

NAMA Musáceas

Costa Rica, abril 2022





Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)

NAMA Musáceas

Coordinación general:

Adriana Lobo Castellón, MAG

Juan Manuel Murgüia, BID

Redacción del documento:

Ileana Avalos, CATIE

Corinna Peters, Anthesis Lavola

Esteban Schroeder, CATIE

Felipe Torres, Anthesis Lavola

Isabel Roman, Anthesis Lavola

Daniela Lizano, CATIE

Comité técnico institucional

Mauricio Chacón Navarro, MAG

Marco Chinchilla Salazar, MINAE

Patricio Rojas Sanabria, MAG

Sergio Laprade Coto, CORBANA

Johnny Montenegro Ballesterero, INTA-IMN

Ana Gabriela Pérez Castillo, UCR



Presentación

La historia de Costa Rica es evidencia para el mundo en aspectos trascendentales para el desarrollo de la sociedad, la persona y el ambiente. Hemos sido un país ambicioso, en la apuesta por un sistema político democrático, la carrera por la paz y la conservación. De igual manera hemos estado empeñados de forma permanente en el reto por integrar el crecimiento económico y la gestión ambiental. Los beneficios que disfrutamos hoy en el sector agropecuario son si lugar a dudas el reflejo de decisiones trascendentales y acciones tomadas en el pasado. Nuestra generación ha recibido un sector diversificado, competitivo, productivo y habilitador de desarrollo, pero también con enormes retos para asegurar sostenibilidad.

La producción agropecuaria nacional es mayoritariamente a cielo abierto, por tanto, susceptible al cambio en las variables climáticas. Así mismo, el aumento sostenido en la cobertura por árboles del país comprueba la capacidad de mitigación de gases efecto invernadero que tienen los suelos en uso agropecuario. Nuestro país es pequeño en término de emisiones, pero es líder en acción y compromiso con el cambio climático, esto es un hecho comprobado con la matriz eléctrica, la cobertura forestal y recientemente con el impulso a las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA por sus siglas en inglés) agropecuarias, donde una vez más Costa Rica es innovador, en la implementación de NAMAs en las principales cadenas agropecuarias: ganadería, café, musáceas, arroz y caña de azúcar.

El diseño de la NAMA Musáceas de Costa Rica, ha sido un trabajo ambicioso, construido con el protagonismo de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) y la participación efectiva de las personas productoras, la institucionalidad pública y la academia. Tiene solidez técnica, sentido práctico ofrece la visión compartida de los sectores público y privado, su implementación va a generar sin duda disrupción dentro del sector de musáceas.

Agradecemos la confianza recibida desde el sector privado en este proceso, a los funcionarios del sector público por la orientación técnica y al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con cuyos recursos de cooperación internacional fue posible llegar a buen término con esta meta. La NAMA Musáceas deberá ser un instrumento de gestión técnica y política, con capacidad de articulación con otras estrategias y proyectos orientados al desarrollo sostenible del país; sin duda representa un avance significativo en el cumplimiento de las metas trazadas en nuestro Plan Nacional de Descarbonización y en nuestra Contribución Nacionalmente Determinada (NDC por sus siglas en inglés) ante el Acuerdo de París.

Luis Renato Alvarado Rivera

Ministro

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Rolando Castro Córdoba

Ministro

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)



Contenido

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE ANEXOS	9
ACRÓNIMOS	10
GLOSARIO	12
RESUMEN EJECUTIVO	16
INTRODUCCIÓN.....	16
CONTEXTUALIZACIÓN DEL SECTOR BANANERO Y OTRAS MUSÁCEAS DE COSTA RICA.....	16
TEORÍA DEL CAMBIO	18
MEDIDAS.....	19
POTENCIAL DE MITIGACIÓN	23
DISEÑO OPERACIONAL.....	25
COSTOS Y FINANCIAMIENTO.....	26
MRV	28
1. OBJETIVO DE LA NAMA MUSÁCEAS DE COSTA RICA	29
2. ALCANCE	29
3. CONTEXTUALIZACIÓN DEL SECTOR MUSÁCEAS EN COSTA RICA	30
3.1 GRUPO 1: AGRO-CADENA DE BANANO CAVENDISH DE EXPORTACIÓN Y BANANO DÁTIL	31
3.1.1 Caracterización socioeconómica	31
3.1.2 Actores relevantes.....	34
3.2 GRUPO 2: AGRO-CADENA DE OTRAS MUSÁCEAS (PLÁTANO, BANANO CRIOLLO Y BANANO DÁTIL NO EXPORTACIÓN)	36
3.2.1 Caracterización socioeconómica	36
3.2.2 Actores relevantes.....	39
3.3 MARCO NORMATIVO Y DE POLÍTICAS	40
3.4 ANÁLISIS DE BARRERAS PARA IMPLEMENTAR LA NAMA MUSÁCEAS	43
4. LÍNEA BASE DE LA NAMA	45
4.1 LÍNEA BASE 2000 – 2030 BANANO.....	46
4.2 LÍNEA BASE 2000 – 2030 OTRAS MUSÁCEAS	46
5. MEDIDAS DE LA NAMA	47
5.1 PRIORIZACIÓN Y SELECCIÓN DE MEDIDAS	47
5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS PRIORIZADAS	48



5.2.1	<i>Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.....</i>	48
5.2.1.1	APROVECHAMIENTO DEL BOSQUE.....	48
5.2.1.2	PROMOCIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES.....	48
5.2.1.3	INCORPORACIÓN DE ÁRBOLES EN FINCA.....	49
5.2.1.4	FIJACIÓN DE CARBONO EN SUELO.....	49
5.2.2	<i>Reducir las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.....</i>	49
5.2.3	<i>Reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.....</i>	51
5.2.4	<i>Reducir el consumo de energía RED - ICE.....</i>	52
6.	ESCENARIOS DE EMISIONES.....	53
6.1	E1 – CONSERVADOR BANANERO.....	53
6.2	E2 – OPTIMISTA BANANERO.....	54
7.	TEORÍA DEL CAMBIO.....	57
7.1	ELEMENTOS DE LA TEORÍA DE CAMBIO.....	58
7.1.1	<i>Transformación.....</i>	58
7.1.2	<i>Resultados de impacto.....</i>	59
7.1.3	<i>Resultados de implementación.....</i>	59
7.1.4	<i>Barreras.....</i>	61
8.	DISEÑO OPERACIONAL DE LA NAMA.....	61
8.1	MECANISMO DE GOBERNANZA.....	61
8.2	NIVEL 1 – COMISIÓN DE ALTO NIVEL (CAN).....	62
8.3	NIVEL 2 – SECRETARÍA EJECUTIVA.....	64
8.4	NIVEL 3 – COMITÉ TÉCNICO.....	65
8.5	NIVEL 4 – COMPONENTES OPERATIVO.....	67
8.6	CONSIDERACIONES IMPORTANTES SOBRE EL ESQUEMA DE GOBERNANZA.....	68
8.7	MECANISMO DE ASISTENCIA TÉCNICA.....	69
8.7.1	<i>Grupo 1: Agro-cadena de Banano y dátil de exportación.....</i>	70
8.7.2	<i>Agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación).....</i>	72
8.8	RED DE ACCIÓN TÉCNICA PARA LA NAMA MUSÁCEAS.....	73
8.9	MECANISMO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO.....	74
8.10	MECANISMO DE MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN.....	77
8.11	MECANISMO FINANCIERO Y PLAN DE INVERSIÓN.....	80
8.11.1	<i>Alcance y período de implementación.....</i>	81
8.11.2	<i>Viabilidad económica de las medidas NAMA a implementar en finca.....</i>	83



8.11.2.1	IMPACTO ECONÓMICO DE MANTENER Y/O AUMENTAR EL NIVEL DE REMOCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO POR MEDIO DE PLANTACIONES FORESTALES-BOSQUES-ÁRBOLES-CARBONO EN SUELO	83
8.11.2.2	IMPACTO ECONÓMICO DE REDUCIR LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO GENERADAS POR LOS AVIONES DURANTE LAS ASPERSIONES AÉREAS EN LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE SIGATOKA A PARTIR DE TECNOLOGÍAS MÁS EFICIENTES.....	84
8.11.2.3	IMPACTO ECONÓMICO DE REDUCIR LAS EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO GENERADAS POR LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN EL PROCESO DE FERTILIZACIÓN Y REDUCIR LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO GENERADAS POR LA APLICACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO Y CAL DOLOMITA EN LOS PROGRAMAS DE NUTRICIÓN DE SUELOS.	84
8.11.2.4	IMPACTO ECONÓMICO DE REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA: RED ELÉCTRICA-TRANSPORTE FRUTA AL PUERTO.	85
8.11.3	<i>Plan piloto para las agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación)</i>	<i>86</i>
8.11.4	<i>Necesidades de recursos financieros para las Medidas NAMA</i>	<i>87</i>
8.11.5	<i>Fuentes de financiamiento potenciales para la NAMA</i>	<i>88</i>
8.11.6	<i>Propuesta de mecanismo financiero para la NAMA musáceas</i>	<i>89</i>
8.11.7	<i>Necesidades de financiamiento e inversión apoyo a medidas y articulación</i>	<i>91</i>
8.11.7.1	AGRO-CADENA DE BANANO Y DÁTIL DE EXPORTACIÓN.....	91
8.11.7.2	AGRO-CADENA DE OTRAS MUSÁCEAS (PLÁTANO, BANANO CRIOLLO Y BANANO DÁTIL NO EXPORTACIÓN)	92
8.11.8	<i>Costos de Abatimiento</i>	<i>93</i>
9.	SISTEMA DE MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV)	94
9.1	MEDICIÓN	97
9.2	REPORTE	98
9.3	VERIFICACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD Y ACCIONES CORRECTIVAS	100
9.4	PLANTEAMIENTO INICIAL DE ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA MRV	102
9.5	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN Y REMOCIONES DE CARBONO	103
9.6	METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE INDICADORES A UTILIZAR.....	103
10.	CONSIDERACIONES FINALES.....	103
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	108



Lista de Figuras

Figura 1. Barreras principales para la transformación del sector musáceas hacia una producción bajo en carbono.....	18
Figura 2. Línea base BAU vs E1y E2 dado en Gg de CO ₂ eq.....	25
Figura 3. Agro-cadena del banano de exportación en Costa Rica.....	31
Figura 4. Caracterización de los actores directos.....	34
Figura 5. Caracterización de los actores indirectos.....	35
Figura 6. Agro-Cadena del Plátano-Banano Criollo-Banano Dátil en Costa Rica.....	36
Figura 7. Caracterización de actores directos.....	39
Figura 8. Caracterización de actores indirectos.....	40
Figura 9. Emisiones generadas para el sector bananero por GEI (2000-2030).....	46
Figura 10. Emisiones generadas para el sector de otras musáceas por GEI (2000-2030).....	47
Figura 11. Línea base BAU vs E1y E2 dado en Gg de CO ₂ eq.....	55
Figura 12. Indicador de productividad NAMA banano, año 2030 dado en toneladas de CO ₂ eq.....	57
Figura 13. Teoría del Cambio de la NAMA.....	58
Figura 14. Esquema del mecanismo de Gobernanza de NAMA Musáceas.....	62
Figura 15. Modelo de asistencia técnica para NAMA musáceas – banano y dátil de exportación.....	70
Figura 16. Modelo de asistencia técnica para NAMA musáceas - Otras musáceas.....	73
Figura 17. Modelo investigación y transferencia tecnológica de NAMA-Banano.....	75
Figura 18. Mecanismo NAMA de Innovación y Desarrollo en otras musáceas.....	76
Figura 19. Propuesta de mercadeo NAMA para la agro cadena de banano y dátil de exportación.....	77
Figura 20. Propuesta de mercadeo NAMA para la agro cadena de plátano y banano criollo.....	79
Figura 21. Modelo financiamiento de NAMA para agro-cadenas de banano y dátil de exportación.....	90
Figura 22. Modelo del MRV Nama Musáceas.....	97
Figura 23. Esquema general de reporte del MRV al SINAMECC.....	99
Figura 24. Proceso de medición y evaluación del MRV.....	101
Figura 25. Plantilla de Cálculo de Balance: Emisiones-Remociones.....	119



Lista de Cuadros

Cuadro 1: Resumen de inversiones financiamiento.	27
Cuadro 2. Análisis de las barreras identificadas.	43
Cuadro 3. Supuestos empleados en la construcción de la línea base para el sector bananero, serie 2000-2030.	55
Cuadro 4. Análisis de las barreras identificadas.	82
Cuadro 5. Resumen de inversiones y financiamiento.	85
Cuadro 6. Resumen de inversiones en medidas NAMA por año y por escenario.	86
Cuadro 7. Resumen de acciones que requieren financiamiento para disminuir emisiones y aumentar remociones.	93
Cuadro 8. Cálculo de costo de abatimiento.	94
Cuadro 9. Plantilla de Cálculo de Balance: Emisiones-Remociones.	98
Cuadro 10. Cálculo de CO ₂ eq removido por 1 ha de Plantación Forestal.	121
Cuadro 11. Factores de Emisión por tipo de combustible.	124



Lista de Anexos

Anexo 1 Resumen Acciones de apoyo y articulación a las medidas NAMA - Banano.....	108
Anexo 2 Resumen Acciones de apoyo y articulación a las medidas NAMA - Otras Musáceas-Plátano/Banano Criollo.	108
Anexo 3 Categoría de las acciones NAMA y su justificación	109
Anexo 4 Estimación de costos en de las acciones de la NAMA en banano	110
Anexo 5 Estimación de costos en de las acciones de la NAMA en plátano y banano criollo.....	111
Anexo 6 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.....	111
Anexo 7 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita	112
Anexo 8 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.....	112
Anexo 9 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de óxido nitroso (N ₂ O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización	113
Anexo 10 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir el consumo de energía: Red Eléctrica	113
Anexo 11 Acciones de apoyo a la articulación de NAMA en Diseñar y operativizar el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)	114
Anexo 12 Acciones de apoyo a la articulación de NAMA en Mercadeo y diferenciación del sector bananero por medio de NAMA Musáceas	114
Anexo 13 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas en línea Base (BAU).....	115
Anexo 14 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Fortalecimiento de Asistencia Técnica y Asociatividad	115
Anexo 15 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Plan de Capacitación en Buenas Prácticas NAMA.	116
Anexo 16 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas MRV	116
Anexo 17 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Plan de Mercadeo y Comercialización de productos NAMA.	117
Anexo 18 Registro de emisiones a levantar según medida	117
Anexo 19 Parámetros de medición para la medida 1: Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.	118
Anexo 20 Parámetros de medición para la medida 4: Reducir el consumo de electricidad que proviene de la red eléctrica.....	125



Acrónimos

ASACC	Asamblea General de Accionistas
BAU	Línea base
CAB	Comisión Ambiental Bananera
CANABA	Cámara Nacional de Bananeros
CANAPROGE	Cámara Nacional de Productos Genéricos
CAPROBA	Cantones Productores de Banano de Costa Rica
CDR	Remociones de Dióxido de Carbono
CIA	Cámara de Insumos Agropecuarios
CIB	Consejo Institucional Bananero
CN	Carbono Neutral
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
CNP	Consejo Nacional de la Producción
COMEX	Ministerio de Comercio Exterior
CRCC	Comisión Regional de Cambio Climático
CSRA	Comité Sectorial Regional Agropecuario
DCC	Dirección de Cambio Climático
DIGECA	Dirección de Gestión y Calidad Ambiental
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de efecto invernadero
GEF	Global Environmental Facility
IAF	Índice de acidez fisiológica
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IKI	International Climate Initiative
JAPDEVA Costa Rica	Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica de Costa Rica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía Industria y Comercio
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MO	Materia Orgánica
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
PAI	Programa de Abastecimiento Institucional
PITTA	Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
PNDIP	Plan Nacional de Desarrollo en Inversión Pública
PROCOMER	Promotora del Comercio Exterior
SBD	Sistema Banca para el Desarrollo
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
SIMOCUTE	Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas
SINAMECC	Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SIREA	Sistema de Registro de Explotaciones Agropecuarias
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
TdC	Teoría de cambio
UCR	Universidad de Costa Rica
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UP	Unidad productiva



Glosario

El siguiente glosario se presentan términos relevantes, tomados a partir de definiciones de fuentes internacionales (IPCC y UNFCCC) y fuentes nacionales (MAG, INEC), sin embargo, se ha llevado a cabo un trabajo adicional en áreas de la coherencia y el afinamiento de algunos términos, referenciadas en cada caso.

Absorción: La adición de una sustancia de preocupación a un depósito. La absorción de sustancias que contienen carbono, en particular dióxido de carbono, se denomina a menudo secuestro (de carbono) (IPCC, 2001)¹.

Adaptación: Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC, 2001)¹.

Atmósfera: Cubierta gaseosa que rodea la Tierra. La atmósfera seca está formada casi en su integridad por nitrógeno (78,1 por ciento de la proporción de mezcla de volumen) y por oxígeno (20,9 por ciento de la proporción de mezcla de volumen), junto con una serie de pequeñas cantidades de otros gases como argón (0,93 por ciento de la mezcla de volumen), el helio, y gases radiactivos de efecto invernadero como el dióxido de carbono (0,035 por ciento de la mezcla de volumen) y el ozono. Además, la atmósfera contiene vapor de agua, con una cantidad variable pero que es normalmente de un 1 por ciento del volumen de mezcla. La atmósfera también contiene nubes y aerosoles. (IPCC, 2001)¹.

Calentamiento Global: Incremento progresivo y gradual de la temperatura superficial de la tierra, potencialmente causado por gases de efecto invernadero y responsable de los cambios en los patrones del clima (UNFCCC, 2016)².

Cambio Climático: Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (UNFCCC, 1992)³.

Clima: En sentido estricto, se suele definir el clima como ‘estado medio del tiempo’ o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante períodos que pueden ser de meses a miles o millones de años. El período normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las cantidades aludidas son

¹ IPCC, 2001. Tercer Informe de Evaluación. Anexo B. Glosario de Términos. Obtenido de: <https://archive.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

² UNFCCC (2016), Glosario. Obtenido de: http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/english/8_glossary/Glossary.htm

³ UNFCCC (1992), Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Obtenido de: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>



casi siempre variables de la superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el 'clima' es una descripción (incluso una descripción estadística) del estado del sistema climático (IPCC, 2001)¹.

CO2 equivalente (CO2e): Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiactivo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (IPCC, 2001)¹.

Curvas marginales de abatimiento: Un gráfico que indica el costo, generalmente en USD / tonelada de CO₂, asociado con la última unidad (costo marginal) de emisión abatida para distintas cantidades de emisiones reducidas. (BID,2013)⁴

Dióxido de Carbono (CO₂): Gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un Potencial de calentamiento mundial de 1 (IPCC, 2001)¹

Efecto Invernadero: Los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todos los sentidos, incluso hacia la superficie terrestre. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la troposfera terrestre. A esto se le denomina 'efecto invernadero natural.' La radiación atmosférica se vincula en gran medida a la temperatura del nivel al que se emite. En la troposfera, la temperatura disminuye generalmente con la altura. En efecto, la radiación infrarroja emitida al espacio se origina en altitud con una temperatura que tiene una media de -19°C, en equilibrio con la radiación solar neta de entrada, mientras que la superficie terrestre tiene una temperatura media mucho mayor, de unos +14°C. Un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera, y por lo tanto, una radiación efectiva en el espacio desde una altitud mayor a una temperatura más baja. Esto causa un forzamiento radiactivo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado con un aumento de la temperatura del sistema superficie– troposfera. A esto se denomina 'efecto invernadero aumentado' (IPCC, 2001)¹.

¹ IPCC, 2001. Tercer Informe de Evaluación. Anexo B. Glosario de Términos. Obtenido de: <https://archive.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

³ UNFCCC (1992), Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Obtenido de: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

⁴ BID (2013), Desarrollo de una metodología para la construcción de curvas de abatimiento de emisiones de GEI incorporando la incertidumbre asociada a las principales variables de mitigación. Nota Técnica IDBTN-541. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5994/Desarrollo%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20curvas%20de%20abatimiento%20de%20emisiones%20de%20GEI%20incorporando%20la%20incertidumbre%20asociada%20a%20las%20prin>.



Gases de Efecto Invernadero (GEI): Componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja (UNFCCC, 1992)³.

Impactos (climáticos): Consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según la medida de la adaptación, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales. Impactos potenciales: Todos los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación. Impactos residuales: Los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación. (IPCC, 2001)¹.

Metano (CH₄): Hidrocarburo que es un gas de efecto invernadero, producido por la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de residuos en vertederos, digestión animal, descomposición de residuos animales, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles. El metano es uno de los seis gases de efecto invernadero que se intenta reducir en el marco del Protocolo de Kioto (IPCC, 2001)¹.

Mitigación: Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2001)¹.

Óxido Nitroso (N₂O): Potente gas de efecto invernadero emitido con el uso de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa. Uno de los seis gases de efecto invernadero que se intentan reducir con el Protocolo de Kioto (IPCC, 2001)¹.

Resistencia: Cantidad de cambio que puede soportar un sistema sin que cambie con ello su estado. (IPCC, 2001)¹.

Resiliencia: Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de autoorganización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2000)⁵

Secuestro: Proceso de aumento del contenido en carbono de un depósito de carbono que no sea la atmósfera. Desde un enfoque biológico incluye el secuestro directo de dióxido de carbono de la atmósfera mediante un cambio en el uso de las tierras, forestación, reforestación, y otras prácticas que mejoran el carbono en los suelos agrícolas. Desde un enfoque físico incluye la separación y eliminación del dióxido de carbono procedente de gases de combustión o del procesamiento de combustibles fósiles para producir fracciones con un alto contenido de hidrógeno y dióxido de carbono y el almacenamiento a largo plazo bajo tierra en depósitos de gas y petróleo, minas de carbón y acuíferos salinos agotados (IPCC, 2001)¹.

¹ IPCC, 2001. Tercer Informe de Evaluación. Anexo B. Glosario de Términos. Obtenido de: <https://archive.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

⁵ IPCC, 2000: Informe Especial del IPCC sobre el Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura, R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo y D.J. Dokken, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, y Nueva York, 377 pp.



Sumidero: Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero (IPCC, 2001)¹.

Vulnerabilidad: Nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación (IPCC, 2001)¹.





Resumen ejecutivo

Introducción

El documento resume la estrategia para la implementación de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs por su sigla en inglés) en el sector bananero y otras musáceas de Costa Rica (“NAMA Musáceas”). Esta NAMA Musáceas pretende lograr un cambio transformacional en la cadena de valor del cultivo.

El alcance de la NAMA musáceas abarca todos los procesos y actividades vinculadas a la agro-cadena: producción primaria, empaque y comercialización de las musáceas, al definir una estrategia que orienta la selección, implementación y evaluación de las acciones de mitigación de GEI, y adaptación a la variabilidad climática, para asegurar una gestión rentable con enfoque climático” (BID, CORBANA, MAG, 2020).

El presente trabajo se enmarca en el proyecto “Apoyo a las reformas de política e implementación de Soluciones Basadas en Naturaleza y Agricultura Climáticamente Inteligente que contribuyen al Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica”, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Se ha realizado una contextualización y diagnóstico del sector musáceas, y un análisis de barreras para la transformación del sector hacia una producción bajo en carbono. Se han seleccionado medidas a incorporar en la NAMA según su potencial de mitigación e interés agronómico, y se han desarrollado escenarios de emisiones del sector al 2030. Además, se ha realizado una evaluación económica de las medidas y un plan de inversión, el diseño operacional de la NAMA, y un sistema de MRV.

Contextualización del sector bananero y otras musáceas de Costa Rica

La Familia botánica de las musáceas incluye el banano Cavendish, así como otras plantas que se cultivan con fines de autoconsumo y comercio que abarcan este estudio. Para el desarrollo de la NAMA musáceas, la presente investigación en Costa Rica se va a centrar específicamente en las siguientes especies: *Musa cavendish* (Banano de Exportación), *Musa acuminata* (Banano Dátil o Baby Banana), *Musa paradisiaca* (Plátano), *Musa sapientum* (Gross Michel-Banano Criollo), *Musa textiles* (Abacá).

La decisión de abarcar únicamente estas especies/cultivares y su agro-cadena se debe a la importancia socioeconómica que estas tienen sobre el desarrollo de los cantones donde se producen, el tonelaje de su producción, su valor comercial y su potencial impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Se estima que de todas las musáceas producidas a nivel nacional, (en el 2020 se contabilizaban 43.444 hectáreas), el 75% corresponde a Banano Cavendish de exportación. La producción se concentra principalmente en la Provincia de Limón, específicamente en los cantones de Matina, Siquirres y Pococí, abarcando el 63,51% del área total cultivada a nivel nacional (Vallejo y Blanco, 2020).

Por su parte, según el MAG, en Costa Rica existen alrededor de 8.000 productores de plátano, dátil y banano criollo. Frente a ello, Escobedo (2010) complementa que existen unos 1946 productores de banano criollo con apropiadamente 4.359 ha destinadas a este cultivo, de los cuales el 82% se encuentran en la zona de



Talamanca. Las musáceas producidas en zonas indígenas tienen además sus particularidades en términos de la forma en que los actores se cohesionan entre sí (en el eslabón de producción) así como la materia en que acceden al mercado, percibiéndose como unos de los más vulnerables.

Según el MAG (2018), anualmente se producen unas 135.000 Toneladas Métricas (TM) de **banano criollo**. La mayor parte de este cultivo se realiza en sistemas agroforestales, o en cultivos intercalados, como cacao, café, especies forestales, plátano, maíz y granos básicos. Esto a la vez implica que no se realizan prácticas para optimizar la producción en cuanto al uso del suelo y el espacio, ni a desarrollar el mayor potencial productivo genético de las variedades que utilizan, en este caso Gros Michel.

En el caso del **plátano**, anualmente se producen 110.000 TM en todo el país (MAG, 2016). De esta producción, se dirige a consumo fresco un 35-45%, a la agroindustria un 45-55% y cuando se logra exportar un 5-10%.

Para el caso de otras musáceas como **banano dátil**, según los datos de CORBANA, actualmente existen 558 ha sembrada de banano dátil y 120 productores, cuyo tamaño de finca oscila entre 0,5 ha y hasta 20 ha. El 86% de la producción de banano dátil se exporta.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Absorción de Carbono de 2013, del total de 11.250,20 Gg de la "Emisión País de GEI", el sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra) corresponde a 1.119,36 Gg CO₂eq (un 9,9%). Con base en este Inventario, el dato de emisión del cultivo de banano fue de 63 Gg CO₂eq (un 6% de las emisiones del sector AFOLU).

Las emisiones de óxido nítrico en el sector de banano de exportación provienen en gran medida de las fuentes nitrogenadas, principalmente nitrógeno sintético. En el caso del grupo de otras musáceas como el plátano, banano criollo y dátil de consumo nacional, la situación a nivel de emisiones es distinta debido a que, al no ser una cadena altamente tecnificada, sus emisiones se concentran principalmente en las fuentes nitrogenadas empleadas.

A continuación, se presentan las barreras principales para transformar el sector musáceas de Costa Rica en un sector de producción baja en carbono. Las barreras fueron identificadas durante los talleres con productores y técnicos.



Figura 1. Barreras principales para la transformación del sector musáceas hacia una producción bajo en carbono.



Fuente: La presente investigación.

Teoría del cambio

La Teoría del Cambio (TdC) permite determinar los pasos para evidencia cómo se perciben los cambios de la iniciativa NAMA de manera causal. Asimismo, ayuda a definir qué indicadores son pertinente de diseñar para implementar las estrategias de seguimiento adecuadas. Ha tenido como finalidad asegurar que todos los componentes identificados y diseñados en la NAMA estén presentes en el esquema de transformación, así como las interrelaciones entre los mismos, para asegurar la coherencia entre objetivos, acciones y resultados. Esto a la vez con la intención de facilitar un lenguaje común y consensuado entre los equipos que estarán tomando parte en la implementación de la NAMA, y a la vez generar un espacio de innovación en la práctica, un ajuste adaptativo de acciones y una efectiva retroalimentación de experiencias de implementación del modelo de intervención.

Esta teoría del cambio está compuesta por distintos componentes o elementos, en primer lugar, el de transformación donde se enfatiza el enfoque transformacional del objetivo a través del énfasis en el sector



meta del proyecto (sector Musáceas de Costa Rica), las personas que se beneficiarán de la transformación y el estado o conjunto de condiciones que se esperan el sector alcance como resultado de la implementación de la NAMA.

Por otra parte, los resultados de impacto están estrechamente relacionados con los logros, a largo plazo, de la implementación de las medidas seleccionadas como prioritarias para la NAMA Musáceas. Se integra no solamente la implementación de las medidas, sino la integración de estas en todo el sector. Al ser resultados de impacto, es de esperarse que cada uno de ellos estén conformados por un conjunto de resultados que, anidados, pueden indicar que la implementación de la medida alcanzó su objetivo principal.

Juntamente a los resultados de implementación, que son definidos como los resultados de las acciones específicas propuestas para cada uno de los mecanismos de la NAMA, detalladas en el Diseño Operacional. Para cada uno de los mecanismos, el diseño operacional provee un esquema de operación en el cual se muestran las interrelaciones de las acciones de cada mecanismo, para las cuales es pertinente establecer indicadores de seguimiento que se utilizarán en las evaluaciones a mediano plazo.

En el detalle de las barreras se muestran áreas de atención a revisar, idealmente como parte de los procesos de evaluación a mediano plazo, de tal manera que allí se puedan encontrar posibles factores disruptivos del flujo operacional que sea necesario abordar para asegurar la consecución de los resultados esperados.

Medidas

Para enfrentar estas barreras y lograr una transformación del sector hacia una producción bajo en carbono, se seleccionaron cuatro medidas claves con mayor potencial de reducción de emisiones: (i) mantener o aumentar el nivel de remoción de dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo; (ii) reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes; (iii) reducir las emisiones de óxido nitroso (N₂O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos; (iv) reducir el consumo de electricidad que proviene de la red eléctrica y del transporte de fruta en el puerto.

A continuación, se describen las medidas priorizadas, sus costos y sus beneficios.

1. Mantener o aumentar el nivel de remoción de dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo	
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• El término de remociones de Dióxido de Carbono (CDR) hace referencia a la adopción de una serie de técnicas que permiten el secuestro de dióxido de carbono en la finca.• Tanto en el suelo como en el diseño de fincas es posible incorporar mecanismos de remoción de carbono a través de la implementación de bosques de

	protección, sistemas de plantaciones forestales, árboles en finca y carbono en suelo de plantaciones bananeras.
¿Cómo implementar?	<p>Las diferentes medidas de remoción son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento del bosque, incorporar el fortalecimiento de los planes de manejo de bosques para garantizar aún más mantenimiento y protección, así como su seguimiento dentro del MRV, como una forma de remoción de dióxido de carbono. • Promoción de plantaciones forestales, actualmente CORBANA tiene identificadas aproximadamente 2.985 ha de plantaciones forestales bajo manejo de los productores bananeros. • Incorporación de árboles en finca: esta medida de remoción se propone incrementar los árboles sembrados en las zonas urbanas-industriales de las fincas (paisajismo), así como en zonas colindantes con caminos, ríos como barreras protectoras. • Fijación de carbono en el suelo, se ha validado la importancia de aplicar materia orgánica (MO) al suelo que mejorará la condición física del suelo (porosidad) y por ende la compactación de este que generan las labores agrícolas. Por otra parte, aumenta la flora y fauna microbiana del suelo, permitiendo que los procesos bioquímicos en el suelo se desarrollen más aceleradamente, y cuenta con más microorganismos beneficiosos que entren en competencia con microorganismos patógenos.
Beneficios	Aumentar el secuestro de carbono. Según los datos del INGEI (2017), 1 ha de plantación forestal de <i>Gmelina arborea</i> puede remover 23 toneladas de CO ₂ eq por año.
Costos financieros	<p>Se ha considerado necesario realizar un estudio técnico sobre el inventario de bosques y plantaciones forestales que mantienen las fincas bananeras (USD 10.000), así como el apoyo al programa de siembra de árboles en fincas (USD 20.000).</p> <p>Finalmente, se incluye una investigación vinculada con el aumento de las coberturas en los suelos para aumentar el nivel de remoción de carbono en los suelos bananeros (USD 35.000). Estas acciones tienen un costo total de USD 65.000 para toda la NAMA.</p>

2. Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas a partir de tecnologías más eficientes

Descripción	La <i>Sigatoka negra</i> , causada por el hongo <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , es la enfermedad foliar que representa la principal limitante en la producción de musáceas (plátano y banano) a nivel mundial. Si no se controla, esta enfermedad puede llegar a tener un impacto negativo en la productividad, rentabilidad de la finca y post cosecha de la fruta.
-------------	--

	<p>La práctica de prevención que usualmente se implementa en el sector banano consiste en la aplicación de fungicidas en aspersión aérea con avionetas, estas requieren del uso de gasolina de avión, y la combustión de este hidrocarburo genera emisiones directas de GEI.</p> <p>La medida NAMA promovida parte del principio de que los drones agrícolas realicen la aspersión de fungicidas, dado que puede volar a altura más bajas, hacer giros muy cerrados (en comparación con los giros abiertos de la avioneta) y, por ende, disminuir los riesgos de que el producto afecte a las poblaciones cercanas, y con ello promover aplicaciones más focalizadas.</p> <p>Mediante el uso de drones se reducen la cantidad de emisiones relacionada a la combustión de hidrocarburos por parte de las avionetas.</p>
¿Cómo implementar?	La medida NAMA contemplaría que cada finca puede tener 1 dron que permita que las zonas antes mencionadas sean asperjadas con el mismo, de tal forma que se disminuya los minutos de vuelo que debe ser contratada la avioneta.
Beneficios	<p>Reducción de las emisiones de CO₂eq</p> <p>Reducción del impacto acústico debido a la reducción de horas de vuelo.</p> <p>Centraliza la aspersión a las propias zonas de cultivo y no a las zonas del cultivo colindantes con centros de población, caminos, zonas industriales de la finca y zonas de protección de ríos y bosques.</p>
Costos financieros	Se presupuestan dos investigaciones sobre la implementación de drones como alternativa para las aspersiones aéreas (USD 70.000). Además, se incluye la compra de dron para la Dirección de Investigaciones y la compra de dron para Finca San Pablo (USD 30.000/unidad), la planta mezcladora y el cumplimiento de requisitos para operar drones. Finalmente, se incluye la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de la práctica de uso de drones (USD 32.000). Estas acciones tienen un costo de USD 160.600 para el total de la NAMA.

3. Reducir las emisiones de óxido nitroso (N₂O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos

Descripción	<p>El sistema de producción de banano en Costa Rica es altamente intensivo.</p> <p>La fertilización incluye altos rangos de nitrógeno y potasio. Para el suministro del nitrógeno, se utiliza el nitrato de amonio, el nitrato de amonio calcáreo y el nitrato de calcio.</p> <p>Estas fertilizaciones con fuentes nitrogenadas al entrar en contacto con el suelo pasan procesos bioquímicos en donde se libera óxido nitroso que es un GEI. Se estima que las pérdidas ocasionadas por volatilización del nitrógeno pueden oscilar entre el 50-60% del fertilizante aplicado. La liberación del óxido nitroso es la mayor fuente de</p>
-------------	---



	<p>emisión de GEI de la actividad bananera y por ende donde más oportunidad de reducción existe.</p> <p>Para evitar que las aplicaciones de nitrógeno generen la baja en el pH del suelo, se incluye actualmente la aplicación de enmiendas de carbonato de calcio y/o cal dolomita, para que tengan el efecto contrario del nitrógeno en el índice de acidez fisiológica (IAF) en el suelo. Estas enmiendas de cal también generan emisiones de dióxido de carbono en el proceso bioquímico en el suelo. Al implementar prácticas que reducen la aplicación de nitrógeno al suelo, indirectamente se está reduciendo los requerimientos de carbonato de calcio y cal dolomita para controlar la acidez generada por el nitrógeno.</p>
¿Cómo implementar?	<p>La medida pretende duplicar los ciclos de aplicación de fertilizante (de 13 a 26 por año) reduciendo las dosis por ciclo de (3,5 a 1,4 sacos de fertilizante) De esta forma, se reducen las pérdidas por volatilización y se garantiza que la planta tenga fertilizante disponible, ya que, al fraccionar las aplicaciones, los intervalos entre una aplicación y otra se reduce, asegurando que los periodos en que la planta pueda no tener fertilizante se reduzcan.</p> <p>La medida NAMA promueve además el fraccionamiento de las aplicaciones de nitrógeno para reducir las pérdidas por volatilización y lixiviación.</p> <p>La medida sugiere realizar inyecciones de fertilizante granulado al pseudotallo de la planta cosechada. Este fertilizante nitrogenado inyectado permitirá reducir la cantidad de nitrógeno que se aplica al suelo y las pérdidas y emisiones de GEI que se dan.</p> <p>Otra alternativa en la cual se está trabajando es el uso de biofermentos nitrogenados, que presentan el nitrógeno en formas más fácilmente absorbibles por la planta.</p> <p>Dentro de esto se está estudiando los microorganismos fijadores de nitrógeno, para utilizarlos como una opción de aprovechar el nitrógeno disponible en el aire y ponerlo en el suelo para que sea absorbido por la planta.</p>
Beneficios	<p>Esta práctica puede reducir significativamente el uso de fertilizantes y por lo tanto, reducir las emisiones respectivamente. El beneficio obtenido por parte del fraccionamiento genera una disminución hasta el 20% en la cantidad de fertilizante aplicado, en cambio mediante la inyección se puede generar una disminución hasta del 23%. Si las dos prácticas se aplicaran de manera totalmente efectiva, se puede llegar a una disminución de fertilizante del 43% en la cantidad de nitrógeno aplicado por hectárea.</p>
Costos financieros	<p>Se incluyen dos investigaciones para cada insumo sobre fuentes y procedimiento de aplicación (USD 35.000 cada una). Además, se contempla la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de las prácticas de fraccionamiento e inyección (USD 22.950). Estas acciones tienen un costo de USD 92.950 para cada insumo</p>



4. Reducir el consumo de electricidad que proviene de la red eléctrica y del transporte de fruta en el puerto	
Descripción	<p>La producción de musáceas tiene alto potencial de reducir emisiones que provienen del consumo de electricidad instalando paneles solares e implementando medidas que permitan el uso más eficiente de la energía eléctrica de la red del ICE (como cambio de luminarias y motores).</p> <p>Complementariamente, existe otro gasto de energía que se realiza en la actividad productiva la cual se relaciona con la combustión diésel de los camiones que transportan la fruta empacada al puerto para su exportación. La combustión generada por estos camiones que transportan los contenedores representa una emisión directa de GEI.</p> <p>Finalmente, una alternativa que se ha discutido en los sectores de exportación e importación de Costa Rica, junto con el gobierno, es la construcción de un Sistema de Transporte de Ferrocarril Eléctrico, utilizando las vías abandonadas del ferrocarril al Caribe.</p>
¿Cómo implementar?	<p>Los transportistas suelen ser empresas externas por lo que es difícil incidir directamente sobre sus decisiones, sobre el tipo y características de los camiones que usan, en cuanto a las emisiones de estos camiones, el sector bananero sí puede incidir, por medio de cabildeo político, en las acciones a nivel de gobiernos locales y central, para mejorar la eficiencia de la red de transporte, mejorando los caminos cantonales y nacionales, para que los tiempos de desplazamiento de finca al puerto sean más cortos.</p>
Beneficios	<p>Hay potencial de reducir significativamente emisiones. Por una parte, las emisiones indirectas presentando a los productores alternativas para la instalación de paneles solares y fuentes de financiamiento, junto a medidas que permitan el uso más eficiente de la energía eléctrica de la red del ICE, como cambio de luminarias y motores, que permitirán reducir aún más las emisiones indirectas. Por otra parte, las directas, mediante la mejora en la eficiencia del sector transporte.</p>
Costos financieros	<p>Se incluye un estudio para determinar la capacidad que tendría la red eléctrica de todas las zonas donde se ubican las fincas bananeras para pasar a paneles solares, según el reglamento del ICE (USD 15.000). Además, se considera la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de paneles solares (USD 10.000). Estas acciones tienen un costo de USD 25.000.</p>

Potencial de mitigación

El potencial de mitigación de la NAMA se deriva del plan de intervención y las medidas priorizadas con lo que se han establecido dos escenarios de mitigación para el sector bananero, con alcances moderados y ambiciosos los cuales abordan principalmente el grupo de medidas ii, iii y iv.



Considerando las tendencias del sector se elaboraron dos líneas base (BAU, por sus siglas en inglés Business as usual) una para banano y la otra para otras musáceas, a partir de esta línea base se han desarrollado dos diferentes escenarios de intervención:

E1 – Conservador bananero

El E1 modela la intervención de reducción de emisiones de GEI en el 60% del área total nacional de banano para el año 2030. Esto iniciando en el año 2022 con una cobertura del 10% del área total de banano y aumentando anualmente un 10%, llegando al 2027 al 60% y manteniéndose el mismo porcentaje hasta el año 2030. Los rendimientos se mantienen iguales a los de la línea base, pero se reducen los agro insumos que inciden directamente en las emisiones GEI, esto de la siguiente manera: el uso de cal pasa de 100 a 50 kg ha⁻¹, los compuestos nitrogenados sintéticos y orgánicos pasan de 375 a 300 kg N ha⁻¹ y se mantienen los orgánicos en 36 kg N ha⁻¹ respectivamente. Los principales indicadores del E1 son:

Medidas seleccionadas incluidas dentro del escenario 1

Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.

Reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.

Reducir el consumo de energía: Red Eléctrica.

Indicadores de reducción de GEI del escenario 1

Área de intervención del área nacional total de banano al 2030: **60%**.

TOTAL, acumulado de reducción al 2030 respecto al BAU: **-217,3 Gg de CO_{2eq}**.

Indicador GEI vs producción para el año 2030: **45,1 kilogramos de CO_{2eq} por tonelada producida** (- 23,2% respecto a Kg CO_{2eq} por tonelada de la línea base).

E2 – Optimista bananero

El E2 contempla la intervención de reducción de emisiones de GEI para el año 2030 en la totalidad de las áreas sembradas de banano iniciando con un porcentaje del área intervenida para el año 2022 del 10% y aumentando un 10% cada año. Los rendimientos se mantienen iguales a los de la línea base y se reducen los agro insumos de la siguiente manera: el uso de cal pasa de 100 a 50 kg ha⁻¹, los compuestos nitrogenados sintéticos y orgánicos pasan de 375 a 280 kg N ha⁻¹ y se mantiene a 10 kg N ha⁻¹ fuentes orgánicas de nitrógeno. Esto hace que sea un escenario con programas de fertilización de precisión y uso de fuentes nitrogenadas de lenta liberación, utilizando el 10% de los requerimientos de nitrógeno de manera inyectable en los tallos reduciendo las fracciones volatilizables y lixiviables de N₂O.

Medidas seleccionadas incluidas dentro del escenario 2

Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.

Reducir las emisiones de óxido nítrico generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.

Reducir el consumo de energía: Red Eléctrica.

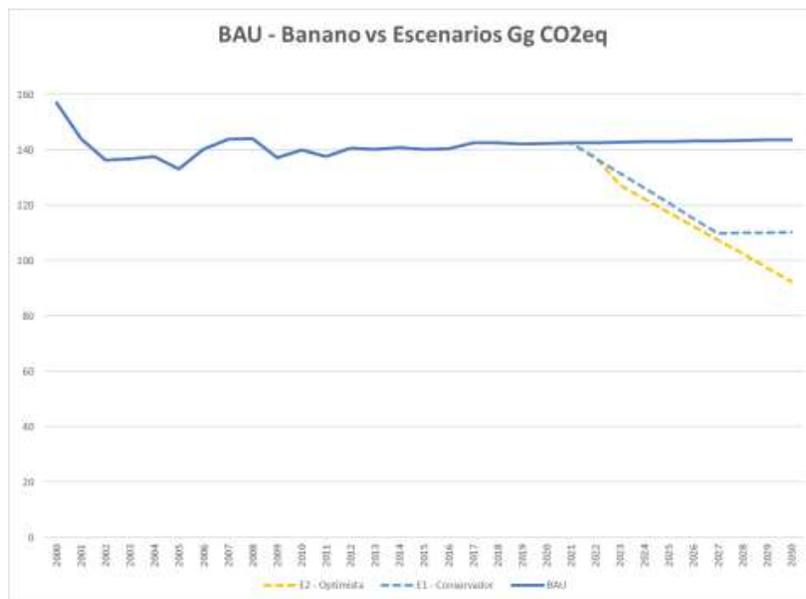
Indicadores de reducción de GEI del escenario 2

Área de intervención del área nacional total de banano al 2030: **100%**.

TOTAL, acumulado de reducción al 2030 respecto al BAU: **-271 Gg de CO₂eq.**

Indicador GEI vs producción para el año 2030: **37,8 kilogramos de CO₂eq por tonelada producida.** (- 35,7% respecto a Kg CO₂eq por tonelada de la línea base).

Figura 2. Línea base BAU vs E1y E2 dado en Gg de CO₂eq.



Fuente: La presente investigación.

Diseño operacional

El Diseño Operacional de las NAMAs representa la hoja de ruta para la su implementación de la NAMA, así como para el diseño de las herramientas de planificación necesarias para su operación. Dicha implementación presenta cinco mecanismos fundamentales: (i) el mecanismo de acompañamiento técnico, (ii) el mecanismo



de innovación y desarrollo, (iii) el mecanismo de mercadeo y comercialización, (iv) el mecanismo de financiamiento y, finalmente, (v) el mecanismo de gobernanza.

En primer lugar, se ofrecen consideraciones a tomar para implementar el **Mecanismo de Acompañamiento Técnico** como uno en el que convergen a través de las Buenas Prácticas NAMA una serie de demandas y ofertas (públicas y privadas) de dicha asistencia técnica. Debe estar alineado con el fin de maximizar la tasa de adopción de tecnologías y prácticas que mitiguen emisiones, sin perder de vista la generación de co-beneficios en productividad, rentabilidad y resiliencia climática.

El **Mecanismo de Innovación y Desarrollo** es una parte fundamental para la implementación efectiva de la presente NAMA. Para contribuir a su desarrollo, se ha realizado un mapeo de las instituciones existentes en materia de investigación, innovación y desarrollo vinculadas al sector musáceas, detallando además algunos estudios y ensayos que se están implementando actualmente. Transitando hacia la descarbonización del sector en general y hacia la adopción de las Buenas Prácticas NAMA priorizadas en específico.

El **Mecanismo de Mercadeo y Comercialización** tiene por objetivo desarrollar las capacidades de las instituciones públicas y privadas para mejorar y fortalecer la gestión empresarial y asociativa de los diferentes actores de la cadena de valor de la producción de musáceas de consumo nacional y banano de exportación que permita no solo contribuir al aumento de su productividad y competitividad, sino también de su sustentabilidad. Para ello, se analizan las condiciones actuales del mercado que favorecen y limitarían el desarrollo de la adopción de las Buenas Prácticas NAMA propuestas.

El **Mecanismo de Financiamiento pretende asegurar un financiamiento de la NAMA**. Para ello se han evaluado qué tipo de instrumentos existen en el país que sean convenientes, generen incentivos y se puedan alinear con la NAMA. Asimismo, ha sido posible presentar una serie de estimaciones de la inversión y financiamiento requeridos para las acciones de la NAMA, así como fuentes de financiamiento potenciales y los mecanismos de financiamiento para la ejecución del proyecto.

Concluye con un **Mecanismo de Gobernanza**, el cual presenta la estructura de gobernanza interna necesaria para el desarrollo de la NAMA musáceas, ofreciendo orientaciones para distribuir responsabilidades entre los distintos actores de las agro cadenas de musáceas en el país. Este mecanismo se articula con los instrumentos de política existentes, así como con los espacios de articulación multi-actor que actualmente existen, con la finalidad de asegurar la complementariedad de las acciones dentro del sistema de gobernanza existente y buscar, con las acciones NAMA, fortalecerlo.

Costos y financiamiento

En el siguiente cuadro se estiman los costos de las inversiones para implementar las acciones habilitadoras NAMA, reduciendo las emisiones de GEI y aumentando las remociones.

Se detallan inversiones para la compra de drones, instalación de paneles solares y siembra de árboles. En el caso del fertilizante nitrogenado, no se presentan inversiones, dado que las dos prácticas agrícolas que se proponen más bien generan una reducción en el costo operativa de las fincas, esto dado que son prácticas



que hacen más eficiente las aplicaciones de fertilizante, y por ende reducen la cantidad de fertilizante requerido, además que se han cuantificado dentro de la coyuntura actual de precios extremadamente altos para los fertilizantes. Las inversiones propuestas generan una inversión por finca de USD 160,639.16, lo cual, asumiendo un tamaño promedio de finca de 286.75 ha, equivale a una inversión de USD 560.21/ha.

Cuadro 1: Resumen de inversiones financiamiento.

Año: 1						
Fincas: 15						
Acción	Actividades	Unidad	Cantidad	Costo/uni	Total	
Reducir Avión	Minutos de Equipo + Drones	Infraestructura	unidad	15	USD 37.574	USD 563.610
Reducir Eléctrica	Consumo Red Paneles Solares		unidad	15	USD 121.490	USD 1.822.350
Aumentar Árboles	remoción Siembra de Árboles		arboles	7500	USD 3,15	USD 23.627
TOTAL FINANCIAMIENTO POR AÑO					USD 2.409.587	
Total Inversión por Finca					USD 160.639,16	

Fuente: La presente investigación.

Así, bajo los escenarios estudiados, la inversión requerida durante el plan piloto para transformar las fincas meta estaría en el rango de USD 14.457.510 en el escenario conservador, el cual representa 6 años de implementación para cubrir el 60% de las fincas productoras de banano del país con una inversión por finca de 160.000 por año (una única vez por finca). En el escenario optimista, se abarca el 100% de las fincas en un periodo de 10 años para una inversión total de USD 24.095.874.

Se determinaron las fuentes potenciales de financiamiento y las barreras. Basado en el análisis del contexto y las barreras se determinó los instrumentos y los mecanismos para financiar la NAMA.

El financiamiento de la NAMA es esencial para lograr transformar el sector bananero en Costa Rica con miras a reducir emisiones, incrementar la productividad y mejorar la resiliencia climática.

CORBANA puede acceder a los fondos verdes y convertirse en una banca de segundo piso, para financiar los proyectos de paneles solares y compra de drones, a una tasa preferencial, cubriendo el costo al que el fondo le presta los recursos más el costo de administrar los recursos. A la vez, se podría administrar fondos no-reembolsables para la implementación de la medida de siembra de árboles. CORBANA, por medio su dirección de Préstamos a Productores, la institución está en capacidad de administrar los fondos, validar la viabilidad de las medidas NAMA para cada productor individual y poner toda su estructura de analistas de crédito y extensionistas agrícola a verificar la ejecución de las inversiones requeridas.



En el caso de los recursos para otras musáceas como plátano y banano criollo, el MAG deberá definir el mecanismo para que la Dirección Huetar Norte administre y ejecute los recursos NAMA.

MRV

Los sistemas de Monitoreo, Revisión, y Verificación (MRV) constituyen esquemas que permiten llevar un inventario contable de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la emisión, reducción y remociones de carbono a través de una relación entre una actividad productiva, que integre las agro cadenas de banano de exportación y otras musáceas. La propuesta recrea un modelo que proporcione los requisitos para monitorear y cuantificar las emisiones de los gases de efecto invernadero y los posibles espacios de captura de carbono en los espacios de cultivo de musáceas. Este tipo de sistema persigue la ambición de contar con datos transparentes acerca del impacto de la NAMA en las emisiones del sector. Las acciones monitoreadas por el MRV son retroalimentadas para fines de mejora continua.

Será una herramienta de soporte para la toma de decisiones y será un insumo de calidad para la generación de política pública, siendo al mismo tiempo un medio para monitorear la competitividad sostenible de la actividad de musáceas en el país.

En el proceso de **medición** se compilan los datos de las fincas que participan en las medidas NAMA, el sistema integrará tanto aspectos e indicadores GEI como NO-GEI con el fin de poder evaluar el desempeño de buenas prácticas agrícolas de la actividad de musáceas en Costa Rica y que evidencie beneficios, proyecciones y retos para la sostenibilidad del sector, así como acciones vinculadas al proceso de remoción.

A nivel de **reporte** se presenta el monitoreo de datos NAMA que ingresará a la aplicación NAMA-BANANO para reportar en el sistema los datos. La aplicación estará interconectada con el SINAMECC de MINAE y la información que genere la aplicación será de uso exclusivo de la NAMA y únicamente las personas designadas por CORBANA podrán tener acceso a ella. Esto debería permitir realizar reportes donde se vean variaciones en las emisiones y remociones.

En el proceso de **verificación** se garantiza la veracidad de los datos, mediciones y gestión con el fin de asegurar su transparencia y exactitud. CORBANA podrá hacer auditorías de los registros NAMA para verificar que los datos NAMA reportados sean consistentes con los registros de la finca. Para ello, la Corporación generará un checklist de verificación de dichos registros NAMA, así como un protocolo de auditoría de datos.

Las fuentes de emisión y secuestro de carbono que se identificaron y se van a medir en este sistema MRV parte del análisis realizado con los técnicos de CORBANA y MAG sobre el proceso productivo, analizando todas las actividades e insumos utilizados en el proceso y como la forma en que se realizan las prácticas agrícolas en campo, las prácticas de empaque y las prácticas de transporte al puerto. En cada caso se determinó si el proceso/actividad genera una emisión y/o remoción de GEI y se hizo una cuantificación de la cantidad emitida por todo el sector, usando datos de cantidad de productores, área en producción por finca, y datos de producción.



NAMA Musáceas

1. Objetivo de la NAMA Musáceas de Costa Rica

El objetivo principal de la NAMA musáceas es “lograr un cambio transformacional en la agro-cadena del cultivo, empaque y comercialización de las musáceas, al definir una estrategia que orienta la selección, implementación y evaluación de las acciones de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y adaptación a la variabilidad climática, para asegurar una gestión rentable con enfoque climático” (BID, CORBANA, MAG, 2020).

Este objetivo contribuye con la visión de transformación estipulada en el Plan Nacional de Descarbonización al 2050 para el fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajo en carbono, el cual específicamente indica la ambición de que al 2030 la cadena de valor de musáceas (entre otras) estarán aplicando tecnologías de reducción de emisiones tanto a nivel de finca, como a nivel de etapa de procesamiento (Gobierno de Costa Rica, 2018).

2. Alcance

El alcance de la NAMA Musáceas abarca las acciones de mitigación, resiliencia y adaptación al cambio climático en toda la agro-cadena: producción primaria, empaque y comercialización de las musáceas en Costa Rica, con énfasis en banano Cavendish y dátil de exportación, plátano, banano criollo Gross Michel y otras musáceas menores.

El periodo de implementación del plan piloto será de 1 año. Se asume que este periodo será suficiente para que el productor internalice y se apropie de la forma de producir NAMA. El escalamiento del piloto de la NAMA Musáceas para banano y dátil de exportación se realizará cada año hasta el 2028. Al igual que en el plan piloto, se asume que estos productores internalizarán los esquemas de producción NAMA luego de años de apoyo. También se asume que en cada etapa CORBANA apoyará la transferencia de tecnologías a un grupo máximo de 15 productores, condicionado a financiamiento externo. Con esto se logrará un avance secuencial en las zonas productoras del país a través de 5 etapas de escalamiento para el periodo 2023 - 2029.

Si bien la propuesta de Buenas Prácticas NAMA no incorpora acciones específicas para los rubros de otras musáceas entre los cuales se encuentran banano criollo y plátano, ha sido posible complementar la presente propuesta con una serie de acciones de acompañamiento técnico y fortalecimiento organizacional que podrían venir a robustecer estas cadenas productivas, apoyándose con las demandas mapeadas, así como contribuyendo a generar las condiciones propicias para la adopción de BPN vinculadas a la reducción de GEI o aumento de remociones.



3. Contextualización del sector musáceas en Costa Rica

En Costa Rica, el desarrollo de la actividad bananera y de otras musáceas se ha dado históricamente alrededor de la línea del ferrocarril al Caribe. Conforme se fue extendiendo el cultivo, se identificó la necesidad que tienen estas plantas de crecer en condiciones de suelos profundos, con alto contenido de materia orgánica, dada la alta demanda de nutrientes para el desarrollo de los frutos. Ellas requieren regímenes de precipitación constantes todo el año, abundante luminosidad y temperaturas entre los 25 y 35 grados centígrados. Estas condiciones se encuentran en el Caribe de Costa Rica y las llanuras del Pacífico Central y Sur. La condición de suelos profundos, ricos en materia orgánica y nutrientes se encuentra específicamente alrededor de las cuencas de los ríos de estas regiones. Conforme se ha ido especializando más este cultivo, se ha determinado la forma de clasificar los suelos bananeros.

Según el Inventario Nacional de Emisiones por fuentes y absorción por sumideros de Gases de Efecto Invernadero más reciente (MINAE, IMN, 2021), el año 2017, las emisiones para el sector de la agricultura fueron de 2.962,8 Gg de CO_{2eq}, representando el 20,5 % del total de CO_{2eq} emitido en el país (sin tener en cuenta el sector Silvicultura y otros usos de la tierra). Las emisiones de óxido nitroso en el sector de banano de exportación provienen en gran medida de las fuentes nitrogenadas, principalmente nitrógeno sintético. En el caso del grupo de otras musáceas como el plátano, banano criollo y dátil de consumo nacional, la situación a nivel de emisiones es distinta debido a que, al no ser una cadena altamente tecnificada, sus emisiones se concentran principalmente en las fuentes nitrogenadas empleadas.

Casi todas las plantaciones de musáceas se ubican en las cuencas de los ríos de estas regiones. Lo anterior implica que estas fincas presentan una alta vulnerabilidad a inundaciones. Esto ha llevado al sector bananero a la construcción de sistemas de protección de plantaciones, como diques, sistemas de manejo de nivel freático en el suelo; y sistemas de bombeo. En el caso de los productores de otras musáceas como plátano, banano dátil y criollo, estos productores, debido a su nivel socioeconómico, no tienen la capacidad de establecer sistemas de protección de las fincas y por ende son mucho más vulnerables a las crecidas de los ríos e inundaciones que pueden afectar severamente sus cultivos y sus viviendas.

Los fenómenos climáticos recientes han demostrado que cada vez los periodos de precipitación son más intensos y frecuentes, razón por la cual los eventos de inundación podrían ser más frecuentes y de mayor impacto. Esto implica que en el caso de los productores bananeros de exportación tengan que invertir más recursos en sistemas de protección y bombeo. Para este fin, los productores bananeros y el gobierno de Costa Rica han establecido que por cada caja de banano que se exporta, se designe un impuesto de USD 0,02/caja, cuyo fin es darle recursos al Fondo Especial de Prevención e Infraestructura que administra la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), enfocado a obras de protección de centros de población, plantaciones, dragado de ríos y otros, prevención de inundaciones y protección de infraestructura lo cual beneficia no solo al sector bananero nacional sino a las otras musáceas que internamente se producen (Decreto N°23609-MAG, 1994).

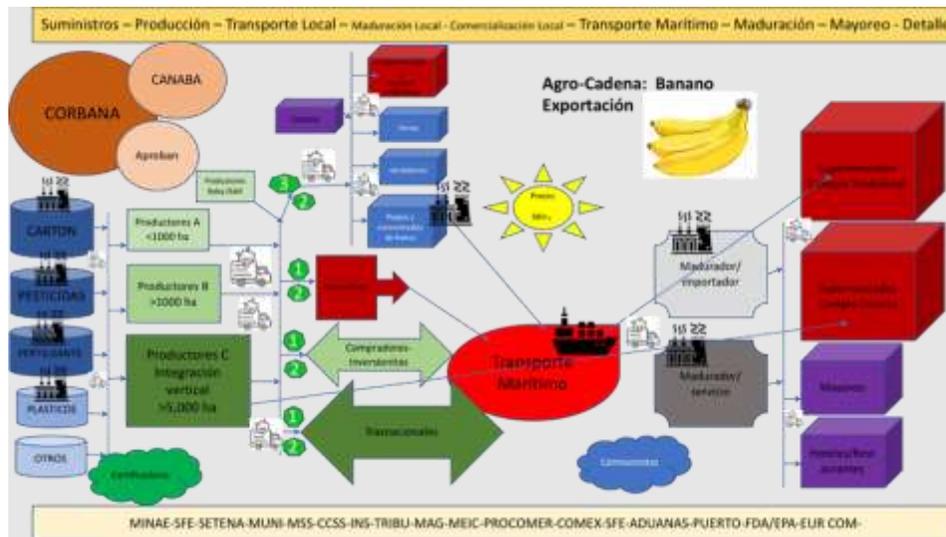


El hablar de musáceas en general implica un universo de dos grandes grupos que coexisten entre sí. Por una parte, se tiene la (i) agro-cadena de Banano Cavendish y dátil de exportación; por otra parte, (ii) las agro-cadenas de otras musáceas de consumo nacional (banano criollo, plátano y otras musáceas menores). A continuación, se hace referencia a ambos mundos.

3.1 Grupo 1: Agro-cadena de Banano Cavendish de Exportación y banano dátil

En la Figura 3 se presenta un modelo de la agro-cadena de banano de exportación. Dentro de este modelo se incorpora el banano dátil dado que una buena parte de esta fruta se comercializa también para exportación.

Figura 3. Agro-cadena del banano de exportación en Costa Rica.



Fuente: La presente investigación.

3.1.1 Caracterización socioeconómica

Al año 2020 se contabilizaban 43.444 hectáreas sembradas en el país en las cuales convergen 153 fincas bananeras. De todas las musáceas producidas a nivel nacional, el 75% corresponde a Banano Cavendish de exportación. Los cantones con mayor área sembrada son Matina, Siquirres y Pococí, con el 26%, 19% y el 17% del total de área sembrada respectivamente. Los cantones con menor área sembrada están ubicados en la región Pacífico (Sección de Estadísticas de CORBANA, 2021). En ella, convergen alrededor de 70 grandes productores entre los cuales destacan el Grupo Acon, Grupo Calinda y Grupo Aproveco y 4 compañías transnacionales: Chiquita, Del Monte, Dole y Fyffes (Vallejo y Blanco, 2020). En cuestión de producción y exportación del banano, destacan empresas como ACON, Chiquita, Dole, Del Monte, FYFFES entre otros.

Los productores pueden dividirse en tres grandes grupos:



- Grupo A: poseen fincas o grupos de fincas de menos de 1000 ha de área. Por lo general, son empresas familiares de primera y hasta tercera generación. Manejan paquetes agronómicos de alta productividad, con la asesoría de CORBANA y aparatos administrativos profesionales, tanto en la parte técnica como en la parte administrativa.
- Grupo B: manejan operaciones de más de 1000 ha y hasta 5.000 ha. Son todavía empresas familiares, pero con administraciones profesionales y con una tendencia a una administración más corporativa.
- Grupo C: manejan operaciones de más de 5.000 ha. Se constituye de grandes grupos empresariales y transnacionales del banano que poseen fincas en Costa Rica y que por décadas han sido los compradores del banano de Costa Rica. Estas empresas han desarrollado organizaciones altamente profesionales, con departamentalización de actividades claves, paquetes agronómicos estandarizados, programas de investigación y desarrollo, con innovaciones tecnológicas tanto en la parte agronómica como en la parte administrativa y de logística.

La actividad bananera es altamente dependiente en insumos externos. A nivel local, existen pocos proveedores de fertilizante en mezclas según la formulación requerida. En su mayoría son grandes multinacionales, y comercializan sus productos de forma directa con los productores o por medio almacenes de suministros que han adquirido mucho poder de mercado, al tener exclusividad sobre la distribución de ciertos pesticidas estratégicos para el cultivo de banano. En el caso del plástico, también se depende de pocos proveedores y su precio está expuesto a los vaivenes del precio internacional del petróleo. Con relación al empaque, el principal insumo de alta dependencia para el productor bananero es la caja cartón, la cual representa más del 20% del costo de producción (Sección de Estadísticas de Corbana, 2021). Al igual que en los fertilizantes, esta industria está altamente concentrada en pocos proveedores, siendo un oligopolio de 4 empresas cartoneras, con mucho poder para fijar precios.

Los productores de banano de Costa Rica han logrado alcanzar altos niveles de productividad que les permite competir en el mercado internacional con países de bajo costo de la producción, como Guatemala y Ecuador. Para el año 2020, con respecto al año 2015, se había incrementado la productividad de las fincas en un 29% (Sección de Estadísticas de CORBANA, 2021). Esto se debe a que es una industria que ha logrado altos niveles de especialización de las diferentes labores del cultivo y del empaque. El nivel de especialización hace que en Costa Rica se requiera menor cantidad de mano de obra por hectárea que en otros países del mundo.⁷ Grandes compañías transnacionales inicialmente y luego CORBANA han creado departamentos de investigación y asistencia técnica que hacen que Costa Rica sea un país líder en innovación tecnológica en banano, exportando tecnología a otros países productores, sobre todo por medio de la contratación de técnicos costarricenses en otros países como Ecuador, Guatemala, Honduras y Colombia, así como otros continentes como África y Asia.

El sector bananero costarricense ha logrado aumentar los volúmenes de exportación en los últimos 5 años. Actualmente se está logrando alcanzar los 130 millones de cajas de banano, representando un aumento de un 20% en comparación con el año 2015, que en su mayor parte se explica por el incremento en la

⁷ 0,60-0,70 personas por hectárea para darle mantenimiento al cultivo, mientras que en otros países este índice está por arriba de 1.



productividad de las fincas. Este volumen significa un valor de más de USD 1.100 millones de divisas que ingresan al país. A la vez, el sector bananero emplea aproximadamente 43.000 personas de forma directa y genera aproximadamente 100.000 empleos de manera indirecta (CORBANA, 2020).

El banano se comercializa en cajas de banano (cajas de cartón). La fruta se clasifica en fruta calidad primera, calidad segunda y calidad tercera. La fruta primera y una parte de la fruta de segunda se exportan en contenedores refrigerados y se cargan en barcos especializados en transporte de contenedores, manejados por las principales compañías navieras como Maersk, Seatrade, CMA-CGM, MSC, Hapag Lloyd y Hamburg Sud.

Los principales compradores de banano son las grandes compañías transnacionales, que también tienen sus propias fincas de banano, como: Del Monte, Dole, Chiquita Brands, Fyffes y Orsero. También operan como compradores de banano en Costa Rica maduradores y supermercados de Estados Unidos y Europa, que han establecido esquemas de compra directa a productores independientes (sin la intermediación de las transnacionales), entre los que se puede comentar: Walmart, Tesco, Morrisons, Carrefour, Mercadona y Wholefoods. El 95% del banano de Costa Rica se exporta a Estados Unidos y Europa. En el caso de Europa, los principales compradores son Inglaterra, Bélgica, Irlanda, Alemania, Holanda, Dinamarca, Finlandia, Suecia, España, Noruega e Italia. Otros destinos importantes son Rusia, Ucrania y Turquía.

En Costa Rica existe un precio mínimo de banano que fija el Gobierno por medio de decreto, el cual se basa en un modelo de costos de una finca de tamaño promedio a una productividad promedio, con el paquete agronómico recomendado por CORBANA. Este modelo asume un margen de utilidad para el productor que es elaborado por CORBANA y avalado por el Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC). La fijación del precio al alza o la baja depende del cabildeo político que puedan hacer las cámaras bananeras ante el MEIC, el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La fijación del precio mínimo de salida establece el precio al que las compañías comercializadoras que operan legalmente en el país deben pagarle como mínimo al productor.

El banano dátil fresco se exporta, y al entrar dentro de las estadísticas de exportación de banano, debe pagar los impuestos de exportación que afectan al banano, tanto los dirigidos a las Municipalidades, al Gobierno y a CORBANA, esta última incluye a los productores de esta musácea dentro de sus programas de asistencia técnica.

Una parte de la fruta de segunda calidad y toda la fruta de tercera calidad se comercializa en el mercado local. En el caso de la fruta de segunda calidad por lo general la compran directamente los supermercados de mayor tamaño, y en algunos casos ya se está comercializando fruta de calidad primera. Esta fruta también es comprada por la industria de concentrados de frutas con plantas de manufactura en Costa Rica y exportan los contenedores de este producto. Otra parte de la fruta de calidad tercera se comercializa por medio de intermediarios para suplir el mercado mayorista (CENADA), ferias del agricultor, verdulerías, minisúper y el mercado informal.

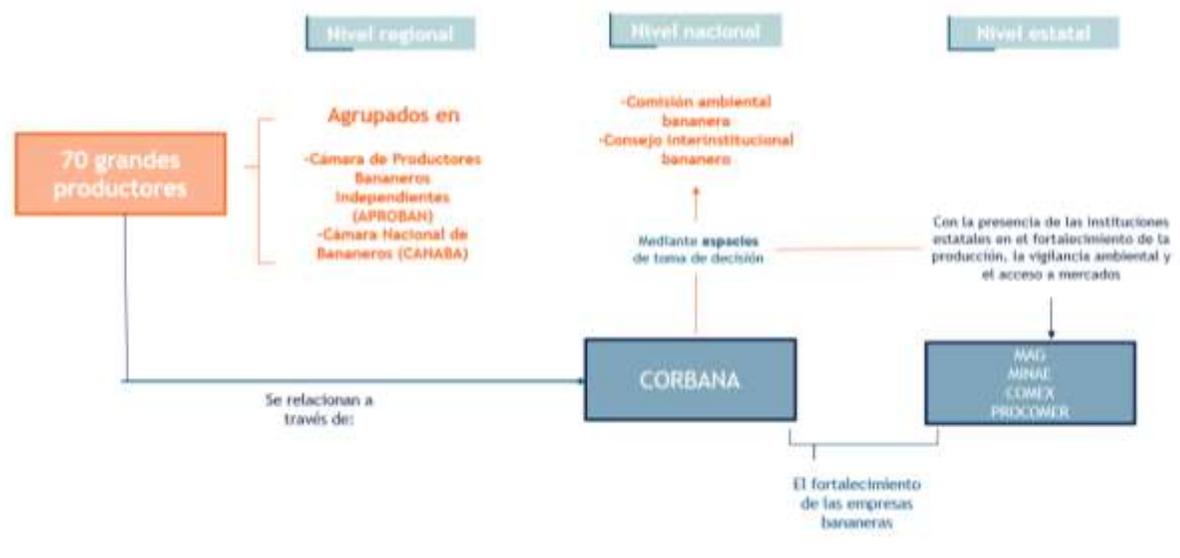
Actualmente en Costa Rica la mitad (53%) del área sembrada de banano se encuentra certificada Carbono Neutral (CN). Lo anterior se deriva del hecho que las empresas Del Monte y Grupo Acón tienen sus fincas



certificadas CN, y estas dos empresas representan casi el 50% del área sembrada en Costa Rica. Además, otros productores como EARTH, Grupo Surá y la finca San Pablo de CORBANA poseen esta certificación (CORBANA, 2021b).

3.1.2 Actores relevantes

Figura 4. Caracterización de los actores directos.



Fuente: La presente investigación.

Dentro de la actividad productiva existen actores relevantes que permiten la integración económica, productiva y política de esta. Uno de los más relevantes es CORBANA. Tal y como se detalla en el modelo gráfico de la agro-cadena de banano (Figura 3), CORBANA es el ente que rige el sector. Esta organización es un ente público/privado y tiene en su Junta Directiva a productores bananeros, que, junto con el apoyo de las cámaras empresariales (CANABA y APROBAN), logran que los recursos disponibles en CORBANA (impuesto de USD 0,07/caja exportada) se usen de una forma eficiente y eficaz, en programas como la dirección de investigaciones, asistencia técnica, crédito a productores, sistema de certificaciones, laboratorios de suelos, promoción de la imagen del sector bananero en Costa Rica y en el mundo.

En 1971, mediante la Ley No. 4895, se creó la empresa denominada "Asociación Bananera Nacional S.A" la cual tenía participación del Estado y del Sistema Bancario Nacional. En 1990 a través de la Ley No. 7147 se reformó la Ley 4895 lo cual permitió la transformación de la Asociación Bananera Nacional S.A. en lo que hoy se conoce como la Corporación Bananera Nacional, un ente público no estatal con personería jurídica y patrimonio propio (Ley No. 4895 1990, art.1). En CORBANA se van a encontrar diversos espacios de toma de decisión como la Asamblea General de Accionistas (ASACC), la Junta Directiva y una Gerencia General.



Complementariamente, la Corporación cuenta con diversas áreas de trabajo que buscan fomentar el desarrollo socioeconómico, tecnológico y productivo de la industria bananera nacional. Entre ellas, destacan la existencia de un (i) centro de investigaciones, (ii) un sistema de pronóstico del clima en tiempo real (BANACLIMA), (iii) una Dirección de asistencia técnica que contribuye al mejoramiento de la productividad de las fincas, (iv) un fondo préstamos a productores que se destina a financiar capital de trabajo e inversión que contribuye al desarrollo de la actividad bananera nacional, (v) un sistema de Agricultura de Precisión (SAP) y un "Perfil de Racimo" que se creó con la finalidad de mantener un control de calidad (CORBANA, 2021).

Además, CORBANA cuenta con espacios de participación importantes que les permite articularse entre ellos. Resaltan como relevantes la Cámara de Productores Bananeros Independientes (APROBAN), la Cámara Nacional de Bananeros (CANABA) y el Consejo Institucional Bananero (CIB).

Complementariamente, existen otras cámaras de importancia que dentro de sus funciones convergen de manera directa o indirecta la actividad productiva de banano de exportación. Entre estas destacan la Cámara de Insumos Agropecuarios (CIA) y la Cámara Nacional de Productos Genéricos (CANAPROGE).

Finalmente, como una instancia de articulación ambiental del sector, en 1992 se constituyó la Comisión Ambiental Bananera (CAB) como espacio para evaluar las cuestiones ambientales.

En materia de instituciones de apoyo indirectamente relacionadas con la cadena, cabe resaltar el rol de instituciones del estado como COMEX, la Promotora del Comercio Exterior (PROCOMER), el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) y el MINAE a través de la Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (DIGECA). Adicionalmente, resalta como importante el trabajo de la Federación de Municipalidades de Cantones Productores de Banano de Costa Rica (CAPROBA) como espacio de articulación interinstitucional para dar seguimiento al impacto social, económico y ambiental del banano.

Figura 5. Caracterización de los actores indirectos.



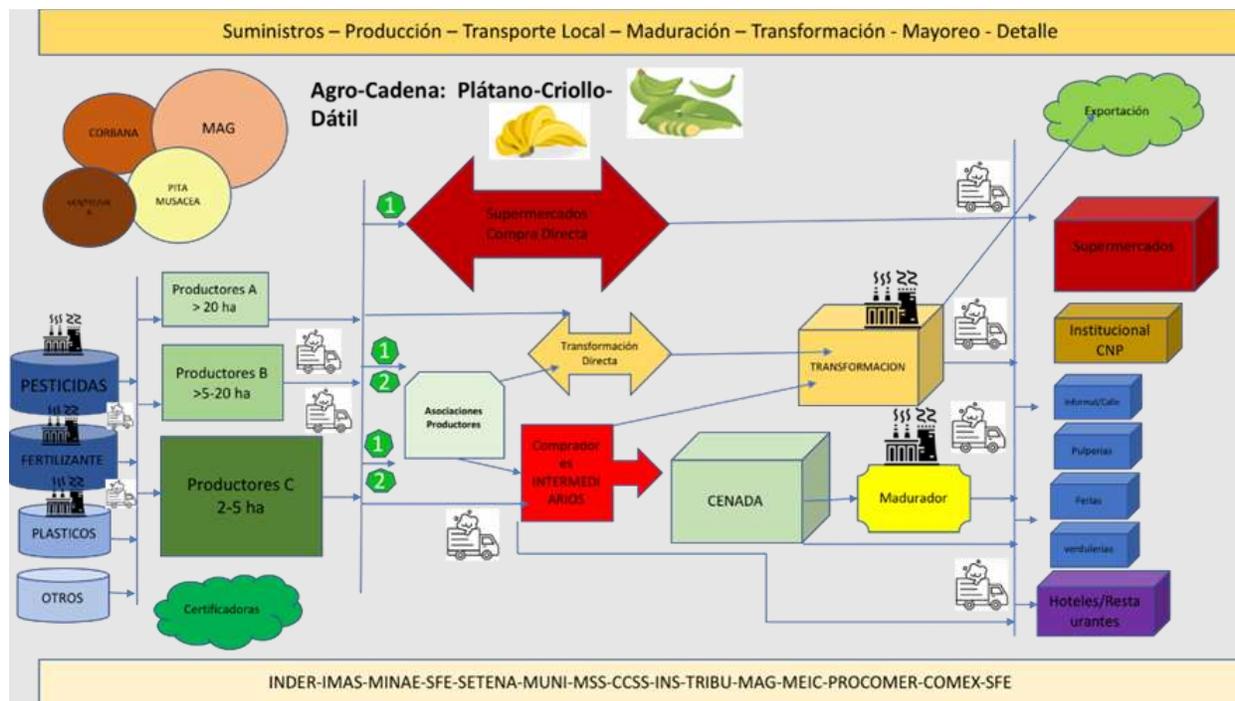
Fuente: La presente investigación.

3.2 Grupo 2: Agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación)

La producción de estas musáceas difiere de la realidad sugerida en el grupo 1. Mientras ese grupo está liderado por la actividad de transnacionales y destina principalmente la producción para el mercado de exportación, en el caso del grupo 2 la actividad productiva se centra en abastecer el mercado interno y el autoconsumo.

En la Figura 6 se presenta un modelo de la agro-cadena de plátano, banano criollo y banano dátil de consumo local. Se incluyeron estas 3 musáceas en el mismo modelo, dado que en general tienen muchas similitudes en la forma que se comercializa la fruta, tanto para consumo fresco como para producto procesado.

Figura 6. Agro-Cadena del Plátano-Banano Criollo-Banano Dátil en Costa Rica.



Fuente: la presente investigación.

3.2.1 Caracterización socioeconómica

Según el MAG, en Costa Rica existen alrededor de 8.000 productores de plátano, dátil y banano criollo. Aproximadamente 30.000 personas se benefician directamente de estas agro-cadenas.

Específicamente en el caso del **banano criollo**, Escobedo (2010) complementa que existen unos 1946 productores de banano criollo con apropiadamente 4.359 ha destinadas a este cultivo de los cuales el 82%



se encuentran en la zona de Talamanca. Las musáceas producidas en zonas indígenas tienen además sus particularidades en términos de la forma en que los actores se cohesionan entre sí; así como la manera en que acceden al mercado, percibiéndose como unos de los más vulnerables. Según el MAG (2018), anualmente se producen unas 135.000 Toneladas Métricas (TM) de esta musácea. La mayor parte del cultivo de banano criollo se realiza en sistemas agroforestales, o en cultivos intercalados, como cacao, café, especies forestales, plátano, maíz y granos básicos. Esto a la vez implica que no se realizan prácticas para optimizar la producción en cuanto al uso del suelo y el espacio, ni a desarrollar el mayor potencial productivo genético de las variedades que utilizan, en este caso Gros Michel.

En el caso del **plátano**, anualmente se producen 110.000 TM en todo el país (MAG, 2016). De esta producción, se dirige a consumo fresco un 35-45%, a la agroindustria un 45-55% y cuando se logra exportar un 5-10%. Según el MAG (2020), el plátano se cultiva en la Región Huetar Caribe en unas 4.900 ha con un rendimiento de aproximadamente 16 toneladas métricas por hectárea y cultivado en unas 3.254 fincas. El MAG (2018) estima unas 2.000 ha de plátano en la Región Huerta Norte, 500 ha de plátano en la Región Brunca y unas 1.000 ha de plátano en otras regiones. En total se estiman unos 8.400 ha de plátano en todo el país. Si utilizamos el dato del 2020 de la Región Huetar Norte, que es el dato más reciente, en promedio cada finca tiene unas 1,5 ha, lo que se traduce en unas 5.600 fincas o productores de plátano en el país.

Para el caso de otras musáceas como **Banano Dátil**, como recuerda Bolaños (2021), los productores vinculados tienen acceso a paquetes agronómicos más sofisticados dada su relación con CORBANA, institución que les brinda asistencia técnica, así como su vínculo comercial con empresas transnacionales como Dole y Chiquita quienes les facilitan acompañamiento técnico sobre el manejo postcosecha de la fruta.

Según los datos de CORBANA, en el último censo que realizaron para el apoyo del programa de Prevención del *Fusarium*, actualmente existen 558 ha sembrada de banano dátil y 120 productores, cuyo tamaño de finca oscila entre 0,5 ha y hasta 20 ha. El 86% de la producción de banano dátil se exporta.

Al igual que en el caso anterior hemos clasificado a los productores en tres categorías:

- Grupo A: algunos productores de más de 20 ha en la categoría "A".
- Grupo B: representa productores de más de 5 ha y hasta 20 ha
- Grupo C: representa casi el 90% de los productores. Comprende pequeños productores de 1 ha a 5 ha.

Muchos de los productores de plátano y banano dátil son trabajadores de fincas bananeras y les dan mantenimiento a sus parcelas durante su tiempo libre. Otro grupo de productores son pensionados que complementan sus ingresos por medio de sus parcelas. Muchas de las fincas de estos productores no producen únicamente dichas musáceas, sino que tienen otros cultivos para autoconsumo u para comercialización como yuca, ñame, ganadería y otros. Por lo general, los productores que han logrado ventas directas a supermercados por medio de Asociaciones de Productores son los que han recibido capacitación en Buenas Prácticas Agrícolas y han incorporado estos conceptos en sus procesos productivos.

La caracterización de proveedores insumos y servicios que se hizo en la sección de la agro-cadena de banano de exportación se replica en esta agro-cadena, sólo que expuestos a precios de insumos y servicios más



elevados dada la disparidad de tamaño y por ende la capacidad de negociación. Por ejemplo, en el caso del precio del fertilizante un productor de banano puede ser 10-15% menor, dada su escala, que el precio que obtiene un pequeño productor de plátano y banano criollo (Segura, R, entrevista personal con el director de Investigación, bajo el panorama antes descrito acciones de CORBANA el 14 de enero de 2022).

A nivel internacional, principalmente se comercializa en cantidades bajas plátano fresco (principalmente a estados unidos), plátano procesado, dátil y banano criollo. El proceso de producción para poder exportar requiere de controles y prácticas agrícolas mucho más rigurosas, sobre todo para controlar el daño de insectos, controlar la maduración prematura del plátano verde, obtener los largos y calibres de fruta mínimos y no tener problemas postcosecha con hongos y bacterias.

A nivel local, la opción más utilizada para vender la cosecha de producto fresco de plátano, banano criollo y banano dátil es por medio de intermediarios. Por lo general, no existen contratos a precios fijos, y la mayor parte de las negociaciones de precios se hacen semanalmente, en donde las fuerzas de la oferta y la demanda prevalecen. Las compras de los intermediarios por lo general llegan al mercado de mayoreo (CENADA) y de ahí a las Ferias del Agricultor y mercado minorista. Una parte de la producción se comercializa por medio de Asociaciones de Productores, las cuales han logrado mayor poder de negociación ante compradores y mayor capacidad de generar estructuras que permitan darle mayor valor a su producción. Otro cliente de este tipo de musáceas lo representa el Programa de Abastecimiento Institucional (PAI) del Consejo Nacional de la Producción (CNP) el cual abastece al mercado institucional del estado como escuelas, hospitales y cárceles. La estructura que ha establecido este programa es que se requieren Asociaciones de Productores que le vendan directamente al PAI o por medio intermediarios registrados ante el PAI.

En el caso del banano criollo que se produce en la zona de Alta Talamanca y otras zonas indígenas se cuenta con certificaciones orgánicas, específicamente: Eco-LOGICA y BSC Oko Garantie. Esto implica que existe un proceso de verificación de estas fincas, que por lo general se encuentran en el medio bosques primarios o secundarios. Lo anterior implica que se podría también tomar el mismo enfoque para el proceso de certificación y verificación de Carbono Neutralidad de esta musácea en esta zona específica. Lo anterior permite concluir que para plátano podría existir una ventana oportuna de aprovechar certificaciones como la Carbono Neutral, dadas las condiciones de estos sistemas agroforestales y en territorios indígenas.

3.2.2 Actores relevantes

Figura 7. Caracterización de actores directos.



Fuente: La presente investigación.

Según datos del MAG, existen registradas alrededor de 30 organizaciones de productores de Plátano y Banano Dátil en la Región Huetar Caribe y Región Brunca.

A diferencia del grupo 1, no existe un actor que articule la integración de la cadena económica como tal, por lo que, si bien existen muchísimas asociaciones de productores, la capacidad de articularse entre ellas para generar una gobernanza más robusta es un gran desafío. Actualmente (2021), el Gobierno de Costa Rica a través de la Dirección de Extensión del MAG se encuentra trabajando en una iniciativa para constituir un colectivo articulador de plataneros.

A nivel de comercialización, es fundamental resaltar que la figura del intermediario juega un rol fundamental en muchos de los casos, especialmente pues las empresas transformadoras requieren asegurar un volumen de compra constante. Estos intermediarios suelen fijar el precio a discreción a la hora de comprar a los productores lo cual genera tensión en cuanto a los márgenes de ganancia. Existen casos excepciones en los cuales las asociaciones de productores han logrado jugar este rol de intermediación, permitiendo sumar volumen y negociar directamente con la agroindustria.

Finalmente, la agroindustria es diversa y mucha de ella compra el producto ya sea para la venta en fresco o bien para el agro procesamiento y transformación. Los principales compradores de plátano para industrializar están asociados a las siguientes marcas: Soldanza, Pro Snacks, Lamm Snacks, Green Foods. Por otro lado, existen compradores que únicamente abastecen el mercado local, produciendo chips fritos, que se empaican en bolsas para consumo individual, sin marca, que por lo general se venden en el mercado minorista.



El ente rector para la promoción y asistencia técnica de las musáceas en el país (excepto banano de exportación en el país) es el Ministerio de Agricultura a través de la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. En el seno de la dirección, opera el Programa Nacional Sectorial de Musáceas como mecanismo de apoyo por parte del MAG en acuerdo con los productores nacionales de musáceas alternativas al banano de exportación. El principal objetivo del espacio es facilitar las acciones de los entes de musáceas en Costa Rica, impulsando el desarrollo competitivo y sostenible de la agro-cadena (MAG, 2014).

A nivel de asistencia técnica e investigación, en conjunto con el Programa Nacional Sectorial antes mencionado, el Gobierno cuenta con un Programa De Investigación y Transferencia De Tecnología Agropecuaria En Musáceas (PITTA Musáceas) el cual está establecido desde 1992 con el objetivo prioritario de mejorar el conocimiento y la información para generar una actividad de producción de musáceas más eficiente. Este programa está conformado por instituciones tales como MAG, CORBANA, JAPDEVA, UCR, INTA e INA. Por su parte también se han identificado apoyos por parte de instituciones del estado tales como el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), el MINAE a través de la Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental, la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), el INDER.

Figura 8. Caracterización de actores indirectos.



Fuente: La presente investigación.

3.3 Marco normativo y de políticas

Costa Rica tiene una importante historia de ambición y acción climática centrada principalmente en “aumentar la resiliencia de la sociedad ante los impactos del cambio climático y fortalecer las capacidades locales para un desarrollo bajo en emisiones a largo plazo” (MINAE, 2015, p.2). El país ha ratificado 15 tratados internacionales vinculados con los desafíos ambientales tanto de interés para la comunidad mundial como para el país (CEPAL, 2021a). De ellos, en 2016 Costa Rica ratificó el Acuerdo de París a través del cual se comprometió a “mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C” (Acuerdo de París, 2015).



La piedra angular para asegurar la operatividad del **Acuerdo de París** y la consecución de sus objetivos a largo son las **Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional** (NDC). Costa Rica presentó su primera NDC en 2015. En 2020, realizó su respectiva actualización procurando con ello incluir un “proceso robusto que incluyó modelación climática, construcción de escenarios narrativos y consultas ciudadanas” (Cambio climático CR, 2020). De manera puntual, es importante resaltar que la contribución 7.1 de la NDC de Costa Rica vigente establece que, al 2030, diversas cadenas productivas (entre ellas las de musáceas) aplicarán sistemas productivos bajos en emisiones de GEI (NDC, 2020, p.36).

De manera articulada con los compromisos internacionales, el país ha adoptado una serie de diseños de política (*policy designs*) vinculados con la promoción de actividades productivas (entre ellas las de musáceas) sostenibles y amigables con el ambiente y, especialmente, que reduzcan las emisiones de GEI, permitiendo con ello acercarse a sus ambiciones climáticas.

Con respecto a la disminución de emisiones de GEI en el sector agropecuario, en el **Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública (PNDIP) 2019 – 2022** se contempla la instalación de 320 sistemas de producción con actividad agropecuaria, bajo el modelo de producción orgánica sostenible (PNDIP, 2019 p. 98). Un diseño de política complementario a los lineamientos del PNDIP 2019-2022 es el **Plan Nacional de Descarbonización al 2050** el cual orienta la “economía moderna, verde y libre de emisiones con el fin de poder contar con emisiones netas cero para el año 2050” (Plan de Descarbonización, 2019, p.56). El Plan contiene 10 ejes estratégicos entre los cuales se incluye el eje 8 relacionado con el “fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono” Específicamente el eje contempla una meta relacionada con el “desarrollo de procesos de innovación en las cadenas de valor de productos prioritarios que facilite la generación de bienes descarbonizados. Para ello entre las actividades propuestas se considera el impulsar la descarbonización e integración vertical de las cadenas de valor prioritarias a través de: Desarrollar y consolidar procesos-programas de NAMAs en productos prioritarios, específicamente en musáceas a través de su proceso inicial (Plan de Descarbonización, 2019, p.56).

Dos instrumentos complementarios que apoyan a transitar hacia la consecución de la NDC de Costa Rica son la **Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2018)** y el **Plan Nacional de Adaptación 2018-2030** el cual actualmente está en proceso de diseño (pendiente de oficialización). A nivel de Política sectorial, es fundamental resaltar elementos vinculados al **Plan Sectorial 2019 – 2022 del Sector Agropecuario, Pesquero y Rural**. El Plan está integrado por diez intervenciones estratégicas entre las cuales destacan para efectos del presente estudio una vinculada con impulsar acciones climáticas que contribuyan con la descarbonización integral del sector agropecuario a través del diseño e implementación de NAMAS en arroz, musáceas y caña de azúcar, las cuales se sumarían a las NAMAS existentes en ganadería y café (PND 2019 p.23). Como un esfuerzo intersectorial, la **Política de Estado para el Sector agroalimentario y el Desarrollo Rural Costarricense (2018)** se constituye en un documento de acción para la modernización técnica del sector agropecuario del país, incluyendo al sector de musáceas (Política de Estado para el Sector Agroalimentario, 2018). Un esfuerzo intersectorial de gran importancia a la hora de hablar de descarbonizar la actividad productiva del sector musáceas es la **Agenda Agroambiental**. Entre los ejes de trabajo de la misma se encuentran elementos relacionados con agricultura climáticamente inteligente (DCC, 2016). Otra iniciativa relevante corresponde a



la **Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030**. En dicha Estrategia se contempla un Eje centrado en bioeconomía para el desarrollo rural a través de una mejor gestión ambiental del sector agro (Estrategia Nacional de Bioeconomía, 2020, p.8). A nivel ambiental, existen otras herramientas de política que permiten las bases para las acciones de descarbonización de la actividad. Entre ellas la **Estrategia Nacional REDD+**, **Estrategia Nacional de Cambio Climático**, así como la **Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible**. Finalmente, y no menos importante un instrumento clave para la articulación intersectorial y el trabajo alineado para NAMA musáceas es la Agenda AgroAmbiente MAG – MINAE (2021).

Una segunda arista de diseños de política en Costa Rica a la cual es necesario hacer referencia es en lo relacionado con las intervenciones públicas para el incentivo de la producción y regulación de precio del sector musáceas en el país. El marco regulador por ley de la actividad de banano de exportación es la Ley 4895, a través de la cual se encomienda a CORBANA ser el ente oficial regulador de banano en Costa Rica. Las intervenciones en materia de banano de exportación son realizadas en su totalidad a través de esta Corporación, siendo ella autónoma en las acciones que realiza a nivel de asistencia técnica y acceso a mercados y articuladora en materia de fijación de precio.

La ley brinda tanto el objetivo general de la organización como algunos de sus principales ámbitos de acción para lograr este progreso del sector. A nivel de meta, CORBANA tiene como objetivo fundamental “el desarrollo bananero nacional, mediante el fortalecimiento de la participación de empresas costarricenses en la producción y, especialmente, en la comercialización del banano” (Ley 4895, 1990, art. 2).

Complementariamente, algunas de las acciones específicas otorgadas a CORBANA por ley corresponden a propiciar y sostener un régimen equitativo entre los productores bananeros y las empresas comercializadoras, con el fin de garantizar la división y participación justa de los eslabones involucrados en la cadena de producción y comercialización, incluyendo a las instituciones del Estado para el cumplimiento y mejoramiento de todas las disposiciones legales (Ley 4895, 1990).

Del mismo modo, la ley busca generar espacios de concertación con el Gobierno de la República, en espacios como foros y negociaciones con organismos de corte internacional para propiciar el ordenamiento del mercado internacional con el fin de lograr más independencia en el proceso de producción de la fruta (Ley 7147, 1990).

Finalmente, dentro de sus labores generales, a la Corporación le corresponde por ley recomendar los precios mínimos de referencia para la compra y la venta del producto; al igual que determinar e impulsar otras diversas modalidades de comercialización que se ajusten a las necesidades de los productores y a los cambios del mercado (Ley 4895, 1990). Es de esta forma que, en materia de diseños de política vinculados a la promoción de la cadena productiva de banano, se analizó el alcance y enfoque de la Ley 4895 de Creación de CORBANA y sus respectivas reformas.

En materia del grupo 2 de análisis (otras musáceas de consumo nacional), no es posible dilucidar una relación tan evidente entre las ambiciones climáticas y el apoyo a dichas cadenas productivas. Pareciera que las intervenciones del estado no se rigen por una política nacional clara sino por el cumplimiento de marcos

regulatorios sanitarios y comerciales principalmente. Ello deja en evidencia espacios de trabajo e intervención importantes a nivel de asistencia técnica primaria, asociatividad y acceso a mercados.

3.4 Análisis de barreras para implementar la NAMA Musáceas

El estudio ha permitido identificar una serie de barreras que se presentan a la hora de buscar transformar el sector musáceas de Costa Rica. Las mismas fueron identificadas durante talleres con productores y técnicos y clasificadas en 6 categorías: institucionales, económicas, financieras, técnicas, gestión de conocimiento y capacidades. Se vincula cada barrera con las razones, causas y partes involucradas. Finalmente, se clasifica cada barrera según su prioridad (alta, media, baja).

Cuadro 2. Análisis de las barreras identificadas.

BARRERA: Acceso a financiamiento para realizar inversiones importantes en la finca relacionadas a mejoras tecnológicas (ej. Paneles solares) - créditos verdes	
Categoría (dimensión de la barrera)	Económica / Financiera
Causas y Vínculos	Los inmuebles se encuentran comprometidos con créditos muy altos, y las alternativas no son normalmente aceptadas por los bancos
Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • CORBANA • Entidades Financieras – Banca estatal o privada
Prioridad	ALTA
Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de préstamo de CORBANA miento a planes de préstamos • Banca Desarrollo para pequeños productores de Musáceas
BARRERA: Aumento en costos de insumos - fertilizantes - cartón - plástico – agroquímicos	
Categoría (dimensión de la barrera)	Económica / Financiera
Causas y vínculos	No existe un sistema de registro ágil y expedito para la inscripción de agroquímicos.
Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión de Asuntos Agropecuarios • MAG
Prioridad	ALTA



Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo al proyecto de Ley para inscripción de agroquímicos
BARRERA: Pocas alternativas para Fertilizantes Nitrogenados	
Categoría (dimensión de la barrera)	Técnica
Causas y vínculos	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de nitrógeno orgánico • Alto volumen que se requiere para sustituirlos
Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • MAG • CORBANA • Sector Académico • Productores
Prioridad	ALTA
Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendaciones técnicas más específicas que consideren los resultados de los análisis de suelo y los requerimientos particulares del cultivo, así como las condiciones específicas por lote para una agricultura de precisión (aplicaciones en las etapas clave del cultivo y no aplicaciones generalizadas). • Fertilizantes de liberación lenta
BARRERA: Pocas alternativas a los combustibles fósiles, especialmente en temas de aspersiones aéreas	
Categoría (dimensión de la barrera)	Técnica
Causas y Vínculos	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a tecnologías (drones)
Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Productores • Entidades de Asistencia Técnica
Prioridad	MEDIA
Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la experiencia del uso de drones (ya usados en banano y plátano, Parrita)
BARRERA: Desarticulación entre instituciones públicas: retraso en inscripción de moléculas	
Categoría (dimensión de la barrera)	Institucional
Causas y Vínculos	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de entidades involucradas • Ley y reglamentación que no otorgan la autoridad suficiente para tomar las decisiones de Registro



Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • MINAE • Ministerio de Salud • MAG
Prioridad	ALTA
Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Leyes, reglamentos y normas que faciliten y agilicen la inscripción de agroquímicos
BARRERA: Debilidad en la asociatividad de productores de plátano – dátil y banano criollo	
Categoría (dimensión de la barrera)	Institucional
Causas y Vínculos	<ul style="list-style-type: none"> • Sector necesita fortalecerse para aumentar sus capacidades de negociación
Partes involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Productores • Asociaciones existentes • MAG
Prioridad	MEDIA
Alternativas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de gobierno para promover la asociatividad en el sector platanero, de banano criollo y dátil

Fuente: la presente investigación mediante la identificación durante los talleres con productores y técnico.

4. Línea base de la NAMA

La línea base en la NAMA musáceas para Costa Rica, se ha diferenciado en 2 cadenas productivas, para ello se modeló por separado la cadena de banano y la cadena de otras musáceas. La metodología utilizada corresponde a las directrices propuestas por el IPCC del año 2006 y refinamiento 2019, en este sentido la línea base cuenta con la cuantificación de emisiones asociadas directamente al cultivo per se, y a las emisiones relacionadas con el consumo de combustible en equipo agrícola estacionario, las asociadas al consumo de energía de las plantas empacadoras y al uso de avionetas para el sector bananero como vehículo de uso para aplicación de agro insumos.⁸

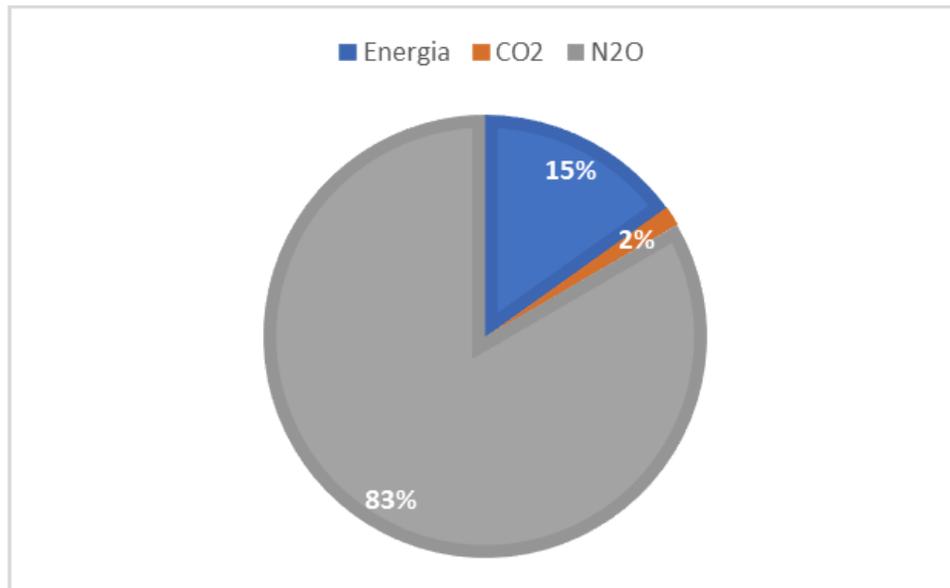
⁸ En el MRV se incluyen los datos de actividad para todas las fuentes de emisión y sumideros de manera desagregada.



4.1 Línea Base 2000 – 2030 Banano

En promedio, las emisiones generadas para el sector bananero para la serie 2000 - 2030 se cuantifican en 142,6 gigagramos-Gg de CO₂eq año⁻¹. En orden de importancia las emisiones de N₂O de las fuentes nitrogenadas corresponden al 83,4%, seguidas de las emisiones del sector de energía que incluyen el uso de avionetas para prácticas agrícolas con el 15,2% de participación, finalmente la participación de las emisiones generadas por el uso de cal aportó el 1,4% (ver Figura 9).

Figura 9. Emisiones generadas para el sector bananero por GEI (2000-2030).



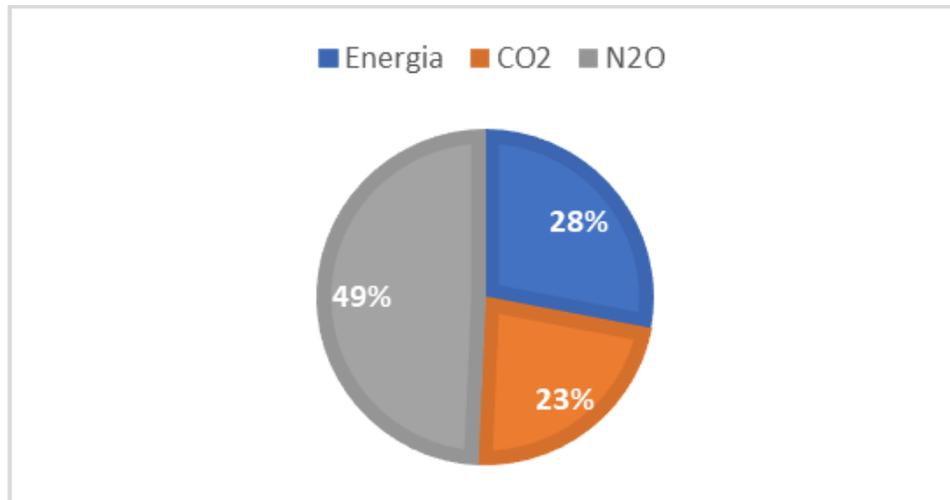
Fuente: La presente investigación.

4.2 Línea Base 2000 – 2030 otras musáceas

La línea base de otras musáceas, se ve claramente diferenciado del sector bananero, puesto que, al no ser una cadena productiva tecnificada, sus emisiones se ven influenciadas directamente por las fuentes nitrogenadas y el transporte. Las emisiones generadas para el sector de otras musáceas para la serie 2000 - 2030 se cuantifican en promedio en 8,8 gigagramos-Gg de CO₂eq año⁻¹. En orden de importancia las emisiones de N₂O de las fuentes nitrogenadas corresponden al 49,3%, seguidas de las emisiones del sector de energía (incluye transporte) con el 28% de participación y finalmente la participación de las emisiones generadas por el uso de cal aportaron cerca del 22,7%



Figura 10. Emisiones generadas para el sector de otras musáceas por GEI (2000-2030).



Fuente: La presente investigación.

5. Medidas de la NAMA

5.1 Priorización y selección de medidas

El proceso de selección partió de una lista de medidas identificada por los actores nacionales (referencia nota conceptual), y se priorizó en función cinco criterios de selección (**1**-Potencial de mitigación, **2**-potencial de resiliencia, **3**-costo de implementación, **4**-factibilidad de implementación (técnica y económica), **5**-impacto en la productividad). Las medidas priorizadas en el proceso de ponderación fueron sometida al criterio experto, experiencias internacionales, y considerando los resultados de los talleres y reuniones con CORBANA, MAG, MINAE, los productores y otros actores claves del sector musáceas en Costa Rica, y un análisis de barreras.

Las medidas priorizadas para lograr las metas de mitigación en la producción de musáceas de Costa Rica se resumen de la siguiente manera:

- Mantener o aumentar el nivel de remoción de dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.
- Reducir las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes
- Reducir las emisiones de óxido nitroso (N_2O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.
- Reducir el consumo de energía: Red eléctrica-transporte fruta al puerto.

Esta lista de medidas en finca no es exhaustiva ya que se priorizaron las de mayor impacto en mitigación. Otras medidas de mitigación pueden ser incluidas durante la implementación de la NAMA. Adicionalmente,



para garantizar la adopción de las medidas y los consecuentes Co-beneficios de productividad, rentabilidad y resiliencia climática, estas medidas deben ser promovidas y financiadas dentro de un paquete integral de medidas basado en un diagnóstico ex ante por los técnicos de CORBANA y el productor.

5.2 Descripción de las medidas priorizadas

5.2.1 Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo⁹

El término de remociones de Dióxido de Carbono (CDR) hace referencia a la adopción de una serie de técnicas que permiten el secuestro de dióxido de carbono en la finca. Son diversos estudios los que han logrado evidenciar que la adopción de buenas prácticas en esta línea complementa la reducción directa de emisiones de GEI. Específicamente en materia de sistemas de producción de banano, se ha documentado que tanto en el suelo como en el diseño de fincas es posible incorporar mecanismos de remoción de carbono a través de la implementación de bosques de protección, sistemas de plantaciones forestales, árboles en finca y carbono en suelo de plantaciones bananeras. A continuación, se describen cada una de dichas medidas de remoción.

5.2.1.1 Aprovechamiento del bosque

Dentro de la NAMA musáceas se va a incorporar el fortalecimiento de los planes de manejo de bosques para garantizar aún más mantenimiento y protección, así como su seguimiento dentro del MRV, como una forma de remoción de dióxido de carbono. Se va a verificar que los bosques no se encuentren dentro del régimen de Pago por Servicios Ambientales de MINAE para evitar una doble contabilidad de las remociones de carbono. Actualmente, las fincas bananeras mantienen zonas de protección de bosque primario y secundario. Estas zonas protegidas son parte de sus programas ambientales, incluidos en las certificaciones como Rainforest Alliance y Global GAP. El mantenimiento de estas zonas protegidas le generan un costo a las fincas bananeras, que asumen como parte de sus compromisos ambientales.

5.2.1.2 Promoción de plantaciones forestales

Actualmente CORBANA tiene identificadas aproximadamente 2.985 ha de plantaciones forestales bajo manejo de los productores bananeros. Estas plantaciones se encuentran en diferentes etapas de desarrollo y manejo, por lo que en el inventario que se va a realizar dentro MRV se van a tomar estos factores para determinar los niveles de remoción de carbono que se pueda tener por plantación en crecimiento y por la extracción de madera. Según los datos del INGEI (2017), 1 ha de plantación forestal de *Gmelina arborea* puede remover 23 toneladas de CO₂eq por año. La mayor parte de las plantaciones forestales de las fincas bananeras están

⁹ Estas medidas de aumento de remociones de CO₂e no se modelaron, ya que no se contó con la información específica para el modelo, tal como: Edad del arreglo forestal y/o plantación, área, plan de implementación de la medida. En el sistema MRV se establece que uno de los primeros proyectos de investigación presupuestado como medidas de apoyo de la NAMA es hacer la línea base de remociones.



sembradas con la especie en mención. Actualmente las fincas bananeras tienen proyectos productivos paralelos a la producción de banano, en proceso de integración vertical, donde se establecen plantaciones forestales, principalmente de melina, para producir la madera necesaria para la fabricación de las tarimas (*pallets*) utilizadas en el embalaje de la fruta. Estos proyectos tienen presupuesto operativo independiente en algunos casos o forman parte del presupuesto operativo de las mismas fincas bananeras.

5.2.1.3 Incorporación de árboles en Finca

A través de esta medida de remoción se propone incrementar los árboles sembrados en las zonas urbanas-industriales de las fincas (paisajismo), así como en zonas colindantes con caminos, ríos como barreras protectoras. Muchas fincas mantienen zonas de la finca en abandono, sin uso agrícola, debido a limitaciones que tienen para ser productivas, por calidad del suelo, drenaje y/o ubicación y entonces en estas áreas se pueden sembrar árboles. La idea es que cada finca siembre el equivalente a 2 ha de árboles, a una densidad de 250 árboles/ha, para que cada finca aporte 500 árboles nuevos. La práctica incluye la siembra, mantenimiento, identificación y seguimiento de cada árbol.

5.2.1.4 Fijación de Carbono en suelo

Actualmente, las fincas bananeras realizan toma de muestra de suelos y análisis de laboratorio para determinar el contenido de nutrientes en el suelo y establecer los programas de nutrición de las fincas. Como parte del manejo del suelo que recomienda CORBANA, se ha validado la importancia de aplicar materia orgánica (MO) al suelo para aumentar el nivel de MO, y por ende mejorará la condición física del suelo (porosidad) y por ende la compactación del mismo que generan las labores agrícolas (Segura, R, comunicación personal de 20 de enero de 2022).

A la vez, la incorporación de MO aumenta la flora y fauna microbiana del suelo, permitiendo que los procesos bioquímicos en el suelo se desarrollen más aceleradamente, y a la vez se cuenta con más microorganismos benéficos que entren en competencia con microorganismos patógenos. Una de las prácticas que recomienda CORBANA, es el uso de coberturas permanente en suelo, para no manejar el suelo descubierto. Esto aumenta la protección del suelo contra la erosión, y a la vez la cantidad de carbono captado presente en el suelo, tanto en la parte viva del suelo (cobertura) como en la parte muerta del suelo (MO).

Para la implementación de esta práctica se debe considerar la sustitución del uso de herbicidas para el control de malezas, por el uso de chapea mecánica (machete y moto guadaña) y sus implicaciones en cuanto a costo.

5.2.2 Reducir las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes

Como bien recuerdan Álvarez et al (2010), la *Sigatoka negra*, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es la enfermedad foliar que representa la principal limitante en la producción de musáceas (plátano y banano) a nivel mundial. Una de las formas de controlar la enfermedad es eliminando hojas necrosadas para disminuir



la fuente de inóculo presente y su propagación a hojas sanas. Sin embargo, en fincas con alta presión de la virulencia del hongo, se pierden o eliminan muchas hojas por semana, lo cual ocasiona que los racimos y frutos tengan un peso menor en comparación con las plantas que no tienen la enfermedad. En los casos de infección severa por *Sigatoka negra*, cuando el conteo total de hojas en la planta se reduce a menos de 4 hojas, se genera un alto riesgo de maduración de fruta durante el transporte a los mercados destino, que, en caso de presentarse la maduración de la fruta, puede ocasionar grandes pérdidas a los productores, ya que la fruta será rechazada por el cliente para su uso original. Inclusive se puede tener madurez prematura del fruto del campo, por la pérdida de hoja ocasionado por la *Sigatoka Negra*.

Lo anterior implica que si no se controla esta enfermedad puede llegar a tener un impacto negativo en la productividad, rentabilidad de la finca y post cosecha de la fruta. Se estima que el costo de control de la enfermedad de *Sigatoka Negra* en una hectárea de banano representa en el control terrestre (deshoja) entre USD350 y USD400. En perspectiva el costo de mantenimiento de 1 ha de banano oscila entre los USD10.000 y USD12.000 por año. Por otro lado, el control aéreo de la enfermedad, por medio de la aspersión aérea de fungicidas puede generar un costo de USD2.000 a USD2.500 por hectárea por año. Esto implica que el control aéreo de la enfermedad puede representar entre el 20% y el 25% del costo total de mantenimiento de la plantación. En este costo de aspersión aérea se incluye el costo de los fungicidas, aceite mineral y coadyuvantes, así como el servicio de riego aéreo de la avioneta.

La práctica que usualmente se implementa en el sector banano consiste en la aplicación de fungicidas en aspersión aérea con avionetas. La necesidad de una aplicación con tanta frecuencia radica en la virulencia que tiene la plaga y la necesidad de controlarla debido al impacto antes explicado.

Estas aplicaciones parten del uso de aeródromos donde existen plantas para la preparación de las mezclas de fungicidas con aceite agrícola, agua y coadyuvantes, de estos aeródromos el avión cargado realiza el ferry hasta la finca y en la finca realiza aspersión, regresa al aeródromo y vuelve a cargar. Las avionetas requieren del uso de gasolina de avión, y la combustión de este hidrocarburo genera emisiones directas de GEI. En este contexto, las fincas usualmente tienen problemas en la aspersión de las zonas del cultivo colindantes con centros de población, caminos, zonas industriales de la finca y zonas de protección de ríos y bosques. Existe una serie de zonas denominadas "zonas calientes" (zonas de alta virulencia del hongo) las cuales deben ser repasadas con más aplicaciones para lograr controlar la enfermedad.

La medida NAMA promovida parte del principio de que los drones agrícolas funcionan con baterías eléctricas y tienen la capacidad de abarcar aproximadamente 10 ha de aspersión de fungicidas en 20 minutos de vuelo. El dron, dado su sistema de funcionamiento durante el vuelo, puede volar a altura más bajas, hacer giros muy cerrados (en comparación con los giros abiertos de la avioneta) y, por ende, disminuir los riesgos de que el producto afecte a las poblaciones cercanas, al mismo tiempo que facilita la realización de los repasos en zonas calientes y con ello promover aplicaciones más focalizadas. Estas zonas de protección y zonas calientes representan entre un 10%-15% de cada finca.

La medida NAMA contemplaría que cada finca puede tener 1 dron que permita que las zonas antes mencionadas sean asperjadas con el mismo, de tal forma que se disminuya los minutos de vuelo que debe



ser contratada la avioneta. Se trabaja con este porcentaje del área debido a que, hasta el momento, el desarrollo de esta nueva metodología de aplicación tiene este nivel de aplicabilidad técnica, dadas las características del tamaño del tanque que tiene el dron y los minutos de operación que sostiene la batería eléctrica. Sin embargo, a mediano plazo la idea es que el avance tecnológico de la tecnología de drones permita sustituir el uso de avionetas en un 100%.

El otro enfoque para la reducción de minutos de avioneta que puede ser considerado en el futuro se relaciona con la adopción de sistemas de prevención con tecnología molecular, los cuales permiten identificar la presencia del hongo en el tejido foliar, y hacer aplicaciones de fungicidas preventivos a menor dosis y por ende reducir la cantidad de ciclos de control con avioneta. A su vez, en el futuro y en la medida en que los sistemas de investigación y desarrollo en esta área continúen avanzando en el país, se puede considerar el uso de moléculas de fungicida de nueva generación, y por ende de mayor eficiencia y eficacia permitiría reducir el número de ciclos requeridos. Para esto es absolutamente necesario que el Estado costarricense resuelva el tema de los atrasos de año en el registro de nuevos agroquímicos para su uso en Costa Rica.

5.2.3 Reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos

El sistema de producción de banano en Costa Rica es altamente intensivo. La unidad productiva (UP), compuesta por madre-hija-nieta, logra altos rendimientos debido al manejo que se le da, optimizando el espacio dentro de la plantación (población y deshija) para que la sucesión de las tres generaciones que la conforman pueda lograr su máximo nivel de producción (retorno y ratio). Para esto, se requiere que la UP tenga acceso a los diferentes nutrientes requeridos en todas las etapas de desarrollo de las 3 plantas que conforman la UP. Los paquetes de fertilización que actualmente recomienda CORBANA incluyen un rango de 350-400 kg de nitrógeno, 13-14 kg de fósforo, 520 a 590 kg de potasio, 100 a 123 kg de calcio, 40 a 50 kg de azufre, 4,5 a 5,5 kg de zinc, 1,5 a 2 kg de boro y 2 a 3 kg de silicio. Para el suministro del nitrógeno, se utiliza el nitrato de amonio, el nitrato de amonio calcáreo y el nitrato de calcio.

La fertilización antes descrita se realiza usualmente a través de la aplicación de fertilizantes en 13 ciclos por año (1 por periodo, cada periodo de 4 semanas), con una dosis por ciclo de 3,5 sacos de fertilizante fórmula completa bananera por hectárea (sacos de 50 kg). El procedimiento se realiza aplicando 100 gramos por UP en media luna alrededor del hijo de sucesión. Estas fertilizaciones con fuentes nitrogenadas al entrar en contacto con el suelo pasan procesos bioquímicos en donde se libera óxido nitroso que es un GEI. Se estima que las pérdidas ocasionadas por volatilización del nitrógeno pueden oscilar entre el 50-60% del fertilizante aplicado. La liberación del óxido nitroso es la mayor fuente de emisión de GEI de la actividad bananera y por ende donde más oportunidad de reducción existe. Sin embargo, el nitrógeno es un elemento esencial para el desarrollo y crecimiento de la planta de banano y por ende su manejo en cuanto a disponibilidad es vital para que los productores puedan mantener el mismo nivel de productividad y aumentarlo, ya que esta es (productividad) la única forma de ser competitivos en el mercado.



La medida NAMA propuesta implica fraccionar las aplicaciones a 26 ciclos (cada 2 semanas) por año de aplicación de fertilizante, con una dosis por ciclo de 1,4 sacos de fertilizante fórmula completa bananera por hectárea. El procedimiento se realizaría aplicando 40 gramos por UP en media luna alrededor del hijo de sucesión. De esta forma, se reducen las pérdidas por volatilización y se garantiza que la planta tenga fertilizante disponible, ya que, al fraccionar las aplicaciones, los intervalos entre una aplicación y otra se reduce, asegurando que los periodos en que la planta pueda no tener fertilizante se reduzcan. Esta práctica genera una disminución del 20% en la cantidad de fertilizante aplicado y genera un aumento en el costo de la mano de obra de aplicar más frecuentemente.

La medida NAMA promueve además el fraccionamiento de las aplicaciones de nitrógeno para reducir las pérdidas por volatilización y lixiviación. Existe una translocación de nutrientes en UP, entre la madre, hija y nieta, donde la madre, una vez cosechada transloca los nutrientes acumulados en el pseudotallo a la hija por medio de los conductores (xilema y floema) que existe en el cormo de la UP. La medida sugiere realizar inyecciones de fertilizante granulado al pseudotallo de la planta cosechada, dos veces al año, en una dosis de 100 gramos por planta para que la planta les transfiera los nutrientes a las otras dos plantas de la UP (hija-nieta). Este fertilizante nitrogenado inyectado permite reducir la cantidad de nitrógeno que se aplica al suelo.

Otra alternativa en la cual se está trabajando es el uso de biofermentos nitrogenados, que presentan el nitrógeno en formas más fácilmente absorbibles por la planta. Para esto, se busca utilizar fuentes de nitrógeno más baratas (dado el incremento en el costo de los fertilizantes). Dentro de esto se está estudiando los microorganismos fijadores de nitrógeno, para utilizarlos como una opción de aprovechar el nitrógeno disponible en el aire y ponerlo en el suelo para que sea absorbido por la planta. Finalmente, las aplicaciones de nitrógeno en las cantidades recomendadas para el nivel de productividad requerido, genera la acidificación del suelo y su baja en el pH. La acidez del suelo bananero se debe mantener en un pH de 5,5 a 6,5 para que existan las condiciones ideales para que se dé la absorción de nutrientes por parte del sistema radical de la planta de banano. Para evitar que las aplicaciones de nitrógeno generen la baja en el pH del suelo, se incluye actualmente la aplicación de enmiendas de carbonato de calcio y/o cal dolomita, para que tengan el efecto contrario del nitrógeno en el índice de acidez fisiológica (IAF) en el suelo. Estas enmiendas de cal también generan emisiones de dióxido de carbono en el proceso bioquímico en el suelo. Al implementar prácticas que reducen la aplicación de nitrógeno al suelo, indirectamente se está reduciendo los requerimientos de carbonato de calcio y cal dolomita para controlar la acidez generada por el nitrógeno.

5.2.4 Reducir el consumo de energía RED - ICE

En la Región Caribe Pacífico de Costa Rica existen altos niveles de luminosidad. Ante el surgimiento de opciones con costos de inversión cada vez más bajos de paneles solares, es posible identificar casos exitosos de plantas empacadoras que trabajan con un 80% de energía solar, así como un caso que trabaja con 100% con energía solar, usando baterías para el almacenamiento de dicha energía.

Lo anterior permite evidenciar que existe un alto potencial de reducir significativamente estas emisiones indirectas instalando paneles solares e implementando medidas que permitan el uso más eficiente de la



energía eléctrica de la red del ICE (como cambio de luminarias y motores), lo cual permitirá reducir aún más las emisiones indirectas.

Complementariamente, existe otro gasto de energía que se realiza en la actividad productiva la cual se relaciona con la combustión diésel de los camiones que transportan la fruta empacada al puerto para su exportación. Semanalmente, una finca promedio de banano, envía entre 12-17 contenedores cargados de banano. La combustión generada por estos camiones que transportan los contenedores representa una emisión directa de GEI. La estructura de la industria en cuanto al transporte de fruta al puerto tiene como componente, en la mayor parte de los casos, un sistema de empresas de transportistas contratados por las fincas bananeras, para que brinden el servicio de transporte. Si bien las unidades de transporte no pertenecen a los productores y por ende no pueden incidir directamente sobre las decisiones de los transportistas sobre el tipo y características de los camiones que usan, en cuanto a las emisiones de estos camiones, el sector bananero sí puede incidir, por medio de cabildeo político, en las acciones a nivel de gobiernos locales y central, para mejorar la eficiencia de la red de transporte, mejorando los caminos cantonales y nacionales, para que los tiempos de desplazamiento de finca al puerto sean más cortos. Finalmente, una alternativa que se ha discutido en los sectores de exportación e importación de Costa Rica, junto con el gobierno, es la construcción de un Sistema de Transporte de Ferrocarril Eléctrico, utilizando las vías abandonadas del ferrocarril al Caribe.

6. Escenarios de emisiones

Para la NAMA musáceas se diseñaron 2 escenarios que contemplan acciones conservadoras y optimistas para el sector bananero, para ambos casos la terminología conlleva a tener en cuenta varios factores como lo son¹⁰: porcentaje de área intervenida, aumento o no de productividad, porcentajes de eficiencia en procesos energéticos, porcentajes de sustitución de uso de avionetas e indicador de intensidad de emisiones versus producción como se detalla a continuación.

6.1 E1 – Conservador bananero

El E1 modela la intervención de reducción de emisiones de GEI en el 60% del área total nacional de banano para el año 2030. Esto iniciando en el año 2022 con una cobertura del 10% del área total de banano y aumentando anualmente un 10%, llegando al 2027 al 60% y manteniéndose el mismo porcentaje hasta el año 2030. Los rendimientos se mantienen iguales a los de la línea base, pero se reducen los agro insumos que inciden directamente en las emisiones GEI, esto de la siguiente manera: el uso de cal pasa de 100 a 50 kg ha-

¹⁰ La medida de aumento de remociones de CO₂e no se modeló, ya que no se contó con la información específica para el modelo, tal como: Edad del arreglo forestal y/o plantación, área, plan de implementación de la medida.



1, los compuestos nitrogenados sintéticos y orgánicos pasan de 375 a 300 kg N ha⁻¹ y se mantienen los orgánicos en 36 kg N ha⁻¹ respectivamente. Los principales indicadores del E1 son:

Medidas seleccionadas incluidas dentro del escenario 1

Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.

Reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.

Reducir el consumo de energía: Red Eléctrica.

Indicadores de reducción de GEI del escenario 1

Porcentaje del área nacional total de banano al 2030: **60%**.

TOTAL, acumulado de reducción al 2030 respecto al BAU: **-217,3 Gg de CO_{2eq}**.

Indicador GEI vs producción para el año 2030: **45,1 kilogramos de CO_{2eq} por tonelada producida** (- 23,2% respecto a Kg CO_{2eq} por tonelada de la línea base).

6.2 E2 – Optimista bananero

El E2 contempla la intervención de reducción de emisiones de GEI para el año 2030 en la totalidad de las áreas sembradas de banano iniciando con un porcentaje del área intervenida para el año 2022 del 10% y aumentando un 10% cada año. Los rendimientos se mantienen iguales a los de la línea base y se reducen los agro insumos de la siguiente manera: el uso de cal pasa de 100 a 50 kg ha⁻¹, los compuestos nitrogenados sintéticos y orgánicos pasan de 375 a 280 kg N ha⁻¹ y se mantiene a 10 kg N ha⁻¹ fuentes orgánicas de nitrógeno. Esto hace que sea un escenario con programas de fertilización de precisión y uso de fuentes nitrogenadas de lenta liberación, utilizando el 10% de los requerimientos de nitrógeno de manera inyectable en los tallos reduciendo las fracciones volatilizables y lixiviables de N₂O.

Medidas seleccionadas incluidas dentro del escenario 2

Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes.

Reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.

Reducir el consumo de energía: Red Eléctrica.

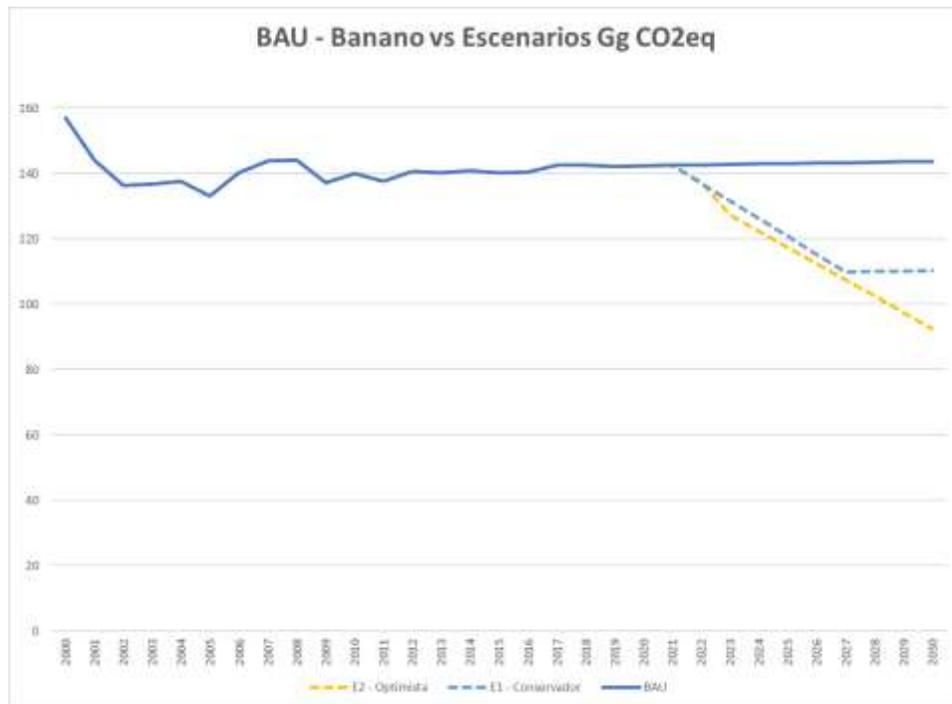
Indicadores de reducción de GEI del escenario 2

Porcentaje del área nacional total de banano al 2030: 100%.

TOTAL, acumulado de reducción al 2030 respecto al BAU: -271 Gg de CO_{2eq}.

Indicador GEI vs producción para el año 2030: 37,8 kilogramos de CO_{2eq} * tonelada producida. (- 35,7% respecto a Kg CO_{2eq} por tonelada de la línea base).

Figura 11. Línea base BAU vs E1y E2 dado en Gg de CO_{2eq}.



Fuente: La presente investigación.

Cuadro 3. Supuestos empleados en la construcción de la línea base para el sector bananero, serie 2000-2030.

VARIABLE	E1 - CONSERVADOR	E2 – OPTIMISTA
Temporal	2022 - 2030	2022 – 2030
Año base	2022	2022
PCG	AR2	AR2
Área TOTAL banano 2021 – 2030	Igual desde el año 2019	Igual desde el año 2019
Rendimiento TOTAL banano 2021 – 2030	Se asume un crecimiento constante del 1% desde el 2022 en base al año 2019	Se asume un crecimiento constante del 1% desde el 2022 en base al año 2019



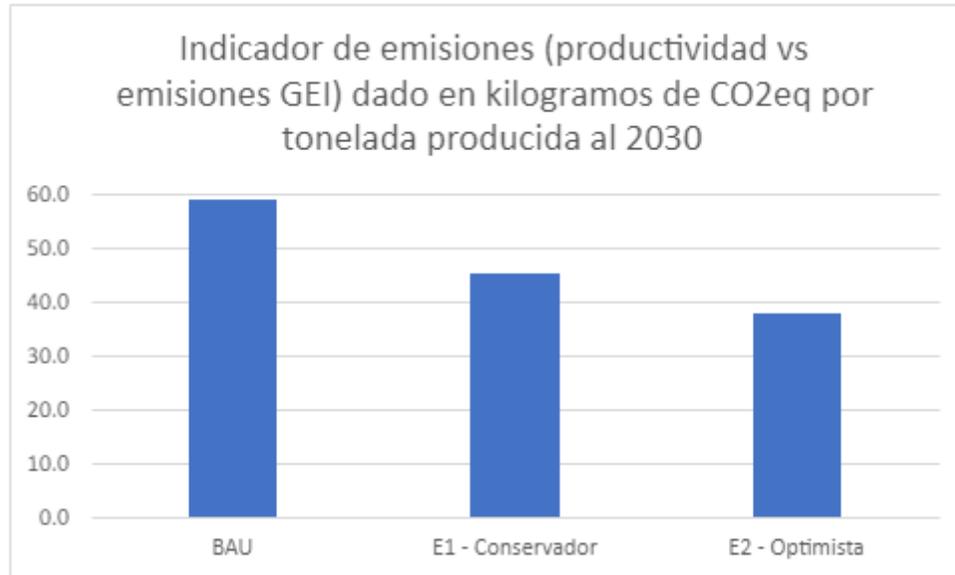
Porcentaje de área intervenida vs área total de banano al 2030	60%	100%
Porcentaje de uso de drones	15%	50%
Optimización Consumo eléctrico plantas empacadoras	30%	90%
Área deforestada para convertir a cultivo de banano	0	0
Consumo en kg ha ⁻¹ de CAL	50	50
Consumo en kg ha ⁻¹ de UREA	0	0
Nitrógeno sintético kg ha año ⁻¹	300	280
Nitrógeno orgánico kg ha año ⁻¹	36	36
Rendimiento al año 2030 t ha año ⁻¹	56,8	56,8
Kilogramos de CO _{2eq} por tonelada producida	45,1	37,8

Fuente: La presente investigación.

Como indicadores de productividad vs emisiones de gases de efecto invernadero, sobresale el escenario 2 con un indicador más bajo (37,8 kg de CO_{2eq} por tonelada producida) en comparación con el BAU con un indicador de 45,1 kg representando el 35,7% más bajo (ver Figura 12).



Figura 12. Indicador de productividad NAMA banano, año 2030 dado en toneladas de CO₂eq.



Fuente: La presente investigación.

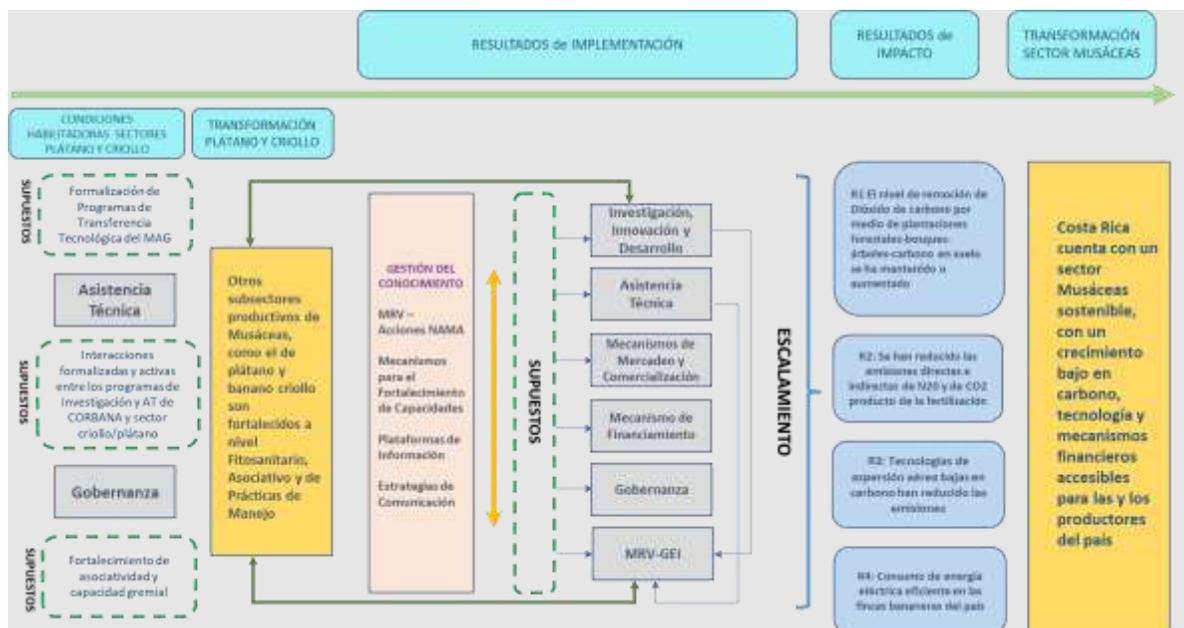
7. Teoría del Cambio

La Teoría del Cambio (TdC) permite determinar los pasos para evidencia cómo se perciben los cambios de la iniciativa NAMA de manera causal. Asimismo, ayuda a definir qué indicadores son pertinente de diseñar para implementar las estrategias de seguimiento adecuadas. Por esta razón, es de vital importancia velar por la especificidad de cada uno de los componentes de la TdC en su diseño operacional y, en el modelo conceptual, mostrar su relación causal en la ruta a la transformación. La TdC representa el pilar fundamental de las evaluaciones de impacto y se recomienda utilizarla como base para el desarrollo de cada una de ellas, tanto a nivel de cada componente como a nivel del proyecto en general.

Durante la fase de planificación y diseño de la NAMA Musáceas, el diseño de la TdC ha tenido como finalidad asegurar que se todos los componentes identificados y diseñados en la NAMA estén presentes en el esquema de transformación, así como las interrelaciones entre los mismos, para asegurar la coherencia entre objetivos, acciones y resultados. Esto a la vez con la intención de facilitar un lenguaje común y consensuado entre los equipos que estarán tomando parte en la implementación de la NAMA, y a la vez generar un espacio de innovación en la práctica, un ajuste adaptativo de acciones y una efectiva retroalimentación de experiencias de implementación del modelo de intervención.

La Figura 13 ofrece un resumen de la TdC propuesta para la presente NAMA cuyos componentes se describen posteriormente

Figura 13. Teoría del Cambio de la NAMA.



Fuente: La presente investigación.

7.1 Elementos de la Teoría de Cambio

7.1.1 Transformación

Este elemento de la TdC se basa en el objetivo principal de la NAMA Musáceas: “lograr un cambio transformacional en la cadena de valor del cultivo, empaque y comercialización de las musáceas, al definir una estrategia que orienta la selección, implementación y evaluación de las acciones de mitigación de GEI, y adaptación a la variabilidad climática, para asegurar una gestión rentable con enfoque climático”.

En la Teoría de Cambio, se enfatiza el enfoque transformacional del objetivo a través del énfasis en el sector meta del proyecto (sector Musáceas de Costa Rica), las personas que se beneficiarán de la transformación y el estado o conjunto de condiciones que se esperan el sector alcance como resultado de la implementación de la NAMA.

El elemento transformacional está implícito a lo largo del modelo conceptual, partiendo de la naturaleza explicativa causal de la TdC, de tal manera que los demás mecanismos/componentes estén ubicados siguiendo la ruta hacia alcanzar la transformación.

En la TdC para la NAMA Musáceas se muestran dos componentes de transformación. El primero (ubicado en el extremo derecho del modelo conceptual de la Figura 13) consiste en la transformación que esperamos la NAMA contribuya a asegurar, para todo el sector Musáceas del país.



No obstante, existe en el sector Musáceas una clara correspondencia de necesidades y oportunidades, que son específicas a las dos actividades agro-productivas caracterizadas en el documento técnico: (i) las relacionadas con la actividad agroexportadora del país, principalmente de banano Cavendish y (ii) las relacionadas con la producción de otras musáceas como banano criollo Gross Michel y plátano principalmente.

Los desafíos y con ello las demandas de las y los productores de ambos grupos son diversas. Para ello, el documento de Diseño Operacional de la NAMA Musáceas enfatiza en la identificación de las demandas directamente relacionadas con la NAMA Musáceas y las medidas priorizadas para la misma, para luego determinar el acompañamiento técnico que puede solventar las necesidades específicas de cada grupo o subsector.

Es en este sentido, que la TdC aborda un aspecto transformacional adicional para el sector productivo de otras Musáceas como banano criollo y plátano, que toma en cuenta las principales necesidades de este subsector (detalladas en el documento de Diseño Operacional de la NAMA), para luego articularlas dentro del esquema transformacional de la NAMA Musáceas en general, a través de los mecanismos operacionales, como se verá más adelante.

7.1.2 Resultados de impacto

Los resultados de impacto están estrechamente relacionados con los logros, a largo plazo, de la implementación de las medidas seleccionadas como prioritarias para la NAMA Musáceas. Las medidas identificadas para la NAMA Musáceas se basan en la lista de medidas potenciales identificadas por los actores en el sector durante la escritura de la Nota Conceptual y en la priorización correspondiente que se les dio a través de los procesos de consulta llevados a cabo durante el diseño de la NAMA. Los detalles de esta priorización están disponibles en el Documento Técnico de la NAMA Musáceas.

Cuando nos referimos a resultados de impacto, integramos no solamente la implementación de las medidas, sino la integración de estas en todo el sector. Al ser resultados de impacto, es de esperarse que cada uno de ellos estén conformados por un conjunto de resultados que, anidados, pueden indicar que la implementación de la medida alcanzó su objetivo principal.

Es en este nivel donde las evaluaciones de impacto del proyecto deben tomar lugar.

7.1.3 Resultados de implementación

Este elemento de la TdC se basa en los mecanismos del Diseño Operacional de la NAMA. Los resultados de implementación son definidos como los resultados de las acciones específicas propuestas para cada uno de los mecanismos que se detallarán en la sección del Diseño Operacional. Para cada uno de ellos, se muestran las interrelaciones de las acciones de cada mecanismo, para las cuales es pertinente establecer indicadores de seguimiento que se utilizarán en las evaluaciones a mediano plazo. De la misma manera, el diseño operacional de la NAMA muestra las interrelaciones existentes entre los mecanismos de operación.



Para la NAMA Musáceas, se establecieron los mecanismos de (i) Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia; (ii) Acompañamiento Técnico; (iii) Mercadeo y de Comercialización; (iv) Financiero; (v) Gobernanza, y (vi) Monitoreo, Reporte y Verificación; este último como componente vital para la evaluación del impacto de la NAMA a nivel transformacional.

Como parte de los resultados de implementación, la TdC hace hincapié en supuestos, diagramados de manera transversal para todos los mecanismos operacionales de la NAMA Musáceas. Estos supuestos se encuentran detallados en el documento de diseño operacional: son específicos para cada uno de los mecanismos y constituyen el conjunto de acciones que generan las condiciones habilitadoras para que la operación de la NAMA fluya acorde con lo propuesto. No obstante, el carácter interrelacionar de los mecanismos de la NAMA hace que las condiciones habilitadoras de un mecanismo faciliten a la vez toda la implementación de la NAMA.

Se asume como parte de la TdC que el abordaje temprano de estos supuestos garantizará un flujo efectivo de las actividades de acompañamiento técnico propuestas para generar los cambios transformacionales del sector. El abordaje de estos retos requiere del diseño de acciones a nivel de fortalecimiento de capacidades, plataformas de información y estrategias de comunicación, que se resaltan en el Modelo Conceptual de TdC como acciones transversales de gestión del conocimiento.

De la misma manera, algunas de las acciones de gobernanza y de articulación institucional propuestas en el Diseño Operacional constituyen elementos de base para garantizar el flujo eficiente de la operación de la NAMA, adquiriendo así un carácter de condiciones habilitadoras, o supuestos. No obstante, el mecanismo de gobernanza también comprende acciones específicas de trabajo como mecanismo operacional de la NAMA, que hacen pertinente resaltarlo dentro de los resultados puntuales de implementación.

El sector bananero se puede considerar un propulsor del sector Musáceas. Los sectores productivos de plátano y de banano criollo, toman muchas de sus experiencias fitosanitarias y de manejo del sector banano, enfrentando las brechas económicas que les distancian del primero, y que bien se han descrito en los documentos técnico y operacional de la NAMA Musáceas.

Siguiendo esta línea, dentro de la TdC se refleja la relación existente entre la transformación de otros subsectores productivos como el de plátano y banano criollo, con las acciones que generan resultados de implementación para la NAMA Musáceas (flechas verdes del diagrama de TdC). Se espera que, de manera temprana, estos sectores productivos de Musáceas se vean fortalecidos, al integrar y formar parte de los mecanismos operacionales de la NAMA. Esto mediante la identificación de rutas para favorecer la transferencia de tecnología, y a través de las acciones de articulación institucional que se establezcan, de manera formalizada y activa, entre los programas de Investigación y Asistencia Técnica de CORBANA y de los sectores criollo/plátano.

El Diseño Operacional de la NAMA propone un arreglo intersectorial para favorecer estas rutas de transferencia tecnológica.



7.1.4 Barreras

Como parte de las actividades ejecutadas para la recopilación de información base para el diseño de la NAMA Musáceas, fueron organizados dos talleres de trabajo con representantes del sector productivo, académico, de investigación y de gobierno con el fin de analizar las barreras para la implementación de las medidas propuestas por la NAMA Musáceas. Este ejercicio generó una parte importante de los insumos necesarios para el análisis y priorización de medidas, y por ende para la Teoría de Cambio. Las barreras priorizadas constituyen áreas de atención a revisar, idealmente como parte de los procesos de evaluación a mediano plazo, de tal manera que allí se puedan encontrar posibles factores disruptivos del flujo operacional que sea necesario abordar para asegurar la consecución de los resultados esperados.

A continuación, en el Diseño Operacional de la NAMA, se muestran las acciones propuestas en aras de obtener los resultados de implementación para cada uno de los mecanismos de la NAMA, de la misma manera que las interrelaciones existentes entre estos, y las condiciones habilitadoras presentes o necesarias de establecer para el flujo eficiente de la causalidad de las acciones hacia la transformación del sector. El Diseño Operacional de la NAMA representa la hoja de ruta para la implementación de la NAMA, así como para el diseño de las herramientas de planificación necesarias para su operación.

8. Diseño Operacional de la NAMA

El diseño Operacional de la NAMA se compone de 5 mecanismos, así como de un Plan de Inversión. Dichos mecanismos son el mecanismo de gobernanza, de asistencia técnica, de innovación y desarrollo, de mercadeo y comercialización y el financiero (junto con una propuesta de plan de inversión). A continuación, se ofrece detalle de cada uno de ellos.

8.1 Mecanismo de gobernanza

La complejidad de los desafíos que aborda la presente NAMA requiere una estructura de gobernanza interna robusta enfocada en promover la cooperación y colaboración entre diferentes tipos de actores y niveles de toma de decisiones a escala nacional que coadyuve a promover los co-diseños participativos, así como la institucionalidad efectiva y multi-actor en el sector musáceas en los dos grupos analizados. Este mecanismo debe articularse con los instrumentos de política existentes, así como con los espacios de articulación multi-actor que actualmente existen, con la finalidad de asegurar la complementariedad de las acciones dentro del sistema de gobernanza existente y buscar, con las acciones NAMA, fortalecerlo.

La siguiente figura proporciona una mirada general del esquema de gobernanza, evidenciando cuatro niveles y su articulación entre sí. Con el fin de que estos niveles puedan interrelacionarse efectivamente entre sí es fundamental, luego de aprobado el mecanismo elaborar un plan de comunicación interna que se acompañe de un diagrama de procesos donde quede definido las unidades competentes para la toma de decisión,



coordinación y operación de la NAMA, así como las herramientas requeridas para ello que se traduzca en herramientas de seguimiento, memoria y sistematización del proceso.

Cada uno de dichos niveles se explica a continuación:

Figura 14. Esquema del mecanismo de Gobernanza de NAMA Musáceas.



Fuente: La presente investigación.

8.2 Nivel 1 – Comisión de Alto Nivel (CAN)

Debido a la complejidad del sector musáceas, así como al hecho de que la mayor cantidad de las actividades productivas se encuentran congregadas en la Región Caribe es que se ha tomado la decisión estratégica de concentrar la presente propuesta de gobernanza de la NAMA Musáceas a la Región Caribe.

El primer nivel descrito en la figura responde a una CAN, la cual es el órgano de toma de decisión máximo de la NAMA musáceas. Se ha identificado el Comité Sectorial Regional Agropecuario (CSRA) de la Región Caribe como un espacio de toma de decisión regional eficiente, legítimo y en funcionamiento; el cual puede servir para asegurar la alineación de la NAMA con la política pública de musáceas costarricense, así como con las ambiciones climáticas de descarbonización de la economía que son parte de la Política de Estado en materia climática.

Esta Comisión tiene competencias en materia de cambio climático y actualmente cuenta con un Plan de Acciones Climáticas y Gestión del Riesgo 2018 - 2022 el cual responde a una disposición de la Contraloría General de la República emitida a través del Informe FOE-EC-IF-05-2016. En dicho Plan de Acción, se estableció como una actividad necesaria vinculada con la agenda de trabajo para establecer una planificación del desarrollo agropecuario nacional con una perspectiva de cambio climático el Crear una Comisión Regional



de Cambio Climático (CRCC); en la cual puedan participar las instituciones del Sector agropecuario presentes en la región, así como MINAE, CORBANA y las Municipalidades (Informe FOE-EC-IF-05-2016, p.22).

Frente a ello, la CAN podría estar anidada en el CSRA o bien en la CRCC dependiendo del grado de avance, consolidación y compromiso que esta segunda haya tenido en el último tiempo. Este es un tema para analizar y decidir por parte de las instancias pertinentes.

Se recomienda que este espacio se reúna dos veces al año en sesiones ordinarias y con la posibilidad de sesionar las veces que sea necesario y que sea solicitado por uno de sus miembros veces más en modalidad de sesión extraordinaria. Su objetivo fundamental será asegurar que la NAMA esté alineada con la política pública de musáceas costarricense. El aprovechamiento de este espacio será efectivo siempre y cuando se asegure una participación protagónica y estratégica de CORBANA en la CSRA.

Complementariamente, se sugiere que sean parte de los roles y responsabilidades de la Comisión de Alto nivel el:

- Informar a las máximas autoridades de CORBANA, MAG y MINAE sobre los avances de la NAMA musáceas y sus desafíos estratégicos.
- Ofrecer la orientación estratégica y política para posicionar e impulsar la NAMA musáceas, así como para incorporar las acciones requeridas que aseguren su cumplimiento.
- Evaluar los resultados derivados del mecanismo de MRV de la NAMA y aprovecharlos como insumos para la toma de decisión.
- Orientar político y estratégicamente la labor del Comité Técnico a través de la figura de quien ejerza la Secretaría Ejecutiva, con el fin de alinear todas las acciones a las metas de descarbonización, así como con otros instrumentos de política nacional y sectorial. Ello incluirá la revisión y aprobación del plan anual de trabajo del Comité Técnico.
- Recibir y emitir criterio estratégico y político acerca de los planes e indicadores de la NAMA musáceas y de los proyectos específicos que dentro de ella se generen.
- Gestionar políticamente la designación de representantes sectoriales e institucionales ante el Comité Técnico.
- Apoyar las acciones encaminadas al acceso de fondos nacionales e internacionales que permitan nutrir la NAMA musáceas y aumenta su ambición climática.
- Comunicar oportunamente al Comité Técnico, las modificaciones o término anticipado de contratos o convenios que se hayan establecido para la implementación de la NAMA musáceas.

La estrategia para poder aprovechar dicho espacio formalmente pasaría por los siguientes pasos:

- Que el MAG emita una Nota Ministerial al Director Regional y al Gerente de CORBANA, enfatizando en la importancia de una participación de CORBANA en el CSRA para ver temas de NAMA musáceas y de *fusarium* raza 4.
- Que el Despacho Ministerial del MAG en coordinación con SEPSA dicten la instrucción de que la CSRA sea la Comisión de Alto Nivel de la NAMA musáceas, siguiendo con esto la línea de estructura de jerarquía formal del sector.



- Incorporar activamente a SEPSA en este proceso.
- Elaborar una directriz que permita a CRSA ver temas de Sarapiquí, donde se tiene producción de musáceas importante para CORBANA. Para ello, es importante poder analizar si los actores que están en la CRSA son similares entre ambas regiones.
- Elaborar un plan de trabajo que se traduzca en compromisos para las instituciones parte de esta CAN.

8.3 Nivel 2 – Secretaría Ejecutiva

El segundo nivel de este mecanismo de gobernanza lo constituye una Secretaría Ejecutiva con roles centrados en coordinación gerencial y articulación de la NAMA musáceas. Luego de haber realizado el análisis de la gobernanza existente, así como de haber mapeado las fortalezas institucionales existentes dentro del sector, se sugiere considerar una “Secretaría Técnica Dual” que se traduzca en un consorcio puntual de trabajo colaborativo entre un representante que CORBANA designe y el Gerente de Musáceas en el MAG. Esta Secretaría Técnica Dual en consorcio permitiría que el MAG coordine con las instancias de toma de decisión vinculadas al sector en materia de otras musáceas y CORBANA pueda hacer lo propio por trabajar con el sector de banano de exportación.

El objetivo de ella es ser el vínculo entre la toma de decisión político-estratégica (Nivel 1) y la técnico-operativa (Nivel 3), asegurando que las acciones tengan el sustento técnico requerido y estén alineadas con las orientaciones que emanen de la CAN.

Complementariamente, se sugiere que sean parte de los roles y responsabilidades de la Secretaría Técnica Dual el:

- Promover una estrategia de Territorios Resilientes en la Zona Caribe y Huetar Norte a través de la cual se puedan trabajar desafíos estructurales de las otras musáceas (plátano, banano criollo y otros) y en la cual se puedan considerar la incorporación de buenas prácticas en finca vinculadas con posibles Medidas NAMA en el futuro. Esta Estrategia debería alinearse con las políticas nacionales de descarbonización, así como a los lineamientos sectoriales, orientando la NAMA como herramienta operativa de gestión en materia de otras musáceas.
- Retomar la adopción de la Estrategia de Banano Bajo en Emisiones como un instrumento de política pública rector de las ambiciones climáticas del sector bananero y datilero de exportación. Esta Estrategia debería alinearse con las políticas nacionales de descarbonización, así como a los lineamientos sectoriales, orientando la NAMA como herramienta operativa de gestión en materia de banano y dátil de exportación
- Convocar las sesiones del Comité Técnico y dar seguimiento a los acuerdos y compromisos que de él deriven.
- Comunicar al Comité Técnico la línea estratégica decidida por la Comisión de Alto Nivel.
- Hay que asegurar que las acciones enmarcadas en el trabajo del Comité técnico se alinean con la propuesta nacional NAMA musáceas y con las políticas nacionales de descarbonización y sectoriales.



- Coordinarse para ser la secretaria del Comité Técnico.
- Realizar comunicación y promover articulación entre las diferentes instituciones que forman parte del mecanismo de gobernanza nacional de musáceas.
- Recibir los reportes del Comité Técnico, así como los informes del Mecanismo de Monitoreo, Reporte y Verificación para elevarlos al Comité Técnico.
- Alinear las medidas NAMA y el Plan Estratégico de CORBANA, así como las políticas y herramientas de planificación de Musáceas por parte del MAG.
- Promover la alineación de los convenios de cooperación con diversas instituciones hacia la agenda de la NAMA musáceas.
- Asegurar el cumplimiento de las cartas de entendimiento, procedimientos, manuales y normas que sean aplicables para la ejecución de recursos donados ante los posibles cooperantes.
- Recomendar a la CAN lo que sea necesario en caso de requerirse cambios en los recursos o plazos para el cumplimiento de programas y proyectos.
- Apoyar el proceso de verificación de la auditoría de cumplimiento de los planes de la NAMA Musáceas.
- Informar a la CAN con la periodicidad acordada, sobre el avance del cumplimiento de los objetivos y planes propuestos en la NAMA Musáceas, con base en los indicadores establecidos.

Actualmente, para que la Secretaría Técnica Dual se pueda constituirse en los términos antes mencionados se requiere de los siguientes pasos.

- En seguimiento a la nota que el MAG enviará a la Dirección Regional, que ésta última emita una directriz al Gerente de Musáceas para asumir este cargo de Secretario Técnico junto con CORBANA.
- En seguimiento a la nota que el MAG enviará al Gerente de CORBANA, que éste último designe una persona para ocupar el puesto de Secretaría Técnica Dual (idealmente alguien que esté vinculado con la CAB).
- Que en conjunto se establezca un plan de trabajo.

8.4 Nivel 3 – Comité Técnico

El Comité técnico representa la instancia encargada de articular esfuerzos interinstitucionales y público-privados hacia las ambiciones climáticas de la NAMA. El ecosistema institucional en Costa Rica a nivel de instituciones de apoyo ha demostrado que desarrolla acciones que apoyan a los diferentes eslabones de la agro-cadena. Sin embargo, no en todos los casos, estas acciones de apoyo se dan de manera articulada, lo que deriva en duplicación de acciones y una reducción de la eficiencia de los recursos invertidos, así como de su potencial de escalabilidad. Eso ocurre especialmente en el caso de las otras musáceas como plátano y banano criollo.

Este Comité articularía la asistencia técnica y el apoyo que los diferentes eslabones de la agro-cadena reciben actualmente con el fin de asegurar una complementariedad de los esfuerzos y con ello un uso eficiente de



los recursos. Pero además permitiría el intercambio de experiencias y aprendizajes entre quienes trabajan en el sector banano y de exportación y quienes se dedican a musáceas de consumo nacional principalmente.

Con el fin de aprovechar un esquema de arquitectura institucional ya constituido, se sugiere aprovechar la Comisión Ambiental Bananera como este espacio de Comité Técnico. Dentro de ella, se podría generar una subcomisión de NAMA Musáceas en la cual se puedan ver temas directamente relacionados con la temática en cuestión y en la que puedan participar actores vinculados a la cadena.

Como primera tarea, dicho Comité tendría la responsabilidad de implementar y revisar el Plan de Acción del Piloto de la NAMA Musáceas a la CAN. Este plan Piloto debería incorporar no solo la adopción de medidas para banano y dátil de exportación sino una serie de medidas institucionales y de fortalecimiento de capacidades hacia las otras musáceas presentes en el país que les permita transitar hacia esquemas más promisorios.

Posteriormente, el Comité podría conformar subcomisiones en los siguientes niveles, articulado con la Teoría del Cambio del Proyecto, así como con el Mecanismo Operativo que se presenta en este documento. A saber,

- Subcomité de Asistencia Técnica, a través de la cual se pueda aprovechar la presencia institucional de ciertas instituciones en campo para poder ofrecer y capacitar en torno a las medidas NAMA implementadas
- Subcomité de Innovación y Desarrollo, dónde se puedan establecer líneas de investigación conjunta en temas que todavía esté pendiente el levantamiento y validación de información; así como el aprovechamiento de investigaciones realizadas.
- Subcomité de Mercadeo y Comercialización, espacio dónde se aborden temas vinculados con las certificaciones, así como la socialización de estrategias de valor agregado y experiencia de agroindustria y estrategias de diferenciación del producto
- Subcomité de Finanzas Climáticas, espacio donde podría abordarse el apalancamiento de fondos nacionales e internacionales y alineación de la cooperación internacional, así como la autosostenibilidad económica de NAMA (desde la demanda).
- Subcomité de gestión del Conocimiento. En el cual puedan alinearse planes de capacitación de capacitadores, desarrollo de mallas curriculares, así como de herramientas requeridas para la gestión del conocimiento a nivel de capital estructural, relacional y operativo

Para cada uno de los subcomités se designará un coordinador que represente una institución con amplio conocimiento y experiencia en la materia quien estará en trabajo y coordinación permanente con la capa operativa (Nivel 4) de la presente propuesta a través de la Secretaría Técnica Dual.

Complementariamente, se sugiere que sean parte de los roles y responsabilidades de Comité Técnico el:

- Generar planes y actividades específicas de la NAMA Musáceas a través de los subcomités específicos, en línea con las necesidades de la Dirección de Asistencia Técnica en Innovación como coordinador de la capa 4 de la presente propuesta.
- Recibir, revisar y validar productos, estudios y documentos generados en el proceso.



- Validar la reglamentación o procedimientos técnicos.
- Apoyar a los equipos técnicos de Piloto en la facilitación de información, contactos, gestiones institucionales que sean requeridas para la implementación de actividades y productos establecidos en los planes de trabajo.
- Brindar orientación técnica pertinente para la ejecución exitosa de la NAMA Musáceas.

Este Comité Técnico deberá ser oficialmente constituido a través de una directriz de la Junta Directiva de CORBANA y del MAG por recomendación de la Comisión de Alto Nivel.

8.5 Nivel 4 – Componentes operativo

Finalmente, el cuarto nivel de la NAMA Musáceas lo constituye un nivel operativo a través del cual operan las acciones técnicas en campo. Debido a que la NAMA es un ejercicio ambicioso y de gran alcance, así como parte de una política visionaria de descarbonización de la economía, es necesario sumar y alinear todos los esfuerzos institucionales requeridos para su implementación.

Se sugiere que esta gestión esté liderada por la misma Secretaría Técnica Dual quien se encargará de poder gestionar el trabajo en finca con los funcionarios en sus instituciones competentes en el tema. Este rol será concretamente de acciones centradas en la gerencia operativa de la NAMA. Para ello, los representantes en la Secretaría Técnica Dual levantarán con sus respectivos encargados de Asistencia Técnica en otras musáceas (MAG) y en banano de exportación (CORBANA) una lista de los temas en los cuales se requiere apoyo del Comité Técnico y aprovechará los diferentes subcomités para sumar esfuerzos y recursos institucionales hacia la consecución de los escenarios más promisorios para cada una de las medidas.

Además, trabajará en torno a 5 líneas estratégicas vinculadas con la teoría del cambio propuesta para la presente NAMA, a saber: (i) asistencia técnica, (ii) investigación y desarrollo, (iii) mercadeo y comercialización, (iv) finanzas. Las acciones específicas que se realicen en cada una de estas áreas se explican en los mecanismos que preceden la presente sección

Para cada una de ellas, las instituciones podrán solicitar y recibir insumos de los coordinadores de los subcomités del Comité Técnico a través de la Secretaría Técnica Dual. Complementariamente, se sugiere que sean parte de los roles y responsabilidades de los oficiales responsables y asignados en cada institución el:

- Liderar implementación y monitoreo de la NAMA musáceas en el corto, mediano y largo plazo.
- Instruir, dar seguimiento y validar las actividades del personal que se desempeñará como apoyo técnico en la implementación de la NAMA musáceas.
- Tramitar con la debida justificación ante la CAN, las solicitudes de asignación de personal técnico a la NAMA musáceas.
- Supervisar el diseño, implementación y ajustes del MRV Musáceas en vínculo con las unidades de estadística y reporte de datos respectivas de CORBANA y MAG.



Esta Unidad Operativa deberá ser oficialmente constituido a través de una directriz de la Junta Directiva de CORBANA y del MAG por recomendación de la CAN.

8.6 Consideraciones importantes sobre el esquema de gobernanza

A nivel de diseños de políticas, es importante recalcar que (en materia de políticas de estado) si bien existe un cuerpo normativo y legal diverso, hay una ausencia importante de un diseño de política que genere las condiciones estructurales para la actividad de las musáceas como tal. A nivel de políticas de gobierno, existe una sintonía respecto a la priorización de la actividad de musáceas como una que debe ser descarbonizada debido a su contribución a las emisiones de GEI según el inventario nacional de emisiones. En el caso de Banano de exportación, si bien existen esfuerzos que se han traducido en el diseño de una Estrategia de Banano Bajo en Carbono, su alineación con desafíos territoriales a nivel de titulación de tierras y vulnerabilidad climática es débil.

Frente a este contexto, con el fin de robustecer la alineación de políticas, sería interesante poder pensar en complementar una Estrategia de Territorios Resilientes, que incluyan a las otras musáceas, así como desafíos estructurales de las regiones en términos de vulnerabilidad climática, acceso a mercados y condiciones fitosanitarias entre otras buscando una intervención integral de la mano de una política que permita operar la NAMA.

El contar con una estrategia de esta naturaleza reviste de importante interés en con el fin de poder articular esfuerzos y alinear presupuestos, reconociendo que la estrategia debería sentar las bases de qué se quiere lograr mientras que la NAMA debería ser un vehículo que moviliza hacia este cambio.

Entrando a la esfera de las dinámicas relacionales, es importante recalcar que, a nivel del sector público se ha visualizado un importante avance hacia el trabajo de articulación interinstitucional y co-diseño de soluciones frente a problemas en los cuales se intersecan las carteras de economía, ambiente y agricultura. En este camino, la decisión del MAG de crear una oficina que trabaja temas de cambio climático ha sido un paso fundamental para poder tener un punto de diálogo y convergencia con el MEIC, a través de la DCC, lo cual permite sumar esfuerzos, hablar el mismo lenguaje y trabajar articuladamente. De repente, sería valioso poder traducir este mismo esquema de articulación al nivel regional a través de los Comités Sectoriales Agropecuarios Regionales, procurando la priorización de la actividad de musáceas como tal y alineando esfuerzos de las instituciones del Estado en el territorio

Dentro del sector privado, CORBANA es un importante núcleo articulador de productores y exportadores quienes de manera separada también encuentran sus espacios de asociación. Tanto los espacios externos de participación como los que oficialmente están instaurados dentro de CORBANA parecieran ser eficientes en materia de dar respuestas a las necesidades de la actividad productiva como tal. Ello no ocurre de la misma forma en el caso de las otras musáceas, quienes al no contribuir económicamente a la corporación no pueden recibir el apoyo y asistencia técnica que ésta ofrece, dependiendo de esta forma principalmente de las



iniciativas que se puedan gestionar a través del Programa Sectorial de Musáceas el cual carece de los recursos humanos y económicos necesarios para hacer un abordaje equiparable al de CORBANA.

Ello podría ser subsanado ya sea inyectando recursos a CORBANA para poder contribuir con la adopción de tecnologías NAMA en fincas de otras musáceas o bien en el robustecimiento del Programa Nacional. Independientemente del camino que se decida tomar, es importante acompañarlo de una alineación de la asistencia técnica, investigación y extensión, ya que el estudio ha permitido percibir que muchas veces se generan acciones de trabajo en finca que no pasan por las necesidades de los productores sino por los intereses de investigación de las instituciones. Esto conlleva a que el productor reciba diversas asistencias técnicas que deberían estar mucho más articuladas y dirigidas a los desafíos que los productores y la agroindustria perciban que existen.

Bajo el panorama antes descrito, con el fin de poder trabajar de manera integral en el marco de la NAMA musáceas, se ve necesario el sumar esfuerzos en dos vías que responden a los dos desafíos estructurantes del proceso decisional.

En esta línea, el articular el discurso e interés en temas sanitarios como el fusarium raza 4 con la adopción de medidas NAMA podría permitir aprovechar un espacio de oportunidad generado a nivel de articulación de ambos niveles de trabajo en musáceas (exportación y otras musáceas). En la misma línea, el poder alinear además la NAMA como una herramienta que permita responder a la vulnerabilidad climática a la que hacen frente los productores de otras musáceas podría ser una ventana de oportunidad interesante para incrementar la adopción de prácticas en finca.

El segundo desafío radica en generar condiciones legales y normativas que, en el marco de la fijación de precios permitan una diferenciación de los productos generados bajo prácticas NAMA, en especial a nivel de industria nacional. En este contexto, el trabajo con la agroindustria resulta más que fundamental, en la medida de su capacidad de incentivar la demanda de productos derivados de prácticas en finca que incorporan la adopción de dichas medidas.

Finalmente, para la formalización de la NAMA musáceas, se recomienda (como bien ha sido sugerido en la nota concepto) gestionarlo mediante un Decreto Ejecutivo que la declare de interés público de manera oficial. Esto permitirá la coordinación y apoyo para su implementación, así como la consecución de los fondos requeridos por el apoyo oficial que lo respalda.

8.7 Mecanismo de Asistencia Técnica

Para lograr que la NAMA musáceas contribuya en forma sustantiva a la transformación del sector es indispensable el acompañamiento técnico, el cual tiene que estar alineado con el fin de maximizar la tasa de adopción de tecnologías y prácticas que mitiguen emisiones, sin perder de vista la generación de co-beneficios en productividad, rentabilidad y resiliencia climática. Un buen acompañamiento técnico reduce significativamente el riesgo técnico de la producción, y por tanto incrementa la probabilidad del éxito

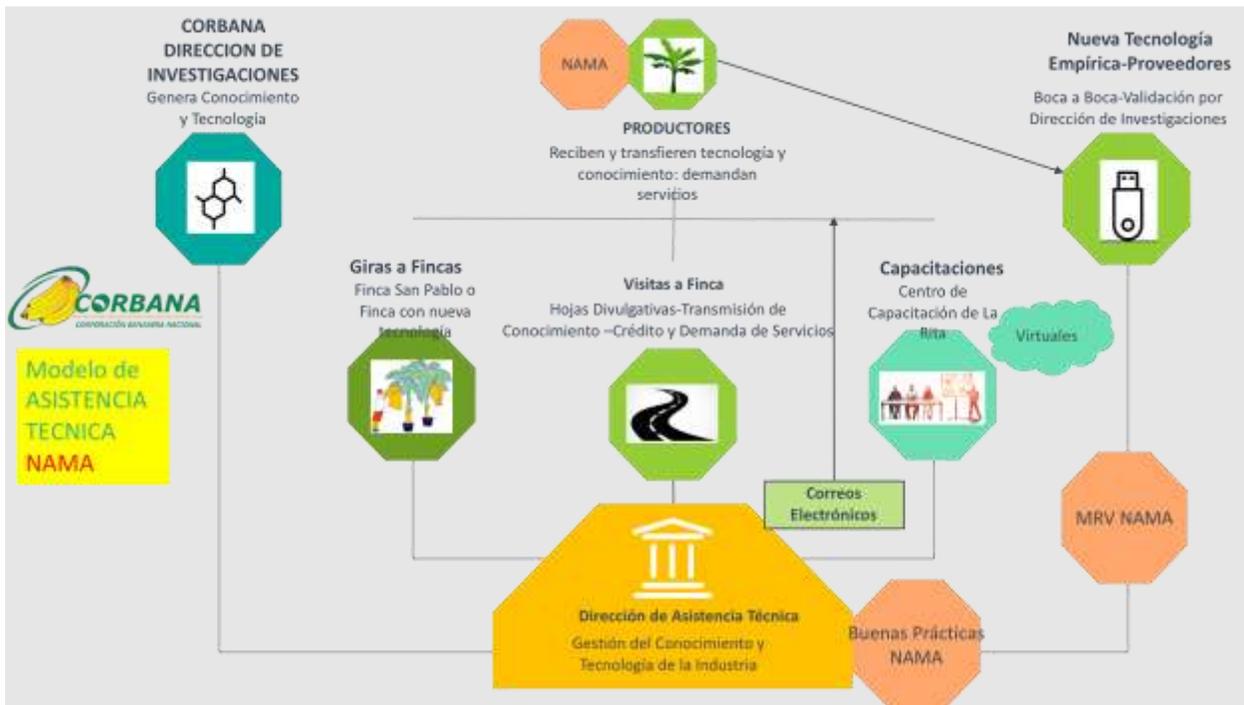
económico (Davis, Babu, and Ragasa, 2020). Cuando este componente se alinea con los instrumentos financieros y mercadeo, se logra un efecto catalizador que mejora los esfuerzos de mitigación.

El modelo actual nivel de demanda y oferta de asistencia técnica sienta un punto de partida para poder ofrecer un esquema orientador del modelo de asistencia técnica para la presente NAMA. El mismo se basa en las medidas previamente explicadas, así como en la oferta actual de asistencia técnica para ambos grupos de actividades vinculadas a las musáceas.

8.7.1 Grupo 1: Agro-cadena de Banano y dátil de exportación

El modelo de asistencia técnica para la NAMA será el mismo que utiliza CORBANA, en el cual se realiza un acompañamiento al productor de manera personalizada a través de los extensionistas de la Corporación. Al trabajo que estos funcionarios realizan se sumarán actividades centradas en un enfoque de minimizar GEI y aumentar remociones promoviendo las medidas descritas anteriormente. En la Figura 15 se presenta el modelo de asistencia técnica el cual sugiere como componentes centrales:

Figura 15. Modelo de asistencia técnica para NAMA musáceas – banano y dátil de exportación.



Fuente: La presente investigación.



El modelo de asistencia técnica se compone de los siguientes elementos:

- **Productores NAMA** que deciden participar en las diferentes etapas de la NAMA musáceas. Para el piloto se han considerado 15 productores. Estos productores deben estar dispuestos a (i) implementar las Buenas Prácticas NAMA (BPN) y (ii) participar del proceso de MRV de la NAMA. Podrán además acceder al financiamiento NAMA para equipo necesario para implementar las prácticas.
- **Buenas Prácticas NAMA** las cuales serán analizadas por la Dirección de Asistencia Técnica de CORBANA para que todos los procedimientos, insumos, dosis, equipos y tecnologías requeridas para su implementación estén claras para cada práctica específica.
- **Entrenamiento a los extensionistas:** sobre las prácticas y cambios a nivel de manejo de finca que ellas implican.
- **Capacitación NAMA** por parte de Dirección de Asistencia Técnica: (i) dar a conocer el modelo NAMA, sus alcances, responsabilidades y beneficios; (ii) informar sobre las BPN, tecnología, procedimiento de ejecución, equipo e infraestructura requerida; (iii) recomendar acerca de la viabilidad técnica, económica y financiera del piloto; (iv) capacitar sobre cambios en las BPN; (v) capacitar sobre el sistema de registros de BPN (vii) capacitar sobre el sistema de Monitoreo, Revisión y Verificación (MRV) y el uso del APP-NAMA-musáceas.
- **La maya curricular** se definirá durante el plan piloto con el fin de entrenar tanto a técnicos y productores. Para su desarrollo, CORBANA como parte de la Secretaría Técnica Dual de la NAMA (mayor detalle en el mecanismo de Gobernanza) podrá acudir al Comité Técnico para recibir insumos de otros actores como Universidades, Centros de Investigación, así como otras instituciones privadas vinculadas con el sector. Se considerará no solo la capacitación a productores sino a los extensionistas de CORBANA.
- **Acompañamiento NAMA.** La Dirección de Asistencia Técnica realizará visitas a fincas y giras a fincas para dar seguimiento a la implementación de BPN, y los diferentes registros que se requieren, así como para capacitar personal en el campo sobre la implementación de las prácticas (mayor detalle en la sección del Mecanismo de MRV).
- **Retroalimentación de las BPN.** La Dirección de Asistencia Técnica podrá generar la retroalimentación a la Dirección de Investigaciones para revisar y mejorar las BPN y generar nuevas BPN que puedan ser implementadas en las fincas o que se hayan observado durante las visitas a las fincas.
- **Financiamiento y crédito NAMA.** La Dirección de Créditos a Productores brindará directamente o por medio de la Dirección de Asistencia Técnica: (i) los estudios de viabilidad financiera de implementación de BPN que incluyan inversiones en equipos, infraestructura y/o capital de trabajo; (ii) condiciones y requisitos de los créditos NAMA disponibles; (iii) información acerca de opciones



de financiamiento disponibles para la compra de equipos e infraestructura NAMA (mayor detalle en el Mecanismo de financiamiento).

- **MRV NAMA.** La Dirección de Asistencia Técnica coordinará con la Dirección de Informática de CORBANA y la Dirección de Investigaciones de CORBANA la implementación del APP-NAMA-musáceas. Los temas que coordinar son: (i) creación del APP-NAMA-musáceas (contratación externa); (ii) servidor donde se ubicará la base de datos de la aplicación; (iii) ecuaciones de cálculo para los indicadores NAMA, a partir de los registros NAMA; (v) generación de reportes internos y externos (en vinculación con el Sistema Nacional de Métrica para Cambio Climático (SINAMEC)). Se capacitará a los productores NAMA sobre cómo funciona el MRV, los registros que deben llevar y cómo se realizaría la verificación. Además, se capacitará al personal responsable de cargar los datos NAMA al APP-NAMA-Musácea sobre el funcionamiento del sistema (mayor detalle en la sección del Mecanismo de MRV).

8.7.2 Agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación)

Si bien la propuesta de Buenas Prácticas NAMA no incorpora acciones específicas para los rubros de otras musáceas entre los cuales se encuentran banano criollo y plátano, ha sido posible complementar la presente propuesta con una serie de acciones de acompañamiento técnico y fortalecimiento organizacional que podrían venir a robustecer estas cadenas productivas, apoyándose con las demandas mapeadas, así como contribuyendo a generar las condiciones propicias para la adopción de BPN vinculadas a la reducción de GEI o aumento de remociones.

Entre dichas acciones de fortalecimiento y acompañamiento se encuentran:

- Fortalecer y rectificar la línea base (BAU) de producción de plátano que ha sido posible levantar a partir de la presente investigación.
- Realizar la BAU de producción de banano criollo.
- Desarrollo e implementación de un plan de capacitación en BPN para plátano y banano criollo.
- Desarrollo de Plan de fortalecimiento de gobernanza y asociatividad para productores de plátano y banano criollo.

Desarrollo e implementación de modelo piloto de producción y comercialización de plátano y banano criollo.

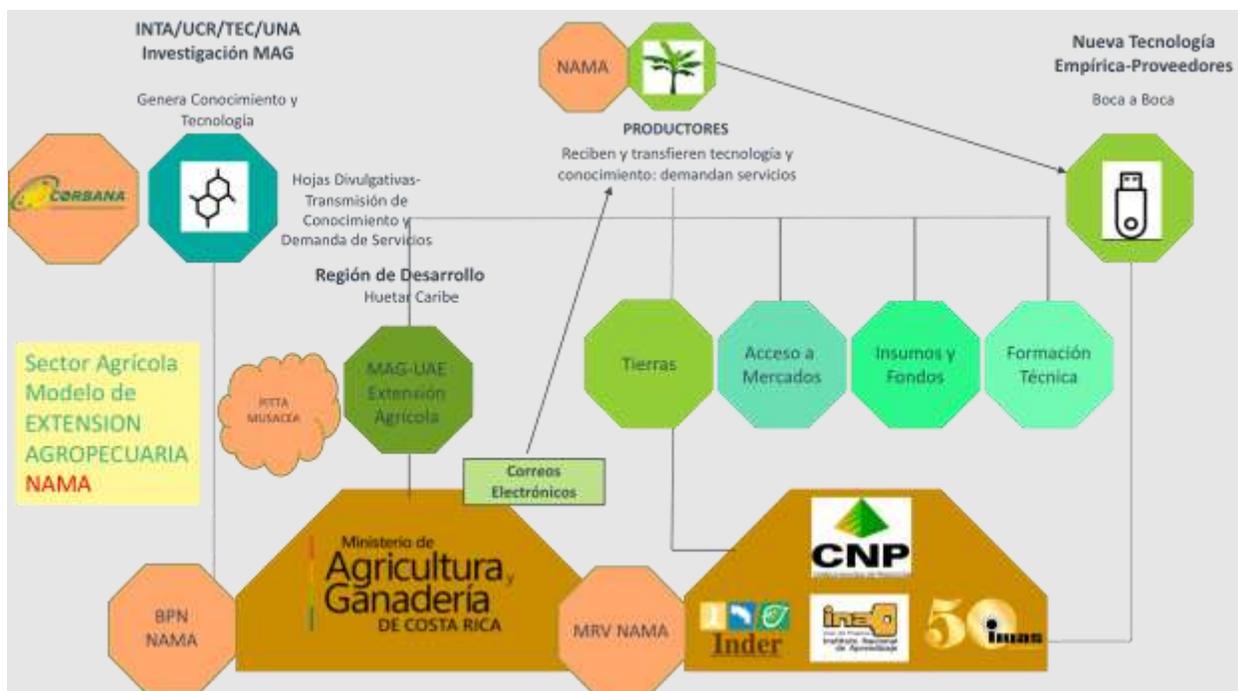
- Además, se ha considerado el desarrollo de un Proyecto Piloto de apoyo a la cadena de Plátano en la zona de Bribri, el cual buscaría implementar el Modelo NAMA con una Asociación de Productores de Plátano.

El modelo de asistencia técnica para otras musáceas se presenta en la Figura 15. El mismo se basa en el modelo de extensión agrícola del MAG, fortaleciéndose con una serie de características adicionales que

buscaría superar algunos de los desafíos en materia de asistencia técnica hallazgos como parte de la presente investigación, específicamente incorporando:

- El fortalecimiento de la figura del PITTA musáceas para que pueda apoyar en la articulación y alineación de las acciones de investigación y transferencia de tecnología que deriven de la NAMA musáceas.
- Apoyar, con recursos externos, de personal para la capacitación en cursos y fincas de los productores NAMA, que fortalezcan las gestiones que realiza la Dirección Huetar Atlántica del MAG.
- Coordinación con CORBANA para la facilitación de tecnologías NAMA, que CORBANA defina puede compartir con otras musáceas.

Figura 16. Modelo de asistencia técnica para NAMA musáceas - Otras musáceas.



Fuente: La presente investigación.

8.8 Red de Acción Técnica para la NAMA musáceas

El lograr escalar la NAMA musáceas a más productores del rubro de banano y dátil de exportación, así como de poder abarcar medidas específicas para las otras musáceas como banano criollo y plátano amerita de hacer un uso eficiente de los recursos colectivos de aprendizaje y conocimiento que existe por parte de los productores, técnicos e instituciones vinculadas con dichas actividades productivas.

Para ellos, se requiere poder integrar una red técnica multi-actor que permita integrar actores y servicios actualmente ofrecidos para así promover complementariedades en el trabajo que se realiza, articulando en una misma línea los diversos esfuerzos, y asegurando con ello una mayor cobertura de la NAMA.



Para el caso de banano de exportación, lo anterior se articula a través de la Comisión Ambiental Bananera (CAB) y el trabajo que en conjunto realiza con CORBANA. En el caso de las otras musáceas, se requiere poder fortalecer la articulación y alineación entre los esfuerzos que las diferentes instituciones del sector realizan dentro de las actividades productivas de plátano y banano criollo principalmente; así como continuar promoviendo el fortalecimiento organizacional de las organizaciones de productores de dichos rubros productivos, lo cual aumenta su asociatividad y con ello facilite la posibilidad de adoptar en el futuro Medidas NAMA en dichos rubros productivos.

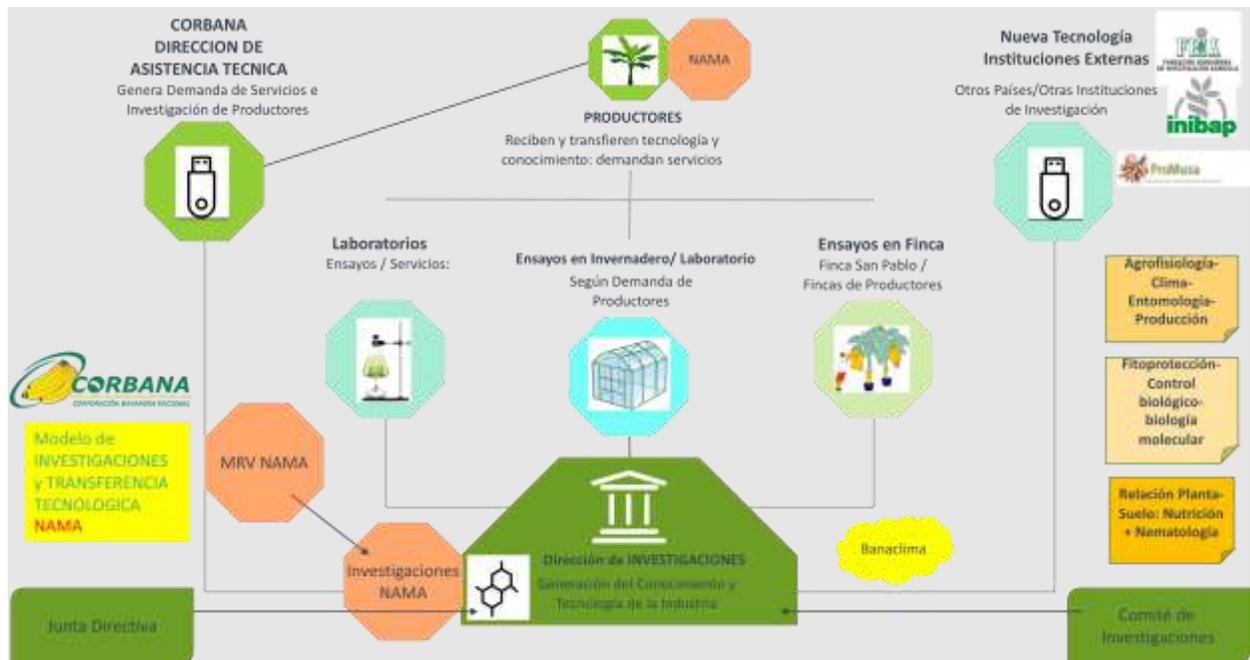
El mecanismo de asistencia técnica de NAMA Musácea tiene dos ejecutores principales, por un lado, la Dirección de Asistencia Técnica de CORBANA basada en la robusta estructura de apoyo que ha establecido esta institución para sus productores, que va a incorporar las BPN dentro de su temática de funcionamiento, en cuanto a visitas, material divulgativo, charlas y capacitaciones. Por otro lado, la Dirección Regional de Desarrollo Huetar Atlántica, que apoyada por un PITTA musáceas fortalecido, podría incorporar y coordinar con la mayor parte de instituciones que participan de la asistencia agrícola del Estado, para lograr mayor impacto y reducir la duplicidad de funciones.

El PITTA Musáceas debería permitir que las acciones NAMA de tanto banano como otras musáceas encuentren puntos de acción conjunta. Mientras se fortalece, este espacio de articulación conjunta puede encontrarse en la Comisión Ambiental Bananera tal y como se sugiere en el mecanismo de gobernanza. La experiencia de la prevención del Fusarium, que afecta a todas las musáceas, podría ser un hilo conductor para conjuntar a todo el sector musácea en la implementación de las prácticas NAMA y la colaboración en cuanto a compartir experiencias y tecnologías.

8.9 Mecanismo de Innovación y Desarrollo

En el caso de las agro-cadenas de banano y dátil de exportación, éstas cuentan con un robusto y exitoso modelo de innovación, desarrollo y transferencia tecnológica a su servicio por parte de CORBANA. A través de este mecanismo se puede generar conocimiento para transmitir al grupo 2 (banano criollo, plátano y otras musáceas menores) por medio del PITTA musáceas y la Gerencia de musáceas, quienes actualmente tienen interacciones con CORBANA. En la Figura 17 se presenta el modelo de innovación y desarrollo.

Figura 17. Modelo investigación y transferencia tecnológica de NAMA-Banano.



Fuente: La presente investigación.

Este modelo, a partir del modelo de CORBANA, tendría las siguientes características:

- El sistema de MRV y su seguimiento permitirá verificar el impacto de las primeras BPN implementadas, para que la Dirección de Investigaciones pueda hacer ajustes en caso necesario.
- La Dirección de Investigaciones incorporará dentro de sus ejes de acción los conceptos de GEI para los temas de mayor impacto en emisiones, como lo son fertilizante nitrogenado, encalado, combustión de avionetas, energía en plantas empacadoras y transporte de la fruta al puerto.
- La Dirección de Investigaciones recibirá fondos NAMA, para apoyar y fortalecer sus investigaciones relacionadas con emisiones.
- La Dirección de Investigaciones profundizará en formas en que el sistema productivo banano puede aumentar el nivel de remociones de carbono, tanto dentro de la plantación, como aprovechando las zonas de no cultivo dentro las fincas, como siembra de árboles.

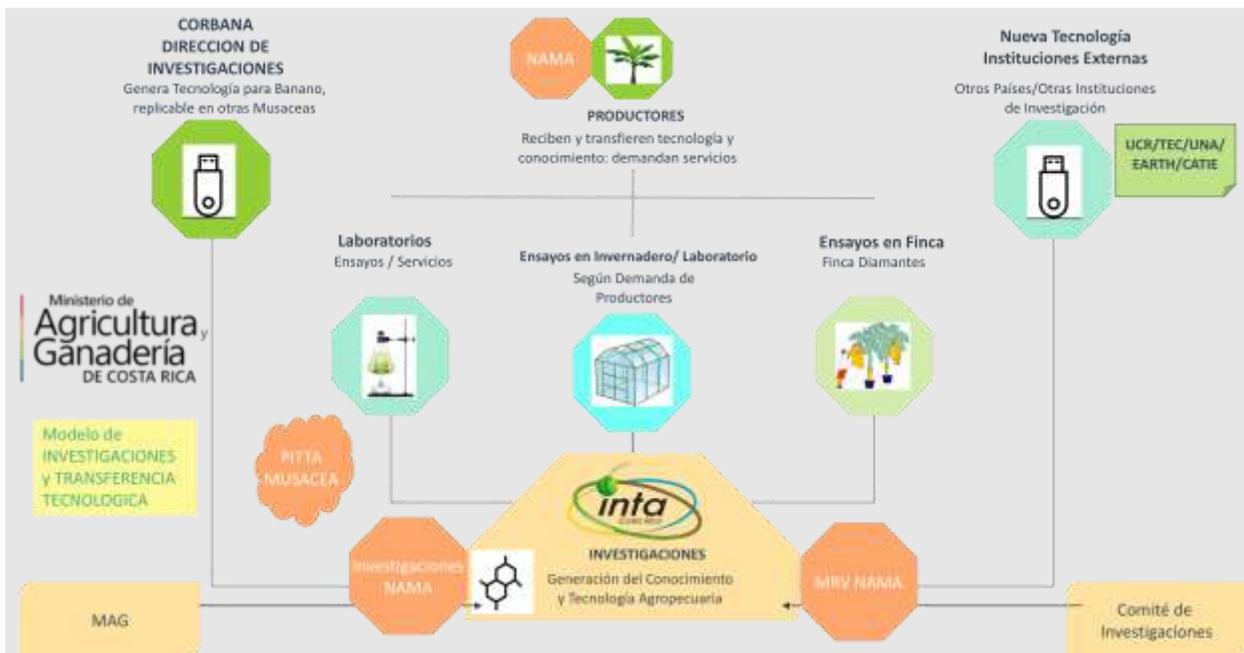
En el caso de la investigación y transferencia tecnológica en el otro grupo de agro-cadenas de musáceas que conforman la NAMA (banano criollo, plátano y otras musáceas menores), el encargado de la secretaría técnica dual por parte del MAG debería designar una institución encargada de articular la investigación NAMA para que tanto CORBANA, INTA y otros entes de investigación (UCR, TEC, UNA, EARTH, CATIE) puedan trabajar conjuntamente temas de investigación NAMA, y asignar mejor los fondos NAMA disponibles. Se sugiere que dicha Unidad designada por el MAG esté en la Dirección Regional Huetar Atlántica como se explica en el Mecanismo de Gobernanza.



Complementariamente, se propone el fortalecimiento del PITTA musáceas y la Gerencia de musáceas del MAG, quienes tienen interacción con los actores antes mencionados. Aprovechando dichas interacciones se podrían generar las líneas de investigaciones NAMA específicas para emisiones en plátano y banano criollo. Dado que también se deben asignar fondos NAMA para la investigación en otras musáceas, estos fondos podrían ser manejados por el INTA en coordinación con la Gerencia de musáceas del MAG. En la Figura 18 se presenta el modelo de innovación y desarrollo para este segundo grupo de agro-cadenas de musáceas. Este modelo, a partir del modelo del INTA, tendría las siguientes características:

- La Unidad que designe el MAG coordinará las investigaciones, tomando como referencia el liderazgo del INTA en la materia, así como los avances de las instituciones parte del PITTA Musáceas.
- Dicha Unidad designada por el MAG, recibiría fondos NAMA para que se hagan investigaciones NAMA.
- Por medio de PITTA Musácea, se podría coordinar con CORBANA acerca de los enfoques de las investigaciones para replicar investigaciones y hacer el uso más eficiente de los fondos NAMA.
- Otras instituciones como UCR, TEC, UNA, EARTH, y CATIE, podrán participar dentro del PITTA Musácea recibiendo fondos NAMA para investigaciones en rubros como el plátano, banano criollo y abacá.
- Una vez implementado el MRV este podrá generar información de acciones correctivas que deben hacer en los programas de investigación enfocados a temas NAMA.

Figura 18. Mecanismo NAMA de Innovación y Desarrollo en otras musáceas.



Fuente: La presente investigación.

8.10 Mecanismo de Mercadeo y Comercialización

En el caso del mecanismo de mercadeo y comercialización para NAMA banano de exportación y banano dátil el objetivo es que el sector bananero costarricense pueda diferenciarse como industria, que es baja carbono y que haga esto mucho antes que la competencia (Ecuador, Colombia, Guatemala) pueda alcanzar esta meta. Esto con el fin que el banano costarricense se posicione aún más en los mercados europeos que están dispuestos a tomar decisiones sobre qué origen comprar en relación con el tema de Cambio Climático. Cumplir con la meta de la NAMA de ser bajo en carbono, así como el mercadeo de esta meta y su posterior cumplimiento generará una diferenciación de marca país para el banano de Costa Rica. En la Figura 19 se presenta la propuesta de mercadeo NAMA para las agro-cadena de banano y dátil de exportación.

Figura 19. Propuesta de mercadeo NAMA para la agro cadena de banano y dátil de exportación



Fuente: La presente investigación.

Para este mecanismo se deben considerar los siguientes aspectos:

- La **coordinación de la estrategia** debe realizada por el Consejo Interinstitucional Bananero (CIB), dado que este ente reúne a CORBANA junto con las principales empresas del sector banano de exportación y es el espacio donde se toman decisiones de imagen y publicidad de la industria.
- En el **apoyo de la Estrategia** deben participar: (i) CORBANA (coordinando los fondos y la contratación de servicios que requiere la implementación y generando los contenidos de información publicitaria); (ii) PROCOMER (apoyando la estrategia sobre todo en el componente de participación en ferias internacionales); y (iii) MAG/MINAE (apoyando la estrategia sobre todo en el componente de difusión)

- 
- Financiamiento de la Estrategia. Dentro de los fondos NAMA se deben incluir recursos para la implementación de la estrategia de mercadeo por el periodo que se requiera. Ello se contempla en la sección sobre el mecanismo financiero.

Componentes de la Estrategia

- Meta: sector bananero costarricense bajo en carbono para el año 2030.
- Mercados: Europa, algunas ciudades de Estados Unidos, Japón, Corea. Se considera contemplar estos dos últimos mercados ya que según los datos de PROCOMER el destino de exportaciones a Asia en materia de banano ha crecido un 151% de 2015 al 2021 lo cual representa una ventana de oportunidad, especialmente por los patrones de consumo e incorporación del cambio climático dentro de su toma de decisiones comercial.
- Logo: Se diseñará un logo que representa a NAMA-Musáceas el cual se utilizará en la página web, redes sociales y comunicaciones formales. Además, se podrá utilizar impreso en las cajas de banano de fincas NAMA y en los sellos de fruta. Para esto, se generará un protocolo de uso del logo. Además, se incluirá un código QR en cajas y en el sello para que se pueda acceder directamente a la página web.
- Página Web: Será el centro de generación de contenido promocional, noticias, y datos sobre el avance de la implementación de las BPN. Recibirá la información del MRV para generar datos y noticias de avances. Aquí se emitirán documentos sobre BPN, financiamiento NAMA y cualquier otra información que requieran los productores NAMA y las partes interesadas.
- Redes Sociales: se generará la divulgación de la información sobre el inicio del NAMA-Musáceas y los avances, para generar el reconocimiento de la marca NAMA-Musáceas Costa Rica en los mercados meta.
- Ferias: En las ferias internacionales como Fruit Logística (Alemania) y Fruit Attraction (Madrid) se podría organizar el lanzamiento de NAMA-Musáceas para dar a conocer a la industria los alcances y metas de la NAMA.

Para el caso de las agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación), el mecanismo tiene como fin generarle a los productores de las Asociaciones que participen en el proyecto piloto una opción para diferenciarse y conseguir un mejor precio, en alianzas estratégicas con empresas que ya apoyan a estos productores como Walmart, Price Smart y Alimentos Bermúdez, así como aprovechar espacios que pueda dar el Programa de Abastecimiento Institucional (PAI) del CNP, para que puedan comprar plátano y banano criollo bajo en carbono con un precio diferenciado. En la Figura 20 se presenta su propuesta de mercadeo.



Figura 20. Propuesta de mercadeo NAMA para la agro cadena de plátano y banano criollo



Fuente: La presente investigación.

Para este mecanismo se deben considerar los siguientes aspectos:

- La **coordinación de la estrategia** debe estar a cargo del MAG, quien puede coordinar con diferentes instituciones relacionadas con mercados, e incorporar a empresas privadas que apoyen. Las instituciones que deben **apoyar la estrategia** son: (i) MAG (coordinando los fondos y la contratación de servicios que requiere la implementación y generando los contenidos de información publicitaria); (ii) INDER-IMAS-INA (Apoyando en la alineación de la estrategia); (iii) empresa privada como: Walmart/Price Smart/PAI/Industrias Bermúdez (apoyando con la compra y diferenciación) y (iv) MAG/MINAE/MEIC (apoyando la estrategia sobre todo el componente de difusión)
- **Financiamiento de la Estrategia:** Dentro de los fondos NAMA se debe incluir los fondos que se requieren para la implementación de la estrategia de mercadeo por el periodo que se requiera. Ello se aborda en la sección del Mecanismo Financiero.
- **Componentes de la Estrategia**
 - Meta: Asociación de Productores de Plátano será Bajo en Carbono para el año 2030 / Asociación de Productores de Banano Criollo será Bajo en Carbono para el año 2030.¹¹
 - Mercado: Costa Rica: Walmart-Price Smart. En el caso del CNP una de las opciones para la comercialización de los plátanos y banano criollo NAMA es por medio del Programa de Abastecimiento Institucional (PAI) que maneja el CNP.

¹¹ Es necesario constituir dichas asociaciones en el marco de la presente NAMA



- o Logo: Se diseñará un logo que representa a NAMA-Musáceas el cual se utilizará en la página web, redes sociales y comunicaciones formales. Además, se podrá utilizar impreso en las bolsas de productos. Para esto, se generará un protocolo de uso del logo. Además, se incluirá un código QR en cajas y en el sello para que se pueda acceder directamente a la página web.
- o Página Web: Será el centro de generación de contenido promocional, noticias, y datos sobre el avance de la implementación de las BPN. Recibirá la información del MRV para generar datos y noticias de avances. Aquí se emitirán documentos sobre BPN, financiamiento NAMA y cualquier otra información que requieran los productores NAMA y las partes interesadas.
- o Redes Sociales: se generará la divulgación de la información sobre el inicio del NAMA-Musáceas y los avances, para generar el reconocimiento de la marca NAMA-Musáceas Costa Rica en los mercados meta.
- o Ferias: En las ferias para MIPYMES que se organizan en el país para el apoyo de estas empresas, como las que organiza el MEIC.

8.11 Mecanismo Financiero y Plan de Inversión

El financiamiento de NAMA es esencial para lograr transformar las agro-cadenas que conforman el sector musáceas en Costa Rica con miras a reducir emisiones, incrementar productividad, rentabilidad y mejorar la resiliencia climática.

Estos fondos pueden venir de fuentes privadas, públicas o internacionales. Los mecanismos e instrumentos financieros son variados (Meirovich, H., Peters, S., Ríos, A. BID. 2013), entre los cuales se destacan: fondos nacionales para el cambio climático; mercados de carbono nacionales; préstamos tradicionales y concesionales; subsidios nacionales, bilaterales y multilaterales para financiar los programas de gestión del conocimiento, programas de generación de capacidad, actividades en curso que no generan rentabilidad financiera y planes técnicos y de costeo, entre otros proyectos; canjes de deudas bilaterales para el desarrollo de proyectos de desarrollo, mitigación, conservación y ecológico; garantías de crédito recíproca o avales; instrumentos de transferencia de riesgo; entre otros.

Los instrumentos financieros adecuados para esta NAMA musáceas dependen del contexto económico del país y la situación de la agro-cadena. No existe una receta de financiamiento climático, por lo que resulta fundamental evaluar detenidamente qué tipo de instrumento existen en el país que sean convenientes, generen incentivos y se puedan alinear con la NAMA.

El diseño de los mecanismos e instrumentos resulta una opción idónea para generar la suficiencia de incentivos, alineación y conveniencias para financiar la transformación de la producción primaria y procesamiento. Sin embargo, Costa Rica ha avanzado significativamente en material de financiamiento climático, los cuales pueden ser alineados a la NAMA musáceas.



La presente sección tiene como objetivo determinar las necesidades de financiamientos, las fuentes, y los mecanismos de financiamiento para la ejecución de la NAMA.

8.11.1 Alcance y período de implementación

Las necesidades de financiamiento se calculan para el periodo del plan piloto y los escalamientos subsecuentes. Antes de definir el requerimiento de financiamiento para la transformación, se establecen las metas de fincas a transformar en ambos periodos, lo cual será una función de los recursos financieros que el ejecutor de la NAMA pueda movilizar.

El plan ha sido modelado en los dos escenarios conservador y optimista explicados previamente en la sección de línea base:

- El período de implementación del **plan piloto conservador** será de 6 años. **El escalamiento** se realizará iniciando con 15 productores en el año 1, aumentando 15 productores por año, hasta llegar a 92 productores en el año 6, lo que abarcaría el 60% de los productores.
- El período de implementación del **plan piloto optimista** será de 10 años. **El escalamiento** se realizará iniciando con 15 productores en el año 1, aumentando 15 productores por año, hasta llegar a 153 productores en el año 10, lo que abarcaría el 100% de los productores.

Se asume que los productores transformados internalizan los esquemas de producción luego de 6 meses de abordaje. También se asume que en cada etapa CORBANA apoyará la transferencia de tecnologías a un grupo máximo de 15 fincas, condicionado a financiamiento externo. Con esto se logrará un avance secuencial a través de 6-10 etapas de escalamiento para el periodo 2023-2028.

El siguiente cuadro define el número de fincas objetivo (meta) de cada etapa, así como las fechas estimadas de implementación para cada etapa y el área aproximada a transformar.



Cuadro 4. Análisis de las barreras identificadas.

<i>Etapas</i>	<i># de fincas objetivo</i>	<i># fincas acumuladas</i>	<i>Duración (Años)</i>	<i>Fechas Estimadas</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Porcentaje del área nacional sembrada bajo modalidad NAMA (ha)</i>
<i>Plan Piloto</i>	15	15	1	2023	4.301,10	10%
<i>Escalamiento 1</i>	15	30	1	2024	8.602,20	20%
<i>Escalamiento 2</i>	15	45	1	2025	12.903,30	30%
<i>Escalamiento 3</i>	15	60	1	2026	17.204,40	40%
<i>Escalamiento 4</i>	15	75	1	2027	21.505,50	50%
<i>Escalamiento 5</i>	15	92	1	2028	26.380,08	60%
<i>Escalamiento 6</i>	15	107	1	2029	30.681,18	70%
<i>Escalamiento 7</i>	15	122	1	2030	34.982,28	80%
<i>Escalamiento 8</i>	15	137	1	2031	39.283,38	90%
<i>Escalamiento 9</i>	16	153	1	2032	43.871,22	100%

Fuente: La presente investigación con la retroalimentación de CORBANA.

Durante el Plan Piloto, CORBANA trabajará intensamente en la transformación del sistema de producción de estas 15 fincas (sujeto a financiamiento local y externo), a través de su enfoque de asistencia técnica ajustada hacia la mitigación y adaptación. La necesidad de inversión cambiará en función del hectareaje a intervenir, el cual depende del área de producción que tengan los productores. En el escenario conservador, se asume que se transformará el equivalente a 26.380 ha (60% del área nacional sembrada). Esto es factible, ya que CORBANA cuenta con un sistema de investigación y transferencia tecnológica muy robusto y eficaz por medio de la Dirección de Investigaciones y la Dirección Asistencia Técnica. En el escenario optimista, se asume que las condiciones de movilización de recursos serán apropiadas con lo cual se logrará transformar 43.443 hectáreas (100% del área nacional).

El financiamiento para el Plan Piloto podrá venir de diferentes fuentes, entre ellas: (i) recursos regulares de CORBANA a través de su programa de extensión; (ii) fondos nacionales (p.ej. Sistema de Banca para el Desarrollo); (iii) fondos verde internacionales (p.ej. GEF, NAMA Facility etc.), y (iv) financiamiento del capital de trabajo regular de la finca.

La meta para los escalamientos dependerá del financiamiento nacional e internacional. El primer escalamiento se prevé para 15 fincas en un período de 2 años, con los cual se pretende lograr alcanzar un 20% del área sembrada bajo las iniciativas NAMA. De esta manera similar, los demás escalamientos van a avanzar en intervalos de 2 años, agregando 15 fincas cada año. Si se logra financiamiento local e internacional, CORBANA podría incrementar su ambición para transformar todo el sector bananero.



8.11.2 Viabilidad económica de las medidas NAMA a implementar en finca

8.11.2.1 Impacto económico de Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo

- **Protección de bosques** (primarios y secundarios). Actualmente las fincas bananeras ya incluyen dentro de sus presupuestos operativos los gastos asociados a darle mantenimiento a estos bosques. Para este ejercicio, se presupuestó un costo de USD 1.162 por finca (finca con tamaño promedio de 282 ha), lo cual es un costo bajo en relación con el presupuesto total de una finca. Por lo tanto, seguir implementando esta práctica no significa un aumento en el costo operativo, no afecta la productividad de la finca y no requiere financiamiento para su puesta en operación.
- **Plantaciones Forestales:** Las fincas que han establecido plantaciones forestales para producir madera que luego extraen para producir tarimas (*pallets*) e incorporar al proceso de empaque (embalaje) manejan estos proyectos con presupuestos aparte o incluyen el costo de mantenimiento de estas operaciones dentro de sus operaciones de finca de banano. Dado lo anterior, para este ejercicio no se presupuestó un costo de inversión y mantenimiento de las plantaciones forestales. Por lo tanto, seguir implementando esta práctica no significa un aumento en el costo operativo, no afecta la productividad de la finca y no requiere financiamiento para su puesta en operación.
- **Árboles en finca.** Para este ejercicio se presupuestaron dos componentes: (i) el mantenimiento que las fincas les dan a los árboles que actualmente tienen en sus zonas urbanas; y (ii) la siembra de árboles en fincas, aprovechando zonas de abandono, zonas de protección, zonas industriales y zonas urbanas, para que cada finca siembra el equivalente a 500 árboles. Para esto, se ha estimado un costo de siembra en el primer año de USD 1,50/árbol y de mantenimiento total en USD 1,61/árbol para los siguientes 4 años. En total, el costo del establecimiento de cada árbol hasta el año 5 es de USD 3,15. Esto generaría una inversión total para 15 fincas de USD 23.627. Este proyecto requiere financiamiento. Al no estar vinculado al cultivo de banano no afecta la productividad.
- **Carbono en suelo.** Actualmente las fincas bananeras ya incluyen dentro de sus presupuestos operativos los gastos asociados a la toma de muestras de suelos y análisis de laboratorio. No se presupuesta el costo para este ejercicio. No obstante, en una segunda etapa de medidas NAMA se podrían incluir prácticas favorables a aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, como el uso de coberturas y el no uso de herbicidas, lo que indirectamente afectaría el contenido de carbono en los suelos. Por ahora, seguir implementando esta práctica no significa un aumento en el costo operativo, no afecta la productividad de la finca y no requiere financiamiento para su puesta en operación.



8.11.2.2 Impacto económico de reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes

Uso de drones: La implementación del uso de drones requiere una inversión para las fincas en compra de dron, baterías, licencia de operario, permiso de empresa para operar drones, construcción de planta mezcladora de USD 37.574/finca. Se asume que la práctica generaría una reducción del uso de minutos de avioneta en un 15%. El costo operativo de las fincas al usar los drones se incrementa de USD 122.670/año a USD 124.950/año, con un incremento del 2% en el costo operativo, más el costo financiero de las inversiones. Lo anterior genera un VAN negativo de USD 52.484. No obstante, el costo de oportunidad de perder áreas de cultivo que debido a restricciones legales o comerciales en el uso de avioneta se podrían hacer reales, hace que este proyecto sea una opción que tendría viabilidad en el corto plazo. Por lo que, la NAMA debe enfocar sus esfuerzos a fortalecer este cambio tecnológico. La inversión de USD 37.574/finca implica una necesidad de financiamiento de USD 563.610 por finca.

8.11.2.3 Impacto económico de reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos.

- **Fraccionamiento:** La práctica de fraccionamiento implica pasar de realizar 13 ciclos de fertilización por año a una dosis de 3,5 sacos/ha/ciclo (100 gramos/planta) a 26 ciclos de fertilización a una dosis de 1,4 sacos/ha/ciclo (40 gramos/planta). El costo de la práctica actual es de USD 1.705/ha/año y la nueva práctica tendría un costo de USD 1.454/ha/año. Se presentaría una reducción de USD 251/ha/año lo que equivale a un 15% de reducción. Se generaría una reducción del 20% en la cantidad de fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo. La medida tiene gran impacto económico dado los altos precios de los fertilizantes, ya que a finales del 2020 un saco de fertilizante de fórmula bananera tenía un costo unitario de USD 21 y para este ejercicio el costo presupuestado fue de USD 35/saco (año 2022). La práctica podría tener un efecto de aumento en la productividad, dado que habría menos pérdidas de fertilizante por volatilización y escorrentía, y la planta tendría más frecuentemente fertilizante nuevo disponible. No requiere inversión y por ende no requiere financiamiento.
- **Inyección:** La práctica de inyección al pseudotallo implica pasar de realizar 13 ciclos de fertilización por año a una dosis de 3,5 sacos/ha/ciclo (100 gramos/planta) a 11 ciclos de fertilización a una dosis de 3,5 sacos/ha/ciclo más 2 ciclos de inyección de fertilizante granulado al pseudotallo de la planta cosechada. El costo de la práctica actual es de USD 1.705/ha/año y la nueva práctica tendría un costo de USD 1.623/ha/año. Se presentaría una reducción de USD 82/ha/año lo que equivale a un 5% de reducción. Se generaría una reducción del 15% en la cantidad de fertilizante nitrogenado que se aplica al suelo. La medida tiene gran impacto económico dado los altos precios de los fertilizantes, ya que a finales del 2020 un saco de fertilizante de fórmula bananera tenía un costo unitario de USD 21 y para este ejercicio



el costo presupuestado fue de USD 35/saco. La práctica podría tener un efecto de aumento en la productividad, dado que habría menos pérdidas de fertilizante por volatilización y escorrentía, y la translocación del fertilizante del pseudotallo de la planta madre al hijo/nieto es altamente efectiva. No requiere inversión y por ende no requiere financiamiento.

8.11.2.4 Impacto económico de reducir el consumo de energía: Red Eléctrica-Transporte fruta al Puerto.

Paneles Solares: La práctica consiste en la instalación de paneles solares en todas las fincas. La medida genera un VAN positivo, con una inversión de USD 121.490 por finca. Lo anterior para 15 fincas requiere una inversión y financiamiento de USD 1.822.350.

En el Cuadro 5 se presenta el resumen de las inversiones requeridas para las medidas que así lo requieren: reducir minutos de avión, reducir consumo red eléctrica, aumentar remoción de árboles. El total de la inversión para la implementación del piloto en 15 fincas y el escalamiento a 15 fincas por año de las 3 medidas es de USD 2.409.587, lo equivale a USD 160.639,16 por finca.

Cuadro 5. Resumen de inversiones y financiamiento.

Año: 1						
Fincas: 15						
Acción	Actividades	Unidad	Cantidad	Costo/uni	Total	
Reducir Avión	Minutos de Equipo + Infraestructura Drones	unidad	15	USD 37.574	USD 563.610	
Reducir Eléctrica	Consumo Red Paneles Solares	unidad	15	USD 121.490	USD 1.822.350	
Aumentar Árboles	remoción Siembra de Árboles	arboles	7500	USD 3,15	USD 23.627	
TOTAL FINANCIAMIENTO POR AÑO					USD 2.409.587	
Total Inversión por Finca					USD 160.639,16	

Fuente: La presente investigación.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen del total de inversión requerida para cada escenario (1-conservador / 2-optimista) para las medidas que así lo requieren: reducir minutos de avión, reducir consumo red eléctrica, aumentar remoción de árboles. El total de la inversión para la implementación del escenario conservador es de USD 14.457.524,56 y en el caso del escenario optimista es de USD 24.095.874,27. El cuadro solo contempla la inversión en las Medidas NAMA en finca. Los gastos vinculados con la inversión en otras

acciones vinculadas con investigación, fortalecimiento de capacidades y asociatividad para banano criollo y plátano; así como inversiones de carácter administrativo se contemplan en el Plan de Inversión.

Cuadro 6. Resumen de inversiones en medidas NAMA por año y por escenario.

Año	Tipo	ESCENARIO 1			ESCENARIO 2		
		Fincas	Total (USD)	Acumulado (USD)	Fincas	Total (USD)	Acumulado (USD)
1	Piloto	15	\$2.409.587,43	\$2.409.587,43	15	\$2.409.587,43	\$2.409.587,43
2	Escalamiento	15	\$2.409.587,43	\$4.819.174,85	15	\$2.409.587,43	\$4.819.174,85
3	Escalamiento	15	\$2.409.587,43	\$7.228.762,28	15	\$2.409.587,43	\$7.228.762,28
4	Escalamiento	15	\$2.409.587,43	\$9.638.349,71	15	\$2.409.587,43	\$9.638.349,71
5	Escalamiento	15	\$2.409.587,43	\$12.047.937,14	15	\$2.409.587,43	\$12.047.937,14
6	Escalamiento	15	\$2.409.587,43	\$14.457.524,56	15	\$2.409.587,43	\$14.457.524,56
7	Escalamiento	NA	NA	NA	15	\$2.409.587,43	\$16.867.111,99
8	Escalamiento	NA	NA	NA	15	\$2.409.587,43	\$19.276.699,42
9	Escalamiento	NA	NA	NA	15	\$2.409.587,43	\$21.686.286,84
10	Escalamiento	NA	NA	NA	15	\$2.409.587,43	\$24.095.874,27
TOTAL FONDOS			\$14.457.524,56		\$24.095.874,27		

Fuente: La presente investigación.

8.11.3 Plan piloto para las agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación)

Para el caso del Plan Piloto de banano criollo y plátano, el objetivo será desarrollar las capacidades de los productores que conforman ambas agro-cadenas y que han sido incluidos en el Plan a través de BPN con la finalidad de promover un desarrollo sostenible de la actividad productiva y con ello poder alcanzar niveles de productividad y de ingresos para la economía de las familias involucradas.

El periodo de implementación del plan piloto será de 1 año. Se asume que este periodo será suficiente para que el productor internalice y se apropie de la forma de producir NAMA. Se está asumiendo un único escenario, de mantener el mismo nivel de recursos, con dos Asociaciones de Productores, una de plátano y otra de banano criollo. Además, se modela que cada Asociación tenga 120 productores (fincas) y 3 ha por finca. También se incluye investigación y transferencia tecnológica específica para plátano y banano criollo.

El escalamiento será replicar el piloto cada año hasta el 2032. Se asume que estos productores internalizarán los esquemas de producción NAMA luego de años de apoyo. También se asume que en cada etapa CORBANA apoyará la transferencia de tecnologías a un grupo máximo de 15 productores, condicionado a financiamiento externo. Con esto se logrará un avance secuencial en las zonas productoras del país a través de 5 etapas de escalamiento para el periodo 2023 -2029.

Durante este Piloto, se considerará además incorporar acciones de gestión del conocimiento que permitan socializar buenas prácticas y lecciones aprendidas del Piloto de Banano al de Plátano-Banano Criollo. Ello



coadyuvará a que se pueda transferir paquetes tecnológicos verificados en banano y adaptados a estas otras musáceas, reduciendo la curva de aprendizaje de estas agro-cadenas.

8.11.4 Necesidades de recursos financieros para las Medidas NAMA

Para el caso del grupo 1 de agro-cadenas de banano y dátil de exportación, para el apoyo de las 15 fincas en el plan piloto del primer año la inversión requerida ronda en alrededor de USD 557.500. Dicho monto contempla acciones de investigación y transferencia tecnológica, asistencia técnica, promoción, capacitación, MRV, mercadeo y diferenciación de la industria. En el Anexo 1 puede encontrarse un cuadro resumen de las acciones de apoyo y articulación de las medidas NAMA para dichas agro-cadenas.

Para el caso de las agro-cadenas de plátano y banano criollo, la inversión total para el apoyo del plan piloto del primer año es de USD 130.000. Dicho monto contempla investigación y transferencia tecnológica, asistencia técnica, promoción, capacitación, MRV, mercadeo y diferenciación de la industria. En el Anexo 2 puede encontrarse un cuadro resumen de las acciones de apoyo y articulación de las medidas NAMA para estas agro-cadenas.

Finalmente, se ha realizado un análisis a través de categorías de acciones de apoyo a las medidas NAMA para el plan piloto que requieren financiamiento. Cada medida de apoyo y su respectiva justificación se encuentra en el Anexo 3 del presente documento.

En el Anexo 4 se encuentra el detalle de la estimación de los costos anuales para implementar las acciones NAMA para banano, bajo los dos escenarios, conservador y optimista. Para cada año del plan piloto y el escalamiento se estima un requerimiento de USD 577.500. A medida que aumenta el número de hectáreas bajo las modalidades NAMA el costo para atender dichas fincas incrementa. El costo total para financiar las acciones NAMAs banano al sexto año (conservador) equivale a USD 3.415.000. En el caso del modelo optimista donde se llegaría hasta el año 10 (100% de fincas) es de USD 5.685.000. Esto nos genera un indicador por hectárea apoyada para su transformación de USD132/ha. El presupuesto anual de CORBANA es de USD9,2 Millones, lo equivale a una inversión de USD213/ha/año de banano (Corbana, 2021).

Para el caso de banano criollo y plátano, en el Anexo 5 se encuentra el detalle de la estimación de los costos anuales para implementar las acciones NAMA para plátano y banano criollo. En este caso, se está asumiendo un único escenario, de mantener el mismo nivel de recursos para el plan piloto, con dos Asociaciones de Productores, una de plátano y otra de banano criollo. Además, se modela que cada Asociación tenga 120 productores (fincas) y 3 ha por finca. También se incluye investigación y transferencia tecnológica específica para plátano y banano criollo equivalente a USD 70.000. Para cada año del plan piloto y su escalamiento se estima un requerimiento de USD 207.500. A medida que aumenta el número de hectáreas bajo las modalidades NAMA el costo para atender dichas fincas incrementa. El costo total para financiar las acciones NAMAs banano al sexto año (conservador) equivale a USD 1.295.000. En el caso del modelo optimista donde se llegaría hasta el año 10 (56% de fincas) es de USD 2.165.000. Esto nos genera un indicador por hectárea apoyada para su transformación de USD 302/ha.



8.11.5 Fuentes de financiamiento potenciales para la NAMA

Costa Rica está cubriendo los costos de acciones NAMA en varios sectores agrícola (NAMA Café y NAMA Ganadería). Otras fuentes de financiamiento de dichas acciones NAMA son a través de la cooperación internacional. CORBANA podría inicialmente apoyar el financiamiento de dichas acciones, pero está limitado por su generación de ingresos, que depende del nivel de producción nacional de banano. Por tanto, se hace evidente la necesidad de gestionar recursos nacionales o internacionales que apoyen el financiamiento de las acciones NAMA. Algunas alternativas para ello son las siguientes

- Fondo MIPYMES del **Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)** que financia la producción de la cadena alimentaria, energía renovable, eficiencia energética y producción más limpia. Dicho fondo puede prestar desde USD 200.000 hasta USD 5.000.000 (BCIE, 2021) por medio de una banca de segundo piso. Dos de las opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) Que CORBANA establezca un convenio con el BCIE para ser banco de segundo piso y el BCIE financia los programas NAMA de mayor envergadura como paneles solares y drones. En este escenario, CORBANA ejecutaría dichos fondos a través del Programa de Préstamos a Productores; (ii) Que CORBANA establezca un convenio con uno de los bancos comerciales que coloca fondos del BCIE para darle acceso a los productores a estos fondos. En este escenario, CORBANA coordinará mas no ejecutaría la administración de dichos fondos.
- Fondo MIPYMES del **Sistema Banca para el Desarrollo (SBD)** del sector agrícola en general y específicos para café y para banano; así como la posibilidad de acceder a fondos para proyectos verdes, de reducción de huella de carbono y producción más limpia. La colocación de dicho financiamiento se realiza por medio de bancas de segundo piso. Actualmente dos de las opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) que CORBANA establezca un convenio con el SBD para ser banco de segundo piso y el SBD financie las medidas NAMA de mayor envergadura como paneles solares y drones. En este escenario, CORBANA ejecutaría dichos fondos a través del Programa de Préstamos a Productores. Sobre esta alternativa, cabe destacar que ya el SBD tiene proyectos específicos para ganadería y café, por medio de CORFOGA e ICAFE respectivamente lo cual sienta un precedente importante en la materia que puede aprovechar CORBANA; (ii) que CORBANA establezca un convenio con uno de los bancos comerciales que coloca fondos del SBD para darle acceso a los productores a estos fondos. En este escenario, CORBANA coordinará mas no ejecutaría la administración de dichos fondos.
- Esquema de pagos basado en resultados del **Bio Carbon Fund**, a través de cual se dan incentivos para su cumplimiento, sobre todo en temas de reforestación, remociones. Tiene fondos para reducción, MRVs, asesoría, entre otros. Actualmente dos de las opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) dado que se incluye la siembra de árboles en las fincas de los productores, y esta medida requiere financiamiento se puede financiar esta medida con este fondo, con fondos no reembolsables, mediante el esquema de incentivos por el cumplimiento de metas de siembra de árboles; (ii) MAG/MINAE/CORBANA podrían acceder a este fondo, ya sea



directamente por medio de CORBANA o en consorcio de CORBANA/MINAE/MAG dada la relación que ya tiene MINAE con este fondo.

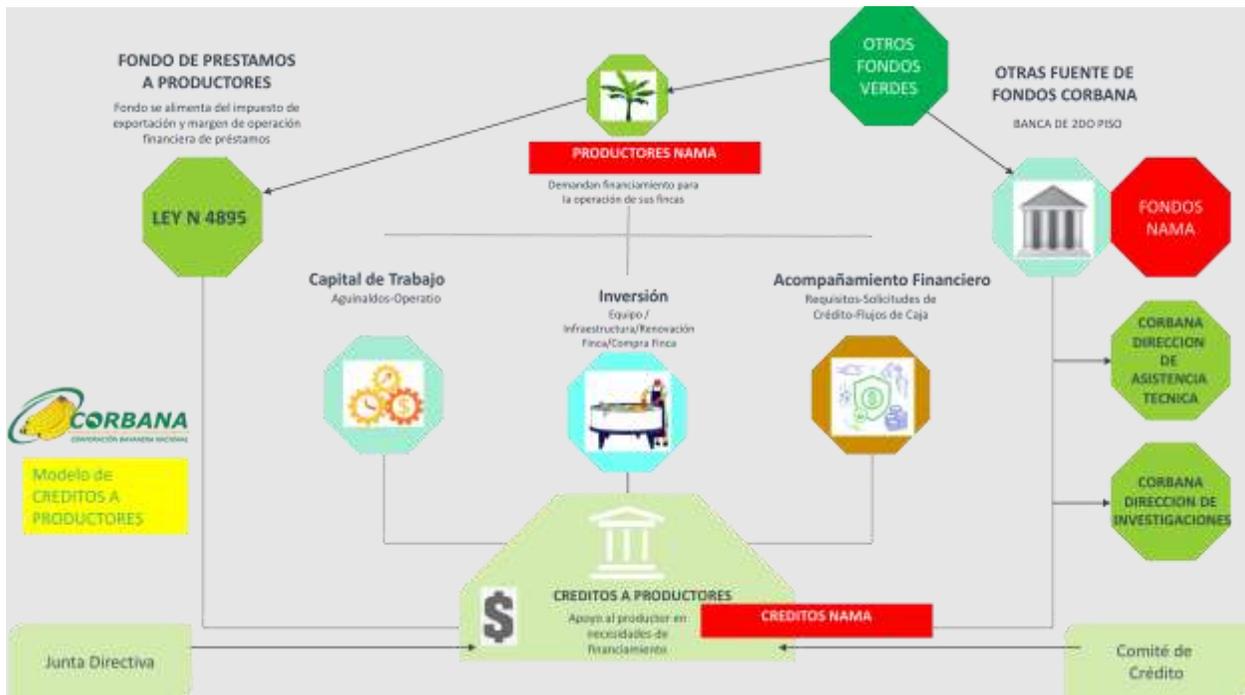
- Financiamiento de **NAMA Facility** con quien el gobierno de Costa Rica ya tiene experiencia trabajando. Actualmente, MAG, MINAE Y CORBANA podrían acceder a este fondo. Las dos opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) se podría usar para conseguir los fondos para financiar los requerimientos de capital de trabajo para la ejecución de los programas de apoyo NAMA; (ii) se podría usar para conseguir los fondos para financiar las medidas NAMA a los productores: paneles solares, drones, siembra de árboles.
- Financiamiento del **Green Climate Fund** con quien el gobierno de Costa Rica a través del MINAE ya tiene experiencia trabajando. Actualmente, MAG, MINAE Y CORBANA podrían acceder a este fondo. Las dos opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) se podría usar para conseguir los fondos para financiar los requerimientos de capital de trabajo para la ejecución de los programas de apoyo NAMA; (ii) se podría usar para conseguir los fondos para financiar las medidas NAMA a los productores: paneles solares, drones, siembra de árboles.
- Financiamiento del **International Climate Initiative (IKI)** quien tiene definido a Costa Rica como país prioritario. Actualmente, MAG, MINAE Y CORBANA podrían acceder a este fondo. Las dos opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) se podría usar para conseguir los fondos para financiar los requerimientos de capital de trabajo para la ejecución de los programas de apoyo NAMA; (ii) se podría usar para conseguir los fondos para financiar las medidas NAMA a los productores: paneles solares, drones, siembra de árboles.
- Financiamiento del **Global Environmental Facility (GEF)** por medio del Adaptation Fund administrado por Fundecooperación en Costa Rica, quién cuenta con opciones de financiamiento para medidas pro-clima hasta por 75 millones de colones y a tasas bastantes bajas (GCF, 2022). MAG, MINAE y CORBANA podrían firmar convenios de cooperación para acceder a este fondo. Las dos opciones que podrían seguirse para aprovechar esta fuente de financiamiento serían: (i) se podría usar para conseguir los fondos para financiar las medidas NAMA a los productores: paneles solares, drones, siembra de árboles; (ii) se podría usar para conseguir fondos para capital de trabajo en los pilotos de plátano y banano criollo, con las Asociaciones de Productores.

8.11.6 Propuesta de mecanismo financiero para la NAMA musáceas

En la Figura 21 se presenta el modelo del mecanismo financiero del NAMA musáceas para la implementación de las medidas de banano. CORBANA puede acceder a los fondos verdes antes comentados y convertirse en una banca de segundo piso, para financiar los proyectos de paneles solares y compra de drones, a una tasa preferencial, cubriendo el costo al que el fondo le presta los recursos más el costo de administrar los recursos. A la vez, se podría administrar fondos no-reembolsables para la implementación de la medida de siembra de árboles. Dada la experiencia que tiene CORBANA, por medio su dirección de Préstamos a Productores, la institución está en capacidad de administrar los fondos, validar la viabilidad de las medidas NAMA para cada

productor individual y poner toda su estructura de analistas de crédito y extensionistas agrícola a verificar la ejecución de las inversiones requeridas.

Figura 21. Modelo financiamiento de NAMA para agro-cadenas de banano y dátil de exportación



Fuente: La presente investigación.

Para la implementación de las medidas NAMA se requiere una inversión de USD 160.639,16 por finca, lo que implica una inversión por cada año de 15 fincas de USD 2.409.587,43. Dada la experiencia y el personal técnico en temas de créditos que posee CORBANA, al tener un programa de créditos a productores con más de 30 años de funcionamiento, la institución está en capacidad de recibir los fondos NAMA de las instituciones que se detallaron y funcionar como banco de segundo piso para su implementación.

CORBANA puede acceder a los fondos verdes antes comentados y convertirse en una banca de segundo piso, para financiar los proyectos de paneles solares y compra de drones, a una tasa preferencial, cubriendo el costo al que el fondo le presta los recursos más el costo de administrar los recursos. A la vez, se podría administrar fondos no-reembolsables para la implementación de la medida de siembra de árboles. Dada la experiencia que tiene CORBANA, por medio su dirección de Préstamos a Productores, la institución está en capacidad de administrar los fondos, validar la viabilidad de las medidas NAMA para cada productor individual y poner toda su estructura de analistas de crédito y extensionistas agrícola a verificar la ejecución de las inversiones requeridas.



Por otro lado, los fondos para el apoyo en la implementación de medidas y articulación de igual forma pueden implementarse por medio de CORBANA, ya que tiene experiencia gestionando fondos específicos como por ejemplo el Fondo Especial de Prevención e Infraestructura (FEPI), que se financia con impuestos por caja exportada, pero tiene un fin específico, con su reglamento que lo regula. Entonces, para los fondos NAMA, de igual forma se pueden hacer los convenios entre las instituciones donantes o de financiamiento y CORBANA, con sus regulaciones específicas, para que CORBANA administre y ejecute.

En el caso de los recursos para otras Musáceas como plátano y banano criollo, el MAG deberá definir el mecanismo para que la Dirección Huetar Norte administre y ejecute los recursos NAMA.

8.11.7 Necesidades de financiamiento e inversión apoyo a medidas y articulación

8.11.7.1 Agro-cadena de banano y dátil de exportación

Se han definido acciones necesarias para apoyar las medidas de reducción y emisión, como investigación, capacitación, asistencia técnica, compra de equipo para investigación y estudios técnicos. Además, se han definido acciones de necesarias de apoyo para facilitar la operación de la NAMA y su articulación.

Para el caso del **mantenimiento y/o aumento de los niveles de remoción de dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales, bosques, árboles en finca y carbono** en suelo se ha considerado necesario realizar un estudio técnico sobre el inventario de bosques y plantaciones forestales que mantienen las fincas bananeras, así como el apoyo al programa de siembra de árboles en fincas. Finalmente, se incluye una investigación vinculada con el aumento de las coberturas en los suelos para aumentar el nivel de remoción de carbono en los suelos bananeros. Estas acciones tienen un costo de USD 65.000.

En lo relacionado con la **reducción de las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes**, se presupuestan dos investigaciones sobre la implementación de drones como alternativa para las aspersiones aéreas. Además, se incluye la compra de dron para la Dirección de Investigaciones y la compra de dron para Finca San Pablo, la planta mezcladora y el cumplimiento de requisitos para operar drones. Finalmente, se incluye la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de la práctica de uso de drones. Estas acciones tienen un costo de USD 160.600.

Respecto a la reducción de emisiones de óxido nitroso (N_2O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos, se incluyen dos investigaciones para cada insumo sobre fuentes y procedimiento de aplicación. Además, se contempla la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de las prácticas de fraccionamiento e inyección. Estas acciones tienen un costo de USD 92.950 para cada insumo.

Para reducir el consumo de energía de la Red Eléctrica, las acciones de apoyo, aquí se incluye un estudio para determinar la capacidad que tendría la red eléctrica de todas las zonas donde se ubican las fincas bananeras



para pasar a paneles solares, según el reglamento del ICE. Además, se considera la asistencia técnica a fincas para promover y apoyar la implementación de paneles solares. Estas acciones tienen un costo de USD 25.000.

Un grupo de acciones de apoyo importantes de financiar giran en torno al diseño y operativización del Sistema MRV, las acciones de apoyo, aquí se incluye la compra del software para crear el APP-NAMA-Musáceas. Además, se incluye la asistencia técnica para capacitar a los usuarios y el servicio de mantenimiento del software y base de datos. Estas acciones tienen un costo de USD 48.000 y se podrían financiar con fondos que apoyen NAMAs.

En materia de mercadeo y diferenciación, se contempla financiamiento para el desarrollo del plan de mercadeo. Además, se incluye el diseño de la página web y redes sociales para el plan de promoción. Finalmente, se incluyen las actividades de diferenciación y promoción en Ferias y mercados. Estas acciones tienen un costo de USD 73.000.

Un detalle del financiamiento de cada una de las acciones de apoyo puede encontrarse en los Anexos 6-12.

8.11.7.2 Agro-cadena de otras musáceas (plátano, banano criollo y banano dátil no exportación)

Para el apoyo de la implementación de la NAMA Musáceas, en el caso del sector de plátano y banano criollo, se ha definido la implementación de un piloto a pequeña escala con dos Asociaciones de productores de plátano y banano criollo. Para esto, se han definido acciones necesarias de apoyo para facilitar el funcionamiento de este plan piloto a pequeña escala de la NAMA y su articulación. A continuación, se detallan las acciones de apoyo a la articulación y su presupuesto de inversión.

Es necesario realizar la **verificación y fortalecimiento de la línea base (BAU)**. Para ello se ha contemplado un estudio de campo de inventario de prácticas agrícolas en fincas de plátano y banano criollo y un estudio técnico de emisiones y remociones de la línea base. Estas acciones tienen un costo de USD 15.000.

Respecto al financiamiento para el desarrollo de un plan de **fortalecimiento de gobernanza y asociatividad** se incluyen la elaboración de un estudio diagnóstico y plan de fortalecimiento de los programas de asistencia técnica en la región Huetar Atlántico. Además, un diagnóstico y plan de fortalecimiento de la asociatividad de los productores de plátano y banano criollo de las zonas a desarrollar el plan piloto. Finalmente, se contempla apoyo con personal de asistencia técnica para el fortalecimiento de la asociatividad. Estas acciones tienen un costo de USD 50.000.

Para poder **desarrollar e implementar el plan de capacitación de BPN**, se considera el desarrollo de manual de procedimientos y plan de capacitación en BPN. Se incluye apoyo con personal de asistencia técnica para el fortalecimiento de la capacidad de asistencia técnica para la capacitación de los productores en BPN. Estas acciones tienen un costo de USD 22.500.

El **desarrollo e implementación de modelo piloto de producción y comercialización** de plátano y banano criollo NAMA requiere de un estudio de mercado y acercamiento con compradores/clientes de plátano y banano criollo, así como recursos para la implementación del plan de mercadeo y comercialización de

productos NAMA. Finalmente, se debe contemplar apoyo con personal de asistencia técnica para la implementación del plan de mercadeo y comercialización. Estas acciones tienen un costo de USD 27.500.

Finalmente, el **diseño e implementación del MRV de NAMA-Plátano/banano criollo** piloto, incluyendo el software para la toma de datos NAMA requiere de acciones de apoyo relacionadas con la adaptación del software del APP-NAMA-MUSÁCEAS para generar el módulo de plátano y banano criollo NAMA. Además, se incluye apoyo con personal de asistencia técnica para la capacitación de los productores en los registros NAMA y el uso del APP-NAMA-MUSÁCEAS. Estas acciones tienen un costo de USD 15.000.

Un detalle del financiamiento de cada una de las acciones de apoyo puede encontrarse en los Anexos 13-17.

8.11.8 Costos de Abatimiento

Un costo importante de estimar es el de las inversiones que se propone realizar para reducir las emisiones de GEI y aumentar las remociones. En este caso, se detallan inversiones para la compra de drones, instalación de paneles solares y siembra de árboles. En el caso del fertilizante nitrogenado, no se presentan inversiones, dado que las dos prácticas agrícolas que se proponen más bien generan una reducción en el costo operativa de las fincas, esto dado que son prácticas que hacen más eficiente las aplicaciones de fertilizante, y por ende reducen la cantidad de fertilizante requerido, además que se han cuantificado dentro de la coyuntura actual de precios extremadamente altos para los fertilizantes. Las inversiones propuestas generan una inversión por finca de USD160,639.16, lo cual, asumiendo un tamaño promedio de finca de 286.75 ha, equivale a una inversión de USD560.21/ha. El Cuadro 7 ofrece un resumen dichos costos

Cuadro 7. Resumen de acciones que requieren financiamiento para disminuir emisiones y aumentar remociones.

Acción	Monto
Reducir Minutos de Avión	\$563.610
Reducir Consumo Red Eléctrica	\$1.822.350
Aumentar remoción Árboles	\$23.627
Total	\$2.409.587
Financiamiento por finca	\$160.639,16
Financiamiento por hectárea	\$560.21

Fuente: La presente investigación.

Por su parte, en el Cuadro 8 se presenta el cálculo del costo de abatimiento en esta primera propuesta y etapa de reducción de GEI y aumento de remociones para el sector bananero. En este cálculo se está partiendo del indicador generado en el BAU y en el escenario de mitigación conservador donde se pasa de 58.8 kg de CO₂eq por tonelada producida a 45.1 kg CO₂eq, logrando una reducción de 13.7 kg de CO₂eq por tonelada producida. Asumiendo que el sector va a mantener un rendimiento de 57 TM/ha/año, y con la



inversión de USD 560.21/ha, obtenemos un indicador de USD 9.84/TM/año para lograr la reducción de 13.725 kg CO₂eq, lo que nos genera un costo de abatimiento de USD 0.7239/ kg de CO₂eq. En el caso del escenario optimista, con una reducción de 21 kg de CO₂eq por tonelada producida, el costo de abatimiento sería de USD 0.47/ kg de CO₂eq. Ahora bien, este indicador pareciera bajo, pero es el indicador para la primera etapa de reducciones en GEI y aumento de remociones, que por lo general son las más fáciles de implementar (caso del fertilizante). No obstante, conforme se vayan proponiendo mayores reducciones, sobre todo, vamos a tener rendimientos decrecientes en cuanto al costo/beneficio, de invertir o gastar para reducir emisiones.

Cuadro 8. Cálculo de costo de abatimiento.

Escenarios	Indicador GEI/REN	Reducción GEI/REN	Inversión/ha (USD)	TM/ha/año	Inversión (USD/TM/Año)	Costo Abatimiento (USD/kg-CO ₂ eq)
BAU	58.8					
Efecto de Medidas Escenario 1	45.1	13.7	560.21	57	9.84	0.72
Efecto de Medidas Escenario 2	37.8	21.0	560.21	57	9.84	0.47

Fuente: La presente investigación.

9. Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV)

En el marco de la NAMA musáceas se propone, la implementación de un sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV), que integre las agro cadenas de banano de exportación y otras musáceas. Debido a que los escenarios a 2030 generados para otras musáceas presentan emisiones de GEI menores a la línea base de banano y la información en que se basa la línea base de plátano se puede fortalecer en su amplitud en cuanto a identificar y cuantificar mejor las prácticas agrícolas, así como incorporar la información de los productores de banano criollo el presente esquema se plantea dirigido a banano de Exportación, en alineación con los esfuerzos institucionales que CORBANA viene realizando. Para el caso de las otras musáceas, se ha complementado el presente documento con un Mecanismo de MRV de acciones técnicas e institucionales encaminadas a generar las condiciones para su acoplamiento en el MRV NAMA en el futuro.

Este MRV debería estar en capacidad de integrar:

- 
- La cuantificación, monitoreo y evaluación de emisiones de GEI y remociones de carbono equivalente vinculadas con la actividad de banano de exportación del país que tengan relación con las seis medidas propuestas en el marco del presente acompañamiento.
 - Estimar variaciones en productividad de la actividad bananera de exportación al incorporar dichas medidas.
 - Los sistemas MRV de otras Musáceas, una vez que cumplan con los requerimientos técnicos e institucionales mencionados en el Anexo 1 y con ello se cuenten con escenarios de mitigación, podrán ser consideradas en el MRV de NAMA Musáceas.

El sistema MRV propuesto tiene un alcance integral para verificar aspectos relacionados a gases de efecto invernadero. De esta forma, la propuesta recrea un modelo que proporcione los requisitos para monitorear y cuantificar las emisiones de los gases de efecto invernadero y los posibles espacios de captura de carbono en los espacios de cultivo de musáceas.

Se busca que la propuesta además ofrezca una valoración integral y transparente de la reducción de las emisiones, y con ello evidencie los beneficios directos, tales como: la mitigación, la reducción de costos operativos, la planificación de buenas prácticas de agricultura, así como la evaluación de viabilidades económicas y políticas para la posible implementación de programas similares. Por tanto, el sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) será una herramienta de soporte para la toma de decisiones y será un insumo de calidad para la generación de política pública, siendo al mismo tiempo un medio para monitorear la competitividad sostenible de la actividad de musáceas en el país.

El sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) parte de los siguientes supuestos:

- Se consideran 153 fincas bananeras de exportación.
- Se asume que el 100% de las fincas serán parte del NAMA.
- Todas las fincas tienen acceso a internet y sistemas de cómputo.
- CORBANA está en capacidad de crear una aplicación (APP-NAMA- que permita a las fincas reportar sus datos, ya sea con financiamiento interno disponible para los casos de Banano de exportación o con financiamiento externo disponible para apoyar la implementación de NAMA
- Se debe definir si el APP-NAMA Musácea va a ser una aplicación con capacidad de incluir módulos para cada una de las otras musáceas (banano criollo y plátano) cuando éstas se incorporen en el MRV
- Todas las fincas cuentan con sistemas de gestión para sus certificaciones que les permite generar registros de seguimiento de los datos NAMA.
- El sistema de reporte de datos que puede crear CORBANA debería poder conectarse con el sistema SINAMEC de MINAE, apoyándose con la metodología de reporte que éste último posee. Se podrán buscar recursos y apoyos para generar esta conexión.

- 
- CORBANA puede verificar los registros NAMA que son la base del reporte que se hace al APP-NAMA-BANANO de exportación, visitando las fincas NAMA y verificando que los registros de las fincas coincidan con la información reportada

El sistema de MRV deberá tener conexión con los siguientes sistemas con el fin de ofrecer insumos para la interrelación con las acciones nacionales de política en materia de adaptación y mitigación y fortalecimiento de los sistemas de MRV y de las alianzas público-privadas en el sector.

- El Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático (SINAMECC), encargado de medir el progreso de las ambiciones climáticas nacionales.
- El Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), modelo avanzado del inventario forestal.
- El Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) en MINAE.
- El Sistema de Registro de Explotaciones Agropecuarias (SIREA) en SENASA
- Los sistemas de medición/reportes existentes en Sector Forestal en el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

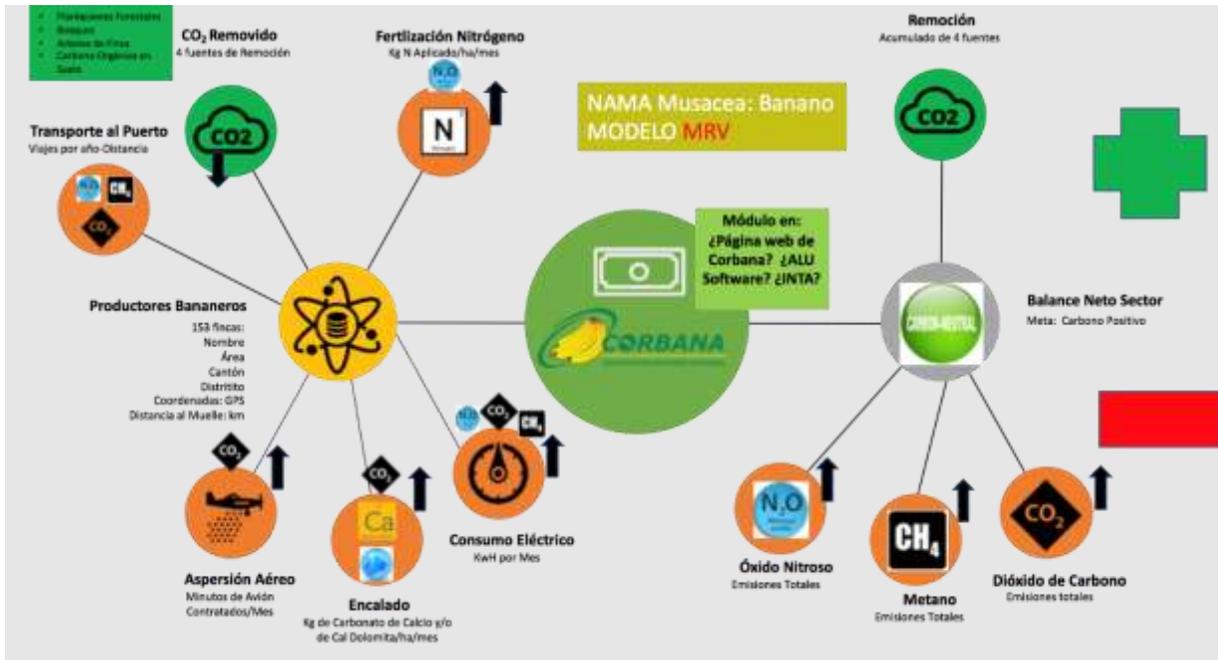
El sistema MRV se ha diseñado para ser consistente con los principios de transparencia y exhaustividad, así como bajo el principio de mejora continua tal y como se establece en las directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006), para el Inventario Nacional de GEI.

A nivel operativo, la Secretaría Técnica Dual de la NAMA estará encargada de dirigir y coordinar el sistema MRV, así como su articulación con el Sistema SINAMECC y cualquier otra iniciativa de MRV a nivel nacional vinculada con el sector musáceas

La medición que se realizará en el MRV parte de la línea base previamente levantada en el presente estudio. Para el caso de banano de exportación y banano dátil, en promedio, las emisiones generadas para el sector bananero para la serie 2000 - 2030 se cuantifican en 142,6 giga gramos-Gg de CO₂eq año⁻¹, en orden de importancia las emisiones de N₂O de las fuentes nitrogenadas corresponden al 83,4%, seguidas de las emisiones del sector de energía que incluyen el uso de avionetas para prácticas agrícolas con el 15,2% de participación, finalmente la participación de las emisiones generadas por el uso de cal aportó el 1,4%. En el caso de las remociones, dado que no se cuantificó la línea base en el estudio en mención, se ha incluido en el documento Plan de Inversión, dentro de la medida de Remociones una partida de investigación para contratar un estudio de desarrollo de línea base para definir el punto de partida en cuanto a bosques secundarios, plantaciones forestales, árboles en finca y carbono en suelo.

La siguiente figura describe las fases de Monitoreo, Reporte y Verificación, para luego detallar cada una de ellas.

Figura 22. Modelo del MRV Nama Musáceas



Fuente: La presente investigación.

Tal y como ilustra la figura, se van a monitorear 5 datos NAMA de emisiones y 4 datos NAMA de remociones. A continuación, se detalla el procedimiento.

9.1 Medición

Es a través del proceso de medición que será posible compilar los datos de las fincas que participan en las medidas NAMA. Como ha sido mencionado previamente, el sistema integrará tanto aspectos e indicadores GEI como NO-GEI con el fin de poder evaluar el desempeño de buenas prácticas agrícolas de la actividad de musáceas en Costa Rica y que evidencie beneficios, proyecciones y retos para la sostenibilidad del sector, así como acciones vinculadas al proceso de remoción.

Para este proceso de medición, la Secretaría Técnica Dual designará a cada finca participante un número de "Finca NAMA" el cual será un indicativo único para cada finca. Cada una de las fincas participantes en la NAMA informará el nombre de la persona encargada del monitoreo de datos NAMA en finca, al cual se le designará como el "Gestor NAMA" en dicha finca y estará encargado de mantener registros de datos NAMA en finca para cada uno de los años del reporte.

Complementariamente, los datos recopilados en el sistema pueden ser alimentados de fuentes externas, incluyendo datos directos de los productores, proyectos piloto, datos brindados por la empresa privada; es decir, información fidedigna que puede venir de estos espacios. Para ello tomará en consideración los



indicadores que se monitorearán por parte de cada gestor NAMA están relacionados con cada una de las cuatro medidas NAMA de la presente propuesta y se resumen en la siguiente tabla del anexo 8.

En el Cuadro 9 se presenta la plantilla modelo de reporte de los datos NAMA, incluyendo las emisiones (en naranja) y remociones (en verde). Tal y como se comentó el balance de emisiones y remociones le permitirá a la NAMA valorar si se están cumpliendo las metas y si las medidas propuestas e implementadas están siendo efectivas, esto para determinar acciones correctivas y nuevas líneas de investigación y tecnología a implementar, así como para poder reportar y promocionar al sector dentro de la estrategia de diferenciación. En el caso de las emisiones (naranja) la información se podrá reportar y armonizar con el SINAMECC.

Cuadro 9. Plantilla de Cálculo de Balance: Emisiones-Remociones.

UNIDADES	Toneladas emitidas en 365 días (Mg ⁻¹ año ⁻¹)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2eq}
Gas				
Emisión Total por Gas				
Fertilización Nitrogenada				
Enmiendas Cal				
Combustible Avión Riego Aéreo				
Combustible Transporte Fruta a Puerto				
Electricidad Plantas Empacadoras				
Plantaciones Forestales				
Bosque Secundario				
Arboles de finca				
Carbono Orgánico en Suelo				
Remoción Total por Gas				

Fuente: La presente investigación.

9.2 Reporte

El sistema de reporte requiere la integración de datos y mediciones de las emisiones de GEI y capturas de CO_{2eq}, para diferentes variables e indicadores. Ello debería facilitar la recopilación, registro y análisis de los principales impactos observados en las Fincas NAMA.

Para ello, mensualmente, el encargado de monitoreo de datos NAMA ingresará a la aplicación NAMA-BANANO para reportar en el sistema los datos NAMA. Para ello, esta persona contará con un nombre de

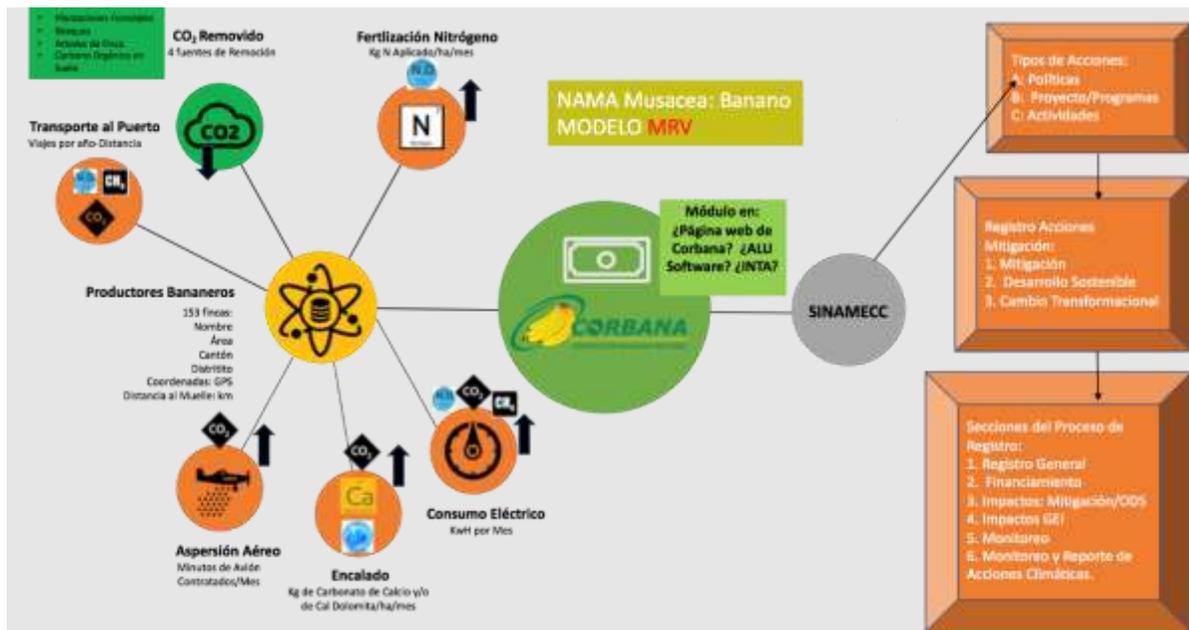
usuario y contraseña el cual será único para cada finca. En caso de reportes generales, sólo se podrán emitir por número de finca NAMA (sin nombre de finca), para establecer índices de seguimiento.

La aplicación estará interconectada con el SINAMECC de MINAE y la información que genere la aplicación será de uso exclusivo de la NAMA y únicamente las personas designadas por CORBANA podrán tener acceso a ella. Esto debería permitir realizar reportes donde se vean variaciones en las emisiones y remociones.

El sistema MRV generará 5 niveles de reporte internos: (i) Reporte General de GEI (emisiones-remociones); (ii) Reporte Específico por cada gas GEI (emisiones-remociones); (iii) Reporte por GEI por medida implementada (emisiones-remociones); (iv) Reporte a nivel general y por finca (código de finca) con GEI y meta nacional; y (v) Reporte de GEI/tonelada métrica de banano producido (emisiones-remociones).

En el caso del reporte a SINAMECC, se debe seguir los parámetros definidos por la Guía para el registro de acciones climáticas con impactos en mitigación en el Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático. Los principales parámetros que debe incluir el MRV para cumplir con esta guía, pero siendo la guía el punto de enfoque para el diseño del módulo de generación de la información a reportar al SINAMECC, se detallan en la Figura 23.

Figura 23. Esquema general de reporte del MRV al SINAMECC



Fuente: La presente investigación.



9.3 Verificación y Control de Calidad y Acciones Correctivas

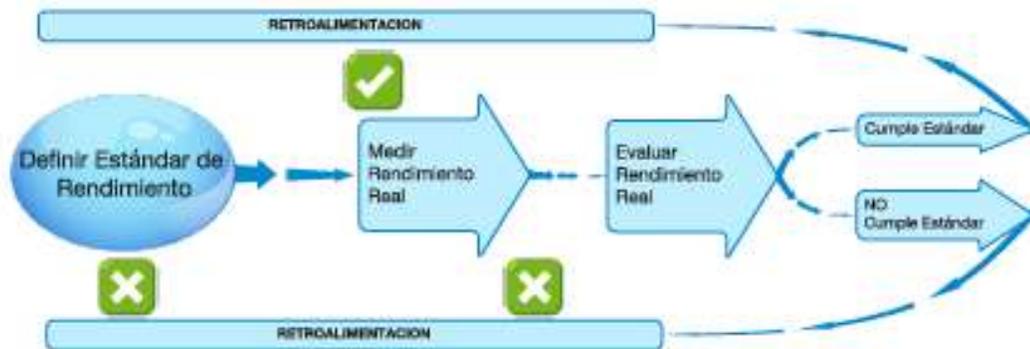
El proceso de verificación es una pieza fundamental en el sistema ya que debería garantizar la veracidad de los datos, mediciones y gestión con el fin de asegurar su transparencia y exactitud. Este proceso debería contemplar la capacidad además de que pueda ser verificado por una tercera parte (que no sea la Unidad Ejecutora de la NAMA).

CORBANA podrá hacer auditorías de los registros NAMA para verificar que los datos NAMA reportados sean consistentes con los registros de la finca. Para ello, la Corporación generará un checklist de verificación de dichos registros NAMA, así como un protocolo de auditoría de datos.

En la figura se presenta el modelo de control que en que se va a basar la mejora continua del sistema. Partiendo del establecimiento de una meta de reducción de emisiones, se va a definir el estándar de rendimiento a medir, por ejemplo, cantidad de nitrógeno aplicado por hectárea por finca. Luego se va a realizar el proceso de medición, recibiendo la información de las fincas en el APP-NAMA-Musácea, anualmente se compara el dato de nitrógeno consumido contra la meta propuesta. En caso de cumplirse la meta, se pueden establecer nuevas metas y/o dar seguimiento a la implementación de las prácticas en nuevas fincas. En caso de encontrar que no se cumple con el estándar de rendimiento, se procede a revisar el proceso, a partir d una no conformidad, para definir las oportunidades de mejora, para poder cumplir la meta.

- Las fincas podrán mes a mes llevan el inventario de su reducción de emisiones y comparar estos datos contra las metas establecidas. Para el caso de remociones, estos datos podrán inventariarse anualmente.
- CORBANA también podrá llevar el seguimiento de los datos NAMA y verificar si el estándar de emisiones y remociones propuesto se está cumpliendo o no.
- En caso de encontrar desviaciones a las metas propuestas, se deben establecer Acciones Correctivas para:
 - Realizar capacitaciones a nivel de finca para mejorar la implementación de las prácticas NAMA.
 - Modificar procedimientos de prácticas NAMA para mejorar su eficacia y eficiencia en el cumplimiento de las metas de reducción emisiones y aumento de remociones.
 - Modificar los planes de investigación para poder adaptar, mejorar o encontrar nuevas tecnologías que permitan establecer mejores prácticas NAMA, esto dentro del Mecanismo de Innovación y Transferencia de Tecnología planteado en el Plan Operacional de la NAMA Musáceas.
 - Establecer sanciones para fincas que hayan reportado información falsa.
 - Armonizar y revisar con SINAMECC las metodologías de cálculo, incluyendo la definición de Factores de Emisión específicos para la actividad. En este sentido, en el proceso de verificación SINAMECC funcionará como ente de asesoría técnica para el control de calidad y mejora continua del sistema.

Figura 24. Proceso de medición y evaluación del MRV



Fuente: La presente investigación.

Dependiendo del esquema de diferenciación al que opte el sector bananero, los reportes del MRV podrían modificarse ligeramente para facilitar los procesos de V/V. A continuación, se detalla potenciales opciones de diferenciación y ajustes necesarios en el MRV:

- **Acreditar los procesos de gestión de una finca como carbono neutral.** Para este proceso se requiere que organismos de verificación acreditados por la ECA certifiquen los procesos de gestión, acreditando el proceso como carbono neutral. Este tipo de certificación se basa en la norma "INTE B5:2016" para demostrar la Carbono Neutralidad. Así una finca puede lograr su certificación. Para este caso, el MRV estaría en capacidad de capturar datos de la fuente de emisiones y remociones, para luego estimar el balance de carbono por finca.
- **Etiquetado ambiental de banano.** Si CORBANA aplica este mecanismo, facilitaría la comercialización del BANANO/PLATANO/BANANO CRIOLLO NAMA bajo en carbono, mientras se logra una diferenciación efectiva contra el banano producido de manera tradicional. Si se opta por el etiquetado ambiental tipo I, la etiqueta simplemente distinguiría el banano sostenible del tradicional. La verificación y validación se realiza por una OV/V, el cual se basa en la Norma INTE B8:201722 (ISO 14024), evaluando varios criterios de ciclo de vida. Si se opta por el etiquetado ambiental tipo III, la etiqueta lograría una diferenciación al indicar el valor de la huella de carbono comparado con el banano tradicional. Para este etiquetado la OV/V evalúa el cumplimiento de la norma INTE B12:2017 (ISO 14025), asegurando que el procedimiento usado para calcular la huella de carbono sigue la norma 14040 sobre el Ciclo de Vida de un producto. Para ambos casos, el MRV debe complementarse con información adicional, que no depende de los productores, para luego aplicar los cálculos de emisiones por unidad de producto.
- **Etiquetado del Programa País de Carbono Neutralidad.** Este mecanismo tiene como objetivo general brindar un mecanismo oficial, avalado por el gobierno de Costa Rica, para reconocer la adecuada gestión de emisiones en productos, por medio de una declaración ambiental de producto confiable y bajo un enfoque de ciclo de vida. Este mecanismo potencializa la acción climática a través de la medición de la



huella de carbono, la reducción, y compensación del GEI bajo un enfoque de ciclo de vida del producto. Para encaminar el proceso, CORBANA debería primero calcular la huella de carbono del producto, incluyendo la adquisición de materia prima, producción, transporte, procesamiento, distribución, hasta el consumo final.

9.4 Planteamiento inicial de administración del sistema MRV

El sistema MRV debería ser administrado por CORBANA. Para esto, CORBANA deberá definir el Departamento dentro de la institución que será responsable de la administración de la información. Como punto de partida se puede mencionar que el Departamento de Estadísticas de CORBANA, que ya lleva todas las estadísticas de producción y exportación del sector bananero puede ser el responsable de la administración de la información, con el soporte del Departamento de Tecnología de la Información en el uso, mantenimiento y mejora del APP-NAMA-BANANO.

La Comisión Ambiental Bananera (CAB) deberá genera un Manual de Usuario para cada finca de banano de exportación, donde se explique cómo usar el APP-NAMA-BANANO. Basado en este Manual, se realizarán las capacitaciones de productores. Además, la CAB generará una Manual de Prácticas y Procedimiento de Manejo de la Información y Reporte que debe ser aprobado por la Comisión NAMA. Las responsabilidades de los diferentes actores del NAMA-Musáceas en el MRV son:

- CORBANA-CAB: Administrar el MRV, diseñando y desarrollando el APP-NAMA-Musáceas, desarrollando los Manuales de Procedimientos para el uso del APP, manejo de la información, reportes, retroalimentación, control de calidad y auditoría de los registros NAMA.
- MAG: Coordinación con CORBANA para la implementación del módulo de Otras Musáceas (plátano, banano criollo) en el APP-NAMA-Musáceas y la implementación por parte del MAG del MRV en las fincas piloto.
- INTA: En caso de ser posible, generar el módulo de NAMA-Musáceas, similar al de NAMA-Ganadería.
- DCC: Coordinar y revisar con CORBANA y MAG que el MRV cumpla con los requisitos para proveer la información al SINAMECC.

Dado que la información que los productores van a reportar al sistema puede ser considerada para algunas empresas como de carácter confidencial, el Procedimiento de Manejo de la Información y Reporte debe considerar este factor, para garantizar que el acceso a la información sea únicamente para personal autorizado y la información se utilice únicamente para hacer reportes de métricas de seguimiento de cumplimiento de metas, y que la información específica de cada finca no pueda brindársele a terceros sin autorización de la finca dueña de los datos.



9.5 Identificación de fuentes de emisión y remociones de carbono

Las fuentes de emisión y secuestro de carbono que se identificaron y se van a medir en este sistema MRV parte del análisis realizado con los técnicos de CORBANA y MAG sobre el proceso productivo, analizando todos las actividades e insumos utilizados en el proceso y como la forma en que se realizan las prácticas agrícolas en campo, las prácticas de empaque y las prácticas de transporte al puerto. En cada caso se determinó si el proceso/actividad genera una emisión y/o remoción de GEI y se hizo una cuantificación de la cantidad emitida por todo el sector, usando datos de cantidad de productores, área en producción por finca, y datos de producción. A la vez, se usaron parámetros de consumo de insumos promedio para: fertilizante y cal. En el caso de aspersión aérea y consumo de electricidad se usó el parámetro de consumo de combustible para una finca modelo (San Pablo-CORBANA). En el caso de transporte de fruta al puerto se usó datos promedio de distancia al puerto. En el caso de las remociones, aunque no se cuantificaron en la línea base, si se valoró la existencia de plantaciones forestales y bosques en fincas de muchos productores, así como la existencia en cantidad considerable de árboles en fincas para paisajismo y como barreras protectoras. Finalmente, se consideró la realidad que el sector realiza rutinariamente (al menos una vez al año) análisis de suelos y por ende la medición de carbono en suelo es factible. El análisis de medición de carbono en suelo se realizará cada 3 años.

9.6 Metodología de cálculo de indicadores a utilizar

Con el fin de monitorear el desempeño del NAMA en el tiempo bajo este sistema de monitoreo y revisión, se utilizarán indicadores identificados de manera apropiada con respecto a la actividad de musáceas. Los indicadores se encuentran alineados con cada una de las medidas sugeridas. Potencialmente, estos indicadores permitirán a la Secretaría Técnica Dual calcular las variaciones en emisiones y en remociones derivados de la NAMA.

Las variables seleccionadas para el cálculo de emisiones fueron elegidas para asegurar una medición rigurosa y precisa de los posibles cambios a observar a causa de la implementación de la NAMA.

10. Consideraciones finales

Costa Rica ha demostrado tener ambiciones climáticas relevantes en materia de mitigación en el sector agropecuario. Los diferentes marcos de política nacional, así como lo comprometido en la esfera internacional dan prueba de ello. En este contexto, el país ha priorizado como una cadena importante de trabajo para la reducción de emisiones las actividades vinculadas con la producción de musáceas

El transitar hacia esquemas de producción de musáceos bajos en emisiones reviste de una complejidad importante. Implica no solo tener claro el estado actual de la línea base de producción de musáceas del país



sino también determinar las medidas que se buscan implementar para realizar dicha reducción, así como las iniciativas de asistencia técnica, innovación, comercialización y financieras requeridas para llegar a buen puerto. En este contexto, implica además poder contar con una gobernanza ágil y efectiva que permita adoptar los cambios necesarios es crítico.

Existen las condiciones y la voluntad política que facilitan la adopción de medidas que contribuyen a la reducción de emisiones del sector de musáceas como las priorizadas en el presente documento, a saber: (i) mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo, (ii) reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes, (iii) reducir las emisiones de óxido nitroso generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita en los programas de nutrición de suelos y (iv) reducir el consumo de energía RED – ICE.

Para alcanzar tal objetivo se ha propuesto un plan piloto de 2 años, donde se van a intervenir 15 fincas distribuidas en las regiones productoras y clasificadas por tamaño y sistema de producción. En el escenario conservador, se asume que se transformará el equivalente a 26.380 ha (60% del área nacional sembrada). En el escenario optimista, se asume que las condiciones de movilización de recursos serán apropiadas con lo cual se logrará transformar 43.443 hectáreas (100% del área nacional). Adicionalmente, se realizarán escalamientos secuenciales cada año durante los próximos 6 años. El alcance de los escalamientos dependerá de las condiciones creadas durante el plan piloto, y de los apoyos nacionales e internacionales recibidos. Con el escenario conservador, se espera lograr transformar el 60 % del área productiva nacional durante 2023 - 2032.

De esta manera, la presente NAMA diseñada contribuye al proceso de descarbonización de la economía en Costa Rica al mismo tiempo que contribuye con las ambiciones climáticas del país en materia de reducción de emisiones en el sector agrícola del país

11. Referencias bibliográficas

- [1] Acuerdo de París, (2015). Recuperado de: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- [2] Álvarez, E; Pantoja, A; Lederson G y Ceballos G (2010) La Sigatoka negra en plátano y banano. Guía para el reconocimiento y manejo de enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- [3] BCIE (2021). Mipymes. Recuperado de: <https://www.bcie.org/topicos/mipymes>.
- [4] Bolaños, E. (2021). Comunicación personal del 13 de noviembre del 2021 al 17 de noviembre del 2021.
- [5] Cámara de insumos agropecuario. (2021). Quienes somos. Recuperado de <https://www.insumoscr.com/>
- [6] CEPAL (2021). Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe. Recuperado de: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>
- [7] CORBANA, (2021) (b) 53% de las fincas banaeras en Costa Rica están certificadas como Carbono Neutral. Recuperado de: <https://www.corbana.co.cr/5219-2-2-2-2-2/>
- [8] CORBANA, (2021). Informe de la Sección de Estadísticas de CORBANA facilitado por Omar Sánchez el 06 de octubre del 2021.
- [9] CORBANA. (2021). Acerca del banano en Costa Rica. Recuperado de: <https://www.corbana.co.cr/banano-de-costarica-2/>
- [10] Davis, Kristin E., Babu, Suresh C., Ragasa, C. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2020. Agricultural Extension: Global Status and Performance in Selected Countries.
- [11] Decreto N°23609-MAG, 1994. Crea y Regula Fideicomiso del Impuesto Bananero (US \$ 0,02) Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=23133&nValor3=24504&strTipM=TC
- [12] Escobedo Aguilar, A. (2010). Cadena productiva de banano criollo (Gros Michel) de Costa Rica. Recuperado de: <http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/cp%20de%20banano%20criollo.pdf>
- [13] Gobierno de Costa Rica, (2018). Plan Nacional de Descarbonización. Recuperado de: <https://cambioclimatico.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion/>
- [14] Estrategia Nacional de Bioeconomía 2020-2030 de Costa Rica. Disponible en: https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/resumen_ejecutivo_estrategia_nacional_de_bioeconomia.pdf
- [15] INCAE y Centro Latinoamericano para la Competitividad y Desarrollo Sostenible (2019). Índice de progreso social- Recuperado de <https://www.incae.edu/es/clacds/proyectos/indice-de-progreso-social-cantonal-2019.html>
- [16] IINGEI (2017) inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Disponible en: <https://cambioclimatico.go.cr/inventario-nacional-de-gases-de-efecto-invernadero-ingei/>

- 
- [17] Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (2020). Factores de Emisión de gases de efecto Invernadero. Décima Edición. Disponible en: <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/factores-de-emision-gei-decima-edicion-2020/>
- [18] Informe de la auditoría operativa sobre la eficacia de las acciones realizadas por el sector agropecuario para la mitigación. Adaptación y gestión del riesgo del cambio climático. 2016. Disponible en: https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2016/SIGYD_D_2016000842.pdf
- [19] IPCC (2019) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- [20] Ley de creación de la Corporación bananera Nacional. Ley 4895. Recuperada de: <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/ley-no-4895-ley-organica-de-la-corporacion-bananera-nacional-corbana-lex-faoc136209/>
- [21] Ley de creación de la Corporación bananera Nacional. Ley 4895. Recuperada de: <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/ley-no-4895-ley-organica-de-la-corporacion-bananera-nacional-corbana-lex-faoc136209/>
- [22] Ley 7147, (1990). Recuperada de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=10009&nValor3=10712&strTipM=TC
- [23] Ley 7575, (1996)- Ley Forestal. Disponible en: http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/Ley_Forestal_Costa_Rica.pdf
- [24] MAG. (2016). Agenda Agroambiental. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/asuntos-internacionles/agenda-agroambiental-final-aprobada.pdf>
- [25] MAG (2018). Información provista por Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Musáceas del MAG, Enero 2018. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/asuntos-internacionles/Nota-Conceptual-NAMA-Musaceas.pdf>
- [26] MAG. (2020). Caracterización Regional de la Región de Desarrollo Huetar Caribe. Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/regiones/rha/Caracteriazacion-regional.pdf>
- [27] MICITT. (2020). Estrategia Nacional de Bioeconomía. Recuperado de: https://micit.go.cr/sites/default/files/resumen_ejecutivo_estrategia_nacional_de_bioeconomia.pdf
- [28] MIDEPLAN. (2019). Plan nacional de desarrollo y de inversión pública del bicentenario. Recuperado de <http://www.da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/Plan-Nacional-de-Desarrollo-e-Inversiones-P%C3%BAblicas-2019-2022.pdf>
- [29] MIDEPLAN. (2017). Estadísticas regionales. Recuperado de: <http://obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/indicadores-y-estadisticas/mideplan/349--125/file>
- [30] MINAE(2015). Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Cosa Rica. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cos187669.pdf>
- [31] MINAE Y IMN (2021). Inventario Nacional de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de Gases de Efecto Invernadero de Costa Rica, 1990-2017. Disponible en: <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/inventariogeicostarica2017/>

- 
- [32] MINAE y MAG (2016). Agenda agroambiental Sector agropecuario y de Desarrollo de los Territorios Rurales-Sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial. Recuperado de:
<http://www.mag.go.cr/asuntos-internacionales/agenda-agroambiental-final-aprobada.pdf>
- [33] MINAE. (2018). Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles. Recuperado de:
<http://www.digeca.go.cr/areas/politica-nacional-de-produccion-y-consumo-sostenibles>
- [34] Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (2009). Estrategia Nacional de Cambio Climático. San José, Costa Rica: Editor Calderón y Alvarado S. A. Recuperado de:
<https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/ENCC.pdf>
- [35] Plan Nacional de Desarrollo y de inversión Pública del Bicentenario 2019 – 2022 de Costa Rica. Disponible en: <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/Plan-Nacional-de-Desarrollo-e-Inversiones-Públicas-2019-2022.pdf>
- [36] Plan Nacional de Descarbonización 2018 – 2050 de Costa Rica. Disponible en: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf?x76782>
- [37] Russo, R. (2009). Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Unidad de Carbono Neutro, Universidad EARTH. Limón, Costa Rica.
- [38] Vallejo, M. y Blanco, A (2020). Lineamientos para el diseño de NAMA musáceas. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E14-11076.pdf>

Anexos

Anexo 1 Resumen Acciones de apoyo y articulación a las medidas NAMA - Banano.

Tipo	Medida	Acción	Monto	Subtotal
Medida	Reducción Nitrógeno	Investigación	\$35,000	
		Investigación	\$35,000	
		Asistencia Técnica	\$22,950	\$92,950
Medida	Reducción Cal	Investigación	\$35,000	
		Investigación	\$35,000	
		Asistencia Técnica	\$22,950	\$92,950
Medida	Uso de Drones	Investigación	\$70,000	
		Compra de drones	\$60,000	
		Asistencia Técnica	\$30,600	\$160,600
Medida	Paneles Solares	Estudio Técnico	\$15,000	
		Promoción y capacitación	\$10,000	\$25,000
Medida	Remoción: Bos-Pla-Arb-Sue	Estudio Técnico	\$10,000	
		Programa de Siembra	\$20,000	
		Investigación	\$35,000	\$65,000
Apoyo	MRV	APP_NAMA-Musacea	\$20,000	
		Capacitación	\$10,000	
		Mantenimiento	\$18,000	\$48,000
Apoyo	Mercadeo	Plan de mercadeo	\$12,500	
		Diseño	\$8,000	
		Promoción	\$52,500	\$73,000
			TOTAL	\$557,500

Fuente: Presente investigación.

Anexo 2 Resumen Acciones de apoyo y articulación a las medidas NAMA - Otras Musáceas-Plátano/Banano Criollo

Tipo	Medida	Acción	Monto	Subtotal
Apoyo	Línea BASE	Estudio de Campo	\$7,500	
	Piloto	BAU	\$7,500	\$15,000
Apoyo	Fortalecimiento Piloto	Diagnóstico y plan MAG	\$15,000	
		Diagnóstico y plan Asociaciones	\$15,000	
		Asistencia Técnica	\$20,000	\$50,000
Apoyo	Capacitación NAMA Piloto	Manual	\$7,500	
		Plan de capacitación	\$5,000	
		Asistencia Técnica	\$10,000	\$22,500
Apoyo	Mercadeo Piloto	Estudio de Mercado	\$10,000	
		Implementación Plan	\$7,500	
		Asistencia Técnica	\$10,000	\$27,500
Apoyo	MRV	Adaptación	\$5,000	
		Asistencia Técnica	\$5,000	
		Asistencia Técnica	\$5,000	\$15,000
			TOTAL	\$130,000

Fuente: Presente investigación.

Anexo 3 Categoría de las acciones NAMA y su justificación

Categoría	Justificación
Divulgación y comunicación al productor y al consumidor	Es importante que los productores estén informados sobre los aspectos técnicos, evolución y resultados generados con las tecnologías promovidas. De especial importancia es realizar compañías de concientización a los consumidores sobre las musáceas producidas en Costa Rica bajo estándares sostenibles, tanto dentro como fuera del país
Proyectos piloto	Las fincas pilotos permitirán realizar transferencia de medidas baja en carbono a líderes de opinión en el sector, demostrando la factibilidad técnica y económica de estas medidas, y así demostrando viabilidad para escalar en todo el país.
Investigación, innovación y Desarrollo	El proyecto piloto será utilizado para montar parcelas demostrativas y experimentales, con las cuales se puede documentar técnica y científicamente el impacto de las medidas de mitigación priorizadas para la NAMA. Las acciones NAMA en esta categoría también deben estar dirigidas a probar y modelar el potencial de mitigación de otras medidas o paquete de intervención que los técnicos de CORBANA consideren relevantes.
Servicios técnicos	Los servicios de extensión son centrales para lograr la transformación. Sin embargo, es necesario fortalecer los conocimientos de los técnicos respecto a la producción baja en carbono, y alinear los servicios técnicos que ofrece CORBANA con la NAMA e identificar nuevos servicios habilitadores de la transformación.
Fortalecimiento de CORBANA y MAG para impulsar la NAMA y los mecanismos de financiamiento	CORBANA tiene un largo recorrido asistiendo la producción de musáceas, logrando importantes resultados. Sin embargo, es importante reforzar su capacidad para gestionar y monitorear los outputs propuestos en la teoría de cambio. Por ejemplo, asesoramiento en la gestión de recursos nacionales e internacionales, etc. Además, es importante generar dichas capacidades también en el MAG, específicamente el Dirección Regional Huetar Norte.
Comercialización y certificación	CORBANA durante el plan piloto asignará recursos para adaptar estándares internacionales de banano sostenible a las condiciones nacionales para uniformizar el significado de un "banano sostenible, verde o bajo en carbono." El banano producido bajo los estándares de la certificación podría comercializarse en el mercado como un banano diferenciado. Por tanto, es importante que el plan piloto asigne recursos para educar al consumidor, tanto internacional como nacional.
Monitoreo Reporte Verificación	El MRV es un componente esencial de la NAMA, garantía de transparencia y cuya implementación tiene un costo asociado. Permite además sustentar los apoyos al productor condicionado a la adopción (uso) de la tecnología.



Entre el costo fijo, existe un costo inicial de inversión para la elaboración y puesta en funcionamiento del Sistema de Información y mantenimiento del sistema, así como la realización de un estudio de línea de base del sector musáceas al menos cada dos años.

Administración y finanzas

La NAMA debe tener una unidad ejecutora instalada en CORBANA, la cual facilite la ejecución del proyecto, documente e informe a los cooperantes, a su vez deberá auditar los procesos en las organizaciones encargadas de la implementación a nivel regional. También podrá brindar información necesaria a otras instancias gubernamentales y viceversa.

Fuente: Presente investigación.

Anexo 4 Estimación de costos en de las acciones de la NAMA en banano

Descripción	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fincas por año	15	15	15	15	15	17	15	15	15	16
Hectáreas por año	4301.1	4301.1	4301.1	4301.1	4301.1	4874.58	4301.1	4301.1	4301.1	4159.62
Fincas acumuladas	15	30	45	60	75	92	107	122	137	153
Hectáreas acumuladas	4301.1	8602.2	12903.3	17204.4	21505.5	26380.08	30681.18	34982.28	39283.38	43443
% acumulado	10%	20%	30%	40%	50%	61%	71%	81%	90%	100%
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investigación y Transferencia de Tec	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000	\$320,000
Asistencia Técnica	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500	\$76,500
Promoción y capacitación	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000
MRV	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000	\$38,000
Mercadeo	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000	\$73,000
Siembra de Arboles	\$30,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000
Administración y finanzas	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000	\$20,000
Total Apoyo y Articulación Medidas	\$577,500	\$567,500								
Acumulado	\$577,500	\$1,145,000	\$1,712,500	\$2,280,000	\$2,847,500	\$3,415,000	\$3,982,500	\$4,550,000	\$5,117,500	\$5,685,000
Apoyo/ha (\$/ha)	\$134.27	\$131.94	\$131.94	\$131.94	\$131.94	\$116.42	\$131.94	\$131.94	\$131.94	\$136.43

Fuente: Presente investigación.

Anexo 5 Estimación de costos en de las acciones de la NAMA en plátano y banano criollo

Descripción	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fincas por año	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Hectáreas por año	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720
Fincas acumuladas	240	480	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
Hectáreas acumuladas	720	1440	2160	2880	3600	4320	5040	5760	6480	7200
% acumulado	6%	11%	17%	23%	28%	34%	40%	45%	51%	56%

Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investigación y Transferencia de Tec	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500	\$122,500
Asistencia Técnica	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000	\$30,000
Promoción y capacitación	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000	\$5,000
MRV	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000
Mercadeo	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500	\$27,500
Siembra de Arboles	\$0	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Administración y finanzas	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500	\$7,500
Total Apoyo y Articulación Medidas	\$207,500	\$217,500								

Acumulado	\$207,500	\$425,000	\$642,500	\$860,000	\$1,077,500	\$1,295,000	\$1,512,500	\$1,730,000	\$1,947,500	\$2,165,000
Apoyo/ha (\$/ha)	\$288.19	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08	\$302.08

Fuente: Presente investigación.

Anexo 6 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Protección de Bosques de fincas y desarrollo de plantaciones forestales para uso en tarimas.	Estudio Técnico	Estudio	1	\$10,000	\$10,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO CARBON FUND
Programa de Inventario de arboles en zonas de abandono, colindancias, zonas urbanas, barreras	Programa	Programa	2	\$10,000	\$20,000	Logística	CORBANA	CORBANA/BIO CARBON FUND
Investigación de Procedimiento de Coberturas en Suelo	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	1	\$35,000	\$35,000	Escala	CORBANA	CORBANA/BIO CARBON FUND
Total Acción					\$65,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 7 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y cal dolomita

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Investigación de Procedimiento de Aplicación	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	1	\$35,000	\$35,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Investigación de Fuentes: Caliza, Dolomita, Oxido de Calcio	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	1	\$35,000	\$35,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Asistencia Técnica a productores para implementar medidas NAMA	Visitas a fincas y charlas de capacitación	Ensayo	153	\$150	\$22,950	Escala	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Total Acción					\$92,950			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 8 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Investigación de Procedimiento de Aplicación: Drones	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	2	\$35,000	\$70,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Compra de drones para Investigaciones + Finca San Pablo	Compra de Drones	Unidad	2	\$30,000	\$60,000	Escala	CORBANA	BIOFUND/NAMA FACILITY/IKI
Asistencia Técnica a productores para implementar medidas NAMA	Visitas a fincas y charlas de capacitación	Unidad	153	\$200	\$30,600	Escala	CORBANA	CORBANA
Total Acción					\$160,600			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 9 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir las emisiones de óxido nitroso (N₂O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Investigación de Procedimiento de Aplicación	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	1	\$35,000	\$35,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Investigación de Fuentes de Nitrógeno	Ensayo de campo con análisis estadístico de	Ensayo	1	\$35,000	\$35,000	Planifi	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Asistencia Técnica a productores para implementar medidas NAMA	Visitas a fincas y charlas de capacitación	Visitas	153	\$150	\$22,950	Escala	CORBANA	CORBANA/BIO FUND/NAMA FACILITY/SUPE RMERCADOS
Total Acción					\$92,950			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 10 Acciones de apoyo a la implementación de medidas NAMA en reducir el consumo de energía: Red Eléctrica

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Capacidad: Estudio Técnico para determinar capacidad del sistema según Reglamento ICE.	Estudio Técnico	Estudio	1	\$15,000	\$15,000	Planifi	CORBANA	BIOFUND/NAMA FACILITY
Promoción y capacitación de productores sobre factibilidad de Paneles Solares	Capacitación	Programa	4	\$2,500	\$10,000	Logística	CORBANA	CORBANA/NAMA FACILITY
Total Acción					\$25,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 11 Acciones de apoyo a la articulación de NAMA en Diseñar y operativizar el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Desarrollo de software para APP-NAMA-Musáceas (Carbon Box / INTA)	Software para registro, captura (base de datos) y	Software	1	\$20,000	\$20,000	Planifi	CORBANA/ MINAE	NAMA FACILITY
Capacitación de Usuarios en el uso del APP-NAMA-MUSACEA	Programa	Programa	1	\$10,000	\$10,000	Logística	CORBANA/ MINAE	NAMA FACILITY
Mantenimiento de software y base de datos	Servicio de Mantenimiento	Servicio	12	\$1,500	\$18,000	Logística	CORBANA/ MINAE	NAMA FACILITY
Total Acción					\$48,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 12 Acciones de apoyo a la articulación de NAMA en Mercadeo y diferenciación del sector bananero por medio de NAMA Musáceas

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Desarrollo de plan de mercadeo y promoción	Plan con estrategia, objetivos, mercados,	Plan	1	\$12,500	\$12,500	Planifi	CORBANA/ MAG	NAMA FACILITY
Diseño de logo, página web, redes sociales para promoción de NAMA	Página Web, Instagram, Facebook,	Productos	4	\$2,000	\$8,000	Planifi	CORBANA/ MAG	NAMA FACILITY
Desarrollo de sellos NAMA, logos NAMA en cajas y visitas a Ferias	Diseño de sellos, logos para cajas y promociones	Productos	3	\$17,500	\$52,500	Logística	CORBANA/ MAG	NAMA FACILITY
Total Acción					\$73,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 13 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas en línea Base (BAU)

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Realizar inventario de prácticas agrícolas en fincas de plan piloto para determinar emisiones y remociones	Estudio de Campo	Estudio	1	\$7,500	\$7,500	Planifi	MAG	NAMA FACILITY
Realizar BAU de emisiones y remociones	Estudio Técnico	Estudio	1	\$7,500	\$7,500	Planifi	MAG	NAMA FACILITY
Total Acción					\$15,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 14 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Fortalecimiento de Asistencia Técnica y Asociatividad

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Diagnóstico y plan de Fortalecimiento de MAG-PITA-IMAS de Zona Caribe y programas de Asistencia Técnica a Plataneros	Estudio Diagnóstico y Plan	Estudio	1	\$15,000	\$15,000	Planifi	MAG/IMAS	NAMA FACILITY
Diagnóstico y plan de Fortalecimiento de Asociatividad de Productores de Plátano de la Zona Caribe.	Estudio Diagnóstico y Plan	Estudio	1	\$15,000	\$15,000	Planifi	MAG/IMAS	NAMA FACILITY
Asistencia Técnica del MAG/IMAS para promover y fortalecer las Asociaciones de Productores	Asistencia Técnica	Visitas	100	\$200	\$20,000	Escala	MAG/IMAS	NAMA FACILITY
Total Acción					\$50,000			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 15 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Plan de Capacitación en Buenas Prácticas NAMA.

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Desarrollo de contenidos de Buenas Prácticas NAMA (BPN) por parte de CORBANA-PITTA-MAG	Manual de Procedimientos	Manual	1	\$7,500	\$7,500	Planifi	MAG/PITTA/CORBANA	NAMA FACILITY
Desarrollo de Plan de Capacitación y Asistencia Técnica en BPN para los productores	Plan de Capacitación	Plan	1	\$5,000	\$5,000	Planifi	MAG/PITTA/CORBANA	NAMA FACILITY
Asistencia Técnica y Capacitación de Productores en BPN	Asistencia Técnica y Charlas	Visitas	100	\$100	\$10,000	Escala	MAG	NAMA FACILITY
					Total Acción			\$22,500

Fuente: Presente investigación.

Anexo 16 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas MRV

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Adaptación del Modelo MRV de Banano según los hallazgos del BAU Plátano e inclusión de Módulo Plátano en APP-NAMA	Modelo	Modelo	2	\$2,500	\$5,000	Planif	MAG/CORBANA/MINAE	NAMA FACILITY
Asistencia a Productores NAMA sobre Registros NAMA	Asistencia Técnica	Visitas	50	\$100	\$5,000	Logística	MAG/CORBANA/MINAE	NAMA FACILITY
Asistencia Técnica a productores NAMA Plátano sobre APP-NAMA-Plátano	Asistencia Técnica	Visitas	50	\$100	\$5,000	Logística	MAG/CORBANA/MINAE	NAMA FACILITY
					Total Acción			\$15,000

Fuente: Presente investigación.

Anexo 17 Acciones de apoyo a la articulación plan piloto pequeña escala NAMA-Musáceas Plan de Mercadeo y Comercialización de productos NAMA.

Actividad/Política	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor	Tipo	Responsable	Financiamiento
Estudio de Mercado y Acercamiento con compradores de plátano de finca NAMA en plan Piloto y otros compradores	Estudio Técnico	Estudio	1	\$10,000	\$10,000	Planifi	MAG/PAI/PI MA	NAMA FACILITY
Desarrollo de Plan de Mercadeo y Comercialización de Productos NAMA Plátano	Plan	Plan	1	\$7,500	\$7,500	Logistica	MAG/PAI/PI MA	NAMA FACILITY
Asistencia Técnica para Implementación de Plan de Mercadeo y Comercialización	Asistencia Técnica	Visitas	100	\$100	\$10,000	Escala	MAG/PAI/PI MA	NAMA FACILITY
Total Acción					\$27,500			

Fuente: Presente investigación.

Anexo 18 Registro de emisiones a levantar según medida

Medida	Registro de emisiones/remociones a levantar
Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.	<u>Bosque Secundario</u> Área de bosque Edad del bosque Inscrito en PSA de FONFAIFO: SI/NO
	<u>Plantación Forestal</u> <ul style="list-style-type: none"> Área de plantación Especies Edad de la plantación Nivel de extracción (m³ rollizo) Inscrito en PSA de FONFAIFO: SI/NO
	<u>Arboles protección/paisajismo</u> <ul style="list-style-type: none"> Inventario inicial de árboles: marchamo NAMA Datos biométricos: DAP-Altura. Registro de siembra de árboles.
	<u>Carbono en Suelo</u> Registro con: Informe Análisis de Suelos en Finca. Cada 3 años.
Reducir las emisiones de dióxido de carbono generadas por los aviones durante las aspersiones aéreas en los programas de control de Sigatoka a partir de tecnologías más eficientes	<u>Aplicaciones aéreas</u> Registro con: Número de Ciclo, Fecha de Aplicación, Minutos totales que duró la aplicación, sumatoria de minutos de avión. Registro de aplicación de fungicidas riego aéreo. Facturas de compra de servicio avioneta y/o registro de gasto minutos de avioneta (empresas con avionetas propias).



Reducir las emisiones de óxido nitroso (N ₂ O) generadas por la aplicación de nitrógeno en el proceso de fertilización y reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), generadas por la aplicación de carbonato de calcio y dolomita en los programas de enmiendas al suelo	<p data-bbox="553 226 760 254"><u>Nutrición-Nitrógeno</u></p> <p data-bbox="621 279 1360 489">Registro con: Número de Ciclo, Fecha de Aplicación, Área total aplicada, Fuente nitrogenada (sintética, orgánica), Cantidad de nitrógeno aplicado, número de factura de compra de fertilizante, sumatorio de cantidad de nitrógeno. Registro de aplicación de Fertilizante. Facturas de compra de Fertilizante.</p> <p data-bbox="553 514 1036 541"><u>Enmiendas-Cal (Carbonato de Calcio, Dolomita)</u></p> <p data-bbox="621 567 1360 737">Registro con: Número de Ciclo, Fecha de Aplicación, Área total aplicada, Fuente de Cal, Cantidad de cal aplicada, número de factura de compra de Cal, sumatoria de cantidad de cal. Registro de aplicación de Cal. Facturas de compra de Cal.</p>
--	--

Reducir el consumo de energía: Red Eléctrica	<p data-bbox="553 783 938 810"><u>Energía eléctrica plantas empacadoras</u></p> <p data-bbox="621 835 1360 934">Registro con: Número de Factura, Mes, KWh facturados, sumatoria de KWh. Facturas de servicio eléctrico ICE.</p>
---	--

Nota: Se recomienda incorporar registro de medición de combustible fósil que deriva del transporte de fruta al puerto debido a que se considera en la línea base y es una fuente de emisiones GEI del sector. Para ello podrían considerarse registros como número de factura, mes, viajes al puerto, distancia de finca al puerto, así como facturas de servicios de transporte al puerto.

Fuente: la presente consultoría

Anexo 19 Parámetros de medición para la medida 1: Mantener y/o aumentar el nivel de remoción de Dióxido de carbono por medio de plantaciones forestales-bosques-árboles-carbono en suelo.

Tal y como se observa en la Figura 25, para las remociones se han definido 4 fuentes de remoción: (i) bosque secundario, plantaciones forestales, árboles en finca y carbono en suelo.



Figura 25. Plantilla de Cálculo de Balance: Emisiones-Remociones



Fuente: La presente investigación.

Para el caso de esta medida, es necesario hacer varios cálculos relacionados con las fuentes de remoción antes mencionadas.

Bosque Secundario: Definición: Según la Ley 7575 de Costa Rica, Artículo 3, inciso D (Ley Forestal) se define como bosque : Ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos o más hectáreas, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más doseles que cubran más del setenta por ciento (70%) de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea de quince o más centímetros de diámetro medido a la altura del pecho (DAP).

Siguiendo los parámetros del IPCC-2019 establecidos en el Capítulo 4 vinculado con Áreas de bosque (IPCC, 2019); el carbono fijado por los bosques secundarios que actualmente protegen las fincas bananeras se puede determinar siguiendo la siguiente fórmula.

Fórmula para el cálculo del carbono fijado por los bosques secundarios.

$$RCO_{2e_t} \text{ ton ha}^{-1} = (BTSS_t - BTSS_{t-1}) * 1.25 * 0.47 * (44/12)$$

Donde:

RCO_{2e_t} = es la cantidad de CO₂e removido en ton por ha, en el periodo t

$BTSS_t$ = Biomasa total (materia seca) sobre el nivel de suelo, en Mg ha⁻¹, en el periodo t

$BTSS_{t-1}$ = Biomasa total (materia seca) sobre el nivel de suelo, en Mg ha⁻¹, en el periodo anterior t-1

1.25 = Transforma la biomasa sobre el nivel de suelo acumulado en un año a biomasa arriba y abajo del suelo. (fuente, INGEI).

0.47 = Transforma la biomasa (materia seca) arriba y debajo de suelo en C

44 = peso molecular del CO₂

12 = peso molecular del C

Lo anterior a partir de la fórmula de Cifuentes (2008):

$$BTSSt, \text{ Mg ha}^{-1} = B_{\text{max}} * [1 - \exp * (-b_1 * t)]^{b_2}$$

Donde:

Tipo de bosque	Bmax	b1	B2
Tropical húmedo	262,1	0,0348	1
Tropical Premontano Húmedo, Transición a Basal - Atlántico	285,3	0,0316	1
Tropical muy húmedo	445,0	0,0186	1

Fuente: Cifuentes (2008).

Plantaciones forestales: Definición: Según la Ley 7575 de Costa Rica, Artículo 3, inciso F (Ley Forestal) se define como plantación forestal: *Terreno de una o más hectáreas, cultivado de una o más especies forestales cuyo objetivo principal, pero no único, será la producción de madera.*

La remoción anual de las plantaciones forestales puede ser calculada de la siguiente forma:

Fórmula para el cálculo de la remoción anual de las plantaciones forestales.

$$CO_{2eq} \text{ PlanFor}_r = A_{\text{planfor}} * MS_{\text{rplanfor}} * 0,47 * (44/12)$$

Donde:

$CO_{2eq} \text{ PlanFor}_r$ = dióxido de carbono equivalente removido en la plantación, Ton CO_{2eq} finca⁻¹año⁻¹

A_{planfor} = área total de plantación forestal, hectáreas

MS_{rplanfor} = aumento materia seca en la plantación forestal por año, ton ha⁻¹año⁻¹

0,47 = contenido de carbono de la biomasa (materia seca) del bosque, %

44 = peso molecular del CO_2

12 = peso molecular del C

Fuente: IPCC (2019) y Russo (2009).

Factor de Emisión:

En el Cuadro 10, se presenta el cálculo de remoción anual de una hectárea de plantación forestal para 2 especies usadas en Costa Rica en la zona Caribe y para otras especies.



Cuadro 10. Cálculo de CO_{2eq} removido por 1 ha de Plantación Forestal.

Zona Ecológica	Región	Estado/Condición	Aumento Biomasa Sobre Suelo	Carbono	CO _{2eq}
			Ton ms ha ⁻¹ año ⁻¹	Ton C ha ⁻¹ año ⁻¹	Ton CO _{2eq} ha ⁻¹ año ⁻¹
Bosque Lluvioso Tropical	Norte y Sur de América	<i>Gmelina arborea</i>	12,54	5,89	21,61
		<i>Vochysia guatemalensis</i>	11,6	5,45	19,99
		Otras especies	11,6	5,45	19,99

Fuente: INGEI (2017).

Árboles en finca. Las fincas bananeras presentan zonas en las cuales se han sembrado árboles como barreras de protección para el riego aéreo ubicadas en bordes de caminos, canales, zonas industriales, zonas de habitación y/o comunidades cercanas. Además, las zonas industriales, de habitación y recreación dentro de las fincas se embellecen (paisajismo) con árboles. Dada esta realidad, se propone hacer un inventario de los árboles en fincas NAMA, en dónde se identifiquen todos los árboles de las fincas (Marchamo-NAMA) y además se identifica la especie y se mide del diámetro a la altura del pecho y la altura de cada árbol.

Para ello, las ecuaciones de Russo 2009 son un abordaje útil para realizar dichas estimaciones.

Cálculo de CO_{2eq} removido por 1 ha de Plantación Forestal.

Volumen del Fuste:

$$V = DAP^2 * 0,7854 * A$$

Donde:

V = volumen del fuste en metros cúbicos, m³

DAP = diámetro a la altura del pecho (1,0 m), metros

A = altura del árbol, metros

0,7854 = constante

Carbono en el Fuste:


$$CF = V * 0,47 * 0,5$$

Donde:

CF = carbono en el fuste,

0,47 = contenido de carbono en materia seca de la madera

0,5 = altura del árbol, metros

Carbono en la Biomasa total del árbol (fuste, hojas, ramas, raíces):

$$CA = CF * 1,5$$

Donde:

CA = carbono total en la biomasa del árbol,

1,5 = factor de expansión por raíces, hojas, ramas.

Dióxido de Carbono Equivalente (CO_{2eq}) del árbol:

$$CO_{2eq-árbol} = CA * 3,67$$

Donde:

CA = carbono total en la biomasa del árbol, CO_{2eq}

3,67 = relación peso molecular de CO₂/C (44/12)

Fuente: Russo (2009).

Carbono en suelo: En este caso se parte del hecho que todas las fincas bananeras de exportación realizan al menos un análisis de suelos para medir el contenido nutricional y diseñar el programa de nutrición para la finca. Entonces, de la muestra de suelo que se extrae para este análisis nutricional se puede hacer la medición de carbono en el suelo y así poder cuantificar cuánto carbono están fijando las fincas bananeras cada año.

La metodología que se presenta es la realiza de acuerdo con la guía de Medición y Modelación del Carbono Almacenado en el Suelo y Cambios en el Almacenamiento de los Sistemas de Producción Ganaderos de FAO (2019). En este caso se mide la densidad aparente (DA) del suelo.

La toma de la muestra debe considerar:

Profundidad: 0-30 cm

Tamaño: 0,5 kg

Filtrado: Eliminar piedras y partículas de ≥ 2 mm

Fórmula para el cálculo de carbono en suelo.

$$CO_{suelo} = C_s * L_s * DA * 10^4$$

Dónde:

CO_{suelo} = Carbono Orgánico Suelo ($Mg\ ha^{-1} \sim ton/ha$)

C_s = Concentración de carbono en el suelo (g/g) (partículas exclusivamente de suelo < 2 mm).

L_s = Lámina de suelo (30 cm)

DA = Densidad Aparente ($Mg\ m^3 \sim g/cm^3$)

Factor C a $CO_2 = 44/12 \sim 3,67$

Fuente: La presente investigación.

Para el caso de esta medida, es necesario contabilizar el CO_2 de las avionetas de riego aéreo para lo cual se propone la siguiente ecuación con sus respectivos factores de emisión y de consumo:

Fórmula para el cálculo de CO_2 de las avionetas de riego aéreo.

$$CO_2\ avioneta\ Emisión = ((M_{operación} * CF_{minuto1}) - ((N_a + N_d) * CF_{minuto2} LTO)) * FE_{gasolina\ avión} + (N_a + N_d) * FE\ LTO$$

Donde:

$CO_2 - C_{avioneta}\ Emisión$ = emisiones anuales de CO_2 de riego aéreo, toneladas CO_2 año⁻¹

$M_{operación}$ = minutos de operación de avioneta contratados por finca, minutos año⁻¹

$CF_{minuto1}$ = consumo de gasolina de avión por minuto de operación de avioneta, litros minuto⁻¹

$CF_{minuto2}$ = consumo de gasolina de avión por minuto en aterrizaje y despegue, litros minuto⁻¹

N_a = Número de aterrizajes

N_d = Número de despegues

D = Densidad reportada en el Manual de Productos, Recope.2014

LTO = ver equivalencia Cap 3 IPPC. Beech King Air (Ver Anexo 2).

$FE_{gasolina\ avión}$ = factor de emisión gasolina de avión, kg CO_2 litro combustible⁻¹

Factor de consumo: 6,63 litros / minuto (Manual Air Tractor)

Factor de emisión:

70 kg CO_{2eq} /litro	230 toneladas CO_{2eq}
-------------------------	--------------------------

Fuente: Laprade, S. Comunicación Personal del 20 diciembre 2021).



Cuadro 11. Factores de Emisión por tipo de combustible.

Combustible	Factor de Emisión kg CO ₂ /L combustible	Factor de Emisión kg N ₂ O/L combustible	Factor de Emisión kg CH ₄ /L combustible
Gasolina	2,231	0,116	1,176
Diesel	2,613	0,154	0,149
Búnker	3,101	nd	nd
Queroseno	2,541	nd	nd
LPG	1,611	0,0051	1,5835
Gasolina de avión	2,227	nd	nd
Jet fuel	2,505	nd	nd
Lubricante	2,549	0,021	0,348

Fuente: IMN (2020).

Para el caso de esta medida, es necesario contar con dos ecuaciones que permitan, por una parte, cuantificar las emisiones de (N₂O) y por otra parte el (CO₂).

Para el caso de N₂O por aplicación de nitrógeno sintético al suelo, abonos orgánicos con nitrógeno orgánico, residuos de cosecha y mineralización del suelo se propone la siguiente ecuación:

Fórmula de cuantificación de las emisiones de N₂O.

$$N_2O_{Directo} - N = (N_2O - N_{N\ inputs} + N_2O - N_{OS}) * 44/28$$

Donde:

$N_2O_{Directo} - N$ = emisiones anuales directas de N₂O-N producido por suelos manejados, kg N₂O-N año⁻¹

$N_2O - N_{N\ inputs}$ = emisiones anuales directas de N₂O-N de insumos N a suelos manejados, kg N₂O-N año⁻¹

$N_2O - N_{N\ inputs} = (F_{SN} + F_{ON}) * EF_1$, donde

F_{SN} = cantidad anual de fertilizante N sintético aplicado a los suelos, kg N año⁻¹

F_{ON} = cantidad anual de abono, compost, lodo residual y otras adiciones de N orgánico aplicados al suelo (Nota: Si se incluye lodo residual, verificar con el Sector de Residuos para asegurarse no hay una doble contabilización de emisiones de N₂O del N en el lodo residual), kg N año⁻¹

EF_1 = factor de emisión para emisiones de N₂O de insumos de N, kg N₂O-N año⁻¹ (kg N insumos)⁻¹

$N_2O - N_{OS}$ = emisiones anuales directas de N₂O-N de suelos orgánicos manejados, kg N₂O-N año⁻¹

Factores de Emisión (IPCC-2019):



Fertilizante Sintético = 0,035 kg N₂O-N año⁻¹

Abonos orgánicos = 0,006 kg N₂O-N año⁻¹

Residuos de cosecha = 0,011 kg N₂O-N año⁻¹

Fuente: IPCC (2019).

Para el caso de (CO₂) de aplicaciones de carbonato de calcio y dolomita al suelo se propone la siguiente ecuación con sus respectivos factores de emisión:

Fórmula de cuantificación de las emisiones de CO₂.

$$\text{CO}_2\text{-C Emisión} = ((M_{\text{caliza}} * EF_{\text{caliza}}) + (M_{\text{dolomita}} * EF_{\text{dolomita}})) * 44/12$$

Donde:

CO₂-C Emisión = emisiones anuales de C de aplicaciones de cal, toneladas CO₂ año⁻¹

M = cantidad anual de carbonato de calcio (CaCO₃) o dolomita (CaMg(CO₃)₂), toneladas año⁻¹

EF = factor de emisión, toneladas de CO₂ (toneladas de caliza o dolomita)⁻¹

Factores de Emisión (IPCC-2019):

Caliza = 0.12 toneladas de CO₂ (toneladas de caliza)⁻¹

Dolomita = 0.13 toneladas de CO₂ (toneladas de dolomita)⁻¹

Fuente: IPCC (2019).

Anexo 20 Parámetros de medición para la medida 4: Reducir el consumo de electricidad que proviene de la red eléctrica

Finalmente, para el caso de esta medida, es necesario contabilizar el CO₂e de operación de plantas empacadoras con energía eléctrica de la Red Eléctrica de Costa Rica.

En este caso, la emisión de carbono equivalente se realiza de forma indirecta, ya que la operación de las plantas empacadoras de banano requiere electricidad para la operación de los moto-reductores de las bandas transportadoras, electricidad para refrigeración de fruta en contenedores (empaques de dos días para llenar un contenedor) e iluminación, principalmente.

Para el caso de Costa Rica, la energía eléctrica que provee la red eléctrica del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) en los últimos años se basa principalmente en fuentes renovables (hidroeléctrica), por lo que la generación a partir de fuentes fósiles es relativamente baja. El uso de fuentes fósiles depende directamente del régimen de lluvias que prevalezca en el país, en donde en años muy secos, es más probable que aumente el uso de fuentes fósiles. Entonces el EF puede variar cada año, y debe ser un factor que debe estarse revisando cada año para este MRV.

Tomando en cuenta lo antes descrito, se propone la siguiente ecuación con sus respectivos factores de emisión:



Fórmula del cálculo para determinar el CO_{2eq} producido por la operación de plantas empacadoras con energía eléctrica.

$$\text{CO}_{2eq} \text{ -planta empacadora Emisión} = \text{KWh}_{\text{operación}} * \text{EF}_{\text{redice}}$$

Donde:

CO_{2eq} -planta empacadora Emisión = emisiones anuales de CO_{2e} operación planta empacadora, toneladas CO_{2eq} año⁻¹

KWh_{operación} = consumo total electricidad anual red ICE (12-recibos), KWh año⁻¹

EF_{redice} = factor de emisión red ICE, kg CO_{2eq} KWh⁻¹

Factor de Emisión:

Red ICE = 0.0365 kg CO_{2eq} KWh⁻¹ (IMN 2019)

Las emisiones y remociones que se identificaron para medición en este MRV representan la mayor parte de los GEI que genera esta actividad productiva. Sin embargo, es importante que el sistema MRV tenga la capacidad de incorporar nuevos parámetros de medición que surjan por cambios en el paquete agronómico y/o sistema de empaque y transporte de fruta, que puedan generar nuevas emisiones de GEI, no incluidas en este MRV.