

# Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático (2013-2020)



Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza (PRACCA)



# Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático<sup>1</sup> (2013-2020)



Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza (PRACCA)

1. Documento preparado por Carlos E. Reiche Caal, Consultor del IICA, con revisiones y aportes de Diego González y Manuel Miranda del IICA y técnicos de las redes de investigación de maíz y frijol de Centroamérica y República Dominicana.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2014



Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático para los próximos años (2013-2020) por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported. Basada en una obra en [www.iica.int](http://www.iica.int).

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Diego González y Manuel Miranda  
Corrección de estilo: Olga Patricia Arce  
Diseño de portada: Gabriela Wattson  
Diagramación: Gabriela Wattson  
Impresión: Conlith, S.A

Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático para los próximos años (2013-2020) / IICA – San José, C.R.: IICA, 2014.  
xiii p., 44 p.; 21.6 cm x 27.9 cm

ISBN: 978-92-9248-515-3

1. Cambio climático 2. Frijol (Phaseolus) 3. Maíz  
4. Adopción de innovaciones 5. Investigación 6.  
Transferencia de tecnología 7. Redes de investigación  
8. América Central I. IICA II. Título

AGRIS  
P01

DEWEY  
363.738.74

San José, Costa Rica  
2014

# Tabla de contenido



<b>Siglas</b>	<b>v</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>vii</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Perfil agropecuario de Centroamérica y de la República Dominicana</b>	<b>2</b>
1.1. Características biofísicas	2
1.2. Características socioeconómicas	2
1.3. Sector agropecuario y la seguridad alimentaria	3
1.4. Principales riesgos, limitaciones	4
<b>2. Cambio climático, efectos sobre la producción de frijol y maíz en Centroamérica</b>	<b>6</b>
2.1. Variabilidad y cambio climático en Centroamérica	6
2.2. Riesgos y desastres sobre la producción agrícola	7
2.3. Riesgos sobre la seguridad alimentaria	8
2.4. Perfil tecnológico de los sistemas de producción de frijol y maíz (fortalezas y limitaciones actuales)	8
2.5. Principales resultados, demandas o retos de la investigación en maíz y frijol del proyecto PRACCA	9
<b>3. Instituciones y acciones actuales vinculadas con la investigación en frijol y maíz</b>	<b>12</b>
3.1. Actores nacionales que ejecutan investigación agrícola de Centroamérica y de República Dominicana	12
3.2. Actores regionales relacionados con la investigación agrícola en Centroamérica y República Dominicana	13
3.3. Actores internacionales de cooperación vinculados con la investigación agrícola	14
<b>4. Marco estratégico regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz en escenarios de cambio climático 2013-2020</b>	<b>17</b>
4.1. Escenarios futuros del cambio climático, efectos en la producción de frijol y maíz	17
4.2. Conceptos básicos	18
4.3. Principios	19
4.4. Visión	20
4.5. Misión	20
4.6. Objetivo general	20
4.7. Países, regiones y actores claves	20

<b>5.</b>	<b>Ejes estratégicos, objetivo y acciones del marco estratégico de investigación de frijol y maíz para la adaptación al cambio climático</b>	<b>21</b>
5.1.	Definición del marco institucional y políticas públicas para la adaptación y la mitigación de la agricultura ante los efectos del cambio climático	21
5.2.	Fortalecimiento de instituciones de investigación y transferencia de tecnologías agrícolas en investigación y transferencia de opciones de producción para la adaptación de maíz y frijol ante los efectos del cambio climático	23
5.3.	Investigación y disseminación de tecnologías y mejores prácticas de adaptación para la producción de frijol y maíz ante los efectos del cambio climático	24
5.4.	Multiplicación y conservación de semillas y germoplasma nativos y mejorados de frijol y maíz con mayor capacidad de adaptación y resiliencia ante los efectos del cambio climático	25
5.5.	Identificación e intercambio de experiencias exitosas de producción de maíz y frijol con adaptación ante los efectos del cambio climático	27
5.6.	Fortalecimiento de redes nacionales y regionales de innovación e investigación de tecnologías de frijol y maíz a través de alianzas estratégicas con el sector privado y con organismos no gubernamentales	28
5.7.	Diseño e implementación de estrategias para la gestión de recursos financieros nacionales, bilaterales, multilaterales e innovadores para la investigación y transferencia de tecnologías de adaptación de los cultivos de frijol y maíz al cambio climático	30
5.8.	Información, comunicación y disseminación efectiva de información meteorológica, hidrológica y climática regional a productores y productoras mediante el apoyo de TIC	31
<b>6.</b>	<b>Vínculos de la estrategia de investigación de frijol y maíz con las políticas, programas y estrategias regionales para enfrentar el cambio climático</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>Plan de acción y hoja de ruta para la implementación del marco estratégico de investigación para la adaptación de frijol y maíz al cambio climático</b>	<b>35</b>
7.1.	Países, regiones y áreas prioritarias	35
7.2.	Mecanismo de organización y actores para la ejecución de marco estratégico de investigación para la adaptación del maíz y frijol ante el cambio climático	35
7.3.	Incorporación de las estrategias nacionales y regionales de adaptación y resiliencia ante el cambio climático	36
<b>8.</b>	<b>Monitoreo, seguimiento y evaluación de la estrategia de investigación de frijol y maíz</b>	<b>36</b>
	<b>Referencias</b>	<b>39</b>
	<b>Anexos</b>	<b>43</b>

# Siglas



<b>ACC</b>	Adaptación al cambio climático
<b>ADR</b>	Análisis de riesgos
<b>BCIE</b>	Banco Centroamericano de Integración Económica
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CAC</b>	Consejo Agropecuario Centroamericano
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>CC</b>	Cambio climático
<b>CCAD</b>	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
<b>CCAFS</b>	Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria
<b>CENTA</b>	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CEPRENAC</b>	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres
<b>CGIAR</b>	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
<b>CIAT</b>	Centro Internacional de Agricultura Tropical
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes
<b>CRRH</b>	Comité Regional de Recursos Hidráulicos
<b>CSC</b>	Corredor seco centroamericano
<b>DICTA</b>	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria
<b>ECADERT</b>	Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial
<b>ECAGIRT</b>	Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada de Recursos
<b>EFI</b>	Estrategia financiera integrada
<b>ENOS</b>	El Niño Oscilación Sur
<b>ERAS</b>	Estrategia Regional Agroambiental y de la Salud
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>FEWS-NET</b>	<i>Famine Early Warning Systems Network</i>
<b>FHIA</b>	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
<b>FIDA</b>	Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental
<b>FITTACORI</b>	Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica
<b>FMAM</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>FONTAGRO</b>	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>GIRD</b>	Gestión integrada de riesgos y desastres Hídricos
<b>IDIAF</b>	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
<b>IDIAP</b>	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá

<b>IICA</b>	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
<b>INIA</b>	Instituto Nacional de Investigación Agrícola
<b>INTA</b>	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
<b>INTA</b>	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MAGFOR</b>	Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua
<b>MARENA</b>	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Nicaragua
<b>MARN</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador
<b>MDL</b>	Mecanismo de desarrollo limpio
<b>MIDA</b>	Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá
<b>NOAA</b>	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
<b>ONG</b>	Organismo no gubernamental
<b>PACA</b>	Política Agrícola Centroamericana
<b>PAF</b>	Plan de Agricultura Familiar y Emprendedurismo Rural para la Seguridad
<b>PARCA</b>	Plan Ambiental de la Región Centroamericana
<b>PAF</b>	Plan de Agricultura Familiar y Emprendedurismo Rural para la Seguridad Alimentaria y Nutricional
<b>PCGIR</b>	Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgos de Desastres
<b>PESA</b>	Programas Especiales de Seguridad Alimentaria
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PIF</b>	Programa de Investigaciones en Frijol
<b>PMA</b>	Programa Mundial de Alimentos
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PRACCA</b>	Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza
<b>PRICA</b>	Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícolas
<b>REDD</b>	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
<b>SE-CAC</b>	Secretaría Ejecutiva del Consejo Agropecuario Centroamericano
<b>SICA</b>	Sistema de la Integración Centroamericana
<b>SICTA</b>	Sistema de Integración Centroamericana de Tecnología Agrícola
<b>SINAPRED</b>	Sistema Nacional de Atención y Prevención a Desastres, Nicaragua
<b>SNITA</b>	Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnologías Agrícolas
<b>UNFCCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

# Resumen ejecutivo



**C**entroamérica forma parte de la región mesoamericana, un centro de origen del frijol y del maíz. Está conformado por Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. Como parte del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), se le agrega República Dominicana.

Sus características geográficas, especialmente de estrechez y de un perfil diferenciado por una amplia variedad de recursos naturales (agua, suelo, bosque y paisajes) y una cadena de montañas, volcanes y valles han permitido el desarrollo de la agricultura. Sin embargo, los sistemas de producción, sobre todo los de agricultura familiar de pequeña y mediana escala, se ven afectados por una alta vulnerabilidad y riesgos como resultado de los efectos de la variabilidad y del cambio climático. Se destacan las prolongadas épocas secas (verano) y, durante la época de lluvias (invierno), se presenta un latente riesgo a sequías e inundaciones recurrentes. Estas sequías son cíclicas y se relacionan directamente con el fenómeno de “El Niño” Oscilación Sur (ENOS) y con la Niña en los casos de lluvias intensas.

Para contribuir a la resolución de problemas ocasionados por estos eventos, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), a través de su Programa de Innovación para la Productividad y Competitividad en conjunto con el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA) y las redes temáticas de maíz y frijol con la participación de los institutos nacionales de investigación agrícola de Centroamérica

(INIA), ejecutan desde el 2010 el “Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza”. Para ello se cuenta con financiamiento del Fondo Coreano administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el apoyo del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

La ejecución del proyecto en Centroamérica logró alcanzar productos significativos; sin embargo, para apoyar las acciones de seguimiento y sostenibilidad, se requiere identificar y valorar las variables o factores que deben orientar las perspectivas de la investigación en frijol y maíz dentro de los escenarios del cambio climático a futuro. Con base en los resultados alcanzados, se elaboró una estrategia regional sobre oportunidades existentes (ejes temáticos, objetivos, actores claves, prioridades y acciones) para ejecutar investigaciones futuras de adaptación en frijol y maíz, dentro de esos escenarios.

El objetivo de la Estrategia Regional para la Investigación y Adaptación de Frijol y Maíz dentro de Escenarios de Cambio Climático (2013-2020) es proporcionar un marco estratégico regional (Centroamérica y República Dominicana), que oriente y promueva acciones integrales de investigación, innovación en los cultivos de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático a futuro, con miras a promover la adaptación y de los sistemas de producción ante los efectos producidos por dichos escenarios. Se consideran de manera paralela las prioridades regionales en materia de reducción de riesgos climáticos



y las necesidades de los productores de las poblaciones rurales más vulnerables.

Dicha estrategia regional está integrada por ocho ejes, lineamientos, prioridades y acciones estratégicas. A continuación se citan estos ejes:

- ▶ Definición de un marco institucional y políticas públicas para la adaptación y la mitigación de la agricultura ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Fortalecimiento de instituciones de investigación y transferencia de tecnologías agrícolas en investigación y transferencia de opciones de producción para la adaptación de maíz y frijol ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Acciones para la investigación y disseminación de tecnologías y mejores prácticas de adaptación para la producción de frijol y maíz ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Multiplicación y conservación de semillas y germoplasma nativos y mejorados de frijol y maíz con mayor capacidad de adaptación y resiliencia ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Identificación e intercambio de experiencias exitosas de producción de maíz y frijol con adaptación ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Fortalecimiento de redes nacionales y regionales de innovación e investigación de tecnologías de frijol y maíz, a través de alianzas estratégicas con el sector privado y con organismos no gubernamentales.

- ▶ Diseño e implementación de estrategias para la gestión de recursos financieros nacionales, bilaterales, multilaterales e innovadores para la investigación y transferencia de tecnologías de adaptación al cambio climático para los cultivos de frijol y maíz.

- ▶ Información, comunicación y disseminación efectiva de información meteorológica, hidrológica y climática regional a productores y productoras mediante el apoyo de tecnologías de información y comunicación (TIC).

La estrategia pretende que en el futuro el sector agrícola disponga de un eficiente sistema integrado de investigación e innovación agrícola, que sea colaborativo entre instituciones vinculadas con estrategias de cambio climático, el cual permita atender las necesidades y demandas de los productores. Se incorporan conocimientos tecnológicos de adaptación a cultivos de frijol y maíz, mediante la ejecución de proyectos, alianzas estratégicas, inversiones, financiamiento y la participación efectiva de los productores de Centroamérica y República Dominicana. Pretende también que sea un marco articulador para fortalecer las acciones de investigación vinculadas con el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), el IICA, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la *Famine Early Warning Systems Network* (FEWS-NET), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Escuela Agrícola Panamericana y otras instituciones regionales e internacionales de cooperación y de financiamiento.

# Introducción



**E**l Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), a través de su Programa de Innovación para la Productividad y Competitividad, en conjunto con el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA) y las redes temáticas de maíz y frijol con la participación de los institutos nacionales de investigación agrícola de Centroamérica (INIA), ejecutan desde el 2010 el “Proyecto regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza”, con financiamiento del Fondo Coreano administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el apoyo del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

El ámbito de acción del proyecto incluye los países siguientes: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Responde a la problemática de ser la región centro de origen del maíz y del frijol común. Estos dos cultivos constituyen el principal sustento alimenticio, con incidencia directa sobre la seguridad alimentaria y nutricional, así como sobre los ingresos de los productores de las comunidades rurales. En general, se producen en sistemas de agricultura familiar; sin embargo, estos sistemas, principalmente ubicados dentro del corredor seco, enfrentan riesgos (sequías tempranas, lluvias intensas, inundaciones, aparición de plagas y enfermedades) y efectos negativos sobre la producción, la productividad y sobre la seguridad alimentaria, producidos por la variabilidad y el cambio climático en la región.

Uno de los mayores riesgos climáticos es la sequía, causada por diversos fenómenos, entre los que destaca El Niño Oscilación del Sur (ENOS), que ocasiona serias amenazas a la producción de alimentos básicos. Las sequías pueden ocurrir por el inicio tardío de las lluvias, la prolongación de la canícula o por la suspensión temprana de las lluvias. Los efectos están centrados en el deterioro de los medios de vida y sobre factores socioeconómicos que inciden en la seguridad alimentaria y nutricional y en la pobreza.

El objetivo del “Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza (PRACCA)” está orientado en contribuir a reducir la pobreza y la pobreza extrema en la región, través de la investigación dirigida a la adaptación de maíz y frijol, con el fin de que los productores y las comunidades más vulnerables enfrenten al cambio climático. El proyecto está integrado por cinco componentes:

- a.** Identificación de germoplasma de maíz y frijol con características de alta productividad, resistencia y adaptabilidad al cambio climático.
- b.** Evaluación participativa en comunidades piloto en los países de la región.
- c.** Seguimiento y análisis de información climática.
- d.** Identificación de variables o factores que oriente la investigación en maíz y frijol. Divulgación de información generada.

La ejecución de los componentes y de las actividades del proyecto en los países de la región ha permitido alcanzar productos significativos. Para su seguimiento, se ha requerido identificar y valorar las variables o factores que deben orientar las perspectivas de la investigación en frijol y maíz dentro de los escenarios del cambio climático hacia el

futuro. Con base en los resultados alcanzados, se definió una estrategia regional sobre oportunidades existentes (ejes temáticos, objetivos, actores claves y prioridades para ejecutar investigaciones de adaptación en frijol y maíz) dentro de dichos escenarios para los próximos años.

# 1. Perfil agropecuario de Centroamérica y de la República Dominicana

## 1.1. Características biofísicas

El istmo centroamericano está situado entre los océanos Pacífico y Atlántico, en la zona tropical del hemisferio norte, latitudes 7°N y los 18°N. En la sección más ancha, comprendida entre Honduras y Nicaragua, el istmo abarca hasta 489 km y en el área más estrecha (donde se encuentra el canal de Panamá) llega a 65 km de ancho. Está conformado por siete países: Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y cubre un área total de 521 630 km. Un 73,6% del territorio se caracteriza por la presencia de zonas de laderas y tierras altas.

El perfil geográfico se caracteriza por una extensa cadena de montañas y volcanes que configuran valles, llanuras y una amplia red hidrográfica. Convergen cinco placas tectónicas, cuyas interrelaciones presentan divergencias y chocan una contra otras, lo cual crea inestabilidad y sismos que se extienden desde Guatemala hasta el noreste de Costa Rica. Estas alteraciones provocan sismos y terremotos de diferentes magnitudes y efectos registrados en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

## 1.2. Características socioeconómicas

De acuerdo con el Cuarto Informe Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible (2010), en ese año Centroamérica tenía aproximadamente 43 millones de habitantes, lo cual revela que en la última década la población aumentó en casi siete millones de personas y que en los próximos quince años el incremento estimado será cercano a los once millones. Se estima que durante los años ochenta y los noventa, los países volvieron a los niveles de crecimiento inferior al 2,5% anual y específicamente Panamá y El Salvador, por debajo del 2% anual. A partir del 2010, solo Honduras y Guatemala han mantenido tasas elevadas (entre 1,5% y 2% anual), mientras que las demás naciones han disminuido su crecimiento, posiblemente como resultado del descenso en la fecundidad y en la mortalidad, así como por el fenómeno migratorio.

La distribución de la población revela que en el 2010 Guatemala tenía cerca de una tercera parte de los habitantes de Centroamérica y Honduras una quinta parte del crecimiento

**Cuadro 1. Área territorial y zonas con ladera por país en Centroamérica y República Dominicana.**

País	Área total km <sup>2</sup>	Zonas de laderas y tierras altas km <sup>2</sup>	Porcentaje tierras en ladera
Belice	22 966	7423	32
Costa Rica	51 100	37 233	73
El Salvador	20 742	19 758	95
Guatemala	108 890	89 433	82
Honduras	112 492	92 450	82
Nicaragua	130 373	105 756	75
Panamá	75 520	58 565	76
República Dominicana	48 442	29 065*	60*
<b>Total</b>	<b>570 923</b>	<b>439 683</b>	<b>77</b>

\*Elaborado con base en Alarcón. M. 2013. Estado del Recurso Suelo en República Dominicana.

Fuente: Global Water Partnership 2011 y Leonard 1966.

de la población en el área (Cuadro 2). Esto implica que Costa Rica, Panamá y El Salvador deberán enfrentar crecimientos estimados en 700 mil habitantes cada uno, mientras que Guatemala incrementará su población en 1,8 millones de personas y Honduras en casi 800 000. La densidad poblacional varía desde 12,8 h/km<sup>2</sup> en Belice hasta 289,9 h/km<sup>2</sup> en El Salvador.

En el 2011, República Dominicana tenía una población total de 9,4 millones, una tasa de crecimiento anual de 1,1% y una población rural de 2,9 millones de habitantes, que corresponde al 31% de la población total.

### 1.3. Sector agropecuario y la seguridad alimentaria

De acuerdo con datos de la página web del Banco Mundial en el 2008-2012, la agricultura de Centroamérica, incluida República Dominicana, representaba un 10,5% del producto interno bruto (PIB) con

intervalos desde el 4% en Panamá hasta el 20% en Nicaragua. En general y dentro del período indicado, se observa una tendencia de descensos relativos en los porcentajes del valor agregado de la agricultura.

La agricultura es una fuente de empleo importante en la región. La población económicamente activa (PEA) dentro del sector agropecuario (2010) varía de 14,7% en Costa Rica hasta 43% en Guatemala. El menor porcentaje de la PEA agrícola es el de Costa Rica y Panamá. Este último tiene un mayor porcentaje ocupado en actividades vinculadas con el sector externo, comercio, construcción, sector bancario, puertos, transporte aéreo, turismo, Zona Libre de Colón y el Canal de Panamá (Cuadro 2). República Dominicana, por su parte, tiene una PEA en el sector agrícola en el 2011 de 588 703 habitantes, de los cuales 577 920 estaban ocupados y 10 783 desocupados.

Al igual que en otras regiones en vías de desarrollo en el mundo, el mayor peso de la agricultura en Centroamérica se relaciona

con núcleos de pobreza rural. En Panamá, el porcentaje de la población que vivía por debajo del índice de pobreza en el 2006 era más del doble en las zonas rurales que en las urbanas, mientras que en Honduras y Nicaragua la pobreza abarca a más de tres cuartas partes de la población rural.

En Centroamérica, la mayor parte del área de cultivos se dedica a la producción de granos básicos (arroz, frijol, maíz, sorgo y trigo); sin embargo, persisten problemas de insuficiencia, estabilidad y sostenibilidad en la producción y seguridad alimentaria y nutricional, especialmente en los sectores de mayor pobreza. El objetivo de la seguridad alimentaria y nutricional implica garantizar una producción agrícola sostenible, disponibilidad y acceso a los alimentos para todos los estratos de población a través de iniciativas de inversión en infraestructura productiva, apoyo y estímulo a la innovación e investigación agrícola destinada a generar sistemas más eficientes de producción y que esté vinculada a las cadenas de valor agrícola, así como estímulos a los productores para poner práctica las tecnologías disponibles y las generadas para la adaptación ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

Los granos básicos constituyen la principal fuente para la seguridad alimentaria y nutricional de Centroamérica. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), citada por el Cuarto Informe Estado de la Región (2011), menciona que en el 2006 el porcentaje de área dedicado a granos básicos variaba de un país a otro. Así, Nicaragua tenía un 73%; El Salvador y Panamá, 62% y 60%, respectivamente; mientras que Costa Rica, un 15% (FAO 2010).

Hay una alta proporción de pequeños y medianos productores dedicados a la producción de granos básicos, especialmente para subsistencia. Se estima que en el 2007 la región tenía alrededor de dos millones de pequeños productores de granos básicos, la mayor parte ubicados en el medio rural y

con importantes diferencias entre países. Así, en Costa Rica esta actividad abarcaba un 0,8% de la población rural total, pero en el resto del istmo representaba alrededor de 60%, donde Guatemala registraba el porcentaje más elevado (42,5%). En el período 1987-2007, Guatemala y Nicaragua duplicaron el número total de productores en esta categoría, mientras que en Costa Rica decreció significativamente (Cuarto Informe Estado de la Región 2011).

La superficie cosechada con maíz en el 2007 se estimaba en más de 1,6 millones de hectáreas (Cuadro 2). La mayor extensión se ubica en Guatemala con 660 000 ha. Nicaragua y Honduras poseen una extensión sembrada con 368 000 ha y 362 000 ha, respectivamente. El Salvador cuenta con una superficie cosechada de 260 000 ha y Costa Rica con 6000 ha. Para el cultivo de frijol, los datos del Cuadro 2 revelan que los mayores productores de la región centroamericana son: Nicaragua con 231 000 ha y Guatemala con 140 000 ha. En su orden le sigue Honduras con 106 000 ha y el Salvador con 94 000 ha.

En República Dominicana, el área cosechada en el 2011 fue de 218 000 ha, con una producción total de 78111 t. El área sembrada de habichuelas (roja, negra y blanca) fue de 360 000 ha y en guandul 135 mil ha (Ministerio de Agricultura 2012).

## **1.4. Principales riesgos, limitaciones**

En Centroamérica y República Dominicana, la agricultura es una actividad de producción que depende de los sistemas naturales y de las condiciones climáticas que caracterizan a la región. Además, hay evidente heterogeneidad en las unidades y en los sistemas de producción. La variabilidad y el cambio climático son dos factores que año con año inciden sobre los sistemas de producción y provocan daños y pérdidas en

**Cuadro 2. Población, PEA, superficie cosechada y producción de maíz y frijol por país en Centroamérica.**

País	Población miles de habitantes 2010	Población rural (%)	PEA	Superficie cosechada con maíz (ha) 2007	Producción miles de (t/ha) 2007	Superficie cosechada con frijol (ha) 2007	Producción en miles det/ha 2007
Belice	313	48,1	28	-	-	5300	4075
Costa Rica	4564	41,0	14,7*	6359	12	14 000	10 500
El Salvador	6183	36,8	21,3*	259 763	836	94 624	99 305
Guatemala	14 362	59,1	43,0	660 000	1100	140 000	100 000
Honduras	7621	48,7	27,4	361 804	555	106 000	75 000
Nicaragua	5822	43,0	16,5	368 149	569	230 791	189 425
Panamá	3508	35,0	18,0*	-	-	13 000	500

\*Datos del 2010.

Fuente: Programa Estado de la Nación 2011, IICA-Red SICTA 2009.

los cultivos, en los ingresos y en la seguridad alimentaria y nutricional.

La agricultura centroamericana y de República Dominicana presenta limitaciones y potencialidades. Por ejemplo, los rendimientos y la competitividad agrícolas son bajos. En los últimos siete años, el crecimiento agropecuario por habitante creció de manera modesta (2,8%). La productividad de los principales productos de exportación (café, banano, caña de azúcar) y la de los granos básicos (maíz, frijol y arroz) ha sido baja como resultado del escaso uso de tecnologías con mayor productividad, reducidas inversiones, pérdidas y daños derivados de fenómenos climáticos, así como del fenómeno de migración del capital humano. En el caso del maíz, que ocupa la mayor área cosechada en la región, los rendimientos representan alrededor del 50% del promedio mundial (CEPAL 2011).

Los factores anteriores y la relativa escasa innovación e incorporación de los resultados

de investigaciones agrícolas en las cadenas de valor inciden de manera adversa en la competitividad del sector agrícola. Además de los relativos bajos niveles de competitividad y de productividad, se determinó para el período 1995-2007 una notoria reducción de la tasa de inversión en la agricultura y el medio rural. Los sectores agropecuarios del istmo han sufrido la pérdida de capitales financieros, físicos, naturales y humanos en las dos últimas décadas, con obvias diferencias entre países y entre actividades dinámicas y rezagadas. Las tendencias adversas están asociadas con la baja rentabilidad (precios reales menores e impactos de producción en ascenso), reducción relativa del financiamiento, del gasto público y de la cooperación internacional, destrucción del capital natural y físico y, de manera importante, descuido del capital humano (CEPAL 2011).

En este contexto, Centroamérica enfrenta en la actualidad diversos desafíos para alcanzar metas globales, como la reducción de la pobreza y el

hambre en sus sociedades. Estas condiciones han aumentado a partir de una desprotección a los esquemas agrícola-productivos de los países de la región, donde las condiciones de vida para poblaciones en zonas rurales y pequeños agricultores, con esquemas de producción familiar, han visto deterioradas sus posibilidades de obtener ingresos de la venta

de sus productos en los mercados. Mientras, la disponibilidad de estos alimentos se ha visto reducida por la disminución de actividades agrícolas y las pérdidas en los rendimientos de los cultivos, por efectos climáticos y bajos niveles de inversiones tecnológicas, lo que ha afectado los niveles de productividad y la calidad de los productos finales.

## 2. Cambio climático, efectos sobre la producción de frijol y maíz en Centroamérica

En Centroamérica y República Dominicana, la agricultura contribuye a la economía de cada uno de los países y su actividad depende de los sistemas naturales (suelo, agua, bosque, biodiversidad) y de los factores climáticos. La variabilidad y el cambio climático constituyen dos factores que en condiciones adversas inciden sobre los sistemas de producción agrícola y provocan daños y pérdidas en los cultivos, en los ingresos, en la seguridad alimentaria y, con mayores efectos, sobre los sectores con mayores índices de pobreza. Los análisis y estudios sobre variabilidad y cambio climático se enfocan en determinar los posibles impactos sobre los ecosistemas (agua, suelo, bosque, biodiversidad), la producción de cultivos y la realidad socioeconómica.

### 2.1. Variabilidad y cambio climático en Centroamérica

La variabilidad climática se refiere a los cambios naturales del clima que ocurren

en un ecosistema. Se presenta anualmente con variaciones periódicas altas o bajas y de duración corta (meses o estaciones), décadas o largo plazo (siglos o miles de años). Los fenómenos de ENOS y de “La Niña” contribuyen a la variabilidad climática y producen alteraciones erráticas en la distribución interanual de la temperatura del aire y de la precipitación. En los períodos de “El Niño”, que son prolongados, se presenta una disminución directa de la recarga de agua que afecta la provisión del líquido para cultivos y comunidades. En los períodos de “La Niña”, se presentan lluvias prolongadas de alta intensidad y huracanes, depresiones tropicales y tormentas que producen deslizamientos, derrumbes, erosión de suelos, sedimentos, pérdida de cultivos, ingresos, inseguridad alimentaria y reducción en la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables.

El cambio climático, sin embargo, implica el no retorno a las condiciones promedios de la atmósfera y sus efectos perduran a largo plazo sobre el planeta tierra, sus recursos y sus habitantes. Es conocido por la producción

de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de las actividades industriales, agropecuarias, de transporte, refinerías, urbanización, quemas e incendios forestales y otras generadas por el ser humano, así como otras ocasionadas por la naturaleza, como las erupciones volcánicas.

Dentro de la región centroamericana, se ubica el corredor seco centroamericano (CSC), que se caracteriza por tener una eco región de bosque tropical seco que abarca las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y gran parte de la región central pre montaña (0 a 800 msnm) de El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Guanacaste en Costa Rica. El CSC tiene una marcada y prolongada época seca (verano) y durante la época de lluvias (invierno) se presenta un latente riesgo a las sequías recurrentes. En el CSC se ubican fincas familiares productoras de maíz y frijol mediante sistemas tradicionales, las cuales actualmente sufren los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

## **2.2. Riesgos y desastres sobre la producción agrícola**

Se estima que los daños y las pérdidas totales resultado de eventos ocurridos entre 1972 y el 2007 llegan a 11 000 millones de dólares aproximadamente, equivalentes a 5,7% del PIB centroamericano en el 2007 (CEPAL 2011). El citado informe aclara que cerca del 60% del valor indicado correspondió a desastres producidos por el huracán Mitch (en 1998). Además, refiere que en el período citado el sector agropecuario sufrió pérdidas y daños por 3702 millones de dólares, especialmente en la infraestructura productiva.

Existen esfuerzos iniciales para conocer la incidencia sobre la productividad de los cultivos y los efectos sociales y económicos que ocasiona el cambio climático en las regiones agrícolas. En general, son estudios

regionales que todavía no permiten analizar con profundidad las implicaciones específicas por cultivos y localidades productoras, ni hacer estimaciones de daños y pérdidas ocasionadas por eventos extremos. No obstante, estos esfuerzos iniciales aportan una visión preliminar de las posibles repercusiones del cambio climático en Centroamérica y ayudan a identificar desafíos de adaptación y mitigación en la producción de frijol y maíz.

De acuerdo con el estudio de la CEPAL (2010), para cada país de Centroamérica se prepararon funciones de producción agropecuaria y se estimó el costo del impacto que significa el aumento de la temperatura y de los cambios en la precipitación. Se utilizaron los escenarios denominados B2 y A225 y se logró una estimación inicial del costo acumulado y del impacto del cambio climático para el año 2100. Los resultados indican efectos negativos para la producción agropecuaria en su conjunto (Cuadro 9.11 del citado informe de la CEPAL 2010). Es decir, sin considerar medidas de adaptación y dentro del escenario A2 al año 2100, el índice agropecuario arrojaría una reducción estimada en 9%. Así, el más afectado sería el índice pecuario con una caída de 13%; la producción de maíz tendería a crecer en el corto plazo, con rendimientos ligeramente mayores a 2 t/ha, pero posteriormente tendería a reducirse hasta llegar a 1,4 t/ha para el año 2100. El rendimiento promedio de frijol se estima que declinaría desde más de 0,7 a menos de 0,1 t/ha para el mismo año.

Las proyecciones futuras muestran que en el corto plazo la producción del maíz se mantendría en sus niveles actuales e incluso podría presentar incrementos, pero en el largo plazo y, a partir del 2050, tendería a caer de forma importante, con mayor intensidad en el escenario más adverso (A2), donde los rendimientos serían nulos a partir del 2075. Sin embargo, en este escenario no se consideran las posibles medidas de adaptación al cambio climático por parte de los agricultores, los cuales contribuirán a reducir las tendencias indicadas.



### 2.3. Riesgos sobre la seguridad alimentaria

A pesar de los avances en salud, educación, reducción en mortalidad infantil y aumento en la esperanza de vida, aún prevalece en Centroamérica una alta vulnerabilidad en la seguridad alimentaria y nutricional, debido a desigualdades sociales, la pobreza, baja disponibilidad de alimentos en el área rural por la fragilidad de la oferta de producción local, dependencia cada vez mayor de productos no producidos en el medio rural que, aunados con precios elevados y bajo poder adquisitivo, repercute sobre los núcleos de población con mayor pobreza. “Pese a los avances alcanzados durante las últimas décadas, la subnutrición afecta a cerca de una quinta parte de las y los centroamericanos” (Estado de la Región 2008).

Dentro de este contexto, los granos básicos han contribuido y continúan siendo la principal provisión de calorías y proteínas para grandes sectores de la población en Centroamérica y República Dominicana. A pesar de los procesos de acceso a mercados, aún existe una importante producción para el autoconsumo entre pequeños agricultores de bajos ingresos. Sin embargo, los efectos de la variabilidad y del cambio climático sobre las actividades agropecuarias revelan impactos significativos en la seguridad alimentaria, especialmente al reducirse la producción de alimentos y el acceso directo a estos por parte de los productores rurales, más un aumento de los precios o escasez para los consumidores, según las posibilidades de importaciones compensatorias (CEPAL 2011). En consecuencia, se vislumbra como necesidad urgente mejorar los sistemas de producción interna mediante estrategias de innovación, uso de tecnologías con mayor adaptación a los efectos del cambio climático y la incorporación de los productores en las cadenas de valor agrícola.

### 2.4 Perfil tecnológico de los sistemas de producción de frijol y maíz (fortalezas y limitaciones actuales)

Mesoamérica y dentro de ella los países centroamericanos son centros de origen del maíz y del frijol común, los cuales han contribuido al sustento alimenticio, a la seguridad alimentaria y a generar empleo e ingreso en las poblaciones rurales. Los sistemas de producción de estos cultivos se dan dentro del marco de una agricultura familiar y dependiente de las condiciones climáticas anuales (invierno y verano), que frecuentemente debe enfrentar sequías tempranas al inicio de los ciclos de siembra o lluvias intensas, que provocan riesgos, vulnerabilidades e incertidumbre para la toma de decisiones referentes a cuándo sembrar. En general, son sistemas de producción de tipo tradicional (monocultivos o mezcla de maíz con frijol), que utilizan escaso capital, mayor mano de obra e insuficiente tecnología e insumos de mayor productividad.

Los principales sistemas de producción en la región centroamericana se caracterizan por el uso de espeques en los que generalmente los productores de pequeña escala utilizan poca tecnificación. Estos productores manipulan semillas criollas y, en algunos casos, semillas de variedades comerciales. Otro sistema es el semimecanizado, aprovechado por medianos y grandes productores de hasta 100 ha. Las labores mecanizadas permiten la preparación del terreno y el uso de fertilizantes, agroquímicos y semillas certificadas, aunque la cosecha de frijol y maíz generalmente es manual. Como parte del proceso de la introducción de nuevas tecnologías, algunos agricultores practican sistemas de labranza mínima o labranza de conservación, que incluye actividades de conservación de suelos y no se realiza la mecanización. Además, algunos medianos

y grandes productores utilizan mayor tecnificación e incluso sistemas de riego, lo que contribuye a reducir los riesgos y efectos climáticos.

En relación con el frijol, agricultores en la región centroamericana han iniciado la adopción e incorporación de sistemas de adaptación a la variabilidad y al cambio climático, esto como respuesta a las acciones que realizan los INIA mediante el Proyecto PRACCA y de otras iniciativas nacionales e internacionales. Sin embargo, en la mayoría de localidades o áreas de producción de frijol y maíz, se enfrentan severas vulnerabilidades por el exceso o por la escasez de lluvias, especialmente en momentos críticos de la decisión de siembra o durante el proceso de desarrollo de los sistemas de producción. Por otra parte, los INIA afrontan numerosas limitaciones y dificultades técnicas y financieras que no les permiten atender y cubrir con mayor alcance las necesidades y las urgencias de los productores de maíz y frijol. Estas limitaciones y potencialidades, que se describen con detalle en la siguiente sección, son las que impulsan a diseñar y ejecutar la estrategia de investigación y adaptación de los cultivos de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

## **2.5. Principales resultados, demandas o retos de la investigación en maíz y frijol del Proyecto PRACCA**

El Proyecto PRACCA tiene como objetivo ayudar a reducir la pobreza y la pobreza extrema en la región, a través de la investigación en la adaptación de maíz y frijol al cambio climático, como forma de contribuir a la seguridad alimentaria y al bienestar de las comunidades y productores vulnerables de Centroamérica y República Dominicana. Los

principales beneficiarios son los productores y otros participantes en las cadenas de valor de maíz y frijol (productores, consumidores y disponibilidad y acceso en la dieta básica) e indirectamente los investigadores mediante capacitación e intercambio de experiencias entre países. Los principales ejecutores son las redes de frijol y maíz de los países miembros del SICTA y del IICA con el financiamiento de Fondo Coreano de Reducción de la Pobreza (KPR), administrado por el BID y aportes de contrapartidas nacionales.

### **a. Resumen de los resultados del Proyecto PRACCA por componente**

Los informes de seguimiento técnico de la ejecución del proyecto revelan significativos resultados de investigación y de oferta tecnológica para los cultivos de frijol y maíz y su adaptación ante el cambio climático.

- ▶ El componente I consistió en identificar y registrar germoplasma de maíz y frijol con características de alta productividad, resistencia y adaptabilidad al cambio climático. En este componente, los investigadores de las redes temáticas regionales de maíz y frijol, establecidas por el SICTA, identificaron y evaluaron genotipos de frijol y maíz tolerantes a sequía y a altas temperaturas, los cuales fueron multiplicados y utilizados para establecer ensayos. En el caso de frijol, se establecieron ensayos regionales con énfasis en sequía y altas temperaturas (ERSAT), los cuales fueron evaluados por cada uno de los países participantes del proyecto. Un logro importante fue el intercambio de experiencias y metodologías entre investigadores de las redes de maíz y frijol de los países, así como con las instituciones de investigación de Corea, país que posee experiencia en

estos cultivos y que proporcionó recursos para la ejecución del proyecto.

- ▶ El componente II focalizó su acción en evaluaciones participativas dentro de las comunidades pilotos de la región. Las redes de maíz y frijol identificaron cinco áreas piloto por país que presentaban una mayor vulnerabilidad a la sequía. Mediante criterios e indicadores de germoplasma superior, iniciaron un proceso de evaluación de este material en las comunidades seleccionadas en cada país con la participación de productores. Este proceso permitió la caracterización mediante marcadores del germoplasma promisorio desde el punto de vista agronómico, sensorial y molecular y la distribución y multiplicación de semillas de materiales promisorios a los INIA para la siembra de parcelas de validación en las comunidades.
- ▶ El componente III se centró en el seguimiento y análisis de información climática. Las redes de frijol y maíz del SICTA obtuvieron información climática sobre precipitación, temperatura y evapotranspiración de las áreas de interés y esta fue correlacionada para verificar el desempeño de los materiales genéticos promisorios y el desarrollo de estrategias de manejo de riesgos. Las principales fuentes de información climática se obtuvieron de la instalación de pluviómetros y sensores en las comunidades, información del sistema FEWS-NET y de las instituciones meteorológicas en cada país. A la fecha de preparación del presente marco estratégico, este componente clave está en proceso de desarrollo y sus resultados permitirán definir estrategias para la reducción de riesgos en los sistemas de producción, ante el impacto del cambio climático en las áreas piloto identificadas.
- ▶ El componente IV se focalizó en identificar variables o factores para orientar la investigación en los cultivos de maíz y frijol hacia el futuro. Los resultados preliminares

de este componente contribuyen a orientar futuras investigaciones en los cultivos de maíz y frijol que tengan mayor potencial de adaptación al cambio climático y con la participación de agricultores y comunidades de los países. Además, este y los otros cuatro componentes descritos se vinculan estrechamente y sientan bases para el diseño y preparación del marco estratégico de investigación que aquí se presenta.

- ▶ El componente V se refiere a la divulgación de información generada. Este componente se encuentra en proceso; sin embargo, las redes de maíz y frijol disponen ya de más de 100 materiales genéticos promisorios de frijol y materiales promisorios de maíces (locales y mejorados), los cuales están en la fase de evaluación para su posterior distribución en las regiones prioritarias. Además, está prevista la elaboración de materiales divulgativos como parte del proceso de la transferencia de tecnologías de adaptación en maíz y frijol para los productores y profesionales de la región.

#### b. Potencialidades y factores limitantes para la innovación y transferencia de tecnologías de adaptación de frijol y maíz ante el cambio climático

Como resultado de la consulta efectuada a investigadores de las redes de frijol y maíz, se determinaron las potencialidades (fortalezas y oportunidades) y las limitaciones que existen para ejecutar investigaciones, innovación y transferencia de tecnologías para la adaptación de estos dos cultivos dentro de los escenarios del cambio climático de los próximos años.

##### **Fortalezas:**

- ▶ Disponibilidad y credibilidad de investigadores idóneos y con capacidad

para desarrollar investigaciones y transferencia de tecnologías para la adaptación de frijol y maíz al cambio climático mediante modelos participativos.

- ▶ Las estrategias, las políticas, el marco legal e institucional sobre cambio climático priorizan la ejecución de actividades de adaptación de cultivos ante los efectos del cambio climático.
- ▶ Disponibilidad de genotipos y germoplasma de frijol y maíz de buena calidad de aceptación y tolerancia ante los efectos del estrés hídrico.
- ▶ Disponibilidad de información climática y agronómica, así como de modelos y herramientas metodológicas para el análisis de la relación de variables climáticas con los rendimientos de los cultivos.
- ▶ Disponibilidad de infraestructura y bancos de germoplasma nacionales, así como modelos e implementación de bancos comunales de semillas,
- ▶ Alianzas estratégicas con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), *Biodiversity*, SICTA, con la colaboración de universidades internacionales y otras instituciones.

#### **Oportunidades:**

- ▶ Formular, gestionar y ejecutar proyectos y actividades nacionales y regionales colaborativas sobre adaptación de los cultivos de frijol y maíz vinculados con las demandas, las estrategias nacionales y regionales sobre cambio climático y las oportunidades existentes sobre disponibilidad de recursos financieros nacionales y de cooperación, así como el apoyo institucional.
- ▶ Difundir y transferir a los productores ubicados en zonas con escasa precipitación las variedades y los materiales disponibles tolerantes a los efectos del cambio climático. Incluye la oportunidad para el desarrollo de actividades de fortalecimiento para los procesos participativos.
- ▶ Continuar con el proceso de investigación y fortalecimiento de las redes y de los INIA en el desarrollo de tecnologías en frijol y maíz para que contribuyan en mayor medida con la adaptación ante los efectos del cambio climático a futuro.
- ▶ Reforzar el compromiso y la vinculación de instituciones agrometeorológicas en los procesos de obtención de información climática actualizada y en la caracterización climática en las localidades de producción de maíz y frijol.
- ▶ Continuar y reforzar la participación de las redes de frijol y maíz, así como el apoyo del CIMMYT, el CIAT, el SICTA-IICA y universidades de EE.UU. en la provisión de germoplasma mejorado y la asesoría técnica.

#### **Factores limitantes:**

- ▶ Reducido personal técnico para los procesos de investigación y especialmente para la difusión de tecnologías hacia los productores. Además, son escasos los recursos y faltan especialistas mejoradores, fitopatólogos y otros.
- ▶ Se carece de personal calificado en meteorología asignado a actividades de investigación en adaptación al cambio climático y falta información climática actual generada dentro de las zonas productoras de maíz y frijol.
- ▶ Los programas y actividades de extensión son incipientes con limitada cobertura territorial y de acciones para la transferencia de tecnologías en adaptación al cambio

climático ya generadas y validadas. Además, se carece de un sistema para la validación y disseminación de tecnologías.

- ▶ Los recursos financieros son limitados para los procesos de difusión masiva de las variedades de frijol y maíz destinadas para los productores de determinadas localidades.
- ▶ Los bancos nacionales de semilla disponen de limitada infraestructura y recursos para mejorar la conservación de germoplasma y para la prestación eficiente de servicios.
- ▶ La carencia de sistemas de crédito, asistencia técnica y la reducida inversión pública en infraestructura en las zonas rurales son factores que limitan la capacidad de los productores, especialmente los de menores ingresos, para poner en práctica las opciones de adaptación en las cadenas de valor disponibles en el sector agrícola.
- ▶ El apoyo político es escaso para impulsar actividades de investigación en adaptación de los cultivos de frijol y maíz, así como en la transferencia de resultados de investigación.

### 3. Instituciones y acciones actuales vinculadas con la investigación en frijol y maíz

En investigación agrícola, los países centroamericanos y República Dominicana experimentan factores comunes y disponen de un marco institucional de cooperación, políticas, programas, proyectos y financiamiento para investigaciones agrícolas a nivel nacional, regional e internacional. Estas instituciones ejecutan actividades de investigación, tienen potencial y posibilidad para continuar con los vínculos de cooperación; sin embargo también enfrentan limitaciones, especialmente de recursos.

#### 3.1. Actores nacionales que ejecutan investigación agrícola de Centroamérica y de República Dominicana

En los países de Centroamérica y República Dominicana, se dispone de la estructura y

de la operación de los INIA. En Costa Rica funciona el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA); en el Salvador, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA); en Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); en Honduras, la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano (EAP) y la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) del Ministerio de Agricultura; en Nicaragua, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA); en Panamá, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). En República Dominicana opera el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) y en Belice, la Estación Central de Investigación Agrícola.

En general, los INIA tienen su propia estructura y sus actividades de investigación están vinculadas con entidades académicas,

el sector privado y organismos no gubernamentales. Se financian mediante asignaciones de los presupuestos estatales que cubren salarios, infraestructura, vehículos, combustibles, insumos y gastos de movilización del personal.

Como resultado de las consultas con investigadores de frijol y maíz, se determinó que, en general, los INIA cuentan con investigadores de reconocida experiencia, pero enfrentan problemas generados por un reducido presupuesto y escaso número de investigadores, lo cual dificulta la ejecución de las investigaciones agrícolas en el campo, así como limitaciones para ejecutar con mayor eficiencia el servicio de los bancos de germoplasma, conservación y multiplicación de semillas. Ante las reducidas asignaciones de presupuesto nacional y como estrategia, los INIA se vinculan con proyectos de investigación agrícola internacional, regional y con universidades, fundaciones y otros cooperantes, con quienes coordinan y reciben recursos y asesoría; no obstante, estos recursos siguen siendo limitados para realizar actividades específicas y durante cortos períodos de tiempo.

### **3.2. Actores regionales relacionados con la investigación agrícola en Centroamérica y República Dominicana**

Debido a las condiciones y factores comunes que caracterizan a los países centroamericanos, los resultados de algunas iniciativas, programas y proyectos desarrollados en un país son también de interés para el resto de la región. Dentro del presente marco estratégico, a continuación se presentan las instituciones regionales vinculadas con actividades colaborativas de investigación en maíz y frijol.

- ▶ El IICA ha promovido la investigación en adaptación al cambio climático mediante la prestación de servicios jurídicos, técnicos, financieros y de

apoyo. Por ejemplo, desarrolla iniciativas de cooperación y sinergias institucionales para el desarrollo y ejecución de políticas, programas y proyectos orientados a la adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura. Otra iniciativa es el “Proyecto estrategias locales de adaptación al cambio climático en el Trifinio” (Guatemala, Honduras, El Salvador) con financiamiento del Fondo Concursable de Cooperación Técnica del IICA (2012-2014). Por otra parte, el SICTA realiza actividades para contribuir a la integración regional de la investigación y el desarrollo al vincular sus actividades con el marco de acción del CAC, que es la instancia que reúne a las instituciones públicas de investigación agropecuaria de los siete países y cuenta con el apoyo de los ministros de agricultura centroamericanos.

- ▶ A través del SICTA, se crearon las redes de investigadores, entre ellas la de maíz y frijol y la red SICTA con el apoyo financiero de la agencia de Cooperación Suiza al Desarrollo para apoyar a productores de maíz y frijol mediante la promoción, el fomento y la adopción de tecnologías en la cadena del valor. Se creó también el “Proyecto regional (2010-2013): adaptación de maíz y frijol al cambio climático en Centroamérica y República Dominicana” con financiamiento del FONTAGRO.
- ▶ El Foro del Clima de Centroamérica es una iniciativa regional que revisa semestralmente las condiciones atmosféricas y oceánicas actuales y sus aplicaciones en los patrones de lluvia para cada uno de los países y genera las correspondientes perspectivas climáticas. Esta iniciativa regional contribuye a fortalecer las capacidades institucionales que proporcionan información actualizada para tomar decisiones aplicadas a la agricultura, la pesca, la gestión de recursos hídricos, la gestión de riesgos y la seguridad alimentaria. El

Foro es dirigido por el Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Sistema de la Integración Centroamericana (CRRH-SICA) y participan expertos en meteorología, climatología e hidrología de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos (SMH) y universidades de la región centroamericana, técnicos agrícolas y la empresa privada.

- ▶ La FEWS NET es una entidad internacional del gobierno de los Estados Unidos que colabora con los países centroamericanos en el fortalecimiento de capacidades nacionales y regionales. Provee información sobre alerta temprana, vinculada con el cambio climático, que permite brindar mejores respuestas al problema de inseguridad alimentaria, el fomento de políticas de acción y un mejor monitoreo y análisis local. Realiza y genera informes mensuales sobre los impactos del cambio climático en los medios de vida, la vulnerabilidad, la seguridad alimentaria, el comercio, los mercados, alerta temprana, planes de respuesta y contingencia, economía agrícola, toma de decisiones, sistemas de computación, comunicaciones, diseño y administración de sitios de Internet y manejo de proyectos. Las actividades se ejecutan a través de *Chemonics International* y participan las agencias del gobierno de los Estados Unidos siguientes: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), Administración Nacional Atmosférica y Oceanográfica (NOAA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).
- ▶ El CATIE es una institución autónoma que ejecuta y brinda asesoría en actividades de desarrollo agrícola y rural y la gestión de los recursos naturales en Centroamérica, México, República Dominicana, Venezuela, Colombia, Bolivia y Paraguay. Combina actividades de investigación con capacitación, educación con nivel posgrado y la divulgación de temas agrícolas, recursos

naturales, servicios ambientales y desarrollo rural. Además, dispone de un banco de semillas y germoplasma al servicio de los países centroamericanos.

- ▶ La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano es un centro universitario donde se estudia agronomía, comercio agrícola, elaboración de alimentos y desarrollo socioeconómico. Las actividades de investigación en la agricultura están vinculadas con problemas de plagas, producción agrícola, biotecnología aplicada y la elaboración de alimentos para el comercio agrícola. Tiene investigadores de reconocida experiencia en el cultivo de frijol y recibe apoyo de proyectos regionales e internacionales. Aunque en sentido estricto Zamorano es una agencia regional, para los fines del presente marco estratégico se le considera como una institución hondureña, porque alrededor del 80% de su trabajo se relaciona con Honduras.
- ▶ La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) está conformada por el Consejo de Ministros de Ambiente de Centroamérica. En el 2010, diseñó y logró la aprobación de la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) como mecanismo que contribuye a ordenar y armonizar la asistencia regional complementaria a los esfuerzos e iniciativas nacionales de los países de la región ante los efectos del cambio climático. Mediante esta estrategia, se pretende que se consoliden los esfuerzos para una integración regional ambientalmente sostenible y se garantice la seguridad alimentaria y los recursos naturales ante los efectos del cambio climático.

### 3.3. Actores internacionales de cooperación vinculados con la investigación agrícola

- ▶ Algunos institutos del Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas

en inglés) desarrollan actividades de investigación agrícola y proveen asesoría técnica en Centroamérica. Así, el CIMMYT y el CIAT realizan actividades de investigación sobre el maíz y frijol, con oficinas nacionales y regionales en Honduras y Nicaragua. El CIAT también brinda apoyo a los comités de investigación agrícola locales (CIAL) y a muchas iniciativas locales de investigación participativa para los agricultores. También se han realizado esfuerzos para vincular e integrar a los distintos institutos nacionales de investigación en la región.

- ▶ El Fondo Coreano de Reducción de la Pobreza fue constituido en el 2005 y es administrado por el BID. Se utiliza para financiar proyectos de cooperación técnica no reembolsable y de otras actividades orientadas a reducir la pobreza e impulsar el desarrollo social, entre ellas: la prevención de desastres y los servicios de auxilio dirigidos a los grupos más vulnerables y económicamente desfavorecidos de la región, especialmente en los países con menor desarrollo. Tiene potencial para continuar apoyando el proceso de transferencia de resultados de investigación en frijol y maíz hacia los productores que sufren mayor vulnerabilidad por efectos del cambio climático.
- ▶ La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) desarrolla y apoya iniciativas que contribuyan a acelerar la transición hacia un desarrollo con bajas emisiones a través de inversiones en energía limpia y de paisajes sostenibles que mitiguen el cambio climático. Sus iniciativas buscan que se aumente la resiliencia de las personas, los lugares y los medios de vida por medio de inversiones para la adaptación al cambio climático y la integración de los resultados generados en los diversos programas que trabajan en este tema. El Salvador desarrolla el Programa de Cambio Climático Regional a través de su estrategia regional (E-CAM:

El Salvador, América Central y México) para apoyar los objetivos de desarrollo de las misiones de la USAID.

El gobierno suizo, a través de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y el Secretariado de Estado de Economía (SECO), ha cooperado con Centroamérica desde hace más de 30 años. Actualmente, su objetivo principal es contribuir a la reducción de la pobreza y promover un desarrollo equitativo a través de tres prioridades temáticas:

- a. Promover el desarrollo económico inclusivo para generar empleo y aumentar ingresos.
- b. Reducir la fragilidad del Estado y promover la gobernabilidad inclusiva.
- c. Reducir la vulnerabilidad ambiental y fortalecer a las poblaciones ante los efectos del cambio climático.

Sus intervenciones están focalizadas en Honduras y Nicaragua por ser los países con mayor índice de pobreza de la región. Además, contribuye a la solución de problemas regionales, fortaleciendo las instituciones regionales y facilitando acceso a los mercados regionales. Para el desarrollo de la estrategia (2013-2017), ha previsto contribuciones por un monto de US\$210 millones, lo cual representa el compromiso del gobierno suizo en brindar cooperación a países de la región centroamericana (COSUDE s.f.).

Por otra parte, en América Latina y el Caribe (ALC), se han canalizado recursos a través de las siguientes fuentes financieras: *Clean Technology Fund (CTF)*, *Japan's Fast Start Finance*, *Norway's International Climate, Forest Initiative (ICFI)*, *Global Environmental Fund*, *Amazon Fund (AF)*, *Germany's International Climate Initiative (ICI)*, *Adaption Fund (AF)*, *Forest Investment Program (FIP)*, *Global Environmental Fund (GEF5)*; *Pilot Program on Climate Resilience (PPCR)* y otros fondos.

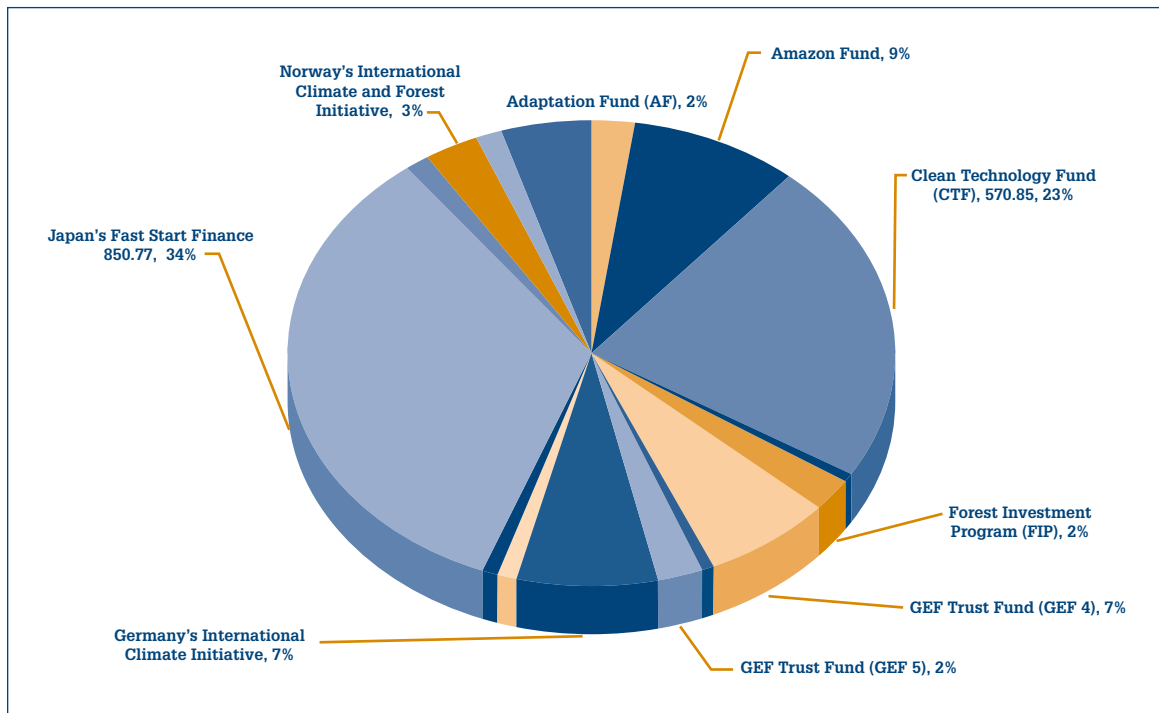
En la Figura 1 se presenta un detalle de estos recursos. Aquí se observa que más del 57%



de estos fondos se destinaron a proyectos vinculados con actividades de mitigación al cambio climático. La mayor cantidad de recursos fueron asignados como préstamos

a para actividades forestales, reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD) y para un programa de transformación del sistema de transporte.

**Figura 1. Fuentes financieras y recursos asignados a proyectos vinculados con actividades de mitigación al cambio climático.**



Fuente: González 2013.

## 4. Marco estratégico regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz en escenarios de cambio climático 2013-2020

### 4.1. Escenarios futuros del cambio climático, efectos en la producción de frijol y maíz

De acuerdo con el informe de la CEPAL (2011), se simularon escenarios climáticos de temperatura y precipitación para el período 2006-2100 para los países centroamericanos, mediante análisis y proyecciones basadas en los escenarios A2 y B2 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Estos dos escenarios tienen la característica de presentar un mundo muy heterogéneo, autosuficiente y conservación de las entidades locales, donde predominan las soluciones locales ante la sostenibilidad económica, social, ambiental, nivel de desarrollo económico intermedio y cambio de tecnología. Además, se tomaron como referencia los escenarios de emisiones del IPCC, los cuales están asociados a diferentes proyecciones de incrementos de temperatura superficial de la tierra para finales del siglo XXI. Así, el escenario de emisiones A2 está asociado con un incremento probable de temperatura de 3,4°C para el período 2090–2099 relativo a la temperatura media del período 1980-1999, con un intervalo probable de 2,0°C – 5,4°C. El escenario B2 corresponde a un incremento probable de temperatura de 2,4°C con un intervalo de 1,4°C - 3,8°C para el mismo período. Además, la CEPAL (2011) evaluó modelos de circulación general del IPCC, los cuales se acoplan a la circulación general océano-atmósfera y permiten efectuar simulaciones desde una gama de los procesos que ocurren

en el sistema climático. Los modelos de emisiones fueron construidos para 12 regiones del istmo.

Para predecir y manejar la incertidumbre, se seleccionaron y utilizaron varios criterios para determinar los modelos que contribuyeron a asegurar la representatividad dentro un rango de posibles cambios. Además, se consideraron otros criterios establecidos por el IPCC, entre los cuales mencionan:

- a) Consistencia regional con las proyecciones globales.
- b) Plausibilidad física y realismo.
- c) Información apropiada para las evaluaciones de impactos (en resolución, horizonte y variables).
- d) Representatividad del rango potencial de cambio climático regional.
- e) Actualidad de las simulaciones (uso de los experimentos numéricos más recientes).
- f) Resolución espacial (la más alta resolución es generalmente la más reciente generación de modelos).
- g) Validez (que reproduzcan en lo posible el clima observado).
- h) Representatividad de los resultados (seleccionar salidas de modelos que den un rango representativo de los posibles cambios futuros).
- i) Comparación con estudios anteriores.
- j) Utilidad para los estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación.

El proceso de análisis incluyó la construcción de la climatología histórica observada en

la región, la cual constituye el escenario base sobre el cual se pueden cuantificar las variaciones, tanto en precipitación como en temperatura, asociadas al cambio climático en diversos escenarios de emisiones.

El promedio de los tres modelos de clima utilizados refiere que en el escenario B2 el aumento de temperatura previsto para Centroamérica puede alcanzar desde 2,2 a 2,7°C al finalizar el presente siglo, con un promedio regional de 2,5°C. El IPCC estimó, con el escenario B2, un aumento de la temperatura global con un margen probable de 1,4 a 3,8°C y un mejor cálculo de 2,4°C para el período 2090-2099, relativo al período 1980-1999. Por lo tanto, estos resultados regionales son compatibles con lo esperado en el ámbito global.

En el escenario A2, el aumento de temperatura esperado al 2100 es mayor y se sitúa entre 3,6°C y 4,7°C, según el país y con un promedio regional de 4,2°C, frente al estimado global del IPCC con un margen probable de 2,0 a 5,4°C y un mejor cálculo de 3,4°C en el período 2090- 2099, relativo al período 1980-1999. Por lo tanto, los escenarios de la región se ubican por arriba de los esperados en el nivel global. En el escenario A2, la mayoría de los países de Centroamérica registrarían aumentos considerables de temperatura media anual hasta finales del siglo, donde Guatemala y El Salvador son los casos más graves.

En el caso de la precipitación, los modelos revelan una mayor incertidumbre. En el escenario B2, al 2050 se indica que habrá una reducción del 4% como promedio regional y un rango entre 0% y 8% según el país. Al 2100, la reducción regional de precipitación sería de 11% con un rango que oscilaría entre 3% y 17%.

El promedio de los tres modelos en el escenario A2 al 2050 indica una reducción del 14% como promedio regional y un rango entre 8% y 18% según el país. Al 2100, la reducción regional sería de 28% y el rango oscilaría entre 18% y 35%.

Como resultado se observa que los niveles de temperatura sobrepasan los requerimientos para la producción de cultivos, lo cual significa pérdidas de producción e ingresos para los productores. Además, durante la temporada de lluvias, los niveles de precipitación pueden ser excesivos para lograr una buena producción. En el corredor seco centroamericano, que presenta menor precipitación y mayor nivel de sequía, los impactos y las pérdidas en la producción de granos básicos (entre ellas el maíz y el frijol) afectarán la seguridad alimentaria de estas localidades.

## 4.2. Conceptos básicos

- ▶ **Variabilidad climática.** Corresponde a variaciones naturales del estado medio y de otras características del clima. Se relaciona con las oscilaciones o variaciones del estado promedio del clima y se vincula con la ocurrencia de eventos extremos de escala global, regional o local y en diferentes escalas del tiempo.
- ▶ **Cambio climático.** De acuerdo con la Convención Marco sobre Cambio Climático, es el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
- ▶ **Adaptación al cambio climático.** Se refiere al ajuste en los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos reales o esperados o a sus efectos que modera el daño o aprovecha las oportunidades beneficiosas (IPCC. 2011. Anexo B). Es el proceso de adecuación en respuesta a circunstancias ambientales nuevas y cambiantes que requiere hacer modificaciones en el comportamiento, en los medios de vida, en la infraestructura, en las leyes y en las políticas e instituciones, a fin de responder adecuadamente a eventos climáticos experimentados o esperados.

- ▶ **Resiliencia.** Capacidad para resistir, ante alteraciones y presiones negativas, y recuperarse del impacto. En los sistemas ecológicos, es la propiedad que permite a un sistema absorber y usar, incluso para beneficio, los cambios o alteraciones producidos dentro del ambiente.
- ▶ **Productividad:** Los factores o recursos escasos de producción se utilizan con mayor eficiencia y sostenibilidad mediante mejoras tecnológicas y una mejor eficiencia en los procesos de producción, distribución y mercado de productos que permitan al productor o grupo de productores obtener mayor cantidad, calidad de producto y mayores ingresos netos. Es también la posibilidad de producir la misma cantidad y calidad de producto a un costo menor que otras regiones competidoras.
- ▶ **Competitividad.** Es la capacidad de un productor o una empresa agrícola para generar una mayor satisfacción a los consumidores mediante un producto de calidad y menor precio. Estos dos factores están vinculados con la productividad, la innovación y la calidad del producto o servicio que logre satisfacer las expectativas y necesidades de los consumidores o usuarios del producto.
- ▶ **Equidad de género.** Se refiere a las cualidades masculinas o femeninas que la sociedad atribuye a cada sexo. Lo que se busca es reconocer e impulsar oportunidades, derechos y acceso equitativo a los recursos y beneficios del desarrollo, para el manejo y control de estos en igualdad de oportunidades para la toma de decisiones.
- ▶ **Sostenibilidad.** Satisfacción sustentable de las necesidades actuales del ser humano, que garantiza la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, mediante un modelo de desarrollo que incorpore el equilibrio económico, social, ambiental y político.
- ▶ **Agroecosistemas.** Son sistemas funcionales y relaciones complementarias entre un cultivo que interactúa delimitado por factores bióticos (organismos vivos) y abióticos (componentes físicos y químicos ambientales como el suelo, el agua, la luz y la temperatura), integrados o modificados por el productor en los sistemas productivos y vinculados con el espacio, el tiempo y la sostenibilidad.
- ▶ **Cadena de valor en agricultura.** Es el conjunto de actores y actividades que llevan un producto agrícola básico desde la producción en el campo hasta el consumo final y que agregan valor al producto en cada etapa.

### 4.3. Principios

- ▶ **Investigación adaptativa al cambio climático.** Se definen e impulsan procesos de innovación e investigación agrícola mediante la utilización de un modelo que permita ajustar, reducir y lograr una mayor capacidad de resiliencia de los sistemas de producción ante la vulnerabilidad y los efectos del cambio climático. Implica utilizar medidas apropiadas de acuerdo con el escenario climático que enfrentan y las características de los suelos, cultivos, condiciones socioeconómicas de los productores, factores ambientales y demandas y necesidades de la población.
- ▶ **Sostenibilidad y aprovechamiento de la diversidad.** Corresponde al proceso mediante el cual la producción y el manejo de los recursos naturales se planifica y ejecuta con base en un modelo integral de desarrollo que incorpora el equilibrio económico, social, ambiental y político para satisfacer las necesidades actuales del ser humano, lo cual garantice la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
- ▶ **Seguridad alimentaria y nutricional.** Se refiere disponibilidad, estabilidad del

suministro, acceso y uso suficiente de alimentos inocuos y nutritivos que tienen las personas en todo momento para satisfacer sus necesidades y preferencias alimenticias, lo cual les permita llevar una vida activa y sana.

► **Competitividad y cadenas de valor.**

El proceso de adaptación de la agricultura ante el cambio climático incluye una mayor competitividad dentro de los diferentes eslabones de la cadena: producción en el campo, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización por parte de los productores primarios, las agrupaciones de productores y de otros agentes económicos que buscan mejorar su participación, rendimiento e ingresos en el mercado.

► **Rentabilidad.**

Las actividades de producción agrícola que genera la innovación e investigación responden a las necesidades del productor o grupo de productores y ofrecen una rentabilidad justa y apropiada en función de los recursos invertidos (tierra, trabajo y capital), así como de los factores limitantes y de los riesgos ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático que enfrentan.

► **Investigación participativa.**

Favorece la participación del productor o de un grupo de productores en los procesos de planificación, gestión y ejecución de actividades de investigación agrícola para la adaptación de los cultivos ante los riesgos y efectos de la variabilidad y del cambio climático.

► **Solidaridad.**

Se refiere al sentimiento, adhesión y compromiso de dos o más personas miembros de una comunidad o sociedad para reconocerse unidas, compartir intereses e ideales comunes y ejecutar acciones de gestión de riesgos y de adaptación de los sistemas de producción agrícola ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

#### 4.4. Visión

Para el 2020 los agricultores de frijol y maíz utilizan tecnologías apropiadas, producto de la investigación e innovación en adaptación ante los efectos del cambio climático, se integran en las cadenas de valor y contribuyen al desarrollo sostenible, a la seguridad alimentaria y al desarrollo rural de los países de Centroamérica y República Dominicana.

#### 4.5. Misión

El sector agrícola dispone de un sistema eficiente de investigación e innovación agrícolas integrado y colaborativo con instituciones vinculadas a estrategias de cambio climático para atender las necesidades y demandas de los productores en incorporar conocimientos tecnológicos de adaptación a cultivos de frijol y maíz, mediante la ejecución de proyectos, alianzas estratégicas, inversiones, financiamiento y la participación efectiva de los productores de Centroamérica y República Dominicana.

#### 4.6. Objetivo general

Proporcionar un marco estratégico regional centroamericano y de República Dominicana que oriente y promueva acciones integrales de investigación, innovación en los cultivos de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático, que promueva la adaptación y la resiliencia de los sistemas de producción ante los efectos producidos por dichos escenarios y que considere, de manera paralela, las prioridades regionales en materia de reducción de riesgos climáticos y las necesidades de los productores y productoras de las poblaciones rurales más vulnerables.

#### 4.7. Países, regiones y actores claves

El ámbito geográfico de la estrategia se focaliza en las áreas de producción de frijol y maíz

de los países de la región centroamericana y República Dominicana y su alcance temporal está enmarcado en el período 2013-2020. Los principales actores claves que participarán en la planificación, en la ejecución y la evaluación de dentro del marco estratégico regional de investigación de frijol y maíz para la adaptación al cambio climático son los productores, las organizaciones locales, los proveedores de insumos y de servicios

financieros y no financieros, los consumidores de la producción agrícola, las comunidades, las mancomunidades, las organizaciones de la sociedad civil, el sector privado, los gobiernos locales, las instituciones de gobierno relevantes (ministerios de agricultura, ambiente y recursos naturales, salud, entre otros), organizaciones internacionales de cooperación técnica y financiera y otros organismos regionales de Centroamérica.

## 5. Ejes estratégicos, objetivo y acciones del marco estratégico de investigación de frijol y maíz para la adaptación al cambio climático

### 5.1. Definición del marco institucional y políticas públicas para la adaptación y la mitigación de la agricultura ante los efectos del cambio climático

#### Objetivo general

Incorporar estrategias de mayor incidencia en las políticas públicas, en los planes, en los programas, en los proyectos y en las iniciativas del sector público y privado agrícolas para la adaptación y mitigación

ante los efectos del cambio climático, lo cual contribuya a reducir riesgos e impactos en las cadenas agrícolas de valor.

#### Lineamientos de política

- ▶ Armonizar los planes de adaptación y de gestión de riesgos climáticos del sector agrícola con el marco legal nacional ambiental y con las estrategias nacionales e internacionales de cambio climático<sup>1</sup> para lograr una aplicación coordinada de acciones y estrategias que tengan una mayor incidencia y favorezcan a los productores de las cadenas de valor agrícolas.

---

1. Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgos y Desastres (PCGIR), Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT), Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), la estrategia de agua, alimento para la tierra de la JIA-IICA, la estrategia nacional de cambio climático de cada país, la estrategia regional agroambiental y de salud y otras citadas en el presente documento.

- ▶ Establecer nexos, sinergias y participación efectiva de los ministerios de agricultura, ambiente, instituciones meteorológicas e hidrológicas, gobiernos locales y las fuentes de financiamiento nacional y de cooperación internacional en los foros climáticos y definir estrategias para alcanzar una gestión e implementación coordinada y de mayor incidencia en la adaptación y mitigación del cambio climático con las cadenas agrícolas de valor.
- ▶ Crear y establecer modelos de zonificación agroecológica para la planificación y desarrollo de los principales rubros de producciones agrícolas apropiadas que permitan informar y tomar decisiones apropiadas sobre el uso adecuado de la tierra, las amenazas naturales, los efectos del cambio climático y la ejecución de los planes de adaptación en las cadenas agrícolas de producción.

Prioridades	Objetivos específicos	Acciones estratégicas
<b>1.</b> Identificar y analizar políticas públicas y estrategias nacionales e internacionales sobre adaptación y cambio climático y su vinculación con el sector agrícola.	Propiciar vinculaciones y aportar información estratégica sobre adaptación al cambio climático entre instituciones nacionales, sector privado y organismos internacionales para la definición de opciones estratégicas con mayor incidencia en el sector agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar equipo de trabajo interinstitucional.</li> <li>- Plantear con claridad problemas y proyecciones sobre cambio climático, sus efectos en la agricultura y su vinculación con las estrategias nacionales e internacionales de cambio climático.</li> <li>- Elaborar y consensuar un plan de trabajo o ruta crítica, basada en la realidad de cada país y su vinculación con las estrategias de adaptación al cambio climático.</li> </ul>
<b>2.</b> Elaborar o actualizar un plan estratégico nacional de adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario con la participación de los ministerios de agricultura, ambiente, sector privado e instituciones nacionales e internacionales vinculadas con esta problemática.	Definir y establecer las principales líneas y prioridades de actuación por seguir en el corto, mediano y largo plazo para incorporar y ejecutar coordinadamente con las instituciones vinculadas con el sector agrícola las estrategias de adaptación de la agricultura ante el cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar y ejecutar un diagnóstico participativo de fortalezas, oportunidades y limitaciones de las instituciones participantes.</li> <li>- Planificar y realizar diagnósticos participativos de necesidades y demandas de los productores del sector agrícola relacionadas con el cambio climático.</li> <li>- Ajustar los planes y proyectos con acciones vinculantes de las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.</li> </ul>
<b>3.</b> Elaborar planes de ordenamiento territorial y zonificación de cultivos, conforme a las características físicas, ambientales, recursos naturales, socioeconómicas y de los riesgos y vulnerabilidades ante el cambio climático.	Determinar áreas o regiones prioritarias homogéneas en la cuenca o micro-cuenca para planificar y utilizarlas de acuerdo con su capacidad de uso o vocación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar estudios y mapeo de la vulnerabilidad y riesgos regionales y de las cuencas hidrográficas frente a los efectos del cambio climático.</li> <li>- Determinar, con la participación de actores locales, escenarios y opciones de aptitud productiva, protección y tratamiento especial, vinculadas con los riesgos y vulnerabilidades identificadas.</li> <li>- Formular proyectos de investigación para la adaptación al cambio climático de los cultivos de frijol y maíz y concertar inversiones para su ejecución.</li> </ul>

## 5.2. Fortalecimiento de instituciones de investigación y transferencia de tecnologías agrícolas en investigación y transferencia de opciones de producción para la adaptación de maíz y frijol ante los efectos del cambio climático

### Objetivo general

Potencializar la participación efectiva de las instituciones y de las redes de investigación y transferencia de tecnología agrícolas mediante acciones de fortalecimiento de capacidades y gestión de recursos para consolidar y ampliar los resultados de tecnologías generadas para la adaptación los cultivos de maíz y frijol al cambio climático.

### Lineamientos de política

- Fortalecer capacidades técnicas para la innovación y el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático en el sector agrícola que contribuyan a promover y difundir las tecnologías generadas hacia los productores.
- Fortalecer la capacidad operativa de las redes nacionales de estaciones meteorológicas e hidrológicas, lanzadas con un sistema de observatorios climáticos locales, lo cual permita determinar los cambios observados por parte de comunidades o pobladores.
- Desarrollar capacidades de investigación en el país, incluida la promoción de nuevas líneas de investigación con proyección para los sistemas de producción a corto, mediano y largo plazos.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<p><b>1.</b> Ejecutar un programa de formación de recursos humanos nacionales especializados en investigación agrícola adaptativa al cambio climático.</p>	<p>Contar con un mayor número de profesionales nuevos capacitados en estrategias, metodologías participativas y en el diseño, desarrollo y evaluación de sistemas de producción de frijol y maíz adaptados al cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar un equipo de trabajo con investigadores de instituciones nacionales y universidades vinculadas con el sector agrícola.</li> <li>- Determinar necesidades de capacitación en investigación adaptativa al cambio climático.</li> <li>- Elaborar un plan de capacitación sobre temas, metodologías e instrumentos para generar e impulsar opciones agrícolas de adaptación al cambio climático.</li> <li>- Identificar fuentes de financiamiento para la ejecución del plan de capacitación.</li> </ul>
<p><b>2.</b> Desarrollar un programa de fortalecimiento a las redes de información meteorológica e hidrológica vinculadas con el desarrollo de estrategias de producción agrícola adaptadas al cambio climático.</p>	<p>Desarrollar capacidades en materia de generación de información climática básica en los sitios específicos de intervención de las investigaciones para que los productores agrícolas tomen decisiones de producción en las diferentes regiones de un país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar un equipo asesor y de trabajo con la participación de investigadores agrícolas y funcionarios de instituciones meteorológicas e hidrológicas.</li> <li>- Elaborar un diagnóstico de las capacidades y de la situación actual de los servicios y productos meteorológicos e hidrológicos vinculados con las estrategias de adaptación de la agricultura al cambio climático.</li> <li>- Elaborar un plan de capacitación sobre temas, metodologías e instrumentos para generar e impulsar opciones agrícolas de adaptación al cambio climático.</li> <li>- Identificar fuentes de financiamiento para la ejecución del plan de capacitación.</li> </ul>



<p><b>3.</b> Seguimiento y evaluación del proceso de fortalecimiento de capacidades institucionales.</p>	<p>Disponer de información actualizada para la toma de decisiones orientadas a reforzar o redefinir objetivos y actividades que permitan mayor eficiencia, eficacia e impactos en las actividades de investigación y transferencia de tecnologías adaptables al cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar una metodología sencilla y práctica que permita dar seguimiento y evaluar el desempeño de actividades de fortalecimiento y el alcance de objetivos.</li> <li>- Evaluar periódicamente los efectos generados por el proceso de fortalecimiento y su impacto para resolver necesidades y problemas de adaptación al cambio climático.</li> </ul>
--	---	---

### 5.3. Investigación y diseminación de tecnologías y mejores prácticas de adaptación para la producción de frijol y maíz ante los efectos del cambio climático

El suelo y el agua son recursos vulnerables ante el cambio climático. Las altas temperaturas que generan la variabilidad y el cambio climático en la región son factores claves vinculados con esta estrategia. Este eje estratégico reúne y propone medidas y acciones de adaptación y de manejo sostenible para permitir y asegurar la disponibilidad en cantidad y calidad suficiente del recurso agua y suelos para la producción de maíz y frijol y su adaptabilidad al cambio climático.

#### Objetivo general

Desarrollar y transferir al sector de productores de maíz y frijol tecnologías y conocimientos prácticos apropiados que complementen y fortalezcan el uso de los resultados de investigación y de opciones de adaptación al cambio climático de frijol y maíz o mejorar las ya existentes para contribuir a reducir riesgos e impactos sobre las cadenas agrícolas de valor, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de las familias rurales.

#### Lineamientos de política

- ▶ Definir estrategias y objetivos de investigación con base en los requerimientos

y demandas del sector de productores, usuarios específicos, características y oportunidades de las cadenas agrícolas de valor, competitividad, costos y administración eficiente de los recursos, así como la rentabilidad.

- ▶ Promover la gestión integrada del riesgo en las actividades agrícolas, mediante el desarrollo y la promoción de tecnologías prácticas apropiadas para el manejo sustentable del suelo, del agua y de los ecosistemas, con la participación de las personas productoras durante el proceso.
- ▶ Planificar y ejecutar diagnósticos sobre disponibilidad y calidad de fuentes de agua superficial y subterránea con base en la gestión de sistemas de micro y cuenca hidrográficas.
- ▶ Promover el uso de sistemas de recolección o cosecha de agua de lluvia, apropiadas a las condiciones de comunidades y fincas pequeñas, con base en experiencias y técnicas prácticas ya implementadas por proyectos ejecutados en Centroamérica, a fin de utilizarlas en sistemas de riego de cultivos y reducir riesgos en los sistemas de producción agrícola.
- ▶ Promover sistemas de conservación de suelo, agua y sistemas agrosilvopastoriles en las fincas o parcelas de productores, lo cual favorezca la infiltración y recarga de los acuíferos y la reducción de las altas temperaturas.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
1. Identificar necesidades y demandas de los productores de maíz de frijol vinculadas con los problemas de la variabilidad y del cambio climático.	Disponer de información actualizada que permita planificar y orientar el desarrollo y la transferencia de opciones potenciales que contribuyan a la adaptación de tecnologías para cultivos de maíz y frijol frente a los efectos del cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar un equipo asesor y de trabajo con la participación de investigadores y extensionistas agrícolas.</li> <li>- Elaborar una agenda de trabajo y priorizar regiones y localidades donde se produce maíz y frijol con mayor vulnerabilidad a la variabilidad y al cambio climático.</li> <li>- Definir una metodología e instrumentos, realizar diagnósticos participativos sobre necesidades y demandas de los productores.</li> </ul>
2. Definir tecnologías prácticas y apropiadas vinculadas a la gestión de riesgos y a la adaptación de los cultivos de frijol y maíz ante la variabilidad y el cambio climático.	Disponer de información de tecnologías apropiadas que apoyen la gestión de riesgos frente a la variabilidad y cambio climático para que los productores de frijol y maíz logren mayor eficiencia y productividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar tecnologías prácticas sobre manejo sostenible de suelos, gestión y uso eficiente de agua y sistemas agroecológicos. Priorizar tecnologías apropiadas y factibles mediante criterios de efectividad, importancia, urgencia, beneficio/costo.</li> </ul>
3. Impulsar la participación organizaciones de productores la adopción de tecnologías que contribuyan a la gestión de riesgos y la adaptación de los cultivos de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.	Asegurar la provisión y aceptación de tecnologías prácticas y apropiadas que contribuyan a la gestión de riesgos de conformidad con los requerimientos y las posibilidades de los productores en cada región y país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar proyectos locales, regionales y nacionales de desarrollo de tecnologías apropiadas que apoyen la gestión de riesgos y la adaptación de los cultivos de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.</li> <li>- Buscar financiamiento nacional, en el sector privado y organismos de cooperación internacional.</li> </ul>

#### 5.4. Multiplicación y conservación de semillas y germoplasma nativos y mejorados de frijol y maíz con mayor capacidad de adaptación y resiliencia ante los efectos del cambio climático

##### Objetivo general

Conservar semillas de variedades criollas/nativas y mejoradas de frijol y de maíz como fuente para multiplicar y reintroducir materiales que aseguren una mayor adaptación de los sistemas de producción

ante cambio climático y que contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y República Dominicana.

##### Lineamientos de política

- ▶ Fortalecer la infraestructura y las capacidades de los bancos nacionales de semillas para la recolección, la conservación y el mejoramiento genético de semillas nativas para el desarrollo de nuevo germoplasma que garantice la multiplicación y la distribución de semillas apropiadas para las estrategias de adaptación de cultivos ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

- ▶ Afianzar los procesos de generación y transferencia de tecnologías de adaptación al cambio climático a partir de la generación y utilización de semillas mejoradas de frijol y maíz proveniente de semillas nativas.
- ▶ Incorporar a empresas y productores organizados en la producción, manejo y comercialización de semillas mejoradas de frijol y maíz.
- ▶ Fortalecer y asegurar la asesoría en la ejecución de investigación y conservación de semillas nativas y mejoradas de maíz y frijol con instituciones internacionales de investigación agrícolas de reconocida experiencia como el CIMMYT, el CIAT, el CATIE y la EAP.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<b>1.</b> Recolectar, caracterizar y valorar germoplasma de maíz y frijol nativos y mejorados con mayor adaptación a los efectos de la variabilidad y del cambio climático.	Conocer los atributos de los genotipos de maíz y frijol, incluso los agronómicos, y su adaptabilidad al cambio climático como fuente de resistencia genética para nuevos cruzamientos, con el fin de heredar estas características a las variedades mejoradas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrar un equipo asesor y de trabajo con investigadores agrícolas, representante de productores de semilla y especialistas del banco de semilla.</li> <li>- Asegurar la asesoría del CIMMYT, del CIAT, del CATIE y de la EAP para elaborar un plan de trabajo que permita identificar, caracterizar y recolectar semillas nativas de maíz y frijol.</li> <li>- Definir metodologías, criterios y descriptores y realizar talleres participativos para la recolección de germoplasma en las zonas de producción de maíz y frijol.</li> </ul>
<b>2.</b> Conservar <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> semillas nativas de maíz y frijol adaptables al cambio climático.	Disponer de fuente de semillas nativas de maíz y de frijol para la investigación, mejoramiento genético, propagación e intercambio de germoplasma entre países centroamericanos y República Dominicana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un plan y proyectos para fortalecer la infraestructura y los servicios de los bancos de germoplasma.</li> <li>- Identificar y gestionar recursos nacionales o de cooperación internacional para fortalecer la infraestructura de los bancos de semilla y para establecer bancos de semillas comunales con la participación de productores.</li> </ul>
<b>3.</b> Multiplicar y distribuir a los productores semillas nativas y mejoradas de maíz y frijol con características de calidad y adaptación ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.	Estimular la reintroducción de semillas nativas y mejoradas de calidad de maíz y frijol con mayor adaptación al cambio climático en los sistemas de producción agrícola para asegurar su producción sostenible dentro de las cadenas de valor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producir semillas nativas y mejoradas de calidad de maíz y frijol adaptables al cambio climático mediante convenios con empresas privadas, cooperativas o grupos organizados de productores.</li> <li>- Distribución y comercialización de semillas nativas y mejoradas de calidad de maíz y frijol con calidad genética y fitosanitaria, adaptables al cambio climático en las zonas productoras y con mayores riesgos y vulnerabilidades.</li> <li>- Seguimiento y evaluación de resultados de producción.</li> </ul>

## 5.5. Identificación e intercambio de experiencias exitosas de producción de maíz y frijol con adaptación ante los efectos del cambio climático

### Objetivo general

Fomentar el intercambio de experiencias exitosas sobre la adaptación al cambio climático de los cultivos de frijol y maíz, desarrolladas mediante procesos de gestión de conocimientos propios de las personas productoras y contribuir así al proceso de resiliencia e innovación, lo cual garantice el desarrollo de las cadenas agrícolas de valor, la reducción de costos y la seguridad alimentaria y nutricional.

### Lineamientos de política

- Identificar y evaluar las potencialidades, efecto multiplicador y las limitaciones de experiencias exitosas con mayor adaptabilidad a los riesgos de la variabilidad y del cambio climático

y su potencial para difundirlas entre productores.

- Diseñar e implementar modelos prácticos para la sistematización e intercambio de experiencias exitosas de maíz y frijol, mediante encuentros entre productores intra y extra regionales, en el contexto de las regiones de producción de Centroamérica y República Dominicana.
- Establecer, capacitar y fomentar entre el sector de productores de maíz y frijol el uso de tecnologías de información como herramienta práctica para el acceso y diseminación de las prácticas y experiencias exitosas.
- Establecer y fomentar un proceso participativo de seguimiento y evaluación del proceso de intercambio, adopción, uso de prácticas exitosas y de los resultados obtenidos. Esto implica efectuar un contraste o evaluación de acuerdo con las políticas públicas de extensión, crédito, investigación y desarrollo integral de cuencas hidrográficas, entre otras.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<p>1. Identificar y sistematizar, con la participación de productores, experiencias exitosas relacionadas con el fitomejoramiento participativo, producción de frijol y maíz y mayor adaptación a los efectos del cambio climático.</p>	<p>Disponer de conocimientos y experiencias locales en adaptación de los cultivos de frijol y maíz para contribuir a resolver los problemas urgentes que enfrenta el sector de productores ante la amenaza de los riesgos de la variabilidad y del cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrar un equipo asesor y de trabajo con investigadores, extensionistas y productores.</li> <li>- Elaborar un plan de trabajo y priorizar las localidades y regiones con mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.</li> <li>- Definir una metodología, criterios y herramientas para identificar, valorar y priorizar experiencias exitosas.</li> </ul>

<p><b>2.</b> Intercambiar y replicar en otras regiones y países sistemas y prácticas de fitomejoramiento y sistemas de producción de frijol y maíz exitosos con la participación de productores.</p>	<p>Promover entre productores y países de Centroamérica y República Dominicana prácticas y experiencias exitosas de maíz y frijol con mayor adaptación al cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo un mecanismo o metodología participativa para el intercambio de experiencias.</li> <li>- Preparar un plan de trabajo para promover las prácticas exitosas en regiones con mayor vulnerabilidad.</li> <li>- Organizar y ejecutar encuentros entre productores para promover el intercambio de experiencias exitosas.</li> <li>- Acompañar técnica y financieramente a los productores y organizaciones locales para lograr una participación efectiva, la réplica y la evaluación de las experiencias exitosas.</li> </ul>
<p><b>3.</b> Diseñar una base de datos de experiencias exitosas sobre adaptación al cambio climático en frijol y maíz en regiones productoras de los países de Centroamérica y de República Dominicana.</p>	<p>Disponer de un sistema de información actualizado de prácticas exitosas en frijol y maíz adaptables al cambio climático, que esté al alcance de productores, organizaciones e instituciones agrícolas, lo cual les apoye en la toma de decisiones y fortalezca el proceso de intercambio entre regiones y países.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar problemas, oportunidades institucionales y disponibilidad de equipo, software y conectividad para crear una base de datos.</li> <li>- Planificar el tipo de información disponible y la información que demandan los productores de maíz y frijol.</li> <li>- Diseñar la base de datos y ponerla en operación.</li> </ul>

## 5.6. Fortalecimiento de redes nacionales y regionales de innovación e investigación de tecnologías de frijol y maíz a través de alianzas estratégicas con el sector privado y con organismos no gubernamentales

### Objetivo general

Afianzar la concertación de alianzas estratégicas (INIA, CIMMYT, CIAT, IICA, Zamorano) con el sector privado, mediante objetivos y acciones comunes para lograr una mayor capacidad y gestión pública y privada en la ejecución de actividades de investigación básica y aplicada, así como el desarrollo tecnológico, transferencia y apropiación de los productores de tecnologías de adaptación

de frijol y maíz frente a los efectos de la variabilidad y el cambio climático.

### Lineamientos de política

- ▶ Consolidar las redes y alianzas estratégicas de innovación e investigación de tecnologías en maíz y frijol adaptables al cambio climático que ya están operando en los países de la región centroamericana.
- ▶ Formular y ejecutar acciones y proyectos conjuntos para garantizar el acceso de los productores al conocimiento y al uso de los resultados de la investigación en maíz y frijol adaptados a la variabilidad y al cambio climático, involucrando a las redes y alianzas de los SNITTA, así como al sector privado e instituciones regionales e internacionales.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<p><b>1.</b> Consolidar las redes nacionales y regionales de innovación, investigación y transferencia de tecnologías agrícolas para la adaptación a la variabilidad y al cambio climático</p>	<p>Consolidar el ambiente de participación, colaboración científica, tecnológica y de intercambio de experiencias para lograr canalizar al máximo los resultados de investigación en adaptación al cambio climático hacia el sector de las cadenas de valor de frijol y maíz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer prioridades de trabajo alineadas con las estrategias nacionales e internacionales de cambio climático y principalmente con las necesidades del sector de producción de maíz y frijol.</li> <li>- Elaborar planes anuales de gestión que permitan definir con claridad prioridades, marco lógico, responsabilidades institucionales, equipos de trabajo y recursos, y aseguren la disponibilidad de financiamiento básico para su operación.</li> <li>- Definir y poner en operación un sistema de seguimiento y evaluación de la investigación y en las actividades de difusión y transferencia de tecnología ejecutadas mediante las redes y las alianzas estratégicas.</li> </ul>
<p><b>2.</b> Establecer iniciativas, mecanismos y proyectos público-privados de investigación y transferencia de tecnologías para la adaptación al cambio climático.</p>	<p>Fomentar actividades de colaboración entre sector privado y las redes de investigación y transferencia de tecnologías en adaptación al cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar, a través del SICTA, vínculos e información a directores de los INIA y ministros de agricultura.</li> <li>- Seleccionar opciones y prioridades para ejecutar proyectos de innovación, investigación y transferencia de tecnologías para la adaptación de los cultivos de frijol y maíz al cambio climático, con la participación del sector productivo, público y privado, mediante el apoyo de las redes y alianzas estratégicas.</li> <li>- Diseñar participativamente proyectos y gestionar el financiamiento que corresponda con el apoyo de las redes.</li> <li>- Brindar asesoría en el proceso de ejecución, seguimiento y monitoreo de los proyectos canalizados hacia el sector productivo.</li> </ul>
<p><b>3.</b> Apoyar el acceso a nuevos conocimientos y resultados de investigación sobre adaptación de los cultivos de maíz y frijol al cambio climático, brindando resultados, insumos y asistencia técnica para la implementación y el financiamiento.</p>	<p>Generar mayores espacios de interacción y de cooperación para los procesos de innovación y transferencia de resultados de investigación hacia el sector productivo y las organizaciones locales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renovar o establecer nuevos convenios de cooperación y alianza entre instituciones nacionales, regionales y de cooperación.</li> <li>- Elaborar un plan de trabajo conjunto que permita la organización de eventos de capacitación, intercambio y fortalecimiento en innovación, investigación y transferencia de tecnologías.</li> <li>- Definir acciones y formas de cooperación para el financiamiento de actividades en innovación y transferencia de tecnologías.</li> </ul>

## 5.7 Diseño e implementación de estrategias para la gestión de recursos financieros nacionales, bilaterales, multilaterales e innovadores para la investigación y transferencia de tecnologías de adaptación de los cultivos de frijol y maíz al cambio climático

### Objetivo general

Movilizar inversiones y recursos financieros para la investigación y transferencia de tecnologías de adaptación de los cultivos de maíz y frijol al cambio climático, a través de una estrategia de identificación y gestión de financiamiento de fuentes nacionales (estatales y privadas), cooperantes bilaterales y multilaterales, organismos no gubernamentales y de otras fuentes potenciales.

### Lineamientos

- ▶ Establecer los montos de recursos financieros canalizados actualmente desde fuentes nacionales y aportes

externos para la ejecución de proyectos, concesión de créditos, subsidios, donaciones y otros destinados a la adaptación de maíz y frijol en cada uno de los países.

- ▶ Información de instituciones nacionales, privadas y de cooperación internacional que asignan recursos financieros para enfrentar el cambio climático y la gestión de riesgos en la agricultura y de sus mecanismos y condiciones para acceder a recursos financieros.
- ▶ Revisar las políticas, programas y ventanas financieras de las fuentes bilaterales y multilaterales para gestionar recursos financieros destinados a la implementación de proyectos de adaptación de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.
- ▶ Establecer un mecanismo nacional con la articulación del Estado y con apoyo del IICA para la gestión y el manejo de recursos financieros provenientes de fondos y proyectos para la investigación y transferencia de tecnologías de adaptación de la agricultura ante el cambio climático

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<p><b>1.</b> Formular proyectos de investigación para la adaptación de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático.</p>	<p>Reducir riesgos y la vulnerabilidad de los productores de frijol y maíz ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático en Centroamérica y República Dominicana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar un equipo asesor y de trabajo con investigadores agrícolas, las secretarías de planificación agrícola, representantes del sector privado y de organizaciones de productores.</li> <li>- Elaborar y consensuar una agenda de trabajo.</li> <li>- Identificar y formular propuestas de proyectos basados en las necesidades y demandas de los productores de frijol y de maíz.</li> </ul>

<p><b>2.</b> Identificar y gestionar recursos financieros nacionales y de cooperación internacional para ejecutar proyectos de adaptación de frijol y maíz ante la variabilidad y el cambio climático.</p>	<p>Incrementar la capacidad financiera de los INIA y de los SNITTA de los países de Centroamérica y República Dominicana para ejecutar inversiones y proyectos para la adaptación del frijol y maíz ante la variabilidad y el cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar un diagnóstico para identificar instituciones nacionales, privadas y de cooperación internacional que actualmente asignan recursos financieros para enfrentar el cambio climático y la gestión de riesgos en la agricultura y de mecanismos y condiciones para acceder a recursos.</li> <li>- Formular una estrategia nacional para el financiamiento de acciones y proyectos de investigación de maíz y frijol adaptados al cambio climático.</li> <li>- Gestionar recursos financieros para la investigación adaptativa de frijol y maíz ante los efectos del cambio climático.</li> </ul>
<p><b>3.</b> Implementar esquemas de financiamiento dirigidos a pequeños y medianos productores de frijol y maíz para enfrentar la variabilidad y el cambio climático.</p>	<p>Incrementar la capacidad financiera de los productores de frijol y maíz para ejecutar acciones y proyectos destinados a asegurar la producción dentro de las cadenas agrícolas de valor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar esquemas de financiamiento, con base en experiencias nacionales y de otros países.</li> <li>- Formular propuestas de microcréditos, seguros agrícolas, pago por servicios ambientales y otros de mayor factibilidad.</li> <li>- Gestionar y poner en operación los esquemas de financiamiento prioritarios.</li> </ul>

## 5.8 Información, comunicación y disseminación efectiva de información meteorológica, hidrológica y climática regional a productores y productoras mediante el apoyo de TIC

### Objetivo general

Promocionar el uso efectivo de la información climática e hidrológica sobre riesgos y vulnerabilidades a corto, mediano y largo plazo para fortalecer la estrategia de adaptación y resiliencia al cambio climático de las personas productoras, comunidades y programas y proyectos de transferencia de tecnologías para frijol y maíz de Centroamérica y de República Dominicana.

### Lineamientos de política

- Fortalecer los sistemas de captación, análisis y pronósticos de datos climáticos e hidrológicos en las regiones y localidades de cada país, mediante alianzas y la articulación de iniciativas entre actores de institutos meteorológicos de información y pronósticos climáticos, institutos de información hidrológica, investigadores agrícolas, los productores y el sector privado vinculado con la agricultura.
- Generar información para el productor sobre pronósticos de riesgos climáticos actuales y futuros como apoyo para orientar la toma de decisiones en los procesos de las cadenas agrícolas de valor de los cultivos de frijol y maíz en los ámbitos local, región y país.



- Estimular acciones vinculadas con el desarrollo de sistemas de alerta temprana para la aplicación de planes y medidas de

adaptación de los sistemas de producción agrícola ante los riesgos de la variabilidad y al cambio climático.

Prioridades	Objetivos específicos	Acción estratégica
<p><b>1.</b> Establecer sistemas integrales de información actual, pronósticos y monitoreo agroclimático y hidrometeorológico.</p>	<p>Disponer de información agro-hidrometeorológica generada y difundida adecuadamente para la toma de decisiones en la gestión de riesgos climáticos e hídricos para la producción de maíz y frijol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformar un equipo asesor y de trabajo con representantes de institutos climáticos, hidrológicos, investigadores agrícolas, universidades, sector privado y productores.</li> <li>- Elaborar y consensuar un plan de trabajo.</li> <li>- Recoger la demanda de necesidades de información climática e hidrológica requerida por los productores agrícolas.</li> <li>- Fortalecer y modernizar los servicios de información mediante la utilización de tecnologías de información por Internet y que sea de utilidad práctica para toma de decisiones de los productores.</li> </ul>
<p><b>2.</b> Desarrollar modelos de proyección climática de mediano y largo plazos, que incluya mapas de cambio en uso de suelo y sistemas de producción agropecuarias.</p>	<p>Elaborar planes de gestión de riesgos mediante la adaptación y mitigación (corto, mediano y largo plazos) ante la variabilidad y el cambio climático en la agricultura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar metodologías adecuadas y modelos de análisis y proyecciones de la variabilidad y del cambio climático, vinculados con la dinámica de los sistemas agrícolas.</li> <li>- Evaluar, predecir y reducir los riesgos e impacto de la variabilidad y del cambio climático sobre los sistemas de producción agrícolas.</li> <li>- Identificar y promover las opciones agrícolas con mayor adaptación a la variabilidad y al cambio climático.</li> </ul>

## 6. Vínculos de la estrategia de investigación de frijol y maíz con las políticas, programas y estrategias regionales para enfrentar el cambio climático

Como respuesta a los efectos del cambio climático, se han realizado múltiples cumbres y encuentros en el mundo, la región centroamericana y específicamente en cada uno de los países. Los hallazgos revelan desproporciones entre los países que tienen mayor responsabilidad y aquellos que son más afectados por el cambio climático. En relación con los postulados, retos, políticas y estrategias de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), en la región y en cada país ya se han elaborado lineamientos, estrategias y marcos legales y políticos de cambio climático. En general, estas iniciativas son lideradas por entidades o ministerios del ambiente y, en su mayor parte, se enfocan en ejecutar acciones para la mitigación de GEI, disponer de

información climática y sus efectos, y diseñar políticas públicas sobre el tema.

Sin embargo, los avances en acciones concretas en adaptación al cambio climático, que constituyen estrategias para la agricultura y para los recursos naturales, se encuentran en la etapa inicial. Se observan también escasas sinergias y de vinculación de acciones con otras instituciones claves relacionadas con la agricultura, la gestión del agua, la salud y la seguridad alimentaria. Debido a intereses sectoriales, se han generado estrategias y políticas para la gestión de agua, bosque, agricultura, biodiversidad, pesca, energía, gestión de riesgos. Un resumen de las principales políticas, estrategias o planes se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Estrategias, políticas y planes regionales y nacionales vinculados con el cambio climático en Centroamérica.**

Nombre de la política, estrategia o plan	Año creación
Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC)	1992
Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC 2010-2014)	2010-2014
Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PARCA-III)	2010-2020
Política Centroamérica de Gestión Integral de Riesgos y Desastre (PCGIR-2010)	2010
Plan Regional de Reducción de Desastres (PRRD) (2006-2015)	2006
Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (ECAGIRH)	2006
Estrategia Energética Sustentable Centroamericana (EESCA) 2020	2007
Estrategia Forestal Centroamericana (EFC)	2002
Estrategia regional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad mesoamericana (ERB)	2003
Agenda Estratégica Social de Centroamérica	2008
Política Agrícola Centroamericana (PACA) 2009-2017	2008

### Cuadro 3. Continuación

Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS)	2008
Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural y Territorial (ECADERT)	2010
Estrategia Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2010-2022)	2011
Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PRESANCA-II) 2010-2016	2010
Estrategia o plan nacional de cambio climático (en cada país existe una)	2010

La estrategia de adaptación de los cultivos de frijol y de maíz al cambio y a la variabilidad climática que aquí se presenta plantea múltiples acciones de vinculación, sinergias y de coordinación institucional para impulsar la investigación y el fortalecimiento de capacidades para la adaptación de cultivos y transferencia de tecnología agrícolas, participación ciudadana, información y elaboración y ejecución de proyectos.

En cada país, la estrategia de adaptación de los cultivos de frijol y de maíz al cambio tiene el potencial de articularse con las políticas y otras estrategias nacionales, programas ambientales de mitigación de los GEI y de gestión de riesgos, adaptación de los sistemas de producción agrícola y pecuarios ejecutados por los ministerios agricultura, ambiente y de recursos naturales, y con las actividades que ejecutan los institutos forestales e instituciones vinculadas con la planificación, gestión y manejo del recursos, agua, meteorología, finanzas, municipalidades e institutos de desarrollo rural, así como con representantes de organizaciones en comunidades y del sector privado.

Además, la estrategia de adaptación de los cultivos de frijol y de maíz al cambio climático tiene el potencial para coordinar estrategias, políticas y acciones que desarrollan las instituciones centroamericanas relacionadas con el cambio climático. Entre ellas, se citan la Secretaría de Integración Centroamericana (SICA), la CCAD, el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), el CAC,

el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el CRRH y el SICTA. Además, el IICA, el CATIE, la FAO y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) brindan cooperación y asesoría en estos temas.

En el ámbito internacional, se deberán continuar y fortalecer los vínculos de cooperación y asesoría que brinda el CIAT, el CIMMYT y los organismos de cooperación bilateral y multilateral.

Para lograr la participación de las instituciones regionales de Centroamérica y República Dominicana, especialmente en el proceso de implementación y promoción de los resultados de investigación de adaptación del frijol y maíz ante el cambio climático, se deberán crear grupos de trabajo en los países y en la región para revisar e identificar las estrategias, las políticas las acciones y los temas potenciales y comunes que permitan elaborar una agenda armonizada compatible con los ejes especificados en la presente estrategia de adaptación de los cultivos de frijol y de maíz al cambio climático.

Se destaca el potencial de apoyo y actividades de coordinación que ejecuta el CAC y la CCAD. Además y como mecanismo de articulación, se encuentran las 15 redes de conocimiento para los principales rubros y temas, dentro de los cuales se integran las de granos básicos (maíz y frijol), raíces y tubérculos, hortalizas y frutales que a través del SICTA y el apoyo del IICA proporcionan la plataforma informática y de comunicación para el diálogo regional.

## 7. Plan de acción y hoja de ruta para la implementación del marco estratégico de investigación para la adaptación de frijol y maíz al cambio climático

Por ser un marco estratégico con acciones que se ejecutan desde el 2013 hasta 2020, en esta sección se presenta una síntesis del plan organizativo y la secuencia de pasos para alcanzar el objetivo general y los objetivos específicos.

### 7.1. Países, regiones y áreas prioritarias

Los países incluidos dentro del marco estratégico son: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. Cada país tiene definidas las regiones y las áreas con base en criterios de siembra de cultivo de maíz y frijol, número de productores y de la vulnerabilidad y riesgos ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático. Una tarea inicial de las redes de frijol y maíz y de los INIA será hacer un análisis que permita definir los siguientes niveles de riesgo:

- Por sequías.
- Por intensidad de lluvias e inundaciones.
- Por bajas temperaturas.
- Socioeconómicos.

Se espera que este análisis logre priorizar especialmente a productores y comunidades rurales más vulnerables y expuestos a la inseguridad alimentaria.

Con base en los criterios propuestos, los cuales deberán ser referenciados con mapas de capacidad y uso de suelos, se determinarán las áreas prioritarias para la ejecución de acciones de transferencia de tecnologías para

la adaptación del frijol y maíz ante los efectos del cambio climático. Una vez definidas las regiones y comunidades prioritarias, se desarrollará el proceso de planificación, elaboración de proyectos e implementación de las acciones definidas de acuerdo con los ejes estratégicos.

### 7.2. Mecanismo de organización y actores para la ejecución de marco estratégico de investigación para la adaptación del maíz y frijol ante el cambio climático

El marco estratégico está vinculado con el sector agrícola centroamericano y de República Dominicana, principalmente con los cultivos de frijol y maíz. El CAC es la institución regional líder, por medio del grupo técnico de cambio climático, gestión integral de riesgos y seguros. Se propone que esta institución dé seguimiento a la implementación de las prioridades de acción definidas en este marco estratégico con el acompañamiento de organismos regionales e internacionales como la FAO, la CEPAL, el Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFA, por sus siglas en inglés) del CGIAR, el IICA, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y los aliados de estos organismos.

Se propone que el grupo técnico establezca reuniones de coordinación cada seis meses y reuniones extraordinarias de acuerdo con las necesidades y a la solicitud expresa

de algunos de los socios estratégicos que lo conforman. Asimismo, se propone que este grupo promueva el diseño de un plan de implementación de las acciones especificadas en el marco estratégico y defina responsables y tiempos.

### **7.3. Incorporación de las estrategias nacionales y regionales de adaptación y resiliencia ante el cambio climático**

En el marco del proceso de integración regional efectuado por el SICA y por otras instancias durante los últimos 15 años, Centroamérica ha venido promoviendo una serie de políticas regionales que buscan fortalecer al sector agrícola y las condiciones derivadas, referentes a seguridad alimentaria y nutricional, reducción de la pobreza en grupos vulnerables, desarrollo de sistemas de producción sostenibles y, recientemente,

la formulación de la estrategia regional de cambio climático. En general, estas iniciativas son lideradas por entidades o ministerios del ambiente y, en su mayor parte, enfatizan acciones para la mitigación de gases de efecto invernadero, adaptación y generación de información climática y el diseño de políticas públicas.

Se pretende que las acciones especificadas en los ejes del marco de investigación en adaptación de cultivos de frijol y maíz estén vinculadas con las estrategias de cambio climático, con los marcos legales y con las políticas. En este contexto, se articulará con la ERCC y con las estrategias nacionales de cambio climático, con el propósito de contribuir al proceso de armonización de los esfuerzos e iniciativas regionales y nacionales ante los efectos del cambio climático. Esto fortalecerá los SNITTA en los países, la institucionalidad regional del SICTA como órgano del CAC especializado en innovación tecnológica y las capacidades de pequeños productores para mejorar sus condiciones de seguridad alimentaria.

## **8. Monitoreo, seguimiento y evaluación de la estrategia de investigación de frijol y maíz**

Para dar seguimiento y evaluar los efectos la estrategia de investigación de adaptación al cambio climático de los cultivos de frijol y maíz, se deberá contar con la participación del CAC y del CCAD, así como con las redes de frijol y maíz de los INIA.

El sistema por desarrollar deberá observar, registrar y analizar, a partir de una situación

base, el desempeño, los avances y los logros de resultados, especialmente de los ejes estratégicos y de las acciones especificadas. Se pretende que el sistema sea un instrumento de consulta participativa, toma y acceso periódico de datos e información del desempeño de las actividades ejecutadas y de su verificación, de conformidad con indicadores definidos previamente.

El sistema de seguimiento y evaluación deberá tomar como base los ocho ejes estratégicos, los lineamientos y las acciones correspondientes. Esta tarea implica diseñar y utilizar indicadores verificables, apoyados con un sistema digital que permitirá monitorear y evaluar periódicamente las actividades y sus resultados. El modelo de seguimiento y evaluación deberá indicar quién está a cargo de la ejecución de la actividad, el tipo de información por obtener, el nivel (finca, localidad y país) y un calendario que indique las fechas de toma de información. Todo lo anterior permitirá decidir sobre el tipo de acciones correctivas necesarias para lograr el resultado previsto.

Se insiste en que la línea de base deberá establecerse desde el inicio; de lo contrario, no se contará con datos para establecer comparaciones posteriores e indagar sobre los cambios ocurridos conforme se implementen las acciones especificadas en cada eje estratégico. Esta línea deberá expresar la situación de los cultivos de maíz y de frijol antes de la intervención de las acciones indicadas en los ejes estratégicos. Se pretende que las redes de frijol y maíz de los INIA recopilen la información primaria y secundaria. Esto permitirá elaborar un documento que constituya un marco de referencia para el seguimiento y evaluación de los ejes que conforman la estrategia de investigación en adaptación del frijol y de maíz ante el cambio climático.

Se recomienda que el modelo por diseñar oriente el análisis, sus alcances y la forma como se deben tomar las decisiones correctivas y de seguimiento. Para ello se deben utilizar criterios de eficiencia, relevancia, factibilidad y análisis de riesgos de las actividades y de los resultados, y lograr la participación de los productores de frijol y maíz y de los grupos meta. En general, se prevé que el sistema permita correlacionar datos, vincular información climática y proveer los indicadores de desempeño en la finca, la localidad, el país y la región.

Para garantizar la calidad de los indicadores de seguimiento y evaluación antes citados, estos deberán incluir los siguientes aspectos:

- a. Ser simples y comprensibles.
- b. Estar basados en información recopilada de forma práctica y a bajo costo.
- c. Garantizar que las mediciones puedan repetirse a través de un período previamente determinado.
- d. Ser significativos con respecto a los objetivos propuestos en la estrategia y que sean sensibles a los cambios que se registren.

El propósito del monitoreo y evaluación será determinar en qué medida la estrategia de investigación para la adaptación frijol y maíz ante el cambio climático contribuye a la producción y a la generación de empleo, ingresos y a la seguridad alimentaria. Por lo tanto, los indicadores deben concordar con lo especificado en cada una de las acciones, prioridades y objetivos de los ejes estratégicos. Además, deben considerar elementos o propiedades como la productividad (relación entre productos de un sistema y los insumos para su producción), la estabilidad (el punto en que la productividad de frijol y maíz se mantiene constante, aun cuando se enfrenten distorsiones causadas por la variabilidad y el cambio climático, así como de fluctuaciones económicas y sociales), la resiliencia (capacidad del sistema de frijol o maíz para recuperarse ante los efectos de fuerzas externas como el cambio climático) y la seguridad alimentaria y nutricional (disponibilidad y acceso de las familias vulnerables de la producción de frijol y maíz generados por los sistemas de producción adaptados al cambio climático).

Como parte del seguimiento, monitoreo y evaluación, se propone efectuar talleres para el intercambio y sistematización de experiencias en los ámbitos de finca, localidad, país y región. Como producto, se deberán preparar informes sobre los avances y publicar los resultados de la ejecución, que incluya las limitaciones encontradas y las propuestas o acciones para resolverlas.



# Referencias



- Alarcón, Mella. 2013. Estado del Recurso Suelo en República Dominicana. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/docs/Central\\_America\\_WS/dominicana.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/Central_America_WS/dominicana.pdf)
- Asociación Mundial para el Agua. 2011. Situación de los recursos hídricos en Centroamérica. Hacia una gestión integrada. Tegucigalpa, HN. 143 p.
- Banco Mundial. Agricultura, valor agregado (% del PIB) 2008-2012. Disponible en <http://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS>
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2010. Anexo: Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. 110 p.
- CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). 2007. Política agrícola centroamericana 2008-2017: una agricultura competitiva e integrada para un mundo global. San José, CR.
- \_\_\_\_\_. 2010. Estrategia centroamericana de desarrollo rural territorial 2010-2030: ECADERT/CAC, EDADERT, SICA. San José, CR, IICA. 117 p.
- Cajina, M; Faustino, J. 2007. Alternativas de captación de agua, la esperanza de mejores cosechas y la conservación ambiental. Cogestión de actores locales y acción colectiva en subcuencas del río Aguas Calientes, Nicaragua. CR, CATIE. 44 p.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). 2010. Estrategia regional de cambio climático. SICA. 92 p. Disponible en [www.sica.int/ccad](http://www.sica.int/ccad)
- Centro Humboldt de Nicaragua. 2012. Mapeo de riesgos, políticas públicas y actores asociados a cambio climático en Nicaragua. Managua, NI. 120 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica. Reporte técnico 2011. MX, CEPAL. 419 p.
- \_\_\_\_\_; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas 2009: una mirada hacia América Latina y el Caribe. San José, CR, IICA. 145 p.
- COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación). s.f. La COSUSE en todo el mundo: América Central. Disponible en <http://www.cooperacion-suiza.admin.ch/nicaragua/>
- CRRH-SICA (Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Sistema de la Integración Centroamericana). 2013. XVIII Foro de Aplicación de los Pronósticos Climáticos a la Seguridad Alimentaria y Nutricional: Perspectivas para el período Diciembre 2012-Marzo 2013. PA, 28 p. Disponible en [www.recursoshidricos.org](http://www.recursoshidricos.org)
- FEWS-NET (Famine Early Warning Systems Network). Predicciones climáticas y la



agricultura para Guatemala, El Salvador, Haití, Honduras y Nicaragua. Disponible en <http://www.fews.net/central-america-and-caribbean/guatemala>

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. 2010. Estrategia de cambio climático. Roma, IT. 35 p.

Gert-Jan Stads; Hartwich, F; Rodríguez, D; Enciso, F. 2008. I&D Agropecuario en América Central. Políticas, inversiones y perfil institucional. IICA.

González, M. 2013. Oportunidades de financiamiento para adaptación y mitigación de cambio climático, con énfasis en el sector agrícola. Taller de herramientas para adaptación y mitigación del CC en la agricultura en Centroamérica (diapositivas). PA, REGATTA. PNUMA, FAO-CAC.

Gottret, MV; Gutiérrez, RE. 2011. Guía metodológica. Gestión del conocimiento para el desarrollo de cadenas de valor. CATIE. Alianzas de aprendizaje Centroamérica. 60 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). Red Sicta. Proyecto Red de Innovación Agrícola. 2009. Mapeo de las Cadenas Agroalimentarias de Maíz Blanco y Frijol en Centroamérica. Edición Actualizada al 2008. Managua, NI. pdf, 24 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR), JIA (Junta Interamericana de Agricultura). 2013. Documento Técnico: Agua, Alimento para la Tierra. IICA/JIA/Doc. 357 (13). Decimoséptima Reunión Ordinaria de la JIA y Encuentro de Ministros de Agricultura de las Américas 2013. Buenos Aires, AR. 89

IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 2001. Cambio Climático 2001: Informe de Síntesis. Anexo B Glosario de términos. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/spanish/annexes.pdf>

Jaen, B. 2009. Estudio de factibilidad. Proyecto de riego de Cañas Dulces. Guanacaste, CR. 148 p.

Leonard, HJ. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Un perfil ambiental regional. Washington, Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo. 267 p.

MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales). 2003. Plan de acción nacional ante el cambio climático. NI, SINIA. 74 p.

\_\_\_\_\_. 2008. Estrategia de adaptación al cambio climático de los sistemas, recursos hídricos y agricultura. Cuenca no. 64. Proyecto Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba. NI, SINIA. 48 p.

\_\_\_\_\_. 2010. Estrategia nacional ambiental y del cambio climático. Plan de acción 2010-2015. NI. 27 p.

Ministerio de Agricultura. 2012. Estadísticas del sector agropecuario de República Dominicana, 2002-2011. DO, Departamento de Economía Agropecuaria, Viceministerio de Planificación Sectorial Agropecuaria. 164 p. Disponible en <http://www.agricultura.gob.do/media/SyncCMSMedia/5398/Estad%C3%ADsticas-Sector-Agropecuario-2002-2011.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003. Estrategia ambiental de adaptación y mitigación al cambio climático del sector agropecuario, forestal y acuícola. Plan de Agricultura Familiar. SV. 27 p.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. 2009. Política Nacional de Cambio Climático. Acuerdo gubernativo 329-2009. GT. 23 p.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, CR. 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. 1 ed.- San José, CR, Calderón y Alvarado S.A. 107 p.

- OXFAM. 2001. Mapeo de riesgos y vulnerabilidad en Centroamérica y México, UK.
- Programa Estado de la Nación. 2008. Estado de la región en desarrollo humano sostenible un informe desde Centroamérica y para Centroamérica. CR. 656 p.
- \_\_\_\_\_. 2011. Cuarto informe Estado de la Región centroamericana en desarrollo humano sostenible. Resumen. CR. 614 p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales). 2007. Proyecto Manejo sostenible de la tierra en áreas degradadas propensas a sequías en Nicaragua PIMS 3008. Segunda comunicación sobre sequía. NI. 65 p.
- Ramírez, D; Ordaz, JL; Mora, J. 2009. Istmo Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Reporte técnico. MX, CEPAL. 75 p.
- RED-SICTA (Sistema de Integración Centroamericana de Tecnología Agrícola). 2013. Foro climático. Informe de las redes de frijol y maíz (diapositivas). IICA, CR. Disponible en [www.sictanet.org](http://www.sictanet.org)
- Ríos, N; Muhammad, I. 2008. Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos. En: Boletín técnico no.30. CATIE, División de Investigación y Desarrollo.
- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente). 2010. Estrategia nacional de cambio climático. HN. 118 p.
- SICTA (Sistema de Integración Centroamericana de Tecnología Agropecuaria). 2009. Informe de resultados. Junta Directiva del SICTA. CR, IICA, INFOAGRO. 23 p.
- \_\_\_\_\_. s.f. Ficha de reporte de resultados. PRACCA-Honduras/frijol. Informe interno de seguimiento y evaluación preparado por la coordinación del proyecto. 3 p.
- \_\_\_\_\_; IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2007. Mapeo de las cadenas agroalimentarias de maíz blanco y frijol en Centroamérica. NI, Proyecto Red SICTA, IICA/COSUDE. CR, IICA, INFOAGRO. 132 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Informe interno de seguimiento al proyecto PRACCA. Período: abril-junio 2013. 22 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Visita de monitoreo proyectos fondo BID-FONTAGRO-IICA-SICTA.
- Schalatek; L; BöllStiftung, H; Canales Trujillo, N; Nakhooda, S; Caravani, Alice. 2012. *ODI Climate Finance Regional Briefing: Latin America and the Caribbean. ClimateFundsUpdate*. Climate Finance Fundamentals no. 6. UK. Disponible en <http://www.odi.org.uk/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7920.pdf>
- Umaña Cerna, C. 1998. Escenarios socioeconómicos de referencia y futuros de El Salvador. SV, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 36 p.





## Anexo 1

**Investigadores de las redes de maíz y frijol y funcionarios del IICA consultados para la elaboración de la Estrategia de investigación.**

País	Nombre	Institución	E-mail
Costa Rica	Nevio Bonilla	INTA	nbonilla22@yahoo.com
Costa Rica	Juan Carlos Hernández	INTA	ricahernandez@yahoo.com
El Salvador	Aldemaro Clará	CENTA	aldemarocm@yahoo.com
El Salvador	Héctor Deras	CENTA	hderasf@hotmail.com
Guatemala	Julio César Villatoro	ICTA	juliocevillatoro@hotmail.com
Guatemala	José Luis Zea	ICTA	jlzeamorales@yahoo.com.mx
Honduras	Juan Carlos Rosas	EAP	jcrosas@zamorano.edu
Nicaragua	Gonzalo Brenes	INTA	gonbrenes@yahoo.com
Nicaragua	Aurelio Llano	INTA	allano@gmail.com
Panamá	Román Gordon	IDIAP	gordonroman@mail.com
República Dominicana	Julio Nin	IDIAP	buenavista447@hotmail.com
Panamá	Emigdio Rodríguez	IDIAP	erodriguez918@yahoo.com
Costa Rica	Diego González	SICTA	diego.gonzalez@iica.int
Costa Rica	Manuel Miranda	IICA	manuel.miranda@iica.int
Costa Rica	Galileo Rivas	IICA	galileo.rivas@iica.int



# Anexos

## Anexo 2

### Bases de datos/sitios web sobre finanzas del clima

- ▶ <http://www.climatefinanceoptions.org/cfo/>
- ▶ [www.climatefundupdate.org](http://www.climatefundupdate.org)
- ▶ <http://global-mechanism.org/our-services/sources-of-funding>
- ▶ <http://cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/oportunidades-de-financiamiento>

Impreso en Conlith, S.A.  
Heredia, Costa Rica  
Tiraje: 500 ejemplares



Proyecto Regional Adaptación de Maíz y Frijol al Cambio Climático en Centroamérica y República Dominicana. Una herramienta para mitigar la pobreza (PRACCA)

