de los recursos disponibles.
	2. Al menos una hoja de ruta para cada área de trabajo definida según el ordenamiento de roles, para el período 2022-2023.	1. Una hoja de ruta con el plan de acción trazado para cumplir los roles asignados.	1. Diseñar para cada actor (de forma individual o en conformación de subgrupos según roles similares) un plan de acción para cumplir con las gestiones vinculadas al mejoramiento genético bovino.
2. Revisión de registros genealógicos por parte de un ente competente.	1. Realizar al menos un informe para cada asociación de criadores de ganado del país, para el 2027.	1. Un informe emitido para cada asociación criadores de ganado del país.	1. Realizar una supervisión de los registros y emitir un informe según lo estipulado en los decretos N° 19 400 y 23 685.
3. Consolidar una base de datos informatizada de carácter nacional.	1. Crear para el 2025, un repositorio / base de datos nacional de los resultados genéticos y genómicos que resguarde la confidencialidad de los propietarios de los animales. 2. Crear para el 2025, un portal web donde se pueda acceder a la base de datos resguardando la confidencialidad de los propietarios de los animales.	1. Un repositorio / base de datos de carácter nacional con resultados genéticos que resguarde la confidencialidad de los propietarios de los animales, creado y administrado por un ente definido. 2. Un portal web donde se pueda acceder a la base de datos resguardando la confidencialidad de los propietarios de los animales, creado y habilitado.	1. Identificar los laboratorios que realicen gestiones relacionadas al análisis de la información genética bovina. 2. Alinear esfuerzos interinstitucionales para la cooperación en la recopilación tanto de la información ya existente como el compromiso de incluir futuros resultados por generar. 3. Unificar en una base de datos de resultados genéticos a nivel nacional, resultados genéticos de los bovinos nacionales que sean gestionados por los laboratorios, resguardando la confidencialidad de los propietarios de los animales.

			4. La base de datos resultante sirva como una herramienta de gestión, consulta y referencia. 5. Diseñar un mecanismo para brindar información acerca de los resultados contenidos en dicha base de datos nacional resguardando la información confidencial.
4. Promover la mejora genética del ganado bovino en los planes regionales de ganadería del MAG, INTA e INDER.	1. Para el 2024, incluir en al menos 5 planes regionales, acciones que contribuyan a la mejora genética bovina.	1. Listado de documentos de Plan de acción elaborados.	1. Diseñar un plan de acción para contribuir a la mejora genética bovina de al menos las principales regiones socioeconómicas. 2. Incluir en cada plan regional un estudio de las características regionales de cada tipo de producción bovina, la disponibilidad de material genético superior en la zona, revisión de modelos de financiamiento y las acciones a seguir para que los productores puedan iniciar/ continuar un proceso de mejora genética bovina con el apoyo institucional correspondiente.
5. Implementar talleres para el fortalecimiento de capacidades de los diferentes equipos técnicos de las instituciones.	1. Cumplir con el 100% de las sesiones o talleres que contenga cada programa de capacitación, durante el período 2021-2034. 2. Generar documentos técnicos de apoyo para los programas de capacitación, durante el período 2021-2034.	1. Listado de las sesiones o talleres impartidos. 2. Listado de documentos generados y publicados.	1. Diseñar un plan estandarizado de capacitaciones técnicas en Mejoramiento Genético y reproducción a funcionarios del MAG, INTA, INDER y CORFOGA que brinden la asesoría a productores de ganado bovino, estandarizando conceptos, metodologías y criterios. 2. Diseñar documentos técnicos disponibles para consulta. Los documentos deben contener información sobre: a) -los pasos a seguir para realizar un programa de mejoramiento genético bovino. b) técnicas para mejorar la eficiencia en reproducción bovina. c) normativa vigente.



6. Equipar laboratorios para análisis reproductivos.	1. Equipar al menos 2 laboratorios regionales ubicados en zonas estratégicas, para el 2024.	1. Listado de los laboratorios de análisis e investigación consolidados y/o robustecidos con insumos, equipo y/o instalaciones.	1. Consolidar a nivel nacional, un laboratorio para ganadería de bajura y uno para la zona de altura. 2. Robustecer las capacidades institucionales en términos tecnológicos, operativos y de insumos, para realizar la supervisión, fiscalización y certificación del material genético bovino (ADN, semen, embriones y/o tejidos necesarios con la finalidad de realizar estudios genéticos, reproductivos y de sanidad). 3. Alinear políticas y planes institucionales para evitar duplicidad de labores y promover la colaboración interinstitucional maximizando la gestión de los recursos disponibles. 4. Introducir modalidades destinadas a facilitar el acceso y utilización de material genético bovino o biotecnológico en virtud de acuerdos justos y equitativos para el almacenamiento y uso de recursos genéticos bovinos. (FAO) (Disponer de material a bajo costo). 5. Elaborar procedimiento para reponer el material genético bovino y biotecnológico tomado de los bancos de germoplasma. 6. Examinar las implicaciones y el impacto respecto al acceso a los recursos genéticos bovinos y biotecnológicos y los beneficios de su uso sobre los ganaderos. (FAO)
7. Articular y consolidar apoyos técnicos de los centros especializados en reproducción y mejoramiento genético.	1. Generar al menos una publicación al año de indicadores nacionales actualizados y/o niveles de referencia a partir de los resultados obtenidos del material genético, en el período 2023-2034.	1. Listado de documentos generados y publicados obtenidos del apoyo técnico interinstitucional para la generación de análisis y resultados.	1. Garantizar y promover el apoyo técnico a nivel institucional e interinstitucional para la generación de información. (involucra también el recurso humano por medio de prácticas profesionales, trabajos finales de graduación, proyectos de investigación de cara a la cooperación interinstitucional.)

		2. Listado de publicaciones realizadas (notas técnicas, investigaciones científicas y estudios técnicos) que se generan de las investigaciones relacionadas con el mejoramiento genético bovino.	
8. Apoyar a los programas de conservación de razas bovinas en peligro de extinción para proteger el acervo genético.	1. Generar para el 2024, al menos un mecanismo de acción que apoye a planes, programas y proyectos para la conservación de razas en peligro de extinción.	1. Listado de mecanismos de acción establecidos y en ejecución para apoyar a la cantidad de planes, programas, proyectos o mecanismos institucionales identificados. 2. Listado de elementos difundidos en diversos formatos (notas técnicas, publicaciones, entrevistas, videos, capacitaciones, actividades de difusión, etc.)	1. Realizar una revisión de planes, programas y proyectos en materia de reproducción y mejoramiento genético vigentes en el país. 2. Crear un mecanismo de acción y ejecutarlo para cada plan, programa o proyecto que tenga por objetivo(s) conservar razas de bovinos en peligro de extinción. 3. Difundir la importancia de proteger el acervo genético de las poblaciones bovinas de cara a tener los recursos genéticos disponibles para promover la selección y mejoramiento genético
9. Identificar la situación actual nacional referente a los recursos genéticos bovinos disponibles.	1. Generar para el 2023, un estudio diagnóstico de la situación actual referente a los recursos genéticos bovinos disponibles a nivel nacional como punto de partida en el proceso de mejora genética.	1. Un estudio nacional elaborado y publicado de la situación actual de las razas bovinas y sus cruces utilizadas en Costa Rica.	1. Realizar un diagnóstico de la situación actual referente a las razas bovinas y sus cruces utilizados en el país. Implementar mecanismos necesarios: censos, encuestas, informes de las asociaciones de criadores puros, informes de las asociaciones de ganaderos, proyectos de investigación, análisis regionales. 2. Realizar un diagnóstico de los estudios genéticos bovinos que se han realizado y se realizan en el país. Señalar: las razas estudiadas, los entes responsables de esas investigaciones, el objetivo de los estudios y sus principales resultados.



- | | | | |
|---|--|---|--|
| <p>10. Alinear direcciones de programas y/o unidades de organizaciones para efectuar un trabajo en red.</p> | <p>1. Crear para el 2024, un sistema de registro informático que vincule la información obtenida a través de las tecnologías implementadas por los programas de las diferentes organizaciones.</p> | <p>1. Unidad o repositorio informático desarrollado y habilitado que integra programas de distintas organizaciones.</p> | <p>3. Realizar un diagnóstico de la situación de la exportación, importación, y comercialización de recursos genéticos bovinos. Considerar: animales en pie y germoplasma. Incluir el estudio de la posibilidad de abrir nuevos mercados a nivel nacional e internacional.</p> <p>4. Establecer el valor y la importancia de los sistemas de producción locales.</p> <p>5. Evaluar el impacto y cumplimiento en las necesidades económicas, sociales, ambientales y de demanda de mercado de los programas y proyectos de desarrollo de razas que se encuentren vigentes.</p> <p>6. Determinar los efectos de la utilización de los recursos genéticos bovinos a la contribución y necesidades de las comunidades ganaderas.</p> <p>1. Maximizar el uso de las diferentes tecnologías utilizadas en el sector realizando una base de datos que vincule y permita realizar un seguimiento de aspectos relevantes de salud animal y ajustar los objetivos de mejora en consecuencia.</p> |
|---|--|---|--|

Capítulo II. Establecer normas, reglamentos, directrices que contribuyan a la consolidación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético y al fortalecimiento de Registros Genealógicos.

El desarrollo de políticas y la planeación organizacional de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, públicas o privadas presentan significativos cambios al implementarse estrategias nacionales que enrutan al país hacia el logro de nuevas metas establecidas. Surge así, la necesidad de revisar la legislación, planes, estrategias y políticas vigentes e identificar las obligaciones y compromisos actuales a nivel nacional e internacional.

La importancia radica a su vez en determinar las oportunidades y los vacíos con el fin de robustecer el marco legal recomendando los medios o mecanismos para mejorar la situación actual. Es posible que se presente la necesidad de recurrir a un análisis de expertos respecto la

capacidad o posibilidad de realizar reformas a la legislación, de manera tal que sea posible accionar dentro de un entorno de políticas favorable para alcanzar los objetivos relacionados con la gestión de los recursos genéticos para su conservación y utilización para el mejoramiento genético bovino. De esta manera, se logra establecer, mantener y fortalecer el marco institucional y asignar responsabilidades.

A continuación, el cuadro 3 presenta las metas y actividades por realizar para identificar tanto la normativa vigente como las oportunidades de robustecer el marco legal en lo concerniente al uso, conservación, mejora y fomento de las razas bovinas.

Cuadro 3. Metas y actividades para accionar la gestión de los recursos genéticos bovinos dentro del marco legal nacional.

Acción	Meta	Indicador	Actividad	Responsable
1. Revisar la legislación del ámbito ganadero	1. Generar para el 2022 un documento de revisión de la legislación vinculante a la regulación nacional en materia de uso,	1. Un documento de revisión de marco legal elaborado y publicado.	1. Conformación de un equipo técnico para realizar un proceso de revisión, análisis, reporte y divulgación de información.	INTECO, MAG, SENASA, CORFOGA,



conservación, mejora,
fomento y
comercialización de los
recursos genéticos.

2. Realizar una revisión de todas las leyes, decretos, reglamentos, directrices, normas, estándares nacionales e internacionales, relacionadas con el sector.
 3. Identificar oportunidades y barreras que intervienen en materia de uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos.
 4. Difusión de la normativa vigente vinculada a la reproducción y mejoramiento genético bovino.
- ACADEMIA,
INDUSTRIA.

2. Creación de normas técnicas, reglamentos, leyes o decretos que permita robustecer el	1. Generar para el 2024, un pronunciamiento acerca de las leyes, reglamentos, decretos y/o normas técnicas que se necesiten	1. Listado de documentos generados (decreto, ley, reglamento, norma, entre otros), publicados	1. Generar la normativa pertinente que permita llenar los vacíos y aprovechar las oportunidades
---	---	---	---

marco legal en lo concerniente al uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos o biotecnológicos.	crear y/o actualizar para asegurar el ejercicio legal en lo concerniente al uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos o biotecnológicos.	o en proceso de publicación.	correspondientes al uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos o biotecnológicos, identificados en los productos generados de la meta de revisión del marco legal del sector ganadero.
			2. Comunicar las responsabilidades que han quedado sin atención según la normativa vigente (decreto, ley, reglamento, norma, entre otros).
			3. Establecer nuevas responsabilidades a entes o instituciones, que se encuentren debidamente formuladas y delimitadas según la nueva normativa por implementar.



- | | | | | |
|--|--|---|---|---------------|
| 3. Regular la importación y exportación del material genético bovino o biotecnológico. | 1. Generar para el 2024, una actualización al decreto que regule la importación y exportación del material genético bovino o biotecnológico. | 1. Decreto elaborado o actualizado y publicado por el ente correspondiente. | <p>1. Revisar, actualizar y/o elaborar un reglamento que regule la importación y exportación del material genético bovino o biotecnológico (tanto semen como embriones) Incluyendo: consideraciones sanitarias y biológicas, identificación del material y trazabilidad, que se encuentren debidamente registrados y reglamentar controles a establecimientos que elaboren, importen, almacenen, desalmacenen, fraccionen, transporten y comercialicen el material genético bovino o biotecnológico.</p> <p>2. Presentar ante la corriente legislativa el proyecto para su aprobación</p> | SENASA |
|--|--|---|---|---------------|

4. Estandarizar procedimientos de laboratorios.	1. Establecer para el 2025 una estandarización de los procedimientos y/o criterios de referencia para los análisis de la genética molecular y material biotecnológico en los laboratorios.	1. Documento elaborado y publicado o en proceso de publicación.	1. Revisar/Compilar la metodologías, técnicas empleadas y procesos de los diferentes laboratorios que realizan análisis de la genética molecular y material biotecnológico con el fin de emitir recomendaciones u observaciones importantes que puedan afectar los resultados o su correcta interpretación. (por un ente auditor)	
5. Establecer una regulación de los registros genealógicos.	1. Elaborar para el 2024, una actualización en lo concerniente a registros genealógicos de las razas bovinas según lo estipulado en la normativa vigente.	1. Decreto elaborado o actualizado y publicado por el ente correspondiente.	1. Actualizar la reglamentación de registros genealógicos, según lo estipulado en los decretos N° 19 400 y 23 685.	MAG Asociaciones de criadores de ganado puro.



6. Capacitación técnica en lo concerniente a normativas, políticas y campo de acción a los actores involucrados en el proceso de mejora genética bovina.	1. Realizar durante el período 2023-2034, al menos una capacitación técnica anual en lo correspondiente a la legislación, convenios, pronunciamientos, etc. que se emita y actualice para conocimiento general.	1. Listado de actividades/talleres generados y documentos emitidos y divulgados.	1. Realizar un plan de capacitaciones a nivel regional y nacional sobre la normativa y controles acerca del uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos.	MAG INTA SENASA
			2. Implementar el plan de capacitaciones generado. 3. Participar en diferentes medios de comunicación, emitir cápsulas informativas y documentos para divulgar en redes sociales información sobre el uso, conservación, mejora, fomento y comercialización de los recursos genéticos.	CORFOGA CNPL Asociaciones de criadores de ganado puro Academia.

Capítulo III. Contribuir a la selección de individuos con características genéticas que contribuyan a mejorar razas altamente productivas, que mejoren la calidad⁵ de la carne, adaptadas al clima y resistente a enfermedades tropicales.

Entre los lineamientos políticos vigentes la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono promueve un incremento en la producción de carne y leche por unidad de área a base de pastoreo. Sin embargo, la productividad de los animales depende de varios factores entre ellos la alimentación, prácticas de manejo, sanidad, factores ambientales, la adaptación de los animales a los constantes cambios ambientales y la genética. Esta sección se enfoca en las características genéticas que deben ser de especial interés al momento de seleccionar los animales que serán parte del hato productivo de una finca.

Para lograr el incremento en la producción por unidad de área, la ENGBC hace especial énfasis en la tasa anual de nacimientos, la edad a la que se alcanza el peso para sacrificio, edad a la que se alcanza aptitud reproductiva, edad de descarte de las vacas de producción, volumen de producción de leche y el intervalo entre partos. Asimismo, al promover una producción a base de pasturas, se persigue que los animales que conformen el hato nacional tengan la capacidad de realizar un mejor aprovechamiento del material forrajero ofrecido, además se podría considerar la transición hacia la selección de animales de un menor tamaño debido a las diferencias en cuanto a la cantidad de emisiones de metano por fermentación entérica.

La información estadística disponible en Costa Rica respecto a ganadería no provee datos acerca de la composición racial de los animales. Sin embargo, en investigaciones realizadas por diferentes universidades, así como la información registrada en diferentes softwares ganaderos, se evidencia que se puede ubicar unidades productivas especializadas en una sola raza, así como con las que producen con animales de distintos grados de encaste de diferentes razas.

La elección de una o más razas bovinas y/o cruces para la producción de carne, leche y/o crías es una decisión crucial que recae únicamente en cada productor ganadero bovino. Esta decisión puede verse influenciada por temas culturales, aspectos fenotípicos, indicadores productivos, reproductivos y de calidad del producto final, así como experiencias anteriores o estudios comparativos disponibles de las diferentes razas. No obstante, en el presente capítulo se propone la realización de una serie de actividades que en su conjunto permite poner a disposición del público en general y ganaderos, la información básica necesaria respecto a las consideraciones recomendadas para hacer una elección de raza bovina que se ajuste al logro de objetivos de la ENGBC.

⁵ Calidad comprende características organolépticas, de terneza, inocuidad, composición nutricional.

Cuadro 4. Metas y acciones necesarias para contribuir a la selección de características en busca de una mejora genética encaminada hacia la obtención de una ganadería eco-competitiva.

Acción	Meta	Indicador	Actividades
1. Mejorar los esfuerzos de las Evaluaciones Genéticas del ganado bovino.	1. Establecer evaluaciones genéticas en la ganadería bovina de carne y leche, durante el período 2022-2034, para la identificación genética que facilite los procesos de selección.	1. Listado de programas y/o proyectos de evaluaciones genéticas bovinas a nivel nacional que se encuentren activos. 2. Informe anual de cada evaluación genética bovina a nivel nacional.	1. Dar continuidad al Programa Nacional de Evaluación y Mejoramiento Genético. (Corporación Ganadera) 2. Dar continuidad con las Evaluaciones Genéticas (Universidad Nacional-CNPL) 3. Robustecer la confiabilidad de los resultados de los programas y proyectos de mejoramiento genético aumentando la cantidad de animales evaluados. 4. Efectuar la incorporación de más razas bovinas a los programas y proyectos ya existentes. 5. Complementar el uso de evaluaciones genéticas con las evaluaciones genómicas. 6. Promover la implementación de programas y proyectos de Mejoramiento Genético a nivel nacional entre las asociaciones de criadores de ganado puro o entes públicos, evitando la duplicidad de labores.

7. Involucrar a las asociaciones de criadores de ganado puro para participar de los procesos de mejora genética.
8. Elaborar un informe anual que considere: cantidad de razas evaluadas, tamaño de la población, rasgos evaluados y parámetros nacionales que puedan ser disponibles al público resguardando la confiabilidad de los datos de los propietarios.

2. Generar herramientas técnicas estandarizadas para la implementación de programas y proyectos de mejoramiento genético bovino.	1. Formular durante el período 2022-2034, al menos una guía anual correspondiente a los pasos para realizar mejoramiento genético bovino adaptado a los lineamientos de la descarbonización ganadera.	1. Listado de documentos elaborados y publicados.	1. Formular guías/manuales sobre el mejoramiento genético de ganado bovino, mediante el uso de razas puras. 2. Formular guías/manuales sobre el mejoramiento genético de ganado bovino, mediante el uso de cruzamientos. 3. Definir los criterios de selección para cumplir los objetivos de las fincas según sistema productivo y se adapten a los lineamientos de la descarbonización
---	--	--	--



ganadera. Considerar: producción utilizando sistemas de alimentación a base de pastoreo y aspectos fenotípicos, genéticos y ambientales que permitan generar una ganadería eco-competitiva.

4. Generar un documento de referencia a partir del diagnóstico elaborado en el capítulo I, que priorice las razas utilizadas en el país que serán productivas y que mejoren calidad (carne/leche) para las condiciones de la ganadería en Costa Rica.
5. Promover el uso de indicadores genéticos apropiados para complementar la caracterización fenotípica como base para la toma de decisiones en selección. Considerar aspectos, productivos, ambientales, económicas. (FAO)

3. Promover el uso de registros en las fincas ganaderas.

1. Impartir al menos 5 actividades anuales para el fomento del uso de registros, mediante

1. Listado de actividades virtuales o presenciales realizadas por región.

1. Impartir charlas / talleres / seminarios / días de campo / escuelas de campo en todas las regiones del territorio nacional

- | | | |
|---|--|---|
| <p>charlas, talleres y material de divulgación, durante el período 2022-2034.</p> | <p>2. Listado de recursos elaborados y divulgados a nivel regional y nacional.</p> | <p>promoviendo la importancia y uso de los registros como herramienta de análisis y toma de decisiones.</p> |
| | | <p>2. Promover la adopción de la identificación individual oficial.</p> |
| | | <p>3. Participar en diferentes medios de comunicación, emitir cápsulas informativas y documentos para divulgar en redes sociales información sobre la importancia y uso de los registros como herramienta de análisis y toma de decisiones.</p> |

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <p>4. Promover planes, programas, proyectos e investigaciones de razas o selección de rasgos que generen información acerca de rendimientos productivos y obtención de productos de mejor calidad (carne/leche) y se adapten a los</p> | <p>1. Ejecutar al menos 1 plan, programa, proyecto o investigación nueva al año que genere información genética alineada a la descarbonización ganadera, durante el período 2023-2034.</p> <p>2. Fortalecer técnica, tecnológica y/o</p> | <p>1. Listado de planes, programas, proyectos, investigaciones y/o prácticas de graduación, nuevos formulados y en ejecución.</p> <p>2. Listado de planes, programas, proyectos, investigaciones y/o prácticas de graduación vigentes fortalecidos técnica, tecnológica y/o financieramente.</p> | <p>1. Formular planes, programas, proyectos, investigaciones y/o prácticas de graduación para el uso, conservación, mejora, difusión y comercialización de los recursos genéticos adaptados a los lineamientos de la descarbonización ganadera.</p> <p>2. Robustecer con recurso humano, técnico, tecnológico, informático y/o financiero los planes, programas,</p> |
|--|--|--|--|



lineamientos de la descarbonización ganadera.	financieramente anualmente al menos 1 plan, programa, proyecto o investigación vigente al año que genere información genética alineada a la descarbonización ganadera, durante el período 2023- 2034.		proyectos, investigaciones y/o prácticas de graduación que se encuentren vigentes para el uso, conservación, mejora, difusión y comercialización de los recursos genéticos adaptados a los lineamientos de la descarbonización ganadera.
		3. Determinar las tendencias y los factores impulsores del cambio que puedan afectar a la base genética de los sistemas de producción.	
		4. Realizar en el 2028 una evaluación de las tendencias productivas, ambientales y socioeconómicas de los recursos genéticos y biotecnológicos bovinos.	
		5. Promover la formación de recurso humano técnicamente capacitado según las necesidades identificadas en materia de investigación y educación.	
5. Fortalecer las capacidades técnicas de los productores.	1. Realizar al menos cinco actividades anuales mediante cualquier recurso o mecanismo estandarizado	1. Listado de actividades, charlas, talleres, días de campo, escuelas de campo, generados y listado de	1. Establecer una línea base de las capacidades técnicas de los criadores de ganado para la implementación de

disponible para fortalecer las capacidades de los productores en el ámbito de la mejora genética y reproducción, durante el período 2022-2034.

documentos emitidos y divulgados.

programas de mejora genética en sus hatos.

2. Transferir a los productores ganaderos a través de diferentes mecanismos de extensión, los criterios técnicos estandarizados sobre el mejoramiento genético mediante razas puras, cruces y los criterios de selección que se adapten a los lineamientos de la descarbonización ganadera para cumplir los objetivos de las fincas según sistema productivo
3. Participar en diferentes medios de comunicación, emitir cápsulas informativas y documentos para divulgar en redes sociales información sobre el mejoramiento genético mediante razas puras, cruces y los criterios de selección para cumplir los objetivos de la finca según sistema productivo y se adapten a los lineamientos de la descarbonización ganadera.



Capítulo IV. Disponer de material genético superior a un costo competitivo, que le permita al productor hacer uso de las tecnologías⁶ reproductivas disponibles y adecuadas a su sistema de producción para el incremento de su rentabilidad.

Cuadro 5. Metas y actividades necesarias para permitir a los productores ganaderos bovinos disponer de material genético superior a un costo competitivo.

Acción	Meta	Indicador	Actividades
1. Fortalecer las capacidades técnicas en cuanto al uso de las biotecnologías reproductivas disponibles.	1. Implementar al menos 3 actividades por año, para fortalecer las capacidades técnicas en cuanto al uso de las biotecnologías reproductivas, durante el período 2021-2034.	1. Cantidad de charlas y eventos de formación/aprendizaje impartidos en las diferentes regiones del territorio nacional entre la cantidad de eventos programados. 2. Listado de publicaciones o información divulgada a través de diferentes medios.	1. Informar y promover la diferencia y complementariedad entre el uso de biotecnologías de la reproducción y la implementación de programas de mejora genética para conseguir un progreso genético en el tiempo. 2. Capacitar a los productores a nivel nacional sobre el uso de estas tecnologías (MN, IA, FIV, TE, conservación de semen bovino, criopreservación, entre otras). 3. Capacitar y actualizar a los equipos técnicos de las instituciones acerca de las biotecnologías de la reproducción disponibles a nivel institucional.

⁶ Monta Natural, Inseminación Artificial, Transferencia de Embriones, Fertilización *in vitro*.

4. Participar en diferentes medios de comunicación, emitir cápsulas informativas y documentos para divulgar información sobre el mejoramiento genético y las biotecnologías de la reproducción disponibles en el país y su implementación. Considerar: ventajas, usos, desafíos, costos, y aspectos de bioética de ser necesarios.
5. Promover la asistencia técnica a productores en lo referente a biotecnologías reproductivas disponibles y su relación con la mejora genética.
6. Diseñar un mecanismo y ejecutarlo para dar seguimiento técnico a los productores que implementen las diferentes técnicas reproductivas y/o un programa de mejoramiento genético.



2. Crear una Unidad Nacional de Recursos genéticos bovinos.	1. Crear para el 2024, la Unidad Nacional de Recursos Genéticos Bovinos.	1. Unidad Nacional de Recursos Genéticos Bovinos debidamente creado y en funcionamiento.	2. Delegar en una sola unidad las labores consultivas a nivel nacional de los recursos genéticos bovinos.
			3. Dar seguimiento del cumplimiento del Plan Nacional de Mejoramiento Genético.
3. Establecer alianzas estratégicas para la obtención, análisis y	1. Generar alianzas que permitan al menos 3 planes, programas o proyectos para analizar y/o conservar el material genético	1. Listado planes, programas y proyectos de cooperación interinstitucional emitidos, aprobados y en funcionamiento	4. Informar a los interesados la gestión y avances realizados.
			5. Coordinar la comunicación y colaboración interinstitucional.
			6. Preparación de materiales escritos de comunicación e informes.
			7. Crear una red de expertos nacionales e internacionales.
			8. Gestionar uso, conservación, mejora genética, considerando aspectos sanitarios y biológicos, identificación del material y trazabilidad, de material genético o biotecnológico.
			1. Examinar acuerdos internacionales existentes que tienen efectos en el uso, desarrollo y conservación de recursos

preservación de material genético o biotecnológico.	bovino, durante el período 2024-2034.	/ alianzas estratégicas establecidas.	genéticos bovinos y/o biotecnológicos. (FAO)
			2. Establecer alianzas entre el sector privado y público para obtener y/o preservar material genético y biotecnológico, analizando, asegurando y resguardando la calidad biológica, aspectos genéticos, y trazabilidad del material.
			3. Ofrecer germoplasma de genética superior tanto nacional como internacional a través de diferentes mecanismos, con evaluaciones reproductivas y genéticas.
4. Facilitar el financiamiento para la adopción de la mejora en la reproducción, mejoramiento genético bovino y desarrollo de investigación en el área de cara a los lineamientos de	1. Implementar para el 2023, al menos 1 mecanismo de financiamiento para investigadores en las tecnologías reproductivas y genéticas que se adapten a los lineamientos de la descarbonización ganadera.	1. Cantidad de mecanismos financieros elaborados, aprobados y disponibles a los productores e investigadores. 2. Cantidad de investigadores y productores beneficiados/cantidad de beneficiarios esperada.	1. Realizar un diagnóstico sobre los intereses del sector en adoptar un mecanismo financiero para implementar un programa de rastreabilidad, mejoramiento genético y/o uso de biotecnologías reproductivas.



la descarbonización ganadera. 2. Implementar para el 2023, al menos 1 mecanismo de financiamiento para productores interesados en implementar programas de mejoramiento genético y biotecnologías reproductivas que se adapten a los lineamientos de la descarbonización ganadera.

2. Desarrollar mecanismos financieros que permitan la adopción e investigación de las tecnologías reproductivas y genéticas, buscando la mayor accesibilidad a estos recursos.
3. Implementar y dar seguimiento al mecanismo financiero desarrollado para la adopción e investigación de las tecnologías reproductivas y genéticas.
4. Apoyar a los sistemas ganaderos por medio de los financiamientos disponibles para permitir y mejorar el acceso al mercado y adición de valor a sus productos.
5. Asistencia técnica (bajar lo que está en amarillo)
6. Promover la adopción de los mecanismos financieros para implementar programas de mejoramiento genético, biotecnologías reproductivas y desarrollo de investigaciones en el área de reproducción y mejoramiento genético

bovino que se adapten a los
lineamientos de la descarbonización
ganadera.



Capítulo V. Contribuir desde la base genética, a generar atributos deseables⁷ para el consumidor nacional e internacional de productos cárnicos, en su decisión de compra.

Acción	Meta	Indicador	Actividades
1. Generar información acerca de la contribución genética para destacar los atributos deseables demanda el mercado.	1. Ejecutar al menos 1 investigación anual sobre los atributos genéticos demandados por los mercados meta, durante el período 2023-2034.	1. Cantidad de estudios e investigaciones generados y publicados / cantidad de estudios e investigaciones planificadas.	1. Generar investigaciones científicas, tesis y/o estudios técnicos sobre los atributos deseables exigidos por el mercado nacional e internacional para carne/leche a producir en el país. 2. Realizar investigaciones acerca de los genes que contribuyen a mejorar los atributos deseables de la carne/leche. 3. Desarrollar estudios sobre los aportes de calidad de carne y leche brindan diferentes razas de ganado. 4. Elaborar un estudio para evaluar el rendimiento comparativo de las razas en diferentes sistema productivos y agroecológicos. Considerar la interrelación de la caracterización fenotípica, y molecular según

⁷ Suavidad, nutrición, ganadería sostenible, alimentación a base de pasturas y forrajes.

los rasgos funcionales y la valoración económica.

2. Proveer a los diferentes grupos de interés, de información veraz y oportuna acerca de los atributos de calidad de los productos alimenticios de origen bovino.	1. Implementar al menos 1 campaña cada 3 años con información dirigida a consumidores de alimentos de origen bovino, durante el período 2024-2034.	1. Campañas ejecutadas/campañas planificadas.	1. Implementar campañas dirigidas a consumidores respecto a los atributos de calidad presentes en la carne/leche de Costa Rica.
3. Incentivar mediante mecanismos de reconocimientos (certificaciones), la adopción de prácticas ganaderas alineadas a la descarbonización ganadera y consumo de productos de origen animal alineadas a la descarbonización de la economía.	1. Desarrollar para el 2026, un mecanismo (certificación) sostenible que promueve la producción y consumo de alimentos que generen un menor impacto ambiental. 2. A partir del 2027, implementar el mecanismo de reconocimiento desarrollado.	1. Propuesta de uno o más mecanismos a nivel de procesos en producción primaria (certificaciones), elaborado aprobado. 2. Mecanismo de reconocimiento aprobado e implementado / mecanismos de reconocimientos propuestos.	1. Elaborar el mecanismo (certificación) que garantice el uso de prácticas ganaderas alineadas a la descarbonización. 2. Inclusión de atributos deseables de la carne y leche dentro de un estándar nacional; visibilizado por medio de sellos o etiquetados. 3. Incentivar en el sector industrial el uso del sello/etiqueta en los productos se comercialicen en los mercados nacionales y/o internacionales.



4. Promover el desarrollo de nichos de mercado y reforzar los procesos que añaden valor a los productos primarios.

4. Desarrollar sistemas estandarizados que evalúen y garanticen una mejor calidad de producción de leche y carne.

1. Estandarizar los sistemas de clasificación de calidad de canales y leche, para el 2026.

1. Cantidad de sistemas o mecanismos aprobados o implementados / cantidad de sistemas o mecanismos formulados y en proceso de ejecución.

1. Identificar los sistemas de clasificación utilizados en la actualidad.
2. Promover la creación e implementación de sistemas de clasificación de canales y leche.
3. Estandarizar los sistemas de clasificación de calidad de canal y leche para garantizar la imparcialidad del proceso.

Barreras para la implementación de un Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica.

Las actividades propuestas para adoptar el Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica tienen asociadas diferentes barreras que impiden ejecutar programas y proyectos para mejorar genéticamente el hato nacional en miras a contribuir a la descarbonización del país. Las barreras identificadas se categorizaron en tres áreas: técnicas, económicas y culturales.

Cuadro 6. Barreras técnicas, económicas y culturales que impiden implementar el Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica.

Área	Barreras	Causas	Medidas	Entidades responsables
Técnica	Capacidad técnica	Escaso recurso humano y múltiples tareas. Disparidad en la disponibilidad de recursos institucionales/servicios técnicos entre distintas áreas rurales. Capacidad de gestión/responsabilidades administrativas previas. Falta de conocimiento del personal técnico.	Convenios interinstitucionales para aumentar el recurso humano y la capacidad de gestión. Contribuir al fortalecimiento de las organizaciones ganaderas mediante proyectos/capacitaciones técnicas, entre otras. Capacitar y actualizar al personal técnico.	MAG INTA SENASA CORFOGA CNPL INA INDER Asociaciones y cámaras de ganaderos (Ley 218). FUNDECOOPERACIÓN. Empresas privadas.
	Desconocimiento de la importancia técnica-financiera del Mejoramiento Genético por parte del productor	No se tiene acceso a la asesoría técnica. Ideas preconcebidas respecto al mejoramiento genético y al costo de implementación. Poco interés de los actores involucrados. Manejo desintegrado de los componentes del sistema productivo (nutrición, sanidad,	Diseñar e implementar un plan de capacitaciones a los productores. Evidenciar y divulgar la necesidad e importancia productiva-económica de los procesos de mejora genética. Establecer mecanismos económicos que faciliten la adopción de las prácticas enfocadas en el	MAG INTA SENASA CORFOGA CNPL INA Asociaciones y cámaras de ganaderos.



		reproducción, mejoramiento genético).	mejoramiento genético bovino.	FUNDECOOPERACIÓN SBD Bancos INDER ONG's
	Objetivos de selección inalcanzables	Falta de claridad por parte del productor de lo que se busca mejorar. Poca o nula asesoría sobre la correcta implementación de un programa de mejoramiento genético.	Fortalecer la asesoría técnica en cuanto a mejoramiento genético y evaluación reproductiva. Dar seguimiento a los servicios de asesoría técnica brindado a los productores. Definir claros objetivos de selección y criterios de selección medibles.	Unidad Nacional de Recursos Genéticos Bovinos. MAG INTA SENASA INA CORFOGA CNPL Universidades Asociaciones y cámaras de ganaderos. Empresas privadas.
	Consanguinidad en el hato.	Falta de registros de genealogías. Llevar un control sobre la correcta administración de los registros genealógicos.	Uso de registros genealógicos. Aplicar lo estipulado en los decretos de traspaso de registros genealógicos, estatutos y reglamentaciones de las Asociaciones.	Asociaciones de criadores de ganado bovino. MAG



	Políticas y legislación desactualizadas. Creación de nueva legislación.	Vacío legal.	A nivel político: revisión, redacción de reglamentos técnicos y decretos.	Unidad Nacional de Recursos Genéticos Bovinos. MAG SENASA CORFOGA Consultores externos.
	Integración de actores.	Desconocimiento de las actividades desarrollan cada organización / institución en su plan de acción. Comunicación deficiente. Duplicidad de labores e información.	Establecer líneas de trabajo claras específicas. Presentar informes periódicos acerca de las labores realizadas y sus avances. Divulgar los estudios en curso para dar a conocer las labores que se realizan, así como los resultados de estudios finalizados. Mesas de diálogo.	CORFOGA en su labor de integración de actores y rendición de cuentas. Cada actor en su labor de rendición de cuentas. Unidad Nacional de Recursos Genéticos Bovinos.
Económica	Costos de servicios de asesoría, asistencia técnica, material biotecnológico para la reproducción y mejoramiento genético.	Servicios de tecnologías reproductivas y laboratorios poco accesibles económicamente.	Incentivar alianzas de pequeños productores para acceder a diferentes tecnologías. Diseñar un mecanismo financiero que permita incentivar a los productores el uso de toros reproductores con evaluaciones genéticas y reproductivas. Crear convenios entre instituciones para disminuir los costos y contribuir al desarrollo de micro,	Bancos y entidades financieras. MAG INTA SENASA Universidades CORFOGA CNPL INDER



			pequeños y medianos productores.	Asociaciones y cámaras de ganaderos.
	Retribución económica lenta debido al tiempo que demora la obtención de resultados.	Condición propia de la tecnología.	Documentar avances en finca y respaldar con documentación oficial.	Bancos y entidades financieras. Universidades INTA CORFOGA CNPL
	Incremento de los costos de producción.	Aumento del costo de producción: mano de obra, alimentación, servicios veterinarios, evaluaciones genéticas y genómicas, costo del germoplasma a utilizar.	Evaluar el impacto que ejerce la mejora genética sobre las utilidades y análisis de rentabilidad.	Universidades MAG INTA SENASA CORFOGA CNPL Proveedores y empresas privadas. Bancos y entidades financieras.
	Dinámica económica del negocio.	Oscilaciones en los precios de mercado de ganado bovino y materias primas para su producción. Tendencia irregular en los precios de venta de carne, leche y sus subproductos.	Impulso a la ganadería empresarial.	Bancos y entidades financieras. CORFOGA CNPL MAG SENASA INTA Universidades



	Pagos por calidad de producto.	Irregularidad del pago por calidad o compensaciones económicas por la falta de estandarización de sistemas de clasificación de calidad en el sector industria. Desinformación del productor. Precio de la carne nacional compite con los precios de carne y leche importada.	Generar un sistema nacional de clasificación de calidad. Publicación de los sistemas nacionales de clasificación de calidad. Campañas de divulgación. Control y seguimiento de los reglamentos/procedimientos para la importación de carne y leche.	MEIC MAG SENASA Industrias CORFOGA CNPL Otros entes gremiales
	Corto plazo para desgravación arancelaria total en leche.	Condiciones imperantes en el mercado.	Mejorar las condiciones de competitividad del sector empresarial de Costa Rica (cargas sociales, accesos a financiamientos, tasas de interés, etc.)	MAG INTA SENASA INDER MTSS CCSS CORFOGA CNPL Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria Otros entes gremiales Sector empresarial.
	Mecanismos financieros poco adecuado al nivel empresarial	Política y sistemas financieros de Costa Rica. Desconocimiento de las fuentes, montos y	Impulsar la creación de una política financiera acorde al sector empresarial agropecuario.	Sistema Bancario Nacional. Organismos Estatales.



	agropecuaria del productor.	condiciones de financiamiento.	Diseñar mecanismos financieros adecuados al nivel empresarial para incentivar su desarrollo y crecimiento. Entes financieros divulguen sus líneas de financiamiento.	MAG CORFOGA CNPL Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria.
	Disminución de presupuesto de las instituciones públicas.	Situación económica nacional. Situación fiscal a nivel nacional. Regla fiscal vigente. Falta de compromiso con los aspectos relacionados con la mejora genética.	Consolidar planes estratégicos que involucren la mejora genética dentro de las labores institucionales. Considerar en los presupuestos institucionales el rubro o partida para mejoramiento genético.	Universidades MAG INTA SENASA INDER CORFOGA CNPL Entidades gremiales
	Intereses económicos de empresas genéticas y distribuidores de material genético.	Empresas genéticas no han sido consideradas ni sensibilizadas en el proceso de generación de política ganadera (Estrategia de Ganadería Baja en Carbono).	Incorporar a las empresas en el proceso. Ofrecer la oportunidad de diversificar su producto y brindar valor agregado adecuándolo a los objetivos nacionales.	MAG INTA SENASA INDER CNPL CORFOGA Entidades Gremiales Proveedores de material biotecnológico. Universidades INA



Cultural	Actitudes conservadoras del productor / Resistencia para innovar	Miedo al riesgo. Conservar tradiciones familiares o regionales. Preferencias a una raza en específico o encastes raciales. Falta de conocimiento de alternativas para el mejoramiento.	Brindar información y capacitaciones de forma regular. Brindar asistencia técnica y dar seguimiento al productor. Divulgar experiencias exitosas.	MAG INTA CORFOGA CNPL INA Asociaciones y cámaras de ganaderos.
	Productores con bajo nivel empresarial.	Productores no buscan especializarse. No dependen de la ganadería. No tienen acceso a información o asesoría y acompañamiento técnico.	Capacitar periódicamente. Fortalecer las asociaciones y cámaras de ganaderos para que brinden asesorías específicas.	CORFOGA UCR CNPL INA Asociaciones y cámaras de ganaderos. INDER
	Compra de reproductores en subastas ganaderas no genéticas.	Capacidad financiera limitada para comprar reproductores con evaluaciones. Capacidad financiera limitada para implementar tecnologías reproductivas. Desconocimiento.	Capacitar sobre la importancia de escoger el pie de cría con evaluación reproductiva o genética. Brindar esquemas de financiamiento accesibles al productor.	CORFOGA MAG Asociaciones y cámaras de productores. INA INDER SBD Bancos Universidades



	No uso de la información disponible.	No tiene acceso a la información. Falta de asesoría o desconfianza en los asesores.		
--	--------------------------------------	--	--	--



Análisis de riesgos

Se realizó un plan de gestión de riesgos con el objetivo de aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos y adoptar estrategias de respuesta ante los posibles acontecimientos que puedan presentarse durante la ejecución del Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica.

Se exponen los eventos que pueden llegar a producirse y tienen un efecto sobre el cumplimiento de las metas establecidas en el presente Plan. El enfoque del análisis es preventivo más que correctivo, debido a que se espera que, durante el seguimiento y control, se identifiquen las causas de los riesgos antes de que se materialicen, logrando accionar previo a que se comprometa el cumplimiento de las metas. No obstante, si fuese el caso que se produzcan estos factores, se plantean acciones que permiten reaccionar de forma correctiva para mitigar el impacto negativo sobre el logro de las metas.

Con el fin de priorizar los riesgos identificados se determinaron dos escalas, una de ellas establece las probabilidades de ocurrencia en el tiempo y la segunda calcula el impacto. La categoría “bajo” hace referencia a dado el caso de presentarse el riesgo, este no tendría consecuencias relevantes para la ejecución del Plan Nacional y la categoría “alto” implica graves consecuencias para el cumplimiento de las metas establecidas en el Plan Nacional (Figura 1). Así, se genera la matriz que categoriza cada riesgo según su relevancia para priorizar sobre las decisiones operativas, financieras y administrativas para su mitigación o plan de contingencia (Figura 2). Se obtiene como resultado, 5 categorías para los riesgos: insignificantes, bajos, moderados, medios y altos.

Probabilidad de ocurrencia		Impacto	
Bajo	0-30%	Bajo	0-20%
Medio	31-70%	Medio	20-40%
Alto	71-100%	Alto	50-100%

Figura 1. Escalas utilizadas para categorizar los riesgos.



		Probabilidad ocurrencia		
		Bajo	Medio	Alto
Impacto	Bajo	Insignificante	Bajo	Moderado
	Medio	Medio	Medio	Alto
	Alto	Moderado	Alto	Alto

Figura 2. Matriz para la categorización de cada riesgo.

Se identificaron 4 estrategias de respuesta para tratar los riesgos:

- Transferir: Implica traspasar o entregar a un tercero la responsabilidad de solucionar los efectos que genere el riesgo si se presenta.
- Eliminar: Hace referencia a eliminar un determinado riesgo en el momento en que se identifique con el fin de evitar que se lleve a cabo y genere las consecuencias previamente identificadas. Se realiza cuando se trata de un riesgo muy elevado.
- Asumir: Se procede a ejecutar el Plan de contingencia en el momento en que se presente, debido a que el impacto que tiene sobre el cumplimiento de metas no afecta de forma significativa.
- Implantar medidas para mitigarlo: Se implementan acciones como medidas alternativas a las actividades establecidas en primera instancia para la ejecución de las tareas y el cumplimiento de las metas determinadas.

Durante el control de riesgos, es necesario analizar las medidas planteadas con el fin de identificar la aparición de nuevos riesgos o que se presente algún cambio en la importancia o impacto de estos, es imprescindible tener presente que un riesgo puede tener una o más causas e impactos. Si se presenta un cambio a menor grado de importancia implica que se podría guardar el margen de los recursos a utilizar, para gestionar otras contingencias.

A continuación, el cuadro 7 presenta el Plan de Gestión del Riesgo.

Cuadro 7. Plan de gestión de riesgos durante la ejecución del Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica 2021-2034.

Plan de Gestión del Riesgo									
Nombre del Plan		Plan Nacional para el Mejoramiento Genético del Ganado Bovino en Costa Rica 2021-2034.							
Fecha		Marzo 2021.							
Declaración del Riesgo									
Ámbito	Riesgo	Efecto/Consecuencia	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Categoría del Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de contingencia	Responsable	Periodicidad de seguimiento
Legal	Desacuerdo a nivel interinstitucional en el establecimiento de roles.	1. Duplicidad de labores. 2. No ejecución de labores	Baja	Medio	Medio	Asumir	Definir responsables. Generar convenios/acuerdos para establecer responsabilidades si se ejecuta entre dos o más responsables.	Por definir según establecimiento de roles.	Bi anual.
	Restricciones para la recopilación de resultados genéticos generados y la incorporación de futuros resultados.	Datos nacionales de referencia deficientes.	Media	Medio	Medio	Mitigar	Generar convenios para suministrar información respetando las propiedades intelectuales.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Restricciones para hacer pública una base de datos nacional de resultados genéticos e indicadores nacionales.	Información inaccesible para tomar decisiones.	Baja	Alto	Moderado			Por definir según establecimiento de roles.	



	Normativa que imposibilite el uso, conservación, fomento, mejora, investigación y comercialización de los recursos genéticos y biotecnológicos.	Prohibición para la utilización de los recursos genéticos y biotecnológicos	Baja	Alto	Moderado			Por definir según establecimiento de roles.	
	Restricciones legales para generar y/o actualizar normativa permitente que permita llenar los vacíos identificados.	Resta oportunidades para mejoras a nivel nacional e internacional.	Baja	Medio	Bajo	Asumir	Se procede a ejecutar las actividades dentro del marco legal vigente, asumiendo la reducción en la eficiencia del cumplimiento de metas.	Por definir según establecimiento de roles.	
Técnica	Falla en la creación, administración y mantenimiento del portal web.	No se genera información pública vía portal web.	Baja	Medio	Bajo	Mitigar	Se publica la información mediante páginas web de los diferentes responsables, se genera un repositorio de información y se divulga mediante notas o informes de carácter público.	Por definir según establecimiento de roles.	

Incapacidad organizacional para implementar planes, programas y proyectos regionales y/o nacionales.	Impide medir el impacto de la adopción de las tecnologías en el sector. Impide apoyar al productor en el proceso de transición e implementación.	Baja	Alto	Moderado	Asumir	Se ejecutan los planes, programas y proyectos dentro de las capacidades de cada organización. Se fomenta la colaboración interinstitucional para maximizar el uso de recursos.	Por definir según establecimiento de roles.	Anual
Desconocimiento técnico y profesional que imposibilite capacitar productores y generar información técnica.	Baja adopción de tecnologías por parte de los productores.	Media	Alto	Alto	Mitigar	Fortalecer y aumentar las capacidades técnicas.	Por definir según establecimiento de roles.	Anual
Poca o nula disponibilidad del equipo e infraestructura laboral y de investigación.	Imposibilidad de investigar y/o certificar aspectos reproductivos y genéticos.	Media	Alto	Alto	Mitigar	Crear convenios interinstitucionales. Desagregar responsabilidades según capacidad y especialización de los laboratorios actuales.	Por definir según establecimiento de roles.	
Falta de registros o certificaciones para determinar el estado de los recursos genéticos disponibles en el país.	Imposibilidad de generar una línea base. Desconocimiento del punto de partida lo que afecta la medición del impacto.	Media	Alto	Alto	Asumir	Analizar toda la información que se pueda recopilar para generar una línea base. Desconocer las características de los recursos genéticos	Por definir según establecimiento de roles.	



						nacionales también es un punto de partida.		
Desacuerdo en la definición de los criterios de selección para adoptar los lineamientos de la descarbonización.	Impide establecer una hoja de ruta y dar una guía al productor que contribuya a los lineamientos de descarbonización.	Medio	Alto	Alto	Mitigar	Implementar estrategias que solventen los desacuerdos que impiden el avance del Plan.	Por definir según establecimiento de roles.	
Desacuerdo en la definición de indicadores genéticos apropiados como base para la toma de decisiones en selección.	Dificulta la estandarización en los criterios de selección.	Baja	Medio	Bajo	Mitigar	Seleccionar los indicadores genéticos considerados apropiados que generen mayor impacto económico.	Por definir según establecimiento de roles.	
Bajo o nulo monitoreo del cumplimiento de metas.	Dificulta la identificación de oportunidades y riesgos que afecten el cumplimiento de metas.	Baja	Alto	Moderado	Mitigar	Implementar el mecanismo de monitoreo establecido.	Por definir según establecimiento de roles.	Anual
Deficiente comunicación y colaboración interinstitucional.	Dificulta la maximización en la gestión de recursos.	Medio	Bajo	Bajo	Mitigar	Revisión anual de posibles actores que puedan involucrarse en los planes, programas y/o proyectos vigentes.	Por definir según establecimiento de roles.	Anual

	Desinterés por estandarizar sistemas de clasificación de calidad del producto final.	Impide el fomento de la diferenciación de la producción.	Alto	Alto	Alto	Mitigar	Generar proyectos pilotos o estrategias que permitan implementar estos sistemas por un período de tiempo para evaluar su impacto.	Por definir según establecimiento de roles.	
Financiera	Escasos recursos para la elaboración de diagnósticos, informes y recopilación de información.	Impide documentar punto de partida, ejecución e impacto de las tecnologías de interés.	Medio	Alto	Alto	Mitigar	Apoyo en colaboración interinstitucional para maximizar la gestión de recursos.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Falta de recursos por parte de los productores para la implementación de recomendaciones.	Impide adopción de tecnologías	Alto	Alto	Alto	Mitigar	Unir esfuerzos para la captación de recursos y su suministro responsable entre productores comprometidos.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Limitación de recursos para implementar planes, programas, proyectos e investigaciones regionales y/o nacionales.	Impide medir el impacto de la adopción de las tecnologías en el sector. Impide apoyar al productor en el proceso de transición e implementación.	Baja	Alto	Moderado	Asumir	Se ejecutan los planes, programas y proyectos dentro de las capacidades de cada organización. Se fomenta la colaboración interinstitucional para maximizar el uso de recursos.	Por definir según establecimiento de roles.	



	Escaso o nulo apoyo financiero a los sistemas ganaderos para acceder al mercado por medio de créditos o microcréditos.	Impide adopción de tecnologías	Alto	Alto	Alto	Mitigar	Unir esfuerzos para la captación de recursos y su suministro responsable entre productores comprometidos.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Fluctuación en los pagos al ganadero y en los precios/costos de producción.	Inestabilidad financiera que impide sostener la adopción de una tecnología	Alto	Alto	Alto			Por definir según establecimiento de roles.	
Social	Escasa participación de productores en las capacitaciones.	Baja adopción de tecnologías por parte de los productores.	Medio	Medio	Medio	Mitigar	Fortalecer la difusión de actividades. Buscar otras estrategias que sean de mayor interés para los productores.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Desinterés social por aspectos que generen valor al producto final.	Impide promover una diferenciación del producto final	Bajo	Medio	Bajo	Mitigar	Aumentar la divulgación de información para incrementar el interés social.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Ideas preconcebidas acerca del mejoramiento genético y el costo de implementación.	Baja adopción de tecnologías por parte de los productores.	Bajo	Medio	Bajo	Mitigar	Mejorar los mecanismos de difusión de información.	Por definir según establecimiento de roles.	
	Desinformación por parte del productor y de la industria de la	Se muestra un mercado con un crecimiento lento y baja en la productividad tanto para los	Medio	Medio	Medio	Mitigar	Fortalecer las capacidades de los productores y de la industria, por medio de diferentes acciones	Por definir según establecimiento de roles.	

	mejora genética y sus beneficios.	productores como para la industria.					tanto teóricas como prácticas.		
Ambiental	Promover planes, programas, proyectos e investigaciones de razas o selección de rasgos que generen información acerca de rendimientos productivos y obtención de productos de mejor calidad (carne/leche) y se adapten a los lineamientos de la descarbonización ganadera.	No cumplimiento de las metas ambientales, tanto las establecidas en las NDC como las señaladas en los escenarios de la Estrategia de Ganadería Baja en Carbono	Medio	Alto	Alto	Mitigar	Fortalecer las acciones de alimentación del hato ganadero para contribuir con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por esta vía.	Por definir según establecimiento de roles.	

I. FODA

Durante los talleres interinstitucionales impartidos en la Corporación Ganadera en el 2019, se realizó un análisis de las barreras (Cuadro 6) y se diseñó un FODA. Este listado de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que afectan de forma positiva o negativa la eventual implementación y desarrollo del Plan Nacional de Mejoramiento Genético, fue utilizado en el análisis de riesgos (Cuadro 7) del presente documento. A continuación se presenta el FODA:

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Evaluaciones genéticas desde hace 17 años 2. Proyectos de investigación en genética y reproducción 3. Laboratorios especializados y certificados 4. Banco de germoplasma establecido (INTA-SENASA) 5. Profesionales con experiencia en diferentes especialidades 6. Convenios interinstitucionales	1. Acceso a tecnologías reproductivas modernas. 2. Limitado análisis genéticos a nivel nacional. 3. Capacitación a los productores. 4. Deterioro del equipo e instalaciones del Banco de Germoplasma. (Instalaciones insuficientes). 5. Poco recurso humano (técnico). 6. Dependencia financiera. 7. Acceso restringido a los productores. 8. Competencias de las <u>cámaras</u> y asociaciones para impactar al ganadero 9. Poca asistencia a las actividades de divulgación.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Implementación de tecnologías modernas. 2. Vinculación con la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica. 3. Precios competitivos a favor del productor (en comparación a genética comprada por las instituciones vinculadas). 4. Necesidad de aumentar la rentabilidad. 5. Crecimiento 6. Regulaciones legales. 7. Financiamiento (Líneas especiales).	1. Cultura de los productores. 2. Resistencia al cambio. 3. Situación económica. 4. Regulaciones legales. (cuidado: no malinterpretar). 5. Ingreso de material genético no formal. 6. Regulaciones sobre la calidad del material genético. 7. Baja <u>empresarialidad</u> del sector.

Figura 3. Diagrama de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas para la implementación del Plan Nacional de Mejoramiento Genético.



Referencias

- Abarca, S. 2020. Introducción de Genética para la adaptación al cambio climático. Propuesta de Proyecto. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria y Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible.
- Dirección de Cambio Climático. 2018a. Programa País Carbono Neutralidad 2.0. Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica.
- Dirección de Cambio Climático. 2018b. Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Ministerio Ambiente y Energía de Costa Rica. 113 p.
- Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica (EGBC). 2015. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 110 p.
- Elzo M., Koonawootrittriron S., Tumwasorn S. 2002. National Genetic Improvement Programs: Challenges and Rewards. Animal Breeding Mimeograph, Universidad de Florida, Estados Unidos de América.
- FAO. 2009. Preparación de las estrategias nacionales y los planes de acción sobre los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 2. Roma.
- Naciones Unidas (ONU). 2015. Agrandando 2030 para el Desarrollo Sostenible. Disponible en: http://ods.cr/sites/default/files/documentos/aplicacion_y_seguimiento_integrados_1.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Actividades Pecuarias, Prácticas y Servicios Agropecuarios. Instituto Nacional de Estadística y Censos. 1 ed. San José, Costa Rica. 282 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) 2020. VI Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponible en: <https://www.inec.cr/encuesta-nacional-agropecuaria>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2016. NAMA Ganadería Bovina de Costa Rica, elaborado por Poch Ambiental S.A.
- Montaño M., Martínez G. 2010. Guía Técnica de Programas de Control de Producción y Mejoramiento Genético en Bovinos de Carne. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, México. 80 p.



Glosario⁸

Ambiente. - Todas las condiciones externas (no genéticas) que influyen en la reproducción, producción y características de la canal del ganado. Si en las evaluaciones genéticas no se consideran los efectos ambientales sobre el mérito fenotípico de manera adecuada, se reduce la precisión en la estimación del valor genético y el mejoramiento subsecuente.

Asociación de Criadores. - Organización que registra la información genealógica y productiva de animales y promueve las evaluaciones genéticas de los animales de la raza. Estas asociaciones también regulan el registro de animales y promueven la raza.

Bos indicus. - Subespecie de ganado bovino. También se le llama Cebú.

Bos taurus. - Subespecie de ganado bovino. Con frecuencia se le refiere como “europeo”. Las cruas Bos indicus x Bos taurus son fértiles y expresan cantidades importantes de heterosis.

Características de relevancia económica (CRE). – Características que tienen importancia económica directa para los productores.

Conformación. - Descripción de la forma de partes del cuerpo de un animal.

Confiabilidad (de la selección). - Correlación entre el valor genético real (no conocido) de un animal y un valor genético predicho en una característica. Con frecuencia se conoce como “exactitud”.

Consanguinidad. - Apareamiento de animales emparentados en mayor grado que el promedio de la población. La consanguinidad reduce la proporción de pares de genes heterocigóticos en los descendientes y aumenta la proporción de pares de genes homocigóticos; aumenta la frecuencia de manifestación de defectos genéticos causados por genes recesivos. La consanguinidad puede aumentar la prepotencia en características con herencia simple o altamente heredables.

Conversión alimenticia (eficiencia alimenticia). - Cantidad de alimento consumido por unidad de peso ganado o producción de carne o leche por unidad de alimento consumido.

Cruzamiento. - Apareamiento de animales no emparentados.

⁸ Montaña y Martínez (2010).



Diferencia Esperada en la Progenie (DEP). - Diferencias esperadas en la progenie de un reproductor, relativas a características productivas como peso al destete o peso al año. El valor de la DEP de un reproductor expresa, en kilogramos de peso o centímetros de circunferencia escrotal. Las DEPs se estiman a partir del mérito fenotípico de un individuo y todos sus parientes. Se estiman como la mitad del valor genético y se expresan en las unidades en las que se mide la característica (kg, cm, etc).

Evaluaciones Nacionales de Ganado. - Evaluaciones de ganado de raza pura para calcular el mérito genético estimado en una población de animales.

F1.- Individuo resultante del apareamiento de un toro puro con hembras puras de otra raza.

Fenotipo. - La expresión visual o medible de una característica como peso al destete, ganancia posdestete o intervalo inicio del empadre-parto. El fenotipo está determinado por el genotipo y el ambiente.

Gen.- Un gen es un segmento de la molécula de ADN, localizado en un sitio específico (locus) de un par de cromosomas. Hay dos copias de cada gen en cada célula diploide de un animal. Sólo un gen de cada par se transmite al azar a la progenie a través del gameto. La secuencia de nucleótidos única de cada gene determina su papel biológico específico. Muchos genes codifican para la secuencia de amino ácidos de un producto proteico. Otros generan productos que controlan eventos metabólicos.

Genoma. - Todo el conjunto de ADN, característico de los individuos de una especie.

Genotipo. - Los dos alelos presentes en un locus en un individuo.

Heredabilidad. - La proporción promedio de la diferencia ente animales, medida u observada, que se transmite a la descendencia. La heredabilidad para las diferentes características puede variar entre cero a uno. Entre mayor sea la heredabilidad para una característica, mayor es la precisión con la que se predice el valor genético a partir del comportamiento productivo y mayor es la respuesta a la selección.

Marcador genético. - Secuencia específica de nucleótidos fácilmente detectable y que puede usarse para identificar diferentes alelos en un locus.

Objetivos de selección. - La meta del programa de selección, por ejemplo producir carne de alta calidad al menor costo. También puede incluir una lista de las características que se consideran como criterios de selección



para alcanzar la meta. Los objetivos pueden diferir entre criadores debido a los recursos genéticos y físicos disponibles y el mercado particular de cada criador.

Pedigrí. - Diagrama con los nombres de los ancestros de un animal, generalmente sólo de las 3 a 5 últimas generaciones. La información de pedigrí se usa para establecer relaciones genéticas entre individuos para usarlas en evaluaciones genéticas.

Raza. - Animales con origen e historia de selección comunes. Los animales de una raza tienen características físicas que los distinguen de otras razas o grupos de animales de la misma especie.

Raza pura. - Animal con ascendencia conocida en alguna de las razas reconocidas, elegible para ser registrado en los libros oficiales de dicha raza.

Raza sintética. - Raza que resulta del cruzamiento estabilizado de otras razas.

Selección. - Elección de algunos animales y eliminación de otros como padres de la siguiente generación. Elección como padres de animales con mérito genético estimado superior para características de interés.

Tendencia genética. - Estimador del cambio anual en el mérito genético de los individuos de una raza para una característica. Se calcula a partir de las diferencias promedio en valor genético estimado de animales nacidos en una serie de años adyacentes.

Valor económico. - Ingreso neto en un hato por unidad de cambio (kilogramo o unidad porcentual) en una característica de importancia económica bajo selección.

Valor económico relativo. - Cambio en el ingreso neto en una empresa ganadera por unidad de cambio en el mérito genético de una característica.

Valor genético. - Mérito genético heredable de un individuo, es decir, el valor de un individuo como padre. Las predicciones genéticas se expresan como diferencias en la progenie. Debido a que cualquiera de los padres contribuye con la mitad de los genes de cualquiera de los hijos, la diferencia en la progenie de un individuo es la mitad del valor genético.

Valor genético estimado (VGE). - Una estimación del valor genético real de un animal para una característica con base en la información de esa misma característica, y algunas veces de características correlacionadas genéticamente, en el individuo y en parientes cercanos. El VGE es una manera sistemática de combinar la



información productiva disponible del individuo y de sus hermanos y descendientes. El VGE generalmente se expresa como Diferencia Esperada en la progenie.