

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE NAMA CAÑA DE AZUCAR (Nota Conceptual)

Elaborado por:

Coordinador
Miguel Vallejo

Asesores Técnicos
Marcos Chávez
Zaida Solano
Mauricio Chacón
Johnny Montenegro

Febrero 2021

Contenido

ACRÓNIMOS	3
Resumen Ejecutivo	5
1. Antecedentes del sector de la caña de azúcar con enfoque de cadena de valor	7
1.1. Situación actual a nivel social, económico, técnico y ambiental	7
1.2. Actores relevantes y la organización del gremio	8
1.2.1. Sector Privado	9
1.2.2. Sector Público	11
1.2.3. Sector Bancario	12
1.2.4. Sector académico	12
2. Marco de políticas	13
2.1. Análisis normativo e institucional de la agro cadena	13
2.2. Alineación con estrategias sectoriales y el Plan Nacional de Descarbonización	13
2.3. Experiencias en otras cadenas productivas	14
3. Propuesta técnica	15
3.1. Concepto de NAMA y su contribución al desarrollo de la agro cadena	15
3.2. Objetivos de la NAMA Caña de Azúcar:	15
3.3. Alcance de la Nota Conceptual de la NAMA Caña de Azúcar	16
3.4. Acciones climáticas prioritarias de mitigación, y adaptación al clima	16
3.4.1. Priorización de medidas	16
3.4.2. Ejes transversales para la implementación de las medidas	23
3.5. Beneficios asociados	24
3.5.1. Competitividad	24
3.5.2. Conservación de suelos	25
3.5.3. Co beneficios	25
3.6. Meta aspiracional	26
4. Gobernanza	28
4.1. Mapeo de actores	28
4.2. Propuesta de gobernanza climática de la agro cadena Caña de Azúcar	30
4.2.1. Propuesta de la estructura de gobernanza	30
4.2.2. Propuesta de formalización legal de la gobernanza	32

4.2.3.	Gestión de la comunicación en la estructura de gobernanza	32
5.	Elementos básicos para el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)	33
5.1.	Identificación de las principales fuentes de emisión de la agro cadena de caña	33
5.2.	Factores de emisión y secuestro identificados	34
5.3.	Administración del sistema MRV	35
5.4.	Vinculación con los sistemas de métricas a nivel nacional	36
6.	Componente financiero de la NAMA	37
6.1.	Identificación de costos operativos para el diseño e implementación de la NAMA	37
6.2.	Fuentes de recursos financieros disponibles y requeridos	38
7.	Plan de trabajo preliminar para el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar .	41
7.1.	Componentes del plan de trabajo	41
7.2.	Acciones estratégicas según los mecanismos habilitantes	41
7.3.	Planteamiento básico del Plan Piloto (PP)	44
7.3.1.	A nivel de producción	44
7.3.2.	A nivel de ingenios	45
8.	ANEXOS	46
	TALLER DE TÉCNICOS DE LAICA – CAMPO E INGENIOS	46
	TALLER DE PRODUCTORES	47
	GOBERNANZA DE LA NAMA CAÑA DE AZÚCAR	48
	GLOSARIO	53

ACRÓNIMOS

ABOPAC	Abonos del Pacífico S.A.
AFD	Agencia Francesa para el Desarrollo
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CAD	Centros de Almacenamiento y Distribución
CAT	Corta, carga y transporte
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CATSA	Central Azucarera Tempisque S.A.
CC	Comisión de Campo
CCSS	Caja Costarricense del Seguro Social
CICA	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
CNP	Consejo Nacional de Producción
COMEX	Ministerio de Comercio Exterior
COS	Carbono Orgánico en el Suelo
COTER	Comités Técnicos Regionales
CT	Comité Técnico
DCC	Dirección de Cambio Climático
DIECA	Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FE	Factor de Emisión
FEDECAÑA	Federación de Cámara de Productores de Caña
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INGEA	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INS	Instituto Nacional de Seguros
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas
JAN	Junta de Alto Nivel
LAICA	Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
NAMA	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (siglas en inglés)
NDC	Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PD	Plan Nacional de Descarbonización
PP	Plan Piloto
PPCN	Programa País Carbono Neutral

ACRÓNIMOS

PROCOMER	Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica
PSA	Pago de Servicios Ambientales
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
SAF	Sistemas Agroforestales
SBD	Sistema Banca para el Desarrollo
SBN	Sistema Bancario Nacional
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria
SFE	Servicio Fitosanitario del Estado
SINAMECC	Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
UCR	Universidad de Costa Rica
UTN	Universidad Técnica Nacional
TM	Tonelada Métrica
WUE	Water-use efficiency

LINEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA DE NAMA CAÑA DE AZUCAR (Nota Conceptual)

Resumen Ejecutivo

En Costa Rica, la agroindustria de la Caña de Azúcar se desarrolla en seis regiones: Guanacaste, Zona Norte, Pacífico Central, Turrialba-Juan Viñas, Zona Sur y Valle Central. El área sembrada en el año 2017 fue de 60.000 ha en total¹. En la zafra 2019-2020² se produjo un total de 4.092.123 TM de caña de azúcar, 2.754.991 TM producidas por los ingenios (67,3% del total) y 1.339.585 TM producidas por 5.393 productores independientes (32,7% del total): 5.277 pequeños (0 a 1.500 TM/año); 103 medianos (1.501 a 5.000 TM/año); y 13 grandes (más de 5.000 TM/año).

El “Acuerdo para la reducción de emisiones en el sector agropecuario”³, estableció un compromiso para impulsar la descarbonización de este sector de forma progresiva y dar cumplimiento a las metas nacionales con base en el Acuerdo de París, ratificado mediante el Decreto Legislativo No.9405. Como parte del Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica 2018-2050 (PD)⁴, dentro del objetivo de “*Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono*”, se contempló el apoyo a la agrocadena de la Caña de Azúcar para el diseño e implementación de su propia NAMA⁵.

Entre noviembre del 2020 y enero del 2021, se conformó un equipo técnico integrado por FEDECAÑA, LAICA-DIECA, MAG, INTA, con el apoyo y facilitación de la empresa GESTARSE, para desarrollar un proceso de consulta a productores, técnicos, y representantes del gremio, con el propósito de elaborar la “Nota Conceptual (lineamientos) de la NAMA Caña de Azúcar”. El diseño de esta Nota Conceptual fue financiado por la Alianza Francesa para el Desarrollo (AFD).

El **objetivo** propuesto para la NAMA Caña de Azúcar es: “Implementar acciones tecnológicas estratégicas que le permitan a la agroindustria azucarera costarricense estimular e incrementar sus niveles de productividad agrícola y fabril en un marco de eco eficiencia ambiental, rentabilidad económica y beneficio social; incorporando medidas que contribuyan a la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), adaptando los diferentes sistemas agro productivos prevaecientes en el país, a las complejas condiciones impuestas por el cambio climático”.

El **alcance** de la NAMA Caña de Azúcar abarca todos los productores independientes (35% del área sembrada) y las seis regiones productivas de Costa Rica. La etapa productiva tiene dos componentes, los productores independientes y los ingenios que producen el 65% de la caña del país. A nivel industrial se trabajará con dos ingenios interesados.

Fueron priorizadas una serie de **medidas de mitigación y adaptación al clima** a nivel de producción e ingenios, basado en un análisis de barreras y mecanismos para removerlas. A nivel de **campo**, estas medidas fueron agrupadas de la siguiente manera: FERTILIZACIÓN - Optimización del uso de fertilizantes nitrogenados; SUELOS - uso de enmiendas; prácticas de conservación de suelos para la recarbonización; fomento de mínima labranza o cero labranza en el cultivo; implementación de sistemas de agricultura de precisión; incremento de uso de agentes biológicos y biofertilizantes; uso de biocarbón (Biochar); incremento del uso de abonos

¹ LAICA. 2019. Boletín Conexión Resultados de la Zafra 2017-2018 de LAICA. San José, C.R.

² Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

³ Costa Rica (2018a). Acuerdo entre el Ministerio de Ambiente y Energía y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la reducción de emisiones en el sector agropecuario. MAG/MINAE. San José, C.R. 10 p.

⁴ Costa Rica (2018). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Gobierno de Costa Rica. San José, C.R. 113 p.

⁵ NAMA: Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada por sus siglas en inglés: *National Appropriate Mitigation Action*

orgánicos; uso y producción de abonos verdes; y optimización en la preparación de los terrenos de cultivo; MEJORAMIENTO GENÉTICO - desarrollo de variedades más tolerantes, adaptables al clima, al entorno agroproductivo y a las plagas; ENERGÍA - reducción en el consumo de combustibles fósiles; y eficiencia en el transporte de la caña; PRÁCTICAS AGRONÓMICAS - planes de manejo que aumente la longevidad comercial del cultivo; uso de coberturas vegetales para reducir malezas y uso de químicos; y aumento de la cobertura de árboles y arbustos en las áreas de cultivo; PRÁCTICAS DE COSECHA – optimización del proceso de quema programada; e incremento de la práctica de cosecha verde.

A nivel de **ingenios**, las medidas priorizadas son: Optimización y estandarización de las prácticas de manejo de lagunas de oxidación y los residuos de cachaza y bagazo que reduzca las emisiones de GEI; reemplazo de componentes de las calderas que permitan reducir los GEI; y sistemas de recirculación de enfriamiento de las aguas, para reutilizarlas y reducir consumo.

La implementación de las medidas priorizadas para la NAMA Caña de Azúcar se sustentará mediante cinco **ejes transversales** propuestos: 1) Mecanización de las labores de producción, cosecha e industrialización de la caña de azúcar; 2) sistema de métrica de la caña de azúcar; 3) tecnologías digitales de información y comunicación; 4) juventud y cambio generacional; y 5) diferenciación de los productos en los mercados.

La **meta aspiracional** preliminar abarca 132 productores que abarcan todas las regiones, sistemas de producción y tamaños (pequeños, medianos y grandes), con los cuales se desarrollarán experiencias piloto para su evaluación y posterior transferencia tecnológica. La cantidad de productores y tamaño se distribuirán en cada región de producción. Esta meta no obedece a un estudio de tipificación de productores sino a una propuesta preliminar de FEDECAÑA y LAICA-DIECA. Se trabajará con la meta aspiracional de dos ingenios.

La propuesta de **gobernanza** para la NAMA Caña de Azúcar se basa en tres niveles: **Junta de Alto Nivel (JAN)** - Integrada por los niveles altos de LAICA, FEDECAÑA, MAG, DCC/MINAE y MEIC, y por el representante del sector industrial (ingenios). **Comité Técnico (CT)** – Integrado por LAICA - DIECA, el Departamento técnico de LAICA, los ingenios representados en la Cámara de Azucareros, INTA, IMN y MAG y FEDECAÑA. **Comisión de Campo (CC)** – Integrada por productores representados por FEDECAÑA en los Comités Técnicos Regionales (COTER) en los que participan los técnicos de DIECA de cada región y el Departamento técnico de LAICA

En esta Nota Conceptual de NAMA Caña de Azúcar se definen de forma preliminar los siguientes mecanismos habilitantes para apoyar las medidas priorizadas: Capacitación y transferencia de tecnología, intercambio de experiencias, investigación y desarrollo, propuestas al marco legal y normativo, asuntos de consumidores y financiamiento. También comprende un plan de trabajo preliminar para el diseño e implementación de la NAMA mediante un proceso participativo de mayor alcance, que contempla un componente de diseño técnico y otro operacional de la NAMA; y la identificación inicial de recursos financieros necesarios para poner en marcha el plan. Incluye la definición de los elementos básicos para el diseño del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (**Sistema MRV**): Principales fuentes de emisión de la agro cadena, factores de emisión y secuestro utilizados; y una propuesta para la administración de este sistema. Concluye con un planteamiento básico y los criterios principales a considerar en la implementación de la primera etapa que consiste en el **Plan Piloto**.

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA NAMA CAÑA DE AZUCAR

(Nota Conceptual)

1. Antecedentes del sector de la caña de azúcar con enfoque de cadena de valor

1.1. Situación actual a nivel social, económico, técnico y ambiental

De acuerdo con la información publicada por LAICA⁶, el área sembrada en el año 2017 fue de 60.000 ha en total: Guanacaste con 31.300 ha sembradas de las cuales fue un 97% cosechada; Zona Norte con 9.838 ha sembradas y 85% cosechada; Pacífico Central con 5.689 ha sembradas y 96% cosechada; Turrialba-Juan Viñas con 4.697 ha sembradas y 63% cosechada; Zona Sur con 4.455 ha sembradas y el 97% cosechadas; y Valle Central con 4.021 ha sembradas y un 93% cosechadas.

Para la zafra 2019-2020, LAICA documentó un total de 5.393 productores de caña en el país⁷. Según estas mismas estadísticas, se produjo un total de 1.339.585 TM de caña y 147.927 toneladas de azúcar. De esta producción, con base en la información provista en el Portal Estadístico de PROCOMER⁸, se exportó en el año 2020 a América del Norte, el Caribe y la Unión Europea, un total de 597 toneladas de azúcar, equivalentes a USD 251.200.

Se encuentran en operación un total de 11 ingenios y un puerto de embarque y desalmacenaje de azúcar, melaza y alcohol en la costa pacífica. Además, se dispone de seis Centros de Almacenamiento y Distribución (CAD's) estratégicamente ubicados (Liberia, El Roble-Puntarenas, Quebrada Azul-San Carlos, Uruca-San José, Turrialba y San Isidro de El General), El Coyol en Alajuela y el puerto de Punta Morales para almacenar azúcar.⁹

La caña de Costa Rica tiene varias particularidades para su producción, porque puede producirse bajo condiciones climáticas distintas debido a la riqueza nutricional que aportan los suelos. Sin embargo, la producción puede verse afectada debido a que el suelo se perjudica por el cambio climático, resultando en procesos degradativos especialmente cuando se cultiva la caña en laderas.

Existen distintas variedades de caña de azúcar de interés comercial, las cuales se asocian con las características agroclimáticas de las seis zonas productivas del país. Estas varían en cuanto a factores como la calidad agroindustrial de la materia prima, la productividad de campo e ingenios, los costos relacionados, el grado de adaptabilidad del cultivo a condiciones adversas del entorno, la fitosanidad de las plantaciones, la condición de maduración, la aptitud mecanizable, la duración del ciclo vegetativo y la vida comercial de la plantación.

A nivel agronómico, el cambio climático influye en la distribución de malezas, plagas y enfermedades, las cuales se pueden incrementar por el aumento de la concentración de CO₂, que

⁶ LAICA. 2019. Boletín Conexión Resultados de la Zafra 2017-2018 de LAICA. San José, C.R.

⁷ Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA. LAICA. San José, C.R.

⁸ PROCOMER. 2021. Portal Estadístico de Comercio Exterior. PROCOMER. San José, C.R. Disponible en: <http://sistemas.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>

⁹ Marco A. Chaves Solera, Ana Z. Bermúdez Loría Revista Entre Cañeros N° 17-setiembre 2020 NÚMERO 16 • AGOSTO 2020. ISSN 2215-597X, LAICA -DIECA

favorece el crecimiento de plantas C_3 y C_4 ¹⁰, dentro de las cuales, las malezas son de mayor relevancia para la caña. La caña al ser una planta C_4 está bien adaptada a condiciones de temperatura y luminosidad, pero se expone a una mayor competencia. Además, el incremento del CO_2 puede producir un “efecto fertilizante” en las malezas por el cierre parcial de los estomas. Para los efectos agro-eco-físicos, los impactos pueden ser tanto positivos como negativos. Como todas las plantas, las variables climáticas que afectan el cultivo de caña de azúcar están relacionadas con la precipitación, humedad relativa y radiación solar.

En el “Acuerdo para la reducción de emisiones en el sector agropecuario”¹¹, firmado por los Ministros del MAG y el MINAE en febrero de 2018, se estableció un compromiso para impulsar la descarbonización del sector agropecuario de forma progresiva, lo que facilita el cumplimiento de las metas nacionales con base en el Acuerdo de París, ratificado por Costa Rica mediante el Decreto Legislativo No.9405; los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático”¹²; promulgada por la DCC/MINAE, entre otros. En este Acuerdo se establece un compromiso para aportar capacidades orientadas a la consolidación de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) existentes (café y ganadería), y fomentar el desarrollo de nuevas NAMAs en el sector agropecuario, tal es el caso de la NAMA Caña de Azúcar. **Por NAMA¹³ se entiende que es una intervención programática que permite identificar tecnologías para la reducción de emisiones, permite generar capacitación a nivel de estructuras claves (sector público y privado) para impulsar adopción de tecnologías, fomenta desarrollo de esquemas de MRV y potencia enfoques de integración vertical para trabajar igualmente con los procesos de comercialización.**

El Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica 2018-2050 (PD)¹⁴, contempla como parte de su diseño, el Eje 8 - *Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono*. En este eje en particular, se contempla el apoyo a varias agro cadenas prioritarias para el país, incluyendo la de la **Caña de Azúcar**.

1.2. Actores relevantes y la organización del gremio

En la agro cadena de la Caña de Azúcar, participan una serie de actores públicos y privados, que aportan a su desarrollo desde distintas perspectivas. En esta sección se describen de manera general los principales actores involucrados.

¹⁰ Plantas que, en función de su ciclo metabólico, fijan dióxido de carbono atmosférico con un amplio rango de respuesta.

¹¹ Costa Rica (2018a). Acuerdo entre el Ministerio de Ambiente y Energía y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la reducción de emisiones en el sector agropecuario. MAG/MINAE. San José, C.R. 10 p.

¹² Costa Rica. (2018b) Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, 2018 – 2030. MINAE, SEPLASA, DCC, IMN, MIDEPLAN, CNE. Disponible en: <http://cambioclimaticocr.com/recursos/documentos/biblioteca/final-politica-adaptacion-24-abril.pdf>

¹³ NAMA: Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada por sus siglas en inglés: *National Appropriate Mitigation Action*

¹⁴ Costa Rica (2018). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Gobierno de Costa Rica. San José, C.R. 113 p.

1.2.1. Sector Privado

Federación de Cámaras de Productores

En el sector privado destaca la Federación de Cámaras de Productores de Caña (FEDECAÑA), siendo la encargada de representar al sector productor cañero. Está integrada por las diferentes Asociaciones de Cámaras del país: Asociación Cámara de Productores de Caña del Atlántico, Asociación Cámara de Productores de Caña del Pacífico, Asociación Cámara de Productores de Caña de San Carlos, Asociación Cámara de Productores de Caña de Puntarenas, Asociación Cámara de Productores de Caña de Guanacaste y la Asociación Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur.

Productores

Durante la zafra 2019-2020, LAICA contabilizó un total de 5.393 productores independientes de caña en el país¹⁵. La distribución por región es la siguiente: 2.312 en Pérez Zeledón; 1.120 en Valle Central; 733 en Guanacaste; 1039 en San Carlos; 31 en Puntarenas; y 158 en Turrialba. En el Cuadro No.1 se resume la cantidad total de productores y las TM entregadas en esa zafra.

Cuadro No.1. Cantidad de productores por tamaño y producción de caña en TM durante zafra 2019-2020.

Caracterización	Tamaño de productor (Rangos de entrega TM/año - Zafra 2019-2020)						Totales
	Pequeños				Medianos	Grandes	
	0 a 250	251 a 500	501 a 1000	1001 a 1500	1501 a 5000	Mayor a 5000	
Cantidad productores total	4.386	462	343	86	103	13	5.393
Cantidad de productores por tamaño	5.277				103	13	5.393
% de productores por tamaño	97,9%				1,9%	0,2%	
TM Entregada	271.593	164.729	247.209	104.338	291.555	260.160	1.339.585
Total entregado por tamaño de productor, TM	787.869				291.555	260.160	1.339.585
% entregado por tamaño de productor	58,8%				21,8%	19,4%	

Adaptado de: Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

Durante esta misma zafra, el 58,8% de la producción de caña fue entregada por pequeños productores (de 0 a 1.500 TM/año), que representan casi el 98% del total en este período. Esto evidencia la relevancia de participación y aporte de los pequeños productores en esta agro cadena del país.

El Cuadro No.2 resume la caracterización productiva durante esta zafra, tomando en consideración la cantidad de productores por tamaño y cantidad de caña entregada (TM/año) en cada región productora del país.

¹⁵ Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

Cuadro No.2. Cantidad de productores por tamaño y producción de caña en TM por región durante la zafra 2019-2020.

Caracterización	Pequeños								Medianos		Grandes	
	0 a 250		251 a 500		501 a 1000		1001 a 1500		1501 a 5000		Mayor a 5000	
	Cant. Prod	Caña TM/año	Cant. Prod	Caña TM/año	Cant. Prod	Caña TM/año	Cant. Prod	Caña TM/año	Cant. Prod	Caña TM/año	Cant. Prod	Caña TM/año
TURRIALBA – JUAN VIÑAS												
Juan Viñas	135	7875	7	2.280	3	2.085	1	1.380	10	33.258	2	11.877
Sub total	135	7875	7	2.280	3	2.085	1	1.380	10	33.258	2	11.877
VALLE CENTRAL												
Porvenir	177	9714	13	4.243	13	9.778	3	3.991	6	22.881	0	0
Providencia	23	2464	2	534	1	573						
Victoria	749	54.571	91	31.376	30	20.614	5	6.733	7	15.231	0	0
Sub total	949	66.749	106	36.153	44	30.965	8	10.724	13	38.112	0	0
ZONA NORTE												
Cutris	749	58.208	70	24.720	47	30.101	7	7.811	3	8.253	1	7.199
Quebrada Azul	82	10.118	41	14.204	15	10.861	11	14.584	13	28.297		
Sub total	831	68.326	111	38.924	62	40.962	18	22.395	16	36.550	1	7.199
PACÍFICO CENTRAL												
El Palmar	7	754	5	1.697	5	3.379	2	2.353	8	21.818	4	84.248
Sub total	7	754	5	1.697	5	3.379	2	2.353	8	21.818	4	84.248
GUANACASTE												
CATSA	87	8.826	24	9.049	16	11.624	8	9.630	14	40.466	2	82.354
El Viejo	105	11.997	44	15.529	44	30.996	22	25.577	17	43.662	2	59.356
Taboga	79	11.166	61	23.272	157	118.720	25	29.332	24	75.245	2	15.125
Sub total	271	31.990	129	47.851	217	161.341	55	64.539	55	159.373	6	156.835
ZONA SUR												
El General	2.193	95.899	104	37.824	12	8.477	2	2.947	1	2.444	0	0
Sub Total	2.193	95.899	104	37.824	12	8.477	2	2.947	1	2.444	0	0
Totales	4.386	271.593	462	162.729	343	247.209	86	104.338	103	291.555	13	260.160
%	81,3	21.5	8,6	12,3	6,4	18,5	1,6	7,8	1,9	21,8	0,2	19,4

Adaptado de: Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

La región de mayor producción es Guanacaste, mientras que la región que presenta la mayor participación de pequeños productores es la Zona Sur. Por lo tanto, existe una variabilidad en los sistemas de producción de acuerdo con el tamaño del productor y las regiones de producción. Esto debe tomarse en cuenta, debido a las diferencias que implica el abordaje de la adopción de nuevas tecnologías con base en la diversidad productiva existente en el cultivo de la caña de azúcar en el país.

Ingenios

A nivel industrial, en el país se encuentran en operación un total de once ingenios de azúcar en Costa Rica, que integran la Cámara de Azucareros¹⁶. Esta organización tiene dentro de sus principales objetivos impulsar el progreso de la industria y recomendar medidas para mejorar el bienestar de sus colaboradores e impulsar iniciativas que contribuyan al desarrollo.

El Cuadro No.3 resume la producción de caña procesada en los once ingenios durante la zafra 2019-2020, ubicando por separado la caña cosechada proveniente de productores independientes (32,7% del total) y la caña propia cultivada por los ingenios (67,3% del total). Puede observarse que los ingenios Taboga, El Viejo y CATSA de la región de Guanacaste, son los que procesan la mayor cantidad de producto cosechado en el país, tanto de productores independientes como de los propios ingenios.

¹⁶ LAICA, 2020 disponible en <https://laica.cr/ingenios/>, visitado el 4 de noviembre del 2020

Cuadro No.3. Producción de caña procesada por ingenio durante la zafra 2019-2020.

Ingenios	Región	Zafra 2019 - 2020		
		CAÑA Total TM/año	Caña propia ingenios TM /año	Caña productores TM/año
Juan Viñas	Turrialba – Juan Viñas	199.663	140.908	58.755
Porvenir	Valle Central	70.309	22.088	50.607
Providencia	Valle Central	64.846	61.343	3.571
Victoria	Valle Central	194.052	65.527	128.525
Cutris	Zona Norte	260.225	123.932	136.293
Quebrada Azul	Zona Norte	288.095	210.031	78.064
El Palmar	Pacífico Central	379.362	265.112	114.250
CATSA	Guanacaste	720.236	558.286	161.950
El Viejo	Guanacaste	810.361	623.243	187.118
Taboga	Guanacaste	824.815	551.954	272.861
El General	Zona Sur	280.159	132.567	147.591
TOTALES		4.092.123	2.754.991	1.339.585
% DEL TOTAL			67,3%	32,7%

Adaptado de: Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

Los ingenios representan uno de los actores principales de la agro cadena de la caña de azúcar, que requiere un alto grado de compromiso en establecer y alcanzar metas relacionadas con la eficiencia energética en los procesos industriales, reducir la huella de carbono de las organizaciones y procurar mejores prácticas de manejo de la biomasa utilizada.

1.2.2. Sector Público

La Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) es un ente público no estatal, por medio de la cual participan tanto productores como ingenios. Su objetivo es: “Mantener un régimen equitativo de relaciones entre los productores de caña y los ingenios de azúcar, que garantice a cada sector una participación racional y justa; asimismo, ordenar, para el desarrollo óptimo y la estabilidad de la agroindustria, los factores que intervienen tanto en la producción de la caña como en la elaboración y comercialización de sus productos”¹⁷.

LAICA estableció la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), dependencia técnica de carácter científico y tecnológico financiada con recursos privados, sin fines de lucro, que brinda servicio a todos los productores y fabricantes de azúcar organizados y representados en LAICA. Concentra, coordina y ejecuta la mayoría de las actividades que en materia de Investigación y Transferencia de Tecnología se realizan en Costa Rica, incluyendo la incidencia del cambio climático en el cultivo de la caña. Las actividades que DIECA desarrolla se ubican principalmente en el área agrícola, aunque también involucran los ingenios.

En el sector Público, se destaca la participación del MAG, tanto como ente de apoyo técnico oficial del sector agropecuario, así como institución responsable de apoyar la adecuada implementación de la NAMA Caña de Azúcar. El INTA, que desarrolla investigación conjunta con LAICA, incluyendo temas climáticos asociados a la producción de caña de azúcar. El MINAE, por medio de la Dirección

¹⁷ LAICA, 2020 disponible en <https://laica.cr/nosotros/>, visitado el 3 de noviembre del 2020

de Cambio Climático (DCC), apoya las actividades de mitigación asociadas a la implementación de la NAMA. El SENARA para los trámites de aprovechamiento del recurso agua. El MEIC con regulaciones que facilitan el acceso a los mercados para la producción generada mediante la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. El IMN brinda apoyo técnico e información relacionada con un adecuado manejo, predicción y divulgación de información climática pertinente y trascendente para el buen manejo del cultivo de la Caña de Azúcar. El Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), apoya las medidas comerciales pertinentes y una adecuada diferenciación potencial de la producción de azúcar que pueda producirse mediante la estrategia NAMA Caña de Azúcar, dotando a la agro cadena de una ventaja competitiva.

1.2.3. Sector Bancario

El Sector Bancario Nacional incluye los bancos estatales como el Banco Nacional de Costa Rica y el Banco de Costa Rica. El Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD), cuyo objetivo es financiar e impulsar proyectos productivos factibles técnica y económicamente, acordes con el modelo de desarrollo del país. También la banca privada, que posee programas de financiamiento orientados al fortalecimiento de sectores agroproductivos que busquen acciones amigables con el medio ambiente.

Sin embargo, no existe un estudio de uso de crédito por parte de los productores de caña. En las condiciones actuales, muchos productores no acceden al crédito. FEDECAÑA se encuentra desarrollando un esquema accesible con el SBD, que contempla un 4% de interés con retención de fuente (el ingenio retiene el crédito del productor). Este mecanismo de retención en fuente permite que las garantías sean fiduciarias. Se espera que esto agilice el crédito, donde el uso del contrato de arrendamiento es muy utilizado. Este esquema propuesto por FEDECAÑA incluye asistencia técnica enfocada a la siembra, renovación y mantenimiento de plantaciones. Estos esquemas de crédito en condiciones favorables, deben incluirse como parte del diseño de la NAMA, con el propósito de favorecer la implementación de medidas climáticas priorizadas y recomendadas.

1.2.4. Sector académico

El sector académico representa otro de los actores en materia de investigación e innovación a nivel productivo, industrial y comercial de la agrocadena de la Caña de Azúcar. Es relevante su aporte en la investigación y el desarrollo de proyectos innovadores que generan un mayor beneficio y rentabilidad, con prácticas ambientalmente responsables, colaborando tanto en la reducción de emisiones de GEI, como con el almacenamiento de carbono en los sistemas productivos, así como la investigación sobre la alimentación de rumiantes con Caña de Azúcar. Destacan la Universidad de Costa Rica (UCR), en especial por su Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), la Universidad Técnica Nacional (UTN) y el CATIE.

2. Marco de políticas

2.1. Análisis normativo e institucional de la agro cadena

La actividad cañera del país está regulada por la siguiente normativa:

Ley Nº 3579 Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña, de 1965, permitió la creación de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), la cual fue reorganizada en 1998 por medio de la Ley Nº 7818 Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar. Este marco legal permitió establecer un régimen de relaciones entre los productores de caña y los ingenios de azúcar, para apoyar los procesos de producción y comercialización de los productos y derivados asociados a la caña de azúcar¹⁸.

LAICA crea en mayo de 1982 (Sesión Nº 939, Artículo X), la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)¹⁹, para concentrar, coordinar y ejecutar la mayoría de las actividades que en materia de Investigación y Transferencia de Tecnología se efectúan en Costa Rica en el cultivo de la caña de azúcar.

La práctica de la quema controlada en las labores de cosecha está regulada a nivel normativo por el “Reglamento para Quemadas Agrícolas Controladas” (Decreto Ejecutivo Nº 35368-MAG-S-MINAET del 30 de julio de 2009), que se encuentra actualmente vigente.

2.2. Alineación con estrategias sectoriales y el Plan Nacional de Descarbonización

En Costa Rica se creó la Dirección de Cambio Climático (DCC) en el Ministerio de Medio Ambiente y Energía (MINAE). Como parte de sus funciones principales consiste en el seguimiento a los compromisos internacionales y la implementación de políticas de cambio climático.

La DCC lidera el Programa País Carbono Neutral (PPCN) versión 2.0, el cual busca ser una herramienta clave para incorporar empresas, organizaciones y municipalidades, en los esfuerzos del país para llegar al escenario de cero emisiones de GEI en un mediano plazo. Tiene como objetivo “brindar un mecanismo para reconocer la adecuada gestión de las emisiones de GEI a organizaciones públicas, privadas, cantones, concejos de distrito y/o comunidades...”. Este Programa contempla las categorías Organizacional y Cantonal. Como parte de los hitos del PPCN 2.0, se amplían las opciones de certificación a Pymes y Municipalidades. Una de las innovaciones es que ahora los inventarios de emisiones de GEI podrán realizarse a escala cantonal o distrital, según las prioridades del gobierno local, las cuales son acciones que sumarán a la reducción de emisiones, así como al cumplimiento de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) y al Acuerdo de París²⁰.

También se implementó la Política del Estado para el Sector Agroalimentario y Desarrollo Rural de Costa Rica, que orienta y rige las acciones de corto, mediano y largo plazo tanto del sector

¹⁸ LAICA, 2020 disponible en <https://laica.cr/nosotros/>, visitado el 3 de noviembre del 2020

¹⁹ LAICA. S.f. Historia y funciones. LAICA. San José, C.R. Disponible en: <https://laica.cr/wp-content/uploads/2019/01/Historia-y-funciones.pdf>

²⁰ DCC. 2018. Programa País Carbono Neutralidad. DCC/MINAE. San José, C.R. Disponible en: <https://cambioclimatico.go.cr/metas/descarbonizacion/>

agroalimentario como de las instituciones que lo apoyan. Su ejecución se facilita a través de cuatro ejes temáticos o pilares de la política: a) competitividad; b) innovación y desarrollo tecnológico; c) gestión de territorios rurales y agricultura familiar y d) cambio climático y gestión agroambiental.

Una de las iniciativas más recientes, es el Plan Nacional de Descarbonización de la Economía Costarricense²¹ (PD), que propone “sentar las bases de la nueva economía costarricense del siglo XXI, creando una visión positiva, innovadora e inspiradora del futuro. Una economía que responda a los cambios del contexto mundial, transitando hacia una economía verde, que promueve el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales”. La NAMA Caña de Azúcar forma parte de los esfuerzos que se establecen en el Eje 8, que tiene como objetivo “el fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono”.

Congruente con los esfuerzos tanto internacionales como nacionales, la NAMA Caña de Azúcar busca proponer soluciones para evitar el aumento en las emisiones de GEI, así como la implementación de medidas de adaptación y resiliencia, como mecanismos para disminuir las consecuencias del cambio climático de esta actividad productiva.

2.3. Experiencias en otras cadenas productivas

En Costa Rica, fueron elaboradas y puestas en práctica las “Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs)” en Café y Ganadería. La NAMA Café fue la primera a nivel mundial, esto forma parte de los esfuerzos de descarbonización realizados. Estas NAMAs desarrolladas, han sido estrategias de reducción de GEI y adaptación al cambio climático, con un enfoque productivo de beneficio directo para los productores, alineadas con la política climática nacional presentes en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y han servido de base para las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC). Estas incluyeron la formulación de objetivos, las estrategias de políticas sectoriales, los proyectos y las medidas individuales y la implementación de experiencias piloto, que fueron evaluadas para definir las acciones prioritarias para cada actividad. Cuentan con opciones tecnológicas, marco institucional y gobernanza tendientes a la descarbonización. Estos planteamientos contribuyen con las metas del Plan Nacional de Descarbonización.

²¹ Costa Rica (2018). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Gobierno de Costa Rica. San José, C.R. 113 p.

3. Propuesta técnica

3.1. Concepto de NAMA y su contribución al desarrollo de la agro cadena

La Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA por sus siglas en inglés), fue establecida en la COP de Bali en el 2007. Su propósito es apoyar las acciones de mitigación, y la tendencia global es que sean duales considerando su contribución a la adaptación al cambio climático, y orientadas a la eficiencia económica de las empresas. Las NAMAs deben tener un impacto que pueda ser medido, reportado y verificado, para asegurar que las medidas implementadas contribuyan de manera efectiva y eficiente a la respuesta climática global.

Las NAMAs representan un medio efectivo para la implementación de políticas sobre cambio climático en el sector agropecuario, que contribuyan con la productividad de estas actividades:

- Permite un beneficio ambiental al reducir las emisiones de GEI lo que genera sostenibilidad al procurar mejores condiciones para contrarrestar el Cambio Climático.
- Promueve la agricultura con enfoque climático, lo cual permite el aumento de la proporción de la producción agropecuaria generada mediante prácticas bajas en carbono o fijadoras de carbono.
- Fomenta la gobernanza agro ambiental mediante la atención integral a productores e industriales agropecuarios.
- Aumenta la eficiencia de los procesos productivos y de industria haciendo más rentable la operación.
- Fomenta la utilización de nuevas tecnologías más eficientes que permita como resultado la resiliencia al cambio climático.
- El sector se beneficia de reconocimientos por producción «verde», conforme estos se van desarrollando en el mercado.
- La implementación de la NAMA genera co-beneficios asociados a la conservación y restauración de suelos; servicios ecosistémicos (protección de biodiversidad y de fuentes hídricas que fomentan regulación y aprovisionamiento), y generación de empleo al hacer más rentable el negocio.

3.2. Objetivos de la NAMA Caña de Azúcar:

General:

Implementar acciones tecnológicas estratégicas que le permitan a la agroindustria azucarera costarricense estimular e incrementar sus niveles de productividad agrícola y fabril en un marco de eco eficiencia ambiental, rentabilidad económica y beneficio social; incorporando medidas que contribuyan a la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), adaptando los diferentes sistemas agro productivos prevalecientes en el país, a las complejas condiciones impuestas por el cambio climático.

Específicos:

- a) Construir capacidades orientadas a mejorar la productividad agrícola e industrial del cultivo de la caña de azúcar en un marco de sostenibilidad.

- b) Establecer una meta de la agrocadena de caña de azúcar sobre mitigación de GEI.
- c) Incrementar la resiliencia de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar ante el cambio climático.
- d) Elevar la eficiencia de los procesos productivos y fabriles, reduciendo costos y aumentando la rentabilidad.
- e) Trabajar en la generación de co-beneficios que favorezcan a la familia rural productora de caña de azúcar.

3.3. Alcance de la Nota Conceptual de la NAMA Caña de Azúcar

La producción de caña de azúcar en Costa Rica proviene de dos orígenes, los productores independientes y los ingenios que producen el 65% de la caña del país. El alcance de la NAMA Caña de Azúcar abarca todos los productores independientes y las seis regiones productivas del país. A nivel de ingenios se contará con la participación parcial de dos ingenios interesados.

3.4. Acciones climáticas prioritarias de mitigación, y adaptación al clima

3.4.1. Priorización de medidas

En el Cuadro No.4 se resumen las medidas prioritarias a nivel de cultivo y cosecha de la caña de azúcar, con las barreras identificadas en cada una de ellas y los mecanismos para remoción de las barreras, propuestas por los productores y técnicos que participaron en los talleres de consulta (Anexos Nos. 1 y 2 respectivamente).

La priorización de las medidas se estableció con base en cuatro criterios e orden de importancia por su impacto al productor: 1) Que contribuya con la eficiencia económica y rentabilidad al productor; 2) que reduzca las emisiones de GEI de la actividad; 3) que complemente las BPA en el cultivo; y 4) que aporte a la adaptación al cambio climático de la producción de caña de azúcar.

Cuadro No.4. Medidas prioritarias a nivel de cultivo y cosecha, barreras identificadas y mecanismos de remoción de las barreras aportados por productores y técnicos consultados.

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
FERTILIZANTES			
Optimización en el uso de fertilizantes nitrogenados. Incluye la optimización en el uso de fertilizantes nitrogenados con fuentes de liberación lenta y mejoramiento de formulaciones.	Los fertilizantes nitrogenados son los principales emisores de GEI, ya que producen óxido nitroso de mayor potencial de calentamiento global. Todas las acciones para reducir su uso por medio de la liberación lenta, mejora en las formulaciones o sustitutos, tienen un alto impacto en la mitigación de GEI.	Falta capacitación que evite el excesivo uso de aplicación de nitrógeno al cultivo y que impacta las emisiones de GEI. Alto costo de las fórmulas de liberación lenta (los recubiertos). Es un producto caro y hay que analizar la viabilidad en cuanto a beneficio / costo.	Capacitación al productor. Investigación y transferencia tecnológica enfocada en manejo integrado del suelo. Conservación de suelos, que permita un menor requerimiento de nitrógeno. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas del sector azucarero para consulta y uso de los productores.
SUELOS			

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
Uso de enmiendas al suelo.	Consiste en agregar materiales al suelo con el fin de generar humus para mejorar la fertilidad del suelo y el pH. Es una práctica de bajo costo para el agricultor y se necesita en la mayoría de los suelos. Incluye un conjunto de tecnologías de optimización que se están implementando. Se ocupan mecanismos que las promuevan con mayor agilidad, en especial en cuanto a acompañamiento técnico. Esta tecnología no abarcaría al 100% de los productores. Es costo efectivo en la medida de que con los residuos de la actividad alcance a un 25% de los productores.	Limitantes asociadas al transporte y aplicación en campo. Requieren de 10 a 12 ton/ha. Coopevictoria está trabajando en la elaboración de materia granulada o pellet y en mejorar el abono orgánico. Precio no accesible al productor. Variabilidad en la calidad de las enmiendas. Desconocimiento de requerimientos. Falta de biofábricas en ciertas regiones para producir abono orgánico. San Carlos (Cutris) el ingenio brinda abono orgánico con base en lo que entregan, pero la limitante es el equipo para aplicar el producto, necesitan proveer a los productores del financiamiento para los equipos.	Financiamiento accesible. Transferencia tecnológica. Apoyo de universidades. Definir costos de los abonos orgánicos. Establecimiento de centros de producción de abono orgánico. Creación de PYMES. Financiamiento de equipo de aplicación de abono orgánico (Coopevictoria necesita \$400.000 en la planta de abono orgánico). Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas del sector azucarero para consulta y uso de los productores.
Enfoque en prácticas de conservación de suelos que permita su recarbonización.	Prácticas encaminadas a secuestrar o almacenar carbono para mitigar el proceso de cambio climático, y son convenientes en la agricultura por su aporte a la fertilidad del suelo. Permiten conservar el Carbono Orgánico en el Suelo (COS), por lo que las buenas prácticas que permitan conservar o aumentar el COS son de gran ayuda y de beneficios para la agricultura. Entre las prácticas se incluyen las curvas a nivel, orientación de surcos, control de aguas, uso de trituradoras para incorporar residuos orgánicos al suelo.	Falta de conocimiento. Barrera cultural. No tienen equipos para hacer un mejor uso de la materia orgánica en el cultivo. Alto costo de las máquinas trituradoras que succionan los residuos en campo, pican y extienden en el suelo, y permite que se descomponga más rápido (\$10.000).	La conservación de suelo con base en curvas a nivel, orientación de surcos, control de aguas. Considerarlo desde el diseño de la NAMA. Los ingenios pueden tener los equipos y alquilar a los productores. La utilización de maquinaria para las prácticas en el campo genera emisión. En la agrocadena se han generado distintas prácticas de conservación de suelos que pueden optimizarse y aplicarse en las fincas piloto. Alianza con el INA para desarrollar por regiones las buenas prácticas de conservación de suelos con base en la topografía de las áreas de cultivo. Identificar y promover maquinaria apropiada que pique el rastrojo en el cultivo, representa una opción en el Plan Piloto para generar información cuantificada de su beneficio. Financiamiento accesible de equipos (trituradoras). Organizar servicios de trituración en campo entre productores. Minimizar quemas para tener más aporte de carbono al suelo. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas del sector azucarero para consulta y uso de los productores.
Fomento de la mínima labranza o cero labranza en el cultivo.	Las prácticas de labranza, al intervenir en la capa superficial del suelo, pueden producir una degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y favorecer la erosión, por lo que minimizar la labranza o eliminarla del todo	La compactación de suelos limita la mínima labranza, se necesita maquinaria. Falta de conocimiento y de compartir experiencias positivas para mejorar las condiciones de suelos compactados.	Desarrollo de un programa de capacitación en manejo de suelo y mínima labranza. Desarrollo de buenas prácticas de acuerdo a las condiciones del suelo. Desarrollo de técnicas y equipos apropiados para uso en suelo compactado (Ejs. Juan Viñas, Turrialba y Grecia).

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
	es favorable para el suelo donde se cultiva la caña.	Existe el riesgo de asociarlo con agricultura de subsistencia. Elevado uso de agroquímicos para eliminar la cepa antigua y luego resembrar.	Divulgación e intercambio de experiencias y prácticas de éxito (acompañamiento técnico). Tecnología para áreas y condiciones específicas, tipo de productor, clima, suelo. Resiembra con material de la misma edad del cultivo donde conviene aplicarse. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas del sector azucarero para consulta y uso de los productores.
Implementación de sistemas de "Agricultura de Precisión", para aumentar la eficiencia de las prácticas.	Aplicación de tecnologías de apoyo (imágenes satelitales, sensores, estudios de suelo, etc.), que ayudan a entender las variables del suelo y los cultivos y optimizan la utilización de los recursos. La agricultura de precisión implica la interpretación de las necesidades de cada sitio, es más específica y detallada, se realiza por medio de computadoras que permiten operar equipos de campo que facilitan un uso eficiente el fertilizante en el cultivo.	En regiones como la Zona Sur la topografía es quebrada y limita la aplicación de estas tecnologías. No se conocen tecnologías de este tipo que puedan implementarse en esas condiciones. Desconocimiento porque representa tecnología de punta y debe definirse en cuáles regiones se pueden aplicar. Requiere cosechar de acuerdo al nivel de madurez. Trámite de permisos de vuelo de los drones. No existe plataforma tecnológica.	Análisis integral de suelos de zonas de cultivo de caña. Financiamiento accesible porque requiere inversiones iniciales (interna y externa) elevadas en la implementación de la tecnología. Se trata de un instrumento de inversión interna del sector que ayuda a crear mecanismos financieros propios en CR relacionado con la implementación de este tipo de tecnologías. Desarrollo de tecnología. Transferencia tecnológica y asesoría. Alianzas con universidades y organizaciones con capacidades tecnológicas para mapas de suelos que generan recomendaciones de fertilizantes. Financiamiento para uso de drones. Reducir trámites en agricultura. Desarrollo de plataforma tecnológica que permita el manejo de la información, para tener parámetros técnicos, fotos satelitales, datos climáticos, etc. Capacitación para el desarrollo de la plataforma tecnológica.
Incremento de uso de agentes biológicos, biofertilizantes, inoculación con bacterias y mejoramiento de la biomasa microbiana.	Los agentes biológicos son microorganismos vivos que son aprovechados por sus relaciones biológicas para controlar hongos, virus, bacterias, enfermedades, insectos y para lograr una mayor fertilidad en el suelo.	Desconocimiento para ampliar el uso de agentes biológicos: para hacerlo, cómo hacerlo, materias primas. Barrera cultural, debe educarse al productor. Faltan fábricas que los preparen en las distintas regiones. No se cuenta con control biológico para salivazo y otras plagas. Alto costo del equipo para regar el control biológico. Falta capacitación que convenga a los productores sobre los beneficios del control biológico. Dependencia del uso de agroquímicos. Falta de recursos financieros. Falta de tecnología (formulaciones prácticas que sean más fáciles de aplicar).	Capacitación del productor que permita la adopción de estas tecnologías. Implica elevarla a niveles comerciales mediante rutas eficientes que optimicen su implementación. SFE está elaborando un reglamento. Representa un potencial de gestión de PYMES para producción de biofertilizantes. Organización de productores. Financiamiento accesible de equipos. Investigación y desarrollo por parte de DIECA. Políticas de apoyo al programa de DIECA. Aprovechar los ejemplos de producción y uso: COOPEAGRI y COOPEVICTORIA. Producción industrial de bioles en las organizaciones. Integrar al INA, INDER e INTA en capacitación, en buenas prácticas agrícolas y compostaje. Presentación de proyectos a organizaciones que puedan financiar el

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
		<p>Presencia de plagas imprevistas.</p> <p>Uso curativo no preventivo.</p> <p>Tecnología en proceso, por ahora no hay tanta disponibilidad.</p> <p>Requiere mayor evaluación.</p> <p>Hay aspectos que se modifican por suelo, variedad, clima, etc.</p> <p>No está totalmente aclimatada.</p> <p>Falta de volumen de producción para usar en el campo.</p>	<p>desarrollo de biofábricas en las distintas regiones (Ejemplo. INDER).</p> <p>Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas del sector azucarero para consulta y uso de los productores.</p>
Uso de Biocarbón (Biochar).	Práctica para carbonizar el suelo mediante la incorporación de carbón orgánico o Biochar. DIECA está generando el conocimiento pero existe poca experiencia en caña.	<p>Poca disponibilidad de equipos.</p> <p>Limitada cantidad de producto disponible.</p> <p>Falta de información y datos porque es nuevo en el país.</p>	<p>Desarrollo de investigación y validación de campo. Han hecho pruebas pero se necesitan hacer ajustes.</p> <p>Estudiar las capacidades de los ingenios para convertir la biomasa en biocarbón.</p> <p>DIECA cuenta con una planta de sustratos para ofrecer producto de calidad a bajo costo a los productores; y también cuenta con una planta de biochar en fase de investigación. Usa madera que por medio de pirólisis (quema sin oxígeno) genera carbón vegetal y aporta carbono al suelo que fija carbono.</p> <p>Es un proceso para desarrollar a futuro.</p>
Incremento del uso de abonos orgánicos	El uso de abonos orgánicos no solo agrega materia orgánica en el suelo sino que disminuye la utilización de fertilizantes nitrogenados, los cuales representan una de las mayores fuentes de emisiones de GEI.	<p>Desconocimiento del uso de los productos.</p> <p>Limitada cantidad de productos disponibles.</p>	<p>Diseño e implementación de incentivos para que los productores puedan incrementar el uso de los abonos orgánicos en el cultivo..</p> <p>Capacitación y transferencia tecnológica.</p> <p>Incremento de la producción de abonos orgánicos en las distintas regiones, que sean accesibles a los productores.</p>
Uso y producción de abonos verdes (Leguminosas).	El uso de abonos verdes mediante la producción y utilización de plantas de crecimiento rápido, mejora el rendimiento y las propiedades del suelo y producen una disminución en las emisiones.	<p>Costo de inversión para producción. Falta de interés en su adopción.</p> <p>Falta disponibilidad de semilla.</p>	<p>Uso de trituradora de rastrojo.</p> <p>Intercambio de experiencias (ej.Cutris) a otras zonas de producción.</p> <p>Uso de surcos en las áreas de cultivo.</p>
Optimización en la preparación de los terrenos de cultivo de caña de azúcar	La preparación de los suelos requiere maquinaria que emite CO ₂ , y la labranza del suelo desencadena reacciones de emisión. Al hacer más eficiente este proceso se reduce ambas fuentes de emisiones de GEI.	Desconocimiento de buenas prácticas de Agricultura de Precisión.	<p>Capacitación e información a productores.</p> <p>Capacitación a los que preparan los suelos, para que implementen prácticas y uso de herramientas que sean adecuadas para conservación de suelos.</p> <p>En suelo de ladera el manejo y mecanización debe ser con cuidado (arado de cincel, no se puede arado profundo).</p>
MEJORAMIENTO GENÉTICO			
Desarrollo de variedades más tolerantes, adaptables al clima, el entorno agroproductivo y las plagas (resilientes)	Desarrollo de especies que soporten de mejor forma los cambios del clima que han sido desfavorables para dicha especie. Toma más de 10 años el desarrollo de variedades.	<p>Tiempo prolongado para seleccionar y liberar una variedad comercial (10-12 años).</p> <p>Se necesitan variedades que no se afectan con sequía.</p>	<p>Es una medida viable de implementar en la NAMA.</p> <p>DIECA está desarrollando materiales y lo que se necesita es la validación a nivel de campo (en fase semi comercial).</p>

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
		Es una medida accesible, la limitante es la disponibilidad de semilla.	<p>Deben realizarse pruebas de mayor riesgo sembrando en fincas de productores.</p> <p>Visualizar las zonas de mayor gravedad para realizar las pruebas. Las plantas mejoradas necesitan buena nutrición como factor a considerar en la investigación..</p> <p>El productor requiere capacitación. Se puede usar en el Plan Piloto mediante transferencia de tecnología.</p> <p>Investigación: DIECA debe seguir desarrollando variedades tolerantes que se adapten a las distintas condiciones de clima y entorno agroproductivo.</p> <p>Continuar trabajando en el desarrollo de variedades de maduración temprana, tolerantes a sequía y plagas.</p>
ENERGÍA			
Reducción en el consumo de combustibles fósiles.	Los combustibles fósiles representan otro de los principales responsables del calentamiento global por la liberación de CO ₂ . La reducción de su consumo, una mayor eficiencia en su consumo o el cambio por fuentes alternativas de energía, son acciones que generan un impacto positivo en la mitigación de las emisiones de estos GEI. Es una medida que debe ser enfocada a integrada con los ingenios.	<p>Maquinaria y equipos obsoletos.</p> <p>Costo de inversión para reemplazar vehículos y equipos.</p> <p>Financiamiento no accesible, para que los pequeños y medianos productores puedan cambiar tractores.</p> <p>Dificultades en la planificación de la cosecha.</p> <p>Falta priorizar en mecanización del cultivo y cosecha (ej. cosechadoras que puedan usarse en condiciones de pendiente).</p>	<p>Implementación de medidas que sean aceptadas por los productores (ej. modificación en máquinas, cambio de combustibles más limpios). Enfocar la NAMA a la realidad de los productores de cada región.</p> <p>Precisar en la NAMA, cuando se relacione la medida con respecto a la tipología de productor. Esto demandará de una mejor organización de las cámaras de productores y su vínculo con los ingenios.</p> <p>Identificación de maquinaria moderna y eficiente.</p> <p>Financiamiento accesible para renovar maquinaria enfocada a pequeños y medianos productores.</p> <p>Capacidad de organización (Ej. Juan Viñas, coordina la logística de transporte y mano de obra por sectores planificados por cosecha - ordenamiento).</p> <p>Programas de mantenimiento de maquinaria y equipo.</p> <p>Mecanismo de prioridad de transporte en carretera en tiempos de zafra, para reducir consumo de combustible.</p> <p>Nuevos equipos de cosecha en pendiente, que pueda picarse en sitio para hacer más eficiente el transporte al ingenio.</p> <p>Aumento de las cosechadoras en campo que aumente la cosecha verde, reduzca el uso de las quemadas.</p> <p>Buenas prácticas de gestión para aumentar la eficiencia en las cosechadoras.</p> <p>Promoción de uso de alcohol como combustible para aumentar el valor agregado y la rentabilidad de las operaciones de los participantes de la agrocadena (productores e industriales).</p>

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
Eficiencia en el transporte de la caña	Uso de medios de transporte de mayor volumen de carga asistidos mediante un sistema de logística, permite rentabilizar la actividad y reducir las emisiones de GEI. Ejemplo: En Colombia la caña se recoge en sitios de transferencia de alta capacidad y volteo. Costa Rica debe eliminar la carreta de 2,5 toneladas de caña cosechada. Medida enfocada más a los ingenios. Debe precisarse en el diseño de la NAMA, cuando se relacione esta medida con respecto a la tipología de productor.	Falta de organización de la logística y el transporte. Uso excesivo de tractores en ciertas regiones para trasladar la cosecha. Capacidad económica limitada y falta de financiamiento accesible. Equipo y maquinaria agrícola obsoleta (en especial del lado del productor) o en pésimas condiciones de mantenimiento que producen mucha emisión. Costo de inversión. Dificultades de financiamiento.	Enfoque en cosecha de mayor capacidad en campo semi mecánica. Los ingenios deben permitir el recibo de carretas de mayor capacidad (por sus romanas). Establecimiento de centros de acopio en sitios estratégicos, de donde salgan unidades de mayor capacidad (30 t). Reordenamiento de las rutas de transporte, reduciendo el transporte en unidades pequeñas. Dejar de transportar con tractores de poca capacidad. Uso de camiones de mayor capacidad para bajar costo de transporte. Implica desarrollo de nueva logística de transporte con uso de cabezales de transporte de 25 a 30 t (Ej. zona sur y Taboga) para mayor eficiencia. Financiamiento accesible de equipo y camiones. Promoción de los sistemas de cosecha más eficientes. Identificación de maquinaria de cosecha adaptada a pequeños productores. Fortalecimiento organizacional.
PRÁCTICAS AGRONÓMICAS			
Plan de manejo que aumente la longevidad comercial de la caña y que permita renovar cada 10 a 12 años (no cada 4 años) con alta productividad.	Identificación e implementación de prácticas de manejo orientadas al aumento de la longevidad comercial de la caña de azúcar con énfasis en el aumento de la productividad. Se fundamenta en la implementación de buenas prácticas específicas en el cultivo de la caña de azúcar.	Falta de conocimiento. Barrera cultural.	Investigación y desarrollo. Elaboración de yemas pre brotadas y su establecimiento en plantaciones donde tienen menos del 20% de caña, para alargar la vida útil del cañal. Capacitación sobre cómo sacar la yema y cómo sembrarla. Plan de manejo de acciones sustentadas en métricas. Alianza con universidades y centros internacionales con recursos y programas robustos en caña (Ejemplos: Australia, Argentina, Fiji, otros).
Uso de coberturas vegetales a nivel de fincas para reducir las malezas y la aplicación de químicos en el cultivo para hacerla más eficiente y oportuna.	La eliminación de malezas por medio de herbicidas químicos, produce contaminación. El manejo de las malezas con métodos alternativos como introducir otras coberturas y el utilizar los productos químicos de forma eficiente y oportuna, reduce los niveles de contaminación y genera un impacto económico positivo al invertir menos en estos productos.	Desconocimiento del período crítico. Desconocimiento del control integral. Control inoportuno de la maleza. Falta de capacitación y seguimiento. Condiciones adversas lo impiden (topografía).	Capacitación y transferencia tecnológica. Investigación e intercambio de experiencias. Medida incluida en el documento "Temas de interés para la capacitación del productor de caña de azúcar en Costa Rica: propuesta de los beneficiarios - Año 2020" ²² .

²² Chaves et al. 2020. Temas de interés para la capacitación del productor de caña de azúcar en Costa Rica: Propuesta de los beneficiarios – Año 2020. San José, C. R. LAICA-DIECA. 82 p,

Medidas	Descripción	Barreras	Mecanismos para remover las barreras
Aumento de la cobertura de árboles (frutales o maderables) y arbustos, mediante el establecimiento de franjas o áreas de reserva, bordes, conectividad, rondas de las fincas, corredores biológicos.	Los sistemas Agroforestales (SAF) promueven el secuestro y almacenamiento de carbono en los árboles. La siembra de árboles puede realizarse en los bordes de las fincas. Sin embargo, en caña es complejo sobre todo en la cosecha mecánica por tratarse de un monocultivo intensivo y extensivo. Los árboles pueden afectar la mecanización, afectando los procesos de cosecha. Sin embargo, esta práctica permite la diversificación de los ingresos para los productores.	Barrera cultural, por falta de conocimiento de posibles opciones. Limitación de acceso a tecnología. Falta de ampliar los conceptos agroeconómico (diversificación) y agro negocio.	Investigación y desarrollo. Capacitación. Transferencia y adopción tecnológica. Financiamiento accesible.
PRÁCTICAS DE COSECHA			
Optimización del proceso de quema programada.	La práctica de quema programada corresponde a un proceso que tiene oportunidades de mejora en su gestión, de tal manera que se pueda incrementar el ingreso de caña fresca recién quemada al ingenio y se optimice la molienda.	Desprogramación de las quemas: Debido a casos accidentales (incendios), o daño prolongado en el ingenio por calderas, molinos, etc. en el proceso de zafra. Cultural: Tomar en cuenta que los cortadores los debe manejar bien los productores, cuando cortan caña manual, no les gusta cortar caña cruda. Falta mejorar y difundir prácticas de control de madurez de la caña.	DIECA debe seguir investigando en variedades más apropiadas para corta de caña verde. Capacitación. Transferencia y adopción tecnológica para mejorar la gestión de la zafra (Una buena programación desde el ingenio que permita la optimización de los procesos de quema). La cosecha en verde mecanizada es una opción tecnológica sobre la cual deben explorarse distintas opciones.
Incremento de la práctica de cosecha en verde.	Práctica de cosecha de la caña en verde mediante el uso de equipos diseñados para realizar la tarea de cosecha sin utilizar la quema, generan una buena limpieza de las hojas de la caña y un correcto despuntado de manera mecánica. Esta tecnología se destaca por la velocidad y porque permite dejar el rastrojo en superficie y, los cuales son incorporados mecánicamente al suelo para aportar materia orgánica y su recarbonización.	Falta de tecnología y buenas prácticas. Demanda el manejo de un alto volumen de residuos. Costo de inversión en preparación y adaptación de las condiciones del cultivo, siembra, nivelación del terreno, terrenos más planos para la cosecha. Costo de inversión en equipos (tecnología que no es tan accesible y debe adaptarse a las condiciones del país) Zonas con condiciones de suelo, topografía, o de productores pequeños que no tienen acceso y facilidades para implementar esta tecnología. Muchas de las áreas de cultivo de productores no están adaptados a la cosecha en verde.	Transferencia y adopción tecnológica de acuerdo con las distintas condiciones de producción del país. Implica el cambio de ciertas prácticas de manejo. Los ingenios deben tener la capacidad de separarlos y tratarlos. Financiamiento accesible para adquirir los equipos apropiados para cosecha mecánica.

En el Cuadro No.5 se resumen las medidas prioritarias a nivel de ingenios, las barreras identificadas para las medidas y los mecanismos de remoción de las barreras, propuestas por los técnicos que participaron en el taller de consulta.

Cuadro No.5. Medidas prioritarias a nivel de ingenios, barreras identificadas y mecanismos de remoción de las barreras aportados por los técnicos consultados.

Medidas prioritarias	Descripción	Barreras	Mecanismos de remoción
En los ingenios			
Optimización y estandarización de las prácticas de manejo de lagunas de oxidación y los residuos de cachaza y bagazo que reduzca las emisiones de GEI.	Conjunto de buenas prácticas de manejo de las lagunas de oxidación, así como de los residuos de cachaza y bagazo en los ingenios, que optimiza la gestión de los residuos sólidos y líquidos de los procesos, tendientes a reducir las emisiones de GEI y los impactos ambientales de la industria.	Falta conocimiento de buenas practicas Deficiencias o limitaciones en el control de las aguas de vertido de ingreso y egreso de las lagunas, para corregir las condiciones y asegurar un control de emisiones GEI.	Transferencia tecnológica Investigación y desarrollo (uso de bacterias beneficiosas para potabilizar las aguas. Coordinar investigación en el país para producirlas en CR) Mejorar los sistemas de limpieza, y de los excedentes de cachaza y bagazo (aguas de lavado de las mesas de caña). Financiamiento accesible
Reemplazo de componentes de las calderas que permitan reducir los GEI.	Las calderas utilizadas en los ingenios representan tecnologías antiguas que se han usado por muchos años. Por lo general están conformadas por componentes y diseños que provocan ineficiencias en el proceso. El reemplazo de ciertos componentes puede aumentar la eficiencia del proceso productivo, al mismo tiempo que reduce la emisión de GEI.	Tecnología obsoleta que no permite reducir emisiones (se requiere sustitución de algunos equipos). Financiamiento.	Investigación y transferencia. Financiamiento accesible. Emisiones de las calderas en los ingenios: Se tiene control por el reglamento de país, pero se necesita mayor eficiencia y optimización de los equipos. Medición constante de las emisiones. Automatización de los alimentadores de bagazo, para mayor control y reducción de las emisiones GEI.
Sistemas de recirculación de enfriamiento de las aguas, para reutilizarlas y reducir consumo.	Los ingenios dependen de un abastecimiento adecuado de agua como parte del proceso de producción, y el enfriamiento de máquinas que generan calor o en la limpieza de determinadas operaciones y partes del proceso productivo del azúcar. Es necesaria la modernización de la industria con el propósito de lograr una reducción del consumo de agua, economizar costos, minimizar el daño ambiental y reducir emisiones de GEI.	Limitaciones de tecnología. Desconocimiento de opciones. Costo de financiamiento.	Transferencia y adopción tecnológica. Capacitación. Financiamiento accesible. Estandarizar en todos los ingenios la medición de cuánto recibe de agua, las condiciones como la reciben, y en qué condiciones se reintegra al ambiente (ríos, riego).

3.4.2. Ejes transversales para la implementación de las medidas

La implementación de las medidas priorizadas para la NAMA Caña de Azúcar, se sustentará mediante cinco ejes transversales propuestos en el Cuadro No.6.

Cuadro No.6. Ejes transversales para la implementación de las medidas priorizadas en la Nota Conceptual de la NAMA Caña de Azúcar.

Eje	Descripción
1) Mecanización de las labores de producción, cosecha e industrialización de la caña de azúcar	Consiste en identificar e implementar tecnología de mecanización viable técnica y financieramente, y disponible para las actividades de cultivo, cosecha, transporte e industrialización de caña de azúcar. Incluye las labores de aplicación de agroquímicos, fertilizantes, cosecha, otros.
2) Sistema de métrica de la caña de azúcar	Establecimiento de un sistema de gestión de información contable que facilite la definición, medición, control y seguimiento de métricas de rendimientos de producción, impactos de implementación de prácticas de manejo. Orientado a facilitar datos, administración eficiente, medición y valoración de impactos de las medidas adoptadas por medio de la NAMA.
3) Tecnologías digitales de información y comunicación	Uso intensivo de tecnologías digitales de información y comunicación, como medio para desarrollar y evaluar la capacitación, transferencia tecnológica y acceso a información cuando los necesite el productor.
4) Juventud y cambio generacional	Identificación e implementación de las medidas que contribuyan a rentabilizar la actividad y que facilite el cambio generacional y la continuidad de la familia en el negocio cañero, tanto a nivel de productores como de ingenios.
5) Diferenciación de los productos en los mercados	Orientado a la difusión, sensibilización, comprensión y utilización de los productos desarrollados mediante el soporte de la NAMA Caña de Azúcar, en todos los mercados de la industria.

3.5. Beneficios asociados

3.5.1. Competitividad

La implementación de la NAMA Caña de Azúcar, que contempla las medidas priorizadas de optimización en el uso de fertilizantes nitrogenados, uso de enmiendas al suelo, prácticas de conservación de suelos que permitan la recarbonización, implementación de sistemas de agricultura de precisión, incremento de uso de agentes biológicos y biofertilizantes, desarrollo de variedades más tolerantes, reducción en el consumo de combustibles fósiles y transporte de materia prima mediante equipo de mayor capacidad, entre otras, facilitará a los productores un control y reducción de costos, por innovación en los procesos, incorporación de buenas prácticas y tecnologías amigables, el uso eficiente de recursos como electricidad, agua y combustibles.

De la misma forma, las medidas a nivel de ingenios de optimización y estandarización de las prácticas de manejo de las lagunas de oxidación y los residuos de cachaza y bagazo, el reemplazo de componentes de calderas, incremento de la cobertura de la práctica de cosecha verde, la optimización del proceso de quema programada, la eficiencia en el transporte de la caña y la cosecha mecanizada, y la recirculación de enfriamiento de las aguas para reutilizarlas, permitirán la reducción de los GEI en los procesos implicados. Esto puede contribuir de manera directa en un aumento de la rentabilidad (lo cual debe demostrarse en la implementación de la NAMA), tanto por el ahorro que pueda lograrse como por el posicionamiento como empresa responsable con el ambiente en su cadena de valor.

Las acciones que se implementen a partir de la puesta en práctica de la NAMA Caña de Azúcar, permitirán tanto a productores como a los ingenios, la posibilidad de desarrollar ventajas competitivas por el factor de diferenciación, que les facultará a una mejor preparación hacia los mercados con exigencias en materia de protección del medio ambiente y reducción de emisiones de GEI.

3.5.2. Conservación de suelos

Dada la creciente preocupación por bajar las emisiones de GEI, desde hace pocos años se han venido realizando esfuerzos para valorar y fomentar la captura y almacenamiento de carbono orgánico en el suelo (COS)²³, por lo que se han incluido algunas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como la labranza mínima, para lograr conservar este carbono en suelo y evitar mayores emisiones netas de CO₂. Estas prácticas ayudan no solo en el aspecto de mitigación, ya que es CO₂ que no se emite, sino que constituye un mecanismo de adaptación, ya que contribuye a una mayor capacidad de retención de humedad, lo cual se ha vuelto de vital importancia por las diferencias tanto en temperatura como en precipitaciones esperadas como efectos del Cambio Climático^{24/25}.

Otros beneficios que se obtienen del COS, es que se relaciona con la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, mejorando las propiedades del suelo asociadas con el rendimiento sostenido de los cultivos²⁶, lo cual conlleva años y buen manejo del cultivo y del suelo. El COS se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N, cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, el COS aumenta la solubilidad de varios nutrientes. El COS mejora las propiedades físicas mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo. La cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada por el manejo del suelo. Existen prácticas de manejo que generan un detrimento del COS en el tiempo, a la vez hay prácticas que favorecen su acumulación²⁷.

3.5.3. Co beneficios

El recurso agua es un elemento vital para el cultivo de la caña de azúcar. El lograr una mayor eficiencia y mejor uso de este recurso redundará en beneficios para la agro cadena de la caña de azúcar, al optimizar el uso del mismo en las distintas regiones productoras del cultivo, en especial en la región de Guanacaste donde el recurso es especialmente escaso en determinadas épocas del año.

²³ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Liberación del potencial del carbono orgánico del suelo. Documento de resultados. Alianza Mundial por el Suelo, IPCC, ITPS, UNCCD, Convention to Combat Desertification (ONU), World Meteorological Organization. Roma, Italia. 26p.

²⁴ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. ITPS (Intergovernmental Technical Panel on Soils), Alianza Mundial por el Suelo. Roma, Italia. 16p.

²⁵ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. Soil organic carbon the hidden potential. Global Soil Partnership. Rome, Italy. 78p.

²⁶ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. Global Soil Organic Carbon Map. ITPS (Intergovernmental Technical Panel on Soils), Global Soil Partnership. Rome, Italy.

²⁷ Martínez, E.; Fuentes, J.P.; Acevedo, E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal. 8 (1) 2008 (68-96). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006

La implementación de las buenas prácticas en cuanto al uso del agua en la NAMA Caña de Azúcar, permitirán identificar procesos que requieren ser ajustados para mejorar la eficiencia en el uso de agua (WUE)²⁸ y establecer sistemas que permitan bajar la huella hídrica y a la vez mejorar la disposición de agua necesaria para el cultivo u otros usos alternativos en las distintas regiones productivas, en especial donde se utiliza el riego.

Además, las acciones que se realicen para mejorar el uso del agua, tienen como consecuencia positiva la protección adecuada de las fuentes hídricas de los sitios donde se cultiva, esta condición facilita acciones que directamente aportan a la sostenibilidad del sector cañero.

Las buenas prácticas en el manejo y uso del agua, también ayudan a aumentar la rentabilidad, ya que, al racionalizar los riegos, se disminuye el consumo, lo que genera un ahorro en la cantidad de agua requerida con su consecuente ahorro en costos por este rubro.

3.6. Meta aspiracional

Para la NAMA Caña de Azúcar, se establece una meta aspiracional de un total de 132 productores, con los cuales se desarrollarán experiencias piloto para su evaluación y posterior transferencia tecnológica (Cuadro No.7). Se aclara que esta meta aspiracional no obedece a un estudio de tipificación de productores, sino a una propuesta preliminar. En la etapa de diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, debe realizarse un estudio previo de las tecnologías existentes, por medio del cual se elabore la propuesta específica del Plan Piloto.

Cuadro No.7. Meta aspiracional de cantidad de productores involucrados de forma directa con la implementación de la NAMA Caña de Azúcar.

Región	Productores ^{1/}	Participación del 1 al 3%			Total 2,5%	Obs.
		Pequeños	Medianos	Grandes		
		91,40%	8,30%	0,30%		
Guanacaste	733	16	1	1	18	
Pacífico Central	31	9	1	0	10	Mínimo
Zona Norte	1.039	24	2	0	26	
Valle Central	1.120	26	1	1	28	
Turrialba - Jiménez	158	9	1	0	10	
Zona Sur	2.312	36	3	1	40	Máximo
Total	5.393	120	9	3	132	

^{1/} Adaptado de: Bermúdez, L. 2020. Power Point Proyecto NAMA – Datos Zafra 2019-2020. LAICA. San José, C.R.

El 2,5% representa la cantidad de productores con los cuales se trabajar el Plan Piloto. Incluirá productores de todas las regiones, abarcará todos los diferentes sistemas productivos y en todos los niveles de pequeños, medianos y grandes productores de caña. La distribución no es proporcional con base en el total por región, sino por representación, definido como criterio de experto por los funcionarios de LAICA-DIECA.

²⁸ Haie, N.; Rodrigues, M.; Castro, J. 2018. Integrating Water Footprint and Efficiency: Overcoming Water Footprint Criticisms and Improving Decision Making. Water Alternatives. 11(3):933-956

Las cámaras de cada región definirán los productores que formarían parte del Piloto. Se considera invitar al menos un 5% del total de productores como enfoque “de intervención”. Esto permitirá un grupo mayor para la divulgación e inducción no relacionada directamente con el proceso del Piloto. Se espera que la participación en el Piloto corresponda entre 1 al 3% del total de productores (no más de 40 por región), con el propósito de facilitar el proceso para la etapa de escalamiento

En lo referente a los ingenios, la meta aspiracional corresponde a dos ingenios que participarían en la etapa de Piloto durante la implementación de la NAMA Caña de Azúcar, en las cuales se implementarán las medidas priorizadas. Esta meta también corresponde a una propuesta preliminar de LAICA, que tendrá que revisarse y ajustarse en la etapa de diseño de la NAMA.

4. Gobernanza

4.1. Mapeo de actores

En el Cuadro No.8 se resume la identificación de actores involucrados en la agro cadena de Caña de Azúcar en Costa Rica, de los cuales serán priorizados para que conformen la estructura de gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar. Se presenta una breve descripción de las acciones vinculadas a su participación en el diseño e implementación de la NAMA.

Cuadro No.8. Actores identificados en la agro cadena de la Caña de Azúcar.

Sector	Organizaciones	Acciones vinculadas	Nivel de cercanía
Privado	FEDECAÑA	Participar de la gobernanza de la NAMA Organizar y coordinar actividades con los productores	Alto
	Productores de caña	Participar de las actividades y toma de decisiones en la NAMA	Alto
	Cámara de Azucareros (Ingenios - Industriales)	Participar de las actividades y toma de decisiones en la NAMA	Alto
Público	LAICA	Dirigir el diseño e implementación de la NAMA Coordinar con FEDECAÑA y los ingenios Liderar el MRV	Alto
	MAG	Apoyar el diseño e implementación de la NAMA. Gestionar los vínculos con cooperantes y facilitar información relacionada con cooperación externa que puede vincularse a la NAMA.	Alto
	INTA	Participar en las investigaciones definidas en la NAMA Apoyar las labores de transferencia tecnológica derivadas de las investigaciones	Alto
	MINAE - DCC	Apoyar las acciones priorizadas en la NAMA. Apoyar los procesos de las organizaciones que decidan declararse C Neutro derivados de la NAMA.	Alto
	IMN	Participar en las investigaciones definidas en la NAMA Apoyar la definición de los FE nacionales asociados al cultivo de la caña	Alto
	SFE	Aprobar nuevas formulaciones de fertilizantes y agroquímicos amigables requeridos en la NAMA	Medio
	FONAFIFO	Apoyar los procesos de PSA y compensación de emisiones de las empresas vinculadas en la NAMA Caña de Azúcar.	Medio
	INDER	Financiar proyectos vinculados a la implementación de la NAMA	Medio
	MEIC	Apoyar las políticas económicas requeridas por la agro cadena de caña. Desarrollar estudios relacionados con la contribución de la Caña de Azúcar producida mediante la NAMA Caña de Azúcar, a la economía de Costa Rica. Facilitar información relevante de estudios para incorporarla a la NAMA Caña de Azúcar	Medio
	PROCOMER	Apoyar las políticas comerciales requeridas por la agro cadena de la caña, incluye mercados diferenciados y competitivos para los productos generados mediante acciones climáticas. Diseñar y coordinar programas de apoyo a la gestión de exportación y búsqueda de mercados, así como una	Medio

Sector	Organizaciones	Acciones vinculadas	Nivel de cercanía
		estrategia para tal efecto, para los productores e ingenios participantes de la NAMA Caña de Azúcar.	
	SENARA	Apoyar las gestiones vinculadas al uso y manejo sostenible del recurso agua en la agro cadena de la caña	Medio
	MIDEPLAN	Apoyar las políticas nacionales de planificación asociadas a la agro cadena de caña	Medio
	INS	Diseñar e implementar un plan de seguros que apliquen en toda la cadena de valor que sea diferenciada para los productores e industrializadores que participen en la NAMA Caña de Azúcar.	Medio
	Ministerio de Hacienda	Apoyar las políticas fiscales asociadas a la agro cadena de la caña. Apoyar y facilitar los trámites hacendarios vinculados a los productores e industrializadores participantes en la NAMA Caña de Azúcar.	Medio
	SEPSA	Procesar y documentar las estadísticas productivas de la agro cadena de caña	Bajo
Financiero	Sistema de Banca para el Desarrollo - SBD	Diseñar y ofrecer productos financieros verdes con facilidades de requisitos y aplicaciones para los productores e industrializadores vinculados a la NAMA Caña de Azúcar. Servir de enlace para gestionar nuevos recursos financieros con distintos donantes nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de las acciones requeridas en mitigación y adaptación al cambio climático.	Alto
Otras organizaciones	Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria	Apoyar a los productores e ingenios en la implementación de las medidas priorizadas en la NAMA.	Medio
	Cámara de Insumos Agropecuarios	Apoyar a los productores e ingenios en la implementación de las medidas priorizadas en la NAMA.	Medio
	INTECO	Revisar los instrumentos técnicos desarrollados para implementar la NAMA Caña de Azúcar, relacionados con las opciones de declaración de carbono con base en el Programa País Carbono Neutro para las categorías de organización y cantón. Participar como organismo de verificación de los procesos de declaración de las empresas vinculadas en la NAMA Caña de Azúcar.	Medio
	CNE	Apoyar los esfuerzos de planificación y gestión de riesgos ante desastres naturales, relacionados con la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. Participar de las sesiones de la CT, cuando sea requerido su criterio técnico y orientaciones para gestionar potenciales riesgos relacionados con las empresas y asentamientos ligados a la producción de Caña de Azúcar en el país..	Bajo
Académico	UCR	Participar en las investigaciones definidas en la NAMA Apoyar las labores de transferencia tecnológica derivadas de las investigaciones	Bajo
	UTN	Participar en las investigaciones definidas en la NAMA Apoyar las labores de transferencia tecnológica derivadas de las investigaciones	Bajo
	CATIE	Participar en las investigaciones definidas en la NAMA	Bajo

Sector	Organizaciones	Acciones vinculadas	Nivel de cercanía
		Apoyar las labores de transferencia tecnológica derivadas de las investigaciones	
	INA	Apoyar las labores de transferencia tecnológica relacionadas con las medidas priorizadas en la NAMA	Medio
Otras instancias	Consumidores	Consumir los productos obtenidos de la producción e ingenios vinculados a la NAMA Caña	Baja
	Transportistas	Participar de las medidas priorizadas en la NAMA, tendientes a reducir el consumo de hidrocarburos en la agro cadena de la caña.	Baja

4.2. Propuesta de gobernanza climática de la agro cadena Caña de Azúcar

4.2.1. Propuesta de la estructura de gobernanza

En la Figura No.1 se muestra la propuesta de la estructura de gobernanza para la NAMA Caña de Azúcar, la cual estaría estructurada de la siguiente manera:

Junta de Alto Nivel (JAN) - Integrada por los niveles altos de LAICA, FEDECAÑA, MAG, DCC/MINAE y MEIC, y por el representante del sector industrial.

Comité Técnico (CT) – Integrado por LAICA - DIECA, el Departamento técnico de LAICA, los ingenios representados en la Cámara de Azucareros, INTA, IMN y MAG y FEDECAÑA.

Comisión de Campo (CC) – Integrada por productores representados por FEDECAÑA en los Comités Técnicos Regionales (COTER) en los que participan los técnicos de DIECA de cada región y el Departamento técnico de LAICA.



Figura No.1. Propuesta de estructura de gobernanza para la NAMA Caña de Azúcar.

Todas las organizaciones representantes de la agro cadena de Caña de Azúcar, deben tener como requisito la personería jurídica al día, para ratificar que esté legalmente establecida. Esto permite blindar la estructura de gobernanza, de tal manera que se aseguren los cumplimientos por medio de organizaciones debidamente representadas.

En el Anexo No.3 se describen los roles y responsabilidades principales que deben desempeñar las distintas instancias (JAN, CT y CC) dentro de la estructura de gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar. Estos roles y responsabilidades deben ser revisados, ajustados y aprobados en la etapa de diseño de la NAMA (Cuadros Nos.A.3.1, A.3.2 y A.3.3).

El Anexo No.3 (Cuadro No.A.3.4) también contiene la definición de los representantes que deben participar de cada una de las organizaciones que conforman los distintos niveles de gestión de la estructura de gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar. Es indispensable que cada uno de los representantes quede formalmente designado por la organización que representan, y comunicados de forma oficial por escrito dicha designación ante la JAN y CT.

Se destaca que en el CT participarán las organizaciones público privadas que tienen vinculación directa con las decisiones de carácter estratégico y político que tomaría la JAN, las analiza a lo interno, y las gestiona y complementa con el apoyo técnico y operativo del CC, con las organizaciones de productores que tendrán a cargo su implementación directa en las regiones del sector agropecuario.

El Anexo No.3 (Cuadro No.A.3.5) incluye los principales roles y responsabilidades propuestos para cada una de las instituciones participantes que tendrán a su cargo el diseño, implementación y evaluación de la NAMA Caña de Azúcar. Estos roles deben ser validados y acordados con cada organización propuesta.

4.2.2. Propuesta de formalización legal de la gobernanza

Para la formalización de la NAMA Caña de Azúcar, se recomienda 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.

4.2.3. Gestión de la comunicación en la estructura de gobernanza

El diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar requiere la definición de un Plan de Gestión de la Comunicación de la Estructura de Gobernanza. Este plan debe contemplar y potenciar los mecanismos de comunicación que deben desarrollarse entre las organizaciones participantes dentro de la estructura de Gobernanza propuesta para la NAMA (JAN, CT y CC). LAICA y FEDECAÑA representan las organizaciones líderes por su vinculación y servicio dedicado a los principales actores de la agro cadena de caña a nivel nacional.

El Plan de Gestión de la Comunicación debe considerar al menos los siguientes elementos:

1. Objetivos
2. Requisitos de la comunicación Herramientas y técnicas que serán utilizadas para la comunicación
3. Modelos de comunicación sugeridos y frecuencia
4. Sistema de información y tecnología de comunicación sugerida
5. Métodos de comunicación
6. Habilidades interpersonales y de equipo requeridas
7. Presentación de informes

La comunicación en la etapa de diseño e implementación de la NAMA, se facilitará y desarrollará principalmente usando herramientas de mediación virtual al alcance y accesibles para los participantes, especialmente los productores agremiados a FEDECAÑA y LAICA.

Para la convocatoria y participación de las actividades de consulta y validación durante esta etapa, se utilizarán los medios convencionales de correo electrónico y redes sociales, de uso común entre los agremiados, para el desarrollo y continuidad de las acciones requeridas durante el diseño e implementación. FEDECAÑA y LAICA, con base en sus formatos y procedimientos usuales, desarrollarán un “Protocolo de comunicación” que incluya: Formatos de reportes, minutas, agendas, entre otros, para mantener un orden a la hora de sistematizar la información del proceso de implementación y monitoreo, y la elaboración de los informes requeridos por los distintos públicos de interés.

5. Elementos básicos para el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)

En una primera etapa de diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, el MRV debe sustentar contabilidad básica de los datos de información de los inventarios de GEI de la agro cadena, tanto a nivel de campo como de ingenios (datos de actividad, factores de emisión, fijación de carbono).

En una siguiente etapa, dependiendo de la estructura técnica y recursos de LAICA, el MAG y las organizaciones involucradas, se pueden integrar al MRV los datos de rendimiento productivo y adaptación al clima. Lo anterior, tomando como referencia el modelo integral de la NAMA Ganadería.

5.1. Identificación de las principales fuentes de emisión de la agro cadena de caña

En el Cuadro No.9 se resume la información disponible relacionada con las principales fuentes de emisión de GEI del cultivo y cosecha de la caña de azúcar.

Cuadro No.9. Principales fuentes de emisión de la agro cadena de caña de azúcar.

Fuente de emisión	Información disponible
Fertilizantes nitrogenados	<p>El uso de fertilizantes nitrogenados representa la fuente de mayor emisión de GEI de la producción de caña de azúcar.</p> <p>Con base en el Inventario Nacional de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de gases de efecto invernadero en Costa Rica - 2015²⁹, la emisión de óxido nitroso proveniente de la fertilización nitrogenada en ese año de 64.676 ha de cultivo, fue de 366 t N₂O, lo que representa 113.460 t CO₂e. En esta estimación fue utilizado un FE de 3,60 kg N₂O/ha/año.</p> <p>De acuerdo con este inventario de 2015, las emisiones de caña fue la segunda en magnitud (24.4%) en comparación con más de diez cultivos agrícolas, debido principalmente al área de siembra. Además, la actividad cañera contribuyó en este inventario a las emisiones estimadas de CH₄ y N₂O provenientes de la quema de biomasa previo a la cosecha.</p> <p>De acuerdo con información reciente provista por el Ing. Marcos Chaves de DIECA, sobre el “Uso de Nitrógeno en Caña de Azúcar”, referida a los ciclos vegetativos de planta y proyectada a ingenios y productores independientes, el estimado de aplicación de N en las plantaciones de caña de azúcar es de 7.326 t N/año. Esta aplicación equivale a 35.686 t/año de CO₂e. Sin embargo, el Ing. Chaves señala que esta información es variable y parte de estimaciones realistas, pero basadas en pocas observaciones, por lo que es necesario realizar como parte de la NAMA, una estudio que pueda dar solidez a esta estimación.</p>
Enmiendas (cal) y abonos orgánicos	<p>Con base en los datos provistos por el Ing. Marcos Chaves de DIECA, la aplicación de cal se realiza principalmente en las plantaciones de caña de azúcar la Zona Norte, Zona Sur y Turrialba. El total aplicado en estas zonas fue el siguiente: 1.049 t Dolomita/año y 2.593 t Carbonato de Calcio/año. La aplicación total equivale a 1.698 t/año de CO₂e. El Ing. Chaves también indica que esta información es variable y proviene de estimaciones realistas, pero que es necesario efectuar como parte de la NAMA, un estudio que pueda dar solidez a esta estimación.</p> <p>Con respecto a abonos orgánicos, no existen estadísticas relacionadas con el uso de estos productos en el cultivo de la caña de azúcar. De acuerdo con el VI Censo Agropecuario 2014³⁰, se documentó que aproximadamente el 31% de los productores de caña utilizan algún tipo de abono orgánico, pero no consignan cantidades aplicadas. DIECA registra ciertas informaciones, pero será necesario en el diseño de la NAMA, un sistema de gestión de datos que permitan reunir con mayor claridad, cobertura y precisión esta información de la agro cadena.</p>

²⁹ Costa Rica. 2019. Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2015. Primera Edición. MINAE, IMN. San José, C.R. 71 p.

³⁰ Costa Rica. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario: Cultivos Agrícolas, Forestales y Ornamentales. INEC. Primera edición. San José, C.R. p.136

Fuente de emisión	Información disponible
Quemas	Montenegro y Chaves (2013) ³¹ evaluaron cinco escenarios teóricos de quema del área sembrada y cosechada del cultivo de 58.979 ha, usando cuatro metodologías distintas, y estimaron que la quema del 50% del área cosechada en el país estaría emitiendo anualmente a la atmósfera 12.061 t de CO ₂ e, lo que en promedio representa la emisión de 0,409 t de CO ₂ e/ha/año.
Combustible móvil	No existen estadísticas de datos relacionados al consumo de combustible móvil en las actividades de cultivo, cosecha e industrialización de la agro cadena. Se encuentra en proceso de publicación para inicios del 2021, un documento técnico del INTA y DIECA, donde realizaron algunas estimaciones iniciales con base en ciertos criterios. Sin embargo, será necesario definir y establecer un sistema de información que permita reunir y precisar los consumos de combustibles asociados al alcance de la NAMA Caña de Azúcar.

5.2. Factores de emisión y secuestro identificados

El Cuadro No.10 presenta la información disponible relacionada con los FE requeridos para el cálculo de las emisiones de la actividad cañera.

Cuadro No.10. Factores de emisión y secuestro de carbono en caña de azúcar.

Fuente de emisión y secuestro	Información disponible de FE y secuestro de carbono																								
Fertilizantes nitrogenados	<p>Montenegro y Chaves (2012)³² concluyen que existen diferencias en cuanto a la cantidad de óxido nitroso emitido por región productora, a partir de la fertilización nitrogenada del cultivo de caña de azúcar. Recomiendan la necesidad de continuar las investigaciones que permitan determinar la emisión real del óxido nitroso mediante el análisis de muestras gaseosas de experimentos de campo en las distintas regiones, para conocer el efecto que las variaciones de las condiciones particulares de clima, edáficas y de manejo de plantaciones generan en la emisión.</p> <p>Emisión de óxido nitroso por región productora Zafra 2011-2012 (Montenegro y Chaves, 2012).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Región Productora</th> <th>Emisión, Tons N₂O-N ha⁻¹ a⁻¹</th> <th>Emisión, Tons CO₂eq ha⁻¹ a⁻¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona Norte</td> <td>15</td> <td>7.071</td> </tr> <tr> <td>Zona Sur</td> <td>9</td> <td>4.556</td> </tr> <tr> <td>Turrialba-Juan Viñas</td> <td>10</td> <td>4.840</td> </tr> <tr> <td>Guanacaste</td> <td>66</td> <td>32.176</td> </tr> <tr> <td>Valle Central</td> <td>10</td> <td>4.876</td> </tr> <tr> <td>Puntarenas</td> <td>15</td> <td>7.170</td> </tr> <tr> <td>Nacional</td> <td>125</td> <td>60.689</td> </tr> </tbody> </table> <p>El documento de “Factores de emisión de gases de efecto invernadero – 2020”³³, contiene un FE de 4,81 kg N/ha/año en suelos gestionados, para relacionar las emisiones provenientes de esta fuente.</p>	Región Productora	Emisión, Tons N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹	Emisión, Tons CO ₂ eq ha ⁻¹ a ⁻¹	Zona Norte	15	7.071	Zona Sur	9	4.556	Turrialba-Juan Viñas	10	4.840	Guanacaste	66	32.176	Valle Central	10	4.876	Puntarenas	15	7.170	Nacional	125	60.689
Región Productora	Emisión, Tons N ₂ O-N ha ⁻¹ a ⁻¹	Emisión, Tons CO ₂ eq ha ⁻¹ a ⁻¹																							
Zona Norte	15	7.071																							
Zona Sur	9	4.556																							
Turrialba-Juan Viñas	10	4.840																							
Guanacaste	66	32.176																							
Valle Central	10	4.876																							
Puntarenas	15	7.170																							
Nacional	125	60.689																							

³¹ Montenegro, J.; Chaves, M. 2013. La quema en el cultivo de la caña de azúcar y su impacto en la emisión de gases de efecto invernadero en Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. Vol12.

³² Montenegro, J.; Chaves, M.. 2012. Estimación de la emisión de óxido nitroso (N₂O) por región productora de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación. V Congreso Tecnológico DIECA 2012. DIECA. Grecia, Alajuela, Costa Rica.

³³ IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2020. Factores de emisión de gases de efecto invernadero – 2020. Décima edición. San José, C.R. IMN, MINAE. 8 p.

Fuente de emisión y secuestro	Información disponible de FE y secuestro de carbono
Enmiendas y abonos orgánicos	<p>Para el cálculo de la emisión de CO₂ de enmiendas como el carbonato de calcio y la cal dolomita, se deben utilizar los FE provistos por el IPCC en el Volumen 4: Carbonato de calcio (piedra caliza) utilizar el FE de 0,12; y en Cal Dolomita utilizar el FE de 0,13.</p> <p>La estimación del contenido de nitrógeno en abonos orgánicos, utiliza el FE 0,01 kg N₂O/kg de nitrógeno aplicado, recomendado por el IPCC en el Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1³⁴</p> <p>Para el cálculo del contenido de N₂O aplicado en abonos orgánicos, se debe estimar la cantidad aplicada, contenido de materia seca y la cantidad de N, y se utiliza el FE 0,01, recomendado por el IPCC en el Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.1</p>
Quemas	<p>Montenegro y Chaves (2013)³⁵ recomiendan el desarrollo de investigación en el sector azucarero nacional, orientado a generar y validar la información básica necesaria para ajustar, vincular y aplicar los cálculos y las estimaciones de las emisiones de las quemas a las condiciones productivas y ecológicas del país.</p>
Secuestro de carbono en el suelo	<p>En la actividad productiva de caña de azúcar, el principal sumidero de secuestro de carbono lo representa el suelo. Desde el año 2001, Montenegro y Abarca (2001)³⁶ determinaron que el contenido de carbono en el suelo de cultivo de caña de azúcar, fue de 26,9 t de C ha a 10 cm de profundidad. Sin embargo, debido a la práctica de quema previo a la cosecha, reduce los contenidos de carbono en el suelo en comparación con otros donde no se quema (Montenegro y Chaves, 2011)³⁷. Canellas <i>et al.</i> (2003) citados por Montenegro y Chaves (2011), encontraron que después de unos años sin quemar, la concentración de carbono del suelo fue 9,21 g/kg de suelo mayor en relación con el suelo quemado. Razafinbielo <i>et al.</i> (2006) citados por Montenegro y Chaves (2011), también documentaron que después de seis años de tratamiento sin quemar, el contenido de carbono del suelo fue 15% mayor comparado al tratamiento con quema en este cultivo. Estos estudios muestran que la quema representa una práctica en la producción agrícola que afecta el incremento del carbono del suelo. Aunque Montenegro y Chaves (2011) encontraron que los suelos sembrados con caña podrían estar capturando y fijando en promedio por hectárea y por año, cerca de 312 kg de CO₂, también concluyen que es necesario realizar estudios de campo que permitan corroborar esta información en las diferentes regiones productivas del país. Por lo tanto, esto corresponde a un tema de investigación requerido como parte de los estudios prioritarios de la NAMA Caña de Azúcar.</p>

Como parte de las líneas de acción de la NAMA Caña de Azúcar, deben enfocarse los esfuerzos para generar en el corto, mediano y largo plazo, la investigación necesaria que permita precisar y complementar estos FE, con base en las acciones priorizadas, así como la información específica sobre el potencial de secuestro de carbono propios de la actividad. Como parte del convenio INTA y LAICA-DIECA, están por publicarse a inicios del 2021 dos estudios que servirán de sustento técnico en los aspectos documentados en esta sección, como base para el diseño de la NAMA Caña de Azúcar.

5.3. Administración del sistema MRV

La propuesta de desarrollar la NAMA Caña de Azúcar es un esfuerzo de participación público-privado para transformar la agro cadena mediante el uso de prácticas, tecnologías y medidas orientadas a

³⁴ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2015. 2006 IPCC Guidelines for National Green-house Gas Inventories. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Disponible en: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html

³⁵ Montenegro, J.; Chaves, M. 2013. La quema en el cultivo de la caña de azúcar y su impacto en la emisión de gases de efecto invernadero en Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. Vol12.

³⁶ Montenegro, J.; Abarca, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. San José, C.R. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Meteorológico Nacional. 137 p.

³⁷ Montenegro, J.; Chaves, M.. 2011. Contribución del sector cañero a la mitigación del cambio climático. XVIII Congreso Azucarero Nacional ATACORI. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, C.R. 14 p.

migrar esta actividad agrícola hacia un modelo climáticamente inteligente, rentable, productivo y socialmente sostenible.

El Sistema MRV de la NAMA Caña de Azúcar tiene como objetivo evaluar el desarrollo de las acciones de mitigación, resiliencia y adaptación, para que sean consistentes con los inventarios nacionales de GEI y de los sistemas MRV de acciones de mitigación relevantes de otras actividades productivas (intercambios). Al mismo tiempo, que desarrolle e integre información técnica, financiera, social y ambiental, requeridas para consolidar la NAMA a futuro.

Debido a la trayectoria técnica y el posicionamiento institucional en el gremio productivo, se recomienda que la administración del MRV esté a cargo de DIECA. DIECA deberá designar una persona responsable del MRV, que sea el enlace con las organizaciones participantes en la gobernanza, y realice de forma progresiva y sistemática todo lo correspondiente al seguimiento, monitoreo, control y documentación del proceso de diseño e implementación de la NAMA.

5.4. Vinculación con los sistemas de métricas a nivel nacional

El Sistema MRV que se diseñe para la NAMA Caña de Azúcar, debe ofrecer una valoración efectiva de la reducción de las emisiones de GEI, que demuestre los beneficios directos de la mitigación de los GEI (reducción de dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y secuestro de CO₂), disminución y control de costos, la planificación e implementación de actividades y medidas enfocadas en las reducciones y remociones, que serán priorizadas e implementadas como parte de esta estrategia de la agro cadena.

El Sistema MRV deberá contribuir con el SINAMECC gestionado por la DCC/MINAE, el cual será utilizado en parte para medir el progreso de la política climática costarricense y el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Además, deberá aportar al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), en la medida que se logre la cobertura de medición total de las emisiones de la actividad productiva del cultivo de Caña de Azúcar en todo el territorio nacional (según lo requerido por IMN), en lo correspondiente a las categorías, depósitos y gases relevantes a la NAMA propuesta. El INGEA debe respaldarse con criterios y prácticas de uso de información que asegure transparencia, confiabilidad, que sea completo y comprobable.

6. Componente financiero de la NAMA

6.1. Identificación de costos operativos para el diseño e implementación de la NAMA

El diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar requiere de recursos financieros para una serie de aspectos relacionados con los componentes de diseño técnico y operacional de la NAMA. En el Cuadro No.11 se resumen los costos operativos asociados a los componentes propuestos.

Cuadro No.11. Propuesta de componentes y costos operativos asociados al diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar.

Componente	Costos operativos
1) Diseño técnico de la NAMA	
Contexto y diagnóstico del sector.	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el estudio
Selección, priorización, potencial de reducción de GEI y aceptación de medidas propuestas por los productores.	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para facilitar de forma participativa la selección, priorización y aceptación de medidas con los distintos actores Costos logísticos de transporte, alimentación y alojamiento Costos de talleres participativos en distintas regiones
Caracterización socio económica de la producción primaria.	<ul style="list-style-type: none"> Servicios de consultoría para el estudio
Elaboración de la línea base de emisiones de GEI del sector al 2050.	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el estudio
Elaboración de escenarios de mitigación	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG y sistemas de información geográfica (SIG) para los escenarios
2) Diseño operacional de la NAMA	
Definición del mecanismo de acompañamiento técnico	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el diseño del mecanismo de acompañamiento técnico Contratación del personal profesional para la implementación del mecanismo de acompañamiento técnico
Definición del mecanismo de innovación y desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el diseño del mecanismo de innovación y desarrollo Contratación del personal profesional para la implementación del mecanismo de innovación y desarrollo
Definición del mecanismo de mercadeo y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> Servicios de consultoría para el diseño del mecanismo de mercadeo y comercialización Contratación del personal profesional para la implementación del mecanismo de mercadeo y comercialización
Definición del mecanismo de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> Servicios de consultoría para el diseño del mecanismo financiero Contratación del personal profesional para la implementación del mecanismo financiero
Definición del esquema de gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para facilitar de forma participativa la revisión y validación de la propuesta de gobernanza con distintos actores Costos logísticos de transporte, alimentación y alojamiento Costos de talleres participativos en distintas regiones Costos de la gestión institucional del Decreto Ejecutivo. Costos de funcionamiento operativo de la gobernanza de la NAMA Servicios de consultoría para el diseño del sistema de comunicación interno y externo Costos de establecimiento del sistema de comunicación interno y externo para facilitar la coordinación y promoción de la NAMA

Componente	Costos operativos
Plan de inversión Etapa 1 – Plan Piloto	<ul style="list-style-type: none"> • Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el diseño del Plan de inversión Etapa 1 – Plan Piloto • Costos logísticos de transporte, alimentación y alojamiento • Costos de reuniones de trabajo con productores e ingenios • Costos requeridos para la implementación de las medidas climáticas priorizadas en producción e ingenios.
Concepto del Sistema MRV	<ul style="list-style-type: none"> • Personal profesional de DIECA-LAICA, INTA y MAG para el diseño del concepto de Sistema MRV • Costos logísticos de transporte, alimentación y alojamiento • Costos de reuniones de trabajo con productores e ingenios para validación del Sistema MRV • Contratación de personal responsable del MRV (LAICA-DIECA) • Desarrollo de aplicaciones telefónicas para el Sistema MRV • Desarrollo de un sistema de comunicación interno y externo para facilitar la implementación del sistema MRV.

6.2. Fuentes de recursos financieros disponibles y requeridos

El diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, debe contemplar el aporte proveniente de las organizaciones que conforman y lideran la gobernanza, y de las gestiones que de forma conjunta puedan lograr mediante alianzas estratégicas público privado. De igual manera, las organizaciones de productores e ingenios integrados a LAICA, deben contemplar desde sus presupuestos anuales, la previsión de recursos dirigidos a dar soporte al diseño e implementación de esta NAMA. De forma complementaria, conviene identificar y gestionar fondos de cooperación internacional y organismos multilaterales que contribuyan en su gestión en el corto, mediano y largo plazo.

Adicionalmente, se debe canalizar el esquema accesible de crédito con el SBD que desarrolla FEDECAÑA, que contempla condiciones favorables para los productores, especialmente de retención desde la fuente, lo que facilita la aplicación de garantías fiduciarias. Esta facilitación de crédito, que incluye asistencia técnica enfocada a la siembra, renovación y mantenimiento de plantaciones, deben aprovecharse en la implementación de la NAMA, como medio para favorecer la implementación de medidas climáticas priorizadas y recomendadas en esta estrategia.

En el Cuadro No.12 se definen los posibles rubros asociados a las fuentes de recursos financieros disponibles, para apoyar el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar. Debe ser continua la labor de identificación de nuevas fuentes de recursos que puedan sumar a lo requerido para la ejecución de esta estrategia. Además, es realista tomar en cuenta que las condiciones económicas del país son difíciles, por lo tanto los recursos públicos son escasos, y deben gestionarse otros fondos afines a esta iniciativa.

Cuadro No.12. Propuesta de fuentes de recursos financieros y líneas de acción cubiertas en el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar.

Rubro	Fuentes de recursos financieros		
	Pública	Privada	Cooperación
Tecnologías en finca	PSA por carbono (el aporte económico es limitado) Crédito SBD		Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Equipos, infraestructura y tecnología en ingenios	Tarifa eléctrica Crédito SBD,	SBN o internacional	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Investigación y Desarrollo	Recursos MICITT INTA Universidades	LAICA - DIECA	Aporte financiero no reembolsable. Fondos concursables
Capacitación	INTA INA Universidades	LAICA	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Experiencias piloto	INTA Universidades MAG	LAICA	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Intercambios de experiencias	INTA	LAICA	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Gestiones legales y normativas	INTA	LAICA	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica
Asuntos de consumidores	MEIC PROCOMER CNP	LAICA	Aporte financiero no reembolsable. Programa y proyectos de asistencia técnica

Los servicios técnicos de investigación y transferencia de tecnología, representan el rubro de mayor necesidad para el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, para ejecutar las líneas de acción relacionadas con el apoyo de buenas prácticas y tecnologías (tanto en campo como ingenios), capacitación, experiencias piloto e intercambios.

El INTA y LAICA disponen de experiencia y trayectoria para desarrollar investigación y brindar los servicios técnicos. Además, LAICA cuenta con DIECA, que estaría directamente involucrado en la gestión de implementación y monitoreo de la NAMA. Adicionalmente, se debe gestionar un mayor apoyo en investigación y desarrollo de parte del sector académico.

Sin embargo, como parte de los servicios técnicos y con el propósito de promover el desarrollo de las experiencias piloto y su respectiva evaluación, será necesario desarrollar un proceso de búsqueda de fondos no reembolsables, especialmente de organismos de cooperación y multilaterales.

7. Plan de trabajo preliminar para el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar

7.1. Componentes del plan de trabajo

La Figura No.2 resume los componentes principales considerados como parte del plan de trabajo preliminar para el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, en un período estimado de cuatro años.

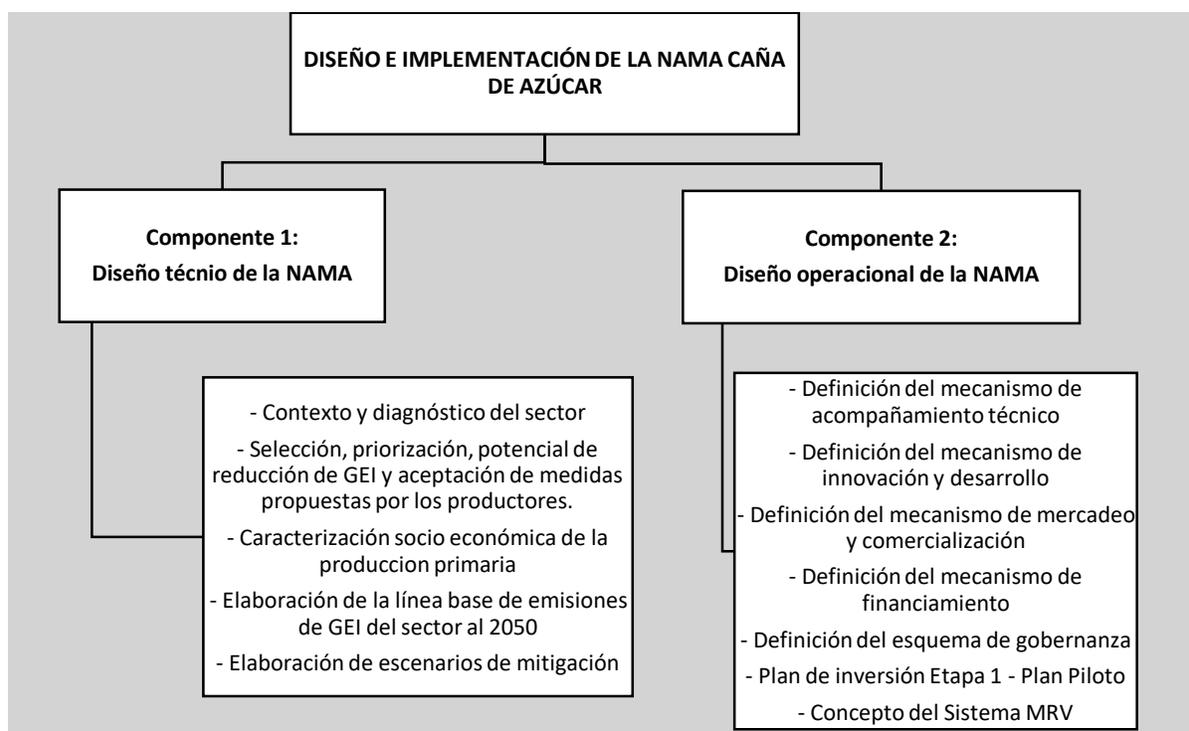


Figura No.2. Componentes del plan de trabajo para el diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar.

7.2. Acciones estratégicas según los mecanismos habilitantes

El Cuadro No.13 resume la propuesta inicial de acciones estratégicas de mitigación, resiliencia y adaptación al clima, con base en los mecanismos habilitantes identificados.

Cuadro No.13. Propuesta inicial de acciones estratégicas según mecanismos habilitantes identificados para producción e industria.

Mecanismos	ACCIONES ESTRATÉGICAS	
	PRODUCCIÓN	INDUSTRIA
Capacitación y transferencia tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • BPA de fertilización nitrogenada • Selección y uso de equipo de campo eficiente. • Conservación y manejo integrado del suelo que contribuyan con la recarbonización. • Uso de enmiendas, abono orgánico y abono verde • Buenas prácticas de conservación y preparación de suelos (alianza con INA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en el consumo eléctrico de los motores. • Manejo y mantenimiento de equipos actuales para reducir emisiones GEI. • Prácticas empresariales.

Mecanismos	ACCIONES ESTRATÉGICAS	
	PRODUCCIÓN	INDUSTRIA
	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas de mínima labranza o cero labranza en el cultivo. • Sistemas y tecnología de agricultura de precisión y de sitio. • Uso de agentes biológicos, biofertilizantes, inoculación con bacterias y mejoramiento de la biomasa microbiana. • Uso de plataforma de información para promover la agricultura de precisión y de sitio. • Opciones de mecanización en producción de caña. • Reducción de quemas para disponer de mayor carbono en el suelo. • Uso de variedades mejoradas genéticamente que permitan enfrentar altas temperaturas, sequías y enfermedades emergentes. • Reducción de consumo de combustibles fósiles en maquinaria y vehículos. • Sistemas de manejo agronómico que aumenten la longevidad comercial de la caña cultivada. • Uso de coberturas vegetales para reducción de maleza y del uso de agroquímicos. • Establecimiento de franjas o áreas de reserva, bordes arborizados, conectividad, rondas en las fincas y corredores biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambio de experiencias y tecnologías de uso de equipos eficientes, operación de equipos en otro tipo de condiciones y facilidades en la utilización de estos equipos.
Intercambio de experiencias y tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura de precisión y de sitio • BPA asociada a la producción y el clima en otros países. • Uso de abonos orgánicos (Ej. Cutris). • Selección y uso de equipo de campo eficiente. • Reducción de quemas para disponer de mayor carbono en el suelo. • Desarrollo de técnicas y equipos apropiados para uso en suelo compactado. • Prácticas de mínima labranza para áreas y condiciones específicas, tipo de productor, clima y suelo. • Uso de agentes biológicos, biofertilizantes, inoculación con bacterias y mejoramiento de la biomasa microbiana. • Opciones de mecanización en producción de caña. • Uso de coberturas vegetales para reducción de maleza y del uso de agroquímicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambio entre productores sobre el uso de equipos eficientes, operación de equipos en otro tipo de condiciones y facilidades en la utilización de estos equipos.
Investigación y desarrollo <i>(Incluye experiencias piloto)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización en el uso de fertilizantes nitrogenados. • Agricultura de precisión y de sitio • Uso de biocarbón (biochar) en cultivos • Uso de agentes biológicos, biofertilizantes, inoculación con bacterias y mejoramiento de la biomasa microbiana (DIECA). • Investigación de variedades mejoradas genéticamente que permitan enfrentar altas temperaturas, sequías y enfermedades emergentes (DIECA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de equipos obsoletos con medición del consumo eléctrico para demostrar reducciones de GEI. • Manejo de plagas en el almacenamiento del Caña de Azúcar. • Manejo y mantenimiento eléctrico de los equipos y la maquinaria. • Incorporación y manejo de nuevos insumos en la industria.

Mecanismos	ACCIONES ESTRATÉGICAS	
	PRODUCCIÓN	INDUSTRIA
	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo integral del suelo y carbonización • Reducción de GEI y captura de carbono en las experiencias piloto implementadas. • Selección y uso de equipo de campo eficiente. • Uso de alcohol como combustible en equipos de campo y transporte. • Sistemas de manejo agronómico que aumenten la longevidad comercial de la caña cultivada. • Uso de coberturas vegetales para reducción de maleza y del uso de agroquímicos. • Establecimiento de franjas o áreas de reserva, bordes arborizados, conectividad, rondas en las fincas y corredores biológicos. 	
Soporte normativo y legal	<ul style="list-style-type: none"> • Convenio del MAG con tecnología italiana para conservación y recarbonización del suelo. • Reglamento de uso de agentes biológicos y biofertilizantes en elaboración por SFE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de una prórroga del Código Eléctrico, para que las plantas industriales puedan realizar los cambios de los sistemas eléctricos en un plazo razonable, que no les afecte los permisos de funcionamiento.
Mercadeo y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña nacional de educación al consumidor de productos derivados de la caña de azúcar, enfocado en calidades, características, beneficios y producción nacional gestionada mediante acciones climáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etiquetado de las bolsas de las industrias que participan en la NAMA. • Registro y trazabilidad del producto para respaldo e incentivo a los consumidores para que compren producto nacional. • Publicidad del cumplimiento de los cañeros en su esfuerzo climático. • Diferenciación de precios de los productos que son producidos mediante prácticas climáticas (generar incentivos). • Alianza con el MEP para informar a los estudiantes sobre el tipo de productos, las características de la producción nacional y la necesidad de apoyar al productor nacional.
Financiero	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de materia granulada o pellet para incorporar al suelo. • Centros de producción de abono orgánico. • Creación de PYMEs productoras de abonos orgánicos. • Equipo de aplicación de abonos orgánicos al campo. • Máquina trituradora de materia orgánica en campo. • Sistemas y tecnología de agricultura de precisión y de sitio (ej. Drones, plataforma tecnológica de información). • PYMEs (biofábricas) para producción de agentes biológicos y biofertilizantes (ejs. COOPEAGRI y COOPEVICTORIA). • Equipos de cosecha, carga y transporte eficiente en consumo de combustibles fósiles. 	

Mecanismos	ACCIONES ESTRATÉGICAS	
	PRODUCCIÓN	INDUSTRIA
	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de alcohol como combustible para aumentar la rentabilidad. • Centros de acopio para facilitar transporte de mayor capacidad. • Reordenamiento de rutas de transporte de caña a los ingenios. • Camiones de mayor capacidad (25 a 30 t) para reducción de costos. • Maquinaria de cosecha de caña adaptada a pequeños productores. • Sistema de métricas para control y monitoreo de la siembra, cosecha, transporte de caña al ingenio. • Establecimiento de franjas o áreas de reserva, bordes arborizados, conectividad, rondas en las fincas y corredores biológicos. 	

7.3. Planteamiento básico del Plan Piloto (PP)

En la sección “3.8 – Meta Aspiracional”, se establece de forma preliminar que el Plan Piloto (PP) se planificará y ejecutará con 132 productores y 2 ingenios.

Esta meta aspiracional no obedece a un estudio de tipificación de productores, sino a una propuesta preliminar de LAICA. Durante la etapa de diseño e implementación de la NAMA Caña de Azúcar, debe realizarse un estudio detallado de la viabilidad técnica y económica de las medidas priorizadas de forma preliminar en esta Nota Conceptual y la población meta, para tomar las decisiones pertinentes que orienten la elaboración de la propuesta técnica específica del Plan Piloto.

En las fincas definidas por FEDECAÑA y DIECA en el Plan Piloto, se validarán las tecnologías y medidas priorizadas. Una vez que se avanza en el proceso se continúa con un escalamiento, el segundo escalamiento permite precisar la aspiración inicial del Plan Piloto. El escalamiento será en las seis regiones y tres fincas por regiones. El escalamiento permite que la mayor cantidad de productores puedan observar el funcionamiento del proceso de implementación.

Debe tomarse en cuenta que el Plan Piloto se trata de un proceso de gestión e implementación. Corresponde a un proyecto porque requiere gestión e implementación sostenible en el tiempo. El Plan Piloto permite validar el sistema MRV, y el desempeño de los responsables de la implementación y seguimiento durante el período de ejecución. El piloto debe ser razonable en alcances y enfocado a generar información para el escalamiento

Para el diseño e implementación del Plan Piloto en la agro cadena de la Caña de Azúcar, es conveniente tomar en cuenta los siguientes criterios para definir el alcance.

7.3.1. A nivel de producción

- Participación de productores de todas las regiones, abarcando todos los diferentes tipos de sistemas productivos y en todos los niveles de pequeños, medianos y grandes productores de

caña. La cantidad de productores y tamaño se definirá en cada región de producción con base en el juicio experto de los funcionarios de LAICA-DIECA.

- Las cámaras de cada región definirán los productores que formarían parte del Piloto.
- En una segunda etapa, se considera invitar al menos un 5% del total de productores como enfoque “de intervención”. Esto permitirá un grupo mayor para la divulgación e inducción no relacionada directamente con el proceso del Piloto.
- Se espera que la participación en el Piloto corresponda entre 2 al 3% del total de productores (no más de 40 por región), con el propósito de facilitar el proceso para la etapa de escalamiento
- Considerar la vulnerabilidad del cultivo a las variaciones del clima en las regiones donde se realizan las experiencias piloto, conocer previamente cómo los productores han perdido o ganado durante los fenómenos del Niño, la Niña y frentes fríos. Es necesario cuánto se ha perdido y se pierde, para entender y definir cómo adaptar la producción.
- Basarse en los temas priorizados relacionados con los impactos productivos, económicos y ambientales identificados.
- Evaluar experiencias que sean sostenibles y accesibles a los distintos tipos de productores. Esto implica que debe caracterizarse a los productores en cuanto a su nivel tecnológico, las medidas costo-efectivas para caso particular, la definición de la métrica disponible y el soporte técnico requerido.
- Cuantificar la importancia del sistema de producción considerado en cada experiencia y el impacto en las reducciones de GEI con base en las medidas que sean implementadas.

7.3.2. A nivel de ingenios

- Los 2 o 3 ingenios interesados en participar idóneamente deben estar ubicadas en las distintas regiones de producción.
- Abarcar a los distintos tamaños de ingenios.
- Considerar la vulnerabilidad de las industrias a las variaciones del clima en las regiones donde se realizan las experiencias piloto Es necesario para tomar decisiones sobre cómo adaptar la industria ante el impacto en la producción.
- Basarse en los temas priorizados para la industria, relacionados con los impactos productivos, económicos y ambientales identificados.
- Contemplar al menos dos compañías proveedoras de electricidad distintas, que permita evaluar su desempeño hacia la industria cañera.
- Identificar los inventarios y realizar las estimaciones de los GEI en los ingenios y el impacto en reducción de emisiones con base en las medidas que sean implementadas.

8. ANEXOS

Anexo No.1

TALLER DE TÉCNICOS DE LAICA – CAMPO E INGENIOS

Fecha: 16 de noviembre de 2020.

LISTA DE PARTICIPANTES

LAICA/DIECA:

1. Denis Méndez Pérez
2. Freddy Hernández Bermúdez
3. Gastón Wauters Bustos
4. Irene Medina Mora
5. Luis Bermúdez Acuña
6. María José Ovares Muñoz
7. Mario Salazar Espinoza
8. Róger Venegas Valderramos
9. José Pablo Bolaños Alpízar
10. Marcos Chaves
11. Zaida Solano

OTRAS ORGANIZACIONES:

12. Mauricio Chacón, MAG
13. Johnny Montenegro, INTA
14. Alfredo Blanco, GESTARSE
15. Miguel Vallejo, GESTARSE

Anexo No.2

TALLER DE PRODUCTORES

Fecha: 2 de diciembre de 2020.

LISTA DE PARTICIPANTES

<p>Cámara del Atlántico: Arturo Hidalgo Jiménez Yamileth Rivera Bocarino Carlos Calvo Brenes Gilberto Calderón Araya.</p> <p>Cámara del Pacífico: Gabino Ulate Moya María Lourdes Alfaro Rojas Manuel Alfonso Chaves Solís Marvin Oviedo Alfaro.</p> <p>Cámara de San Carlos: Heiner Bonilla Porras Carlos Kopper Murillo Carlos Jiménez Rodríguez</p> <p>Cámara de Puntarenas: Jorge Acón Li Carlos Colombari Fonseca Marco Antonio Benavides Moraga Sydney Wolf Smith.</p> <p>Cámara de Guanacaste: Eugenia Baltodano Briceño Olga Galeano Aragón Edwin Monge Monge</p> <p>Cámara de la Zona Sur: Virgilio González Bolaños Olger Beita Ortiz Jeudy Mora Robles Mariano Araya Hidalgo Carlos Molina Vargas Wilberth Morales.</p>	<p>Otras organizaciones: Mauricio Chacón, MAG Johnny Montenegro, INTA Alfredo Blanco, GESTARSE Miguel Vallejo, GESTARSE</p>
--	--

Anexo No.3

GOBERNANZA DE LA NAMA CAÑA DE AZÚCAR

Cuadro No.A.3.1. Roles y responsabilidades de la Junta de Alto Nivel (JAN) dentro de la estructura de Gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar.

Instancia	Organizaciones	Roles y responsabilidades
JAN – Junta de Alto Nivel	LAICA FEDECAÑA MAG DCC/MINAE MEIC	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener informadas a las autoridades de las organizaciones que la integran sobre el avance de la NAMA. • Brindar orientaciones estratégicas y políticas para impulsar la NAMA Caña de Azúcar, asegurando la ejecución eficiente de los proyectos que se presenten para su implementación. • Supervisar y evaluar el avance de los planes e indicadores de la NAMA Caña de Azúcar de los proyectos específicos. • Orientar las labores del CT con base en el Plan Nacional de Descarbonización. • Supervisar y evaluar los planes anuales de trabajo propuestos por el CT y dar recomendaciones. • Proponer y supervisar las acciones de mejora requeridas para asegurar el cumplimiento de los objetivos de la NAMA Caña de Azúcar (CT). • Facilitar la integración de políticas nacionales de los distintos sectores involucrados en la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. • Promover con los involucrados la retroalimentación de las lecciones aprendidas vinculadas con las políticas nacionales o sectoriales. • Promover la designación de representantes sectoriales e institucionales para el CT. • Comunicar de forma oportuna a las instituciones representadas, de cualquier modificación o término anticipado de los contratos o convenios que sean establecidos para la implementación de la NAMA Caña de Azúcar (CT). • Facilitar y promover acceso a fondos nacionales y de cooperación.

Cuadro No.A.3.2. Roles y responsabilidades de la Comité Técnico (CT) dentro de la estructura de Gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar.

Instancia	Organizaciones	Roles y responsabilidades
Comité Técnico - CT	LAICA –DIECA FEDECAÑA Ingenios IMN MAG INTA IMN	<ul style="list-style-type: none"> • Generar planes y actividades específicas de la NAMA Caña de Azúcar. • Recomendar a la JAN lo que sea necesario en caso de requerirse cambios en los recursos o plazos para el cumplimiento de programas y proyectos. • Recibir Y, revisar productos, estudios y documentos generados en el proceso. • Instruir, supervisar y dar seguimiento a las actividades del personal que se desempeñará como apoyo técnico en la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. • Tramitar con la debida justificación las solicitudes de asignación de personal técnico a la NAMA Caña de Azúcar a las organizaciones participantes. • Dar seguimiento a las cartas de entendimiento, procedimientos, manuales y normas que sean aplicables para la ejecución de recursos donados ante los posibles cooperantes. (esto es de unidad ejecutora).

Instancia	Organizaciones	Roles y responsabilidades
	Academia: UCR, UTN	<ul style="list-style-type: none"> Supervisar y apoyar el proceso de verificación de la auditoría de cumplimiento de los planes de la NAMA Caña de Azúcar. Analizar la reglamentación o procedimientos técnicos. Supervisar la implementación y monitoreo de la NAMA Caña de Azúcar en el corto, mediano y largo plazo (seguimiento). Informar a la JAN con la periodicidad acordada, sobre el avance del cumplimiento de los objetivos y planes propuestos en la NAMA Caña de Azúcar, con base en los indicadores establecidos. Supervisar y 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 Caña de Azúcar.

Cuadro No.A.3.3. Roles y responsabilidades de la Comisión de Campo en la estructura de gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar.

Instancia	Organizaciones	Roles y responsabilidades
Comisión de Campo - CC	Productores COTER Cámaras de Productores	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar y presentar al CT el plan de acción del piloto de la NAMA Caña de Azúcar. Coordinar la ejecución de actividades de capacitación, seguimiento, monitoreo y control de la NAMA a nivel de piloto. Suministrar información oportuna de la gestión del proceso de implementación de la NAMA Caña de Azúcar a los distintos públicos de interés de la agro cadena. Acompañar la ejecución de las medidas técnicas.

Cuadro No.A.3.4. Representantes sugeridos de la estructura de gobernanza de la NAMA CAÑA DE AZÚCAR.

JUNTA DE ALTO NIVEL – JAN	
Organización	Representantes
MAG	Ministro Coordinador de Unidad de Acción Climática
MINAE/DCC	Vice Ministro MINAE Director DCC
LAICA	Dirección Ejecutiva
FEDECAÑA	Dirección Ejecutiva
MEIC	Representante asignado
COMITÉ TÉCNICO – CT	
Organización	Representantes
FEDECAÑA	Director Ejecutiva Dirección de Investigación y Transferencia Jefatura de Operaciones
MAG	Coordinador de Unidad de Acción Climática
UCR	CICA - Representante asignado
INTA	Representante asignado

IMN	Representante asignado
COMISIÓN DE CAMPO	
Organización	Representantes
CÁMARAS DE PRODUCTORES	Representantes asignados (2 por cámara)
COTER	Representante designado
DIECA	Dirección de Investigación y Transferencia

Cuadro No.A.3.5. Roles y responsabilidades propuestas para las organizaciones que integran la estructura de gobernanza de la NAMA Caña de Azúcar.

Organización	Roles y responsabilidades propuestos sujetos a validación
LAICA / DIECA	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir la fase de implementación de la NAMA Caña de Azúcar con el alcance que se defina. • Coordinar y dirigir la fase de implementación de la NAMA Caña de Azúcar en la producción primaria. • Coordinar y dirigir la fase de implementación de la NAMA Caña de Azúcar en la industrialización con los ingenios. • Coordinar las relaciones con los productores de Caña de Azúcar agremiados a la organización, contemplados en la NAMA Caña de Azúcar. • Apoyar con el personal técnico los procesos de capacitación y asistencia técnica de los programas de la NAMA. • Promover procesos de investigación y desarrollo necesarios mediante DIECA, para cumplir con los objetivos propuestos en la NAMA Caña de Azúcar. • Coordinar otras investigaciones con organizaciones académicas y técnicas participantes. • Monitorear la sostenibilidad de los proyectos y programas emprendidos como parte de la NAMA Caña de Azúcar. • Facilitar e intercambiar experiencias con otros actores a nivel nacional e internacional, exitoso y no exitoso. • Desarrollar las capacidades institucionales en el tema. • Informar a los grupos interesados (agremiados) con la periodicidad acordada, sobre el avance del cumplimiento de los objetivos y planes planteados en la NAMA Caña de Azúcar, con base en los indicadores previamente establecidos. • Brindar orientación técnica pertinente para la ejecución exitosa de la NAMA Caña de Azúcar. • Recibir, revisar y validar productos, estudios y documentos generados en la NAMA Caña de Azúcar. • Apoyar el proceso de verificación de la auditoría de cumplimiento de los planes de la NAMA Caña de Azúcar. • Promover el involucramiento de los productores e ingenios en la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. • Validar la reglamentación aplicable con los productores agremiados y los ingenios.
FEDECAÑA	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendar a la JAN lo que sea necesario en caso de requerirse cambios en los recursos o plazos para el cumplimiento de programas y proyectos.
CAMARA DE PRODUCTORES	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar las relaciones con los productores contemplados en la NAMA Caña de Azúcar. • Monitorear la sostenibilidad de los proyectos y programas emprendidos como parte de la NAMA Caña de Azúcar en la producción. • Recomendar a la JAN lo que sea necesario en caso de requerirse cambios en los recursos o plazos para el cumplimiento de programas y proyectos.
COTER	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear la sostenibilidad de los proyectos y programas emprendidos como parte de la NAMA Caña de Azúcar en la industrialización. • Apoyar el proceso de verificación de la auditoría de cumplimiento de los planes de la NAMA Caña de Azúcar.

Organización	Roles y responsabilidades propuestos sujetos a validación
	<ul style="list-style-type: none"> Promover el involucramiento de los productores y de los ingenios en la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. Colaborar en la definición de opciones de tecnologías y experiencias piloto.
MAG	<ul style="list-style-type: none"> Compartir y transferir los resultados de la investigación dentro de los planes de implementación de la NAMA Caña de Azúcar. Coordinar las actividades que corresponden con las instituciones del sector de Caña de Azúcar o bajo su Rectoría, a efecto de que los programas o proyectos se desarrollen bajo la programación establecida y negociada en la NAMA Caña de Azúcar. Gestionar ante las diferentes entidades e instancias que conforman el Sector Agropecuario, el apoyo requerido que sea necesario dentro de los programas y proyectos incluidos en la NAMA Caña de Azúcar. Contribuir a facilitar acceso a fondos nacionales y de cooperación. Informar y asegurar que se comuniquen los avances de la NAMA Caña de Azúcar por medios oficiales. Promover el intercambio de lecciones aprendidas e iniciativas similares en materia climática en Costa Rica, tales como las NAMAs Café y Ganadería. Promover el intercambio de experiencias con otros actores a nivel nacional e internacional, exitoso y no exitoso. Facilitar la comunicación o gestiones con los potenciales cooperantes que contribuyan con la implementación de la NAMA Caña de Azúcar. Promover el desarrollo las capacidades institucionales. Articular los esfuerzos e iniciativas vinculadas a las finanzas climáticas (orientadas a apoyar las solicitudes de créditos de medidas y proyectos enfocados en reducir los impactos climáticos y mejorar la eficiencia productiva).
MINAE	<ul style="list-style-type: none"> Por medio de la Dirección de Cambio Climático (DCC), gestionar y facilitar la comunicación con las entidades nacionales e internacionales vinculadas al tema de cambio climático. Proponer las directrices y lineamientos necesarios para el seguimiento, monitoreo, revisión y verificación (MRV) en el marco del SINAMECC (IMN).
INTA ACADEMIA IMN	<ul style="list-style-type: none"> Participar de las reuniones del CT. Generar investigación y desarrollo de la producción de Caña de Azúcar con base en criterios de mitigación, resiliencia y adaptación al cambio climático. Coordinar otras investigaciones climáticas asociadas a la agrocadena de la caña de azúcar, con organizaciones académicas y técnicas participantes y del exterior. Facilitar los procesos de investigación y desarrollo necesarios, para cumplir con los objetivos propuestos en la NAMA Caña de Azúcar. Facilitar el intercambio de experiencias a otros sectores a nivel nacional e internacional. Desarrollar las capacidades técnicas de las organizaciones en el tema. Apoyar los planes de capacitación y asistencia técnica requerida por las empresas vinculadas a la NAMA Caña de Azúcar. Desarrollar las capacidades institucionales en el tema. Aportar a nivel técnico con metodologías, herramientas y otros recursos, que faciliten el desarrollo de opciones de mitigación, resiliencia y adaptación al cambio climático de la producción de Caña de Azúcar. Brindar información climática en forma ágil y oportuna. Contribuir en el diseño e implementación del MRV.
MEIC	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar en las negociaciones comerciales y de inversión, la identificación y gestión de mercados diferenciados. Gestionar convenios comerciales que contribuyan con la NAMA Caña de Azúcar.

Organización	Roles y responsabilidades propuestos sujetos a validación
	<ul style="list-style-type: none">• Apoyar los esfuerzos de Responsabilidad Social que realizan las empresas de Caña de Azúcar relacionados con sus cadenas de valor hacia los mercados internacionales, relacionados a su mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático.• Facilitar intercambios de experiencias a nivel nacional e internacional.

Anexo No.4

GLOSARIO

Acciones de Adaptación al Cambio Climático:

Son las iniciativas y medidas encaminadas a limitar los impactos, reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos (cultivos) y aumentar la resiliencia ante los efectos reales o esperados de un cambio climático.

Acciones de Mitigación al Cambio Climático:

Son las acciones tomadas para evitar, compensar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) -que atrapan el calor- hacia la atmósfera para evitar que el planeta se caliente de manera más extrema.

Adaptación³⁸:

Reducción de la vulnerabilidad de los sistemas humanos o naturales a los efectos del cambio climático y los riesgos relacionados con la variabilidad climática al mantener o aumentar la capacidad de resiliencia³⁹. Los proyectos de adaptación representan inversiones o servicios de asesoramiento que incorporan información sobre los riesgos del cambio climático en la toma de decisiones (ex ante) y abordan directamente los riesgos, la vulnerabilidad o efectos identificados, con el propósito de evitar el aumento involuntario de la vulnerabilidad de los sistemas o grupos sociales, y evitar la construcción o instalación de activos o sistemas en peligro por los efectos de clima a corto, mediano o largo plazo.

Asistencia técnica agropecuaria:

Es el acompañamiento integral a proyectos productivos agrícolas, pecuarios, forestales, piscícolas, extractivos, artesanales o de turismo rural, que permitan fortalecer las capacidades productivas, comerciales y de gestión que garanticen su crecimiento.

Intercambio de experiencias técnicas (nacional e internacional):

Es un proceso de socialización mediante el cual se comparte el conocimiento técnico, las lecciones aprendidas, los éxitos y fracasos de una acción técnica para **que** pueda ser replicada y/o adaptada en otro contexto o situación.

Investigación:

Se refiere al tipo de estudios científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana y a controlar situaciones prácticas. Actualmente, este tipo de investigación se posiciona como un ámbito muy fértil, considerando la alianza establecida entre la educación y la industria. De este modo, la Investigación Aplicada se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, es decir, busca la aplicación o utilización de conocimientos, desde una o varias áreas

³⁸ IFC (International Finance Corporation). 2017. IFC's Definitions and Metrics for Climate-Related Activities. IFC Climate Business Department. Version: 3.1.

³⁹ Capacidad de un sistema de someterse a perturbaciones y mantener sus funciones. Las tres propiedades básicas son: 1) La magnitud del disturbio que puede ser tolerado por el socioecosistema; 2) el grado en el cual el sistema es capaz de auto-organizarse; y 3) el grado en el cual el sistema puede construir la capacidad de aprender y adaptarse. (Tomado de L. Gunderson y C. S.Holling. 2001. Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems. Island Press, EUA).

especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo.

Mitigación⁴⁰:

Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera o la absorción y secuestro de carbono de la atmósfera. Las reducciones de GEI pueden incluir una reducción de las emisiones de GEI que se emiten en la actualidad, emisiones más bajas como resultado de la implementación de un proyecto de reducción o el secuestro de carbono de la atmósfera. Los proyectos de mitigación pueden reducir de forma directa las emisiones en las operaciones de la organización, o de forma indirecta como resultado de reducciones de GEI en sitios de terceros pero que provienen de inventarios que son usados en la operación de la organización.

Plan Piloto:

Puede entenderse como una primera puesta en escena de un determinado proyecto con la intención de considerar las facilidades de implementación. Con una **prueba piloto** se realiza una práctica preliminar de dicho proyecto, (no en todo el territorio o el alcance geográfico, sino enfocado en una zona, por ejemplo) para evaluar su viabilidad y evitarse gastos innecesarios de recursos. Pruebas o experiencias que implican una puesta en práctica de un experimento tendiente a considerar las posibilidades de un determinado desarrollo posterior.

Resiliencia:

Es la capacidad de los individuos, comunidades, plantaciones o cultivos para resistir, absorber, **adaptarse** y recuperarse frente a perturbaciones en su entorno.

⁴⁰ IFC (International Finance Corporation). 2017. IFC's Definitions and Metrics for Climate-Related Activities. IFC Climate Business Department. Version: 3.1.