

Patrones de sequía en Centroamérica

Su impacto en la producción de maíz y frijol
y uso del Índice Normalizado de Precipitación
para los Sistemas de Alerta Temprana



Patrones de sequía en Centroamérica

Su impacto en la producción de maíz y frijol
y uso del Índice Normalizado de Precipitación
para los Sistemas de Alerta Temprana

Adriana Bonilla Vargas

Noviembre, 2014

Patrones de sequía en Centroamérica

Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del Índice Normalizado de Precipitación para los Sistemas de Alerta Temprana

ELABORACIÓN

Adriana Bonilla Vargas

Consultora

COORDINACIÓN:

Fabiola Tábor Merlo,

Secretaria Ejecutiva de GWP Centroamérica

Manuel Antonio Martínez Guzmán,

Oficial Nacional de Programas

Oficina de Cooperación Suiza en Honduras

FOTOGRAFÍA PORTADA:

Niño en campo seco por Álvaro Navarro

DIAGRAMACIÓN:

Hektor Varela y GWP Centroamérica

PUBLICADO EN:

Tegucigalpa, M.D.C, Honduras

Noviembre 2014

El contenido de esta publicación ha sido desarrollado por Adriana Bonilla Vargas y no representa en ningún caso el punto de vista oficial de GWP Centroamérica o la Cooperación Suiza en América Central.

Este documento fue elaborado por GWP Centroamérica y la Cooperación Suiza con el aporte técnico del Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH). Partes del texto pueden ser reproducidas con el permiso y las atribuciones propias de GWP Centroamérica y la Cooperación Suiza.

www.gwpcentroamerica.org

www.cosude.ch

Contenido

Siglas y Acrónimos	5
1 Resumen Ejecutivo	6
2 Introducción	8
3 Justificación	12
4 Objetivos	14
4.1 Objetivo general	14
4.2 Objetivos específicos	14
5 Metodología	15
5.1 Fase de recopilación, consulta e investigación de fuentes secundarias	15
5.2 Fase de consulta a distancia	15
5.3 Fase de elaboración del reporte final de consultoría	15
6 Regímenes de precipitación en Centroamérica	16
6.1 Variabilidad Climática en Centroamérica	16
7 La sequía como evento climático en Centroamérica	17
7.1 La definición de sequía	17
7.2 Los años secos en Centroamérica	19
7.2.1 El Niño y otras anomalías climáticas: su relación con los eventos de sequía	19
8 Características de la producción de maíz y del frijol en Centroamérica	23
8.1 La cultura del maíz y del frijol	23
8.2 Características agroecológicas y climáticas del maíz y el frijol	23
8.3 El significado del maíz y el frijol en la dieta, la agricultura y para el medio rural en Centroamérica	25
8.4 Modalidades de producción	25
8.5 Unidades de producción pequeñas y de subsistencia	26
8.6 Características generales del entorno productivo de las familias rurales vinculadas con los cultivos de granos básicos	26
8.7 El sistema “maíz/frijol”, referente más importante de la producción de subsistencia en Centroamérica	26
8.8 La producción comercial de granos básicos en Centroamérica	27
9 Análisis de impactos por déficit de precipitación. Insumos para la prevención ante eventos de sequía	30
9.1 La sequía como evento con potencial de daño y las áreas más propensas a su manifestación en Centroamérica	30
9.2 Algunos efectos de las sequías sobre la producción agrícola: impactos del déficit de la precipitación en los cultivos de maíz y frijol en Centroamérica	31
10 Potencial de aplicación de SPI para la detección, monitoreo y alerta temprana de la sequía en la región de Centroamérica.	34
10.1 La herramienta SPI y su aplicabilidad técnica en Centroamérica	35
10.1.1 ¿Qué es el SPI?	35
10.1.2 ¿Para qué sirve el SPI?	36
10.1.3 Capacidades para la adopción del SPI en los SMNs de la región	36

11 Vacíos de información existentes, a nivel general, para el desarrollo de esquemas de SAT de sequías en los países centroamericanos.	37
11.1 ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana o SAT?	37
11.2 ¿Cuándo un déficit de lluvia se convierte en sequía?	39
12 Recomendaciones de insumos necesarios para instituciones y actores clave en el establecimiento y operación de SAT de sequía	40
12.1 Acerca de insumos y acciones necesarios para el establecimiento y operación de sistemas de alerta temprana de sequía	40
12.2 Otras recomendaciones relacionadas con la sequía y la producción de maíz y frijol en América Central	41
13 Fuentes consultadas	43
14 Anexos	45
14.1 Anexo 1. Impactos de eventos de sequía en Centroamérica desde 1997	46
14.2 Anexo 2. Municipios potencialmente afectados por la sequía en grado severo en el CSC, por país (localizados dentro del Corredor Seco)(basado en FAO, 2012)	48
14.3 Anexo 3. Glosario	49
14.4 Anexo 4. Mapas de los municipios del CSC en el CA 4 por país (FAO, 2012)	52

Siglas y Acrónimos

AEMET.	Agencia Española de Meteorología
ANAM.	Autoridad Nacional Ambiental de Panamá
CA-4.	Acuerdo regional de los cuatro países del norte de Centroamérica
CEPAL.	Comisión Económica para América Latina
CMNUCC.	Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
CNULD.	Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
COSUDE.	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.
CRS.	Catholic Relief Services.
CSC.	Corredor Seco Centroamericano
CRRH.	Comité Regional de Recursos Hidráulicos.
DGOA-MARN	Dirección General del Observatorio Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.
ENOS.	El Niño-Oscilación del Sur
EPYPSA.	Estudios, Proyectos y Planificación, S.A. (Empresa Consultora Internacional)
FAO.	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCAC.	Foro del Clima de América Central
GWP.	Global Water Partnership (por sus siglas en inglés), Asociación Mundial para el Agua.
INETER.	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
IMN.	Instituto Meteorológico Nacional.
MINAE.	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica.
MFEWS.	Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Hambrunas.
NOAA.	Agencia Nacional para el Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de América.
OMM.	Organización Meteorológica Mundial
PIB.	Producto Interno Bruto
PNUD.	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
PREVDA.	Programa para la Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental
SAN.	Seguridad Alimentaria y Nutricional
SAT.	Sistema de Alerta Temprana
SICA.	Sistema de la Integración Centroamericana
SAA.	Sector Agrícola Ampliado
SESAN.	Secretaría de Seguridad Alimentaria del Gobierno de Guatemala.
SMN.	Servicios Meteorológicos Nacionales de Centroamérica.
SPI.	Índice Normalizado de Precipitación.
TSM.	Temperatura Superficial del Mar
UNICEF.	Organización de las Naciones Unidas para la Infancia

1. Resumen Ejecutivo

Propósito del estudio

Este documento es resultado del interés de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación y de la Asociación Mundial para el Agua capítulo Centroamérica, para aportar al conocimiento de la sequía en la región centroamericana, sus patrones e impactos, especialmente en la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) de la población relacionada con el consumo y la dependencia del maíz y frijol como principales fuentes de alimentación y medios de vida. Ambas organizaciones están interesadas en disponer de estos elementos para concretar una estructura basada en sistemas de alerta temprana (SAT) para sequías. Originalmente, sistemas de monitoreo del tiempo que contribuyeron al desarrollo posterior del concepto del SAT, fueron establecidos por iniciativas privadas específicamente para actividades agrícolas (Retana, J., 2013). El objetivo es emular esas iniciativas para lograr que estos SAT ayuden a enfrentar sequías, apoyando la gestión de la SAN, de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas que son la base de los medios de vida rurales.

Regiones de interés del estudio

La sequía es en especial importante como problema social, ambiental, económico y técnico en la zona conocida como el “Corredor Seco Centroamericano” (CSC). Si bien la denominación de esa subregión alude a una noción climática, tiene de fondo un significado ecológico, puesto que se la creó para definir un grupo de ecosistemas localizados en la ecorregión del bosque tropical seco de Centroamérica. Dicha ecorregión inicia en Chiapas, México y sigue una franja por sobre las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y la *región central premontana* de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y parte de Costa Rica (hasta Guanacaste). En Honduras, el CSC se extiende a través del centro y occidente del país, *hasta aproximarse a la costa caribeña* (FAO, 2012).¹

En el caso de este estudio además de las regiones priorizadas para el presente estudio, se consideró la Región del Arco Seco de Panamá, correspondiente a las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos, así como la provincia de Veraguas, cuya vulnerabilidad a la sequía es similar a la del CSC.² La región del Arco Seco presenta un clima de sabana

tropical y un promedio anual de precipitación de 1,054 mm. En la época lluviosa, muestra períodos de sequía hasta de 20 días. Sus períodos de sequía *más prolongados* han coincidido con la manifestación del fenómeno de El Niño (ANAM, 2004).

Como es evidente, tanto el CSC como el Arco Seco de Panamá, tienen un clima característico menos húmedo que el resto del istmo, sin embargo su humedad ya de por sí reducida, pasa a ser sequía cuando se manifiesta el fenómeno de El Niño u otro propio de la variabilidad climática regional, generando además condiciones de disminución de la precipitación durante la época lluviosa sobre el CSC o el Arco Seco de Panamá.

La sequía en Centroamérica, sus impactos y el evento ENOS actual

La sequía producida por el fenómeno de El Niño en 2009, la más reciente registrada en la región, provocó la pérdida del 30% de la cosecha de postera de varios granos en Nicaragua. En Costa Rica, ese mismo evento produjo pérdidas por US \$6,25 millones en la producción agrícola, afectando de forma especial los rendimientos de 1,200 hectáreas de arroz (FAO, 2012; EPYPSA, 2009). Por su parte el evento de 2001, pese a que no estuvo relacionada con el fenómeno de El Niño, representó la sequía reciente más importante en cuanto a la severidad de sus impactos. Ese evento ocasionó serias presiones en el sector productivo de algunos países y el total de población afectada se estimó en 23,6 millones de habitantes aproximadamente, lo que equivalía entonces al 70% de la población total de la región (CEPAL, 2001).

En estos países la sequía tiene un comportamiento recurrente como atípico³ y complejo. Sin importar las particularidades de cada evento de sequía, en todos ellos pueden identificarse efectos con intensidades variables de daño o impacto sobre los ecosistemas, la disponibilidad del recurso hídrico de fuentes superficiales y subterráneas, la seguridad alimentaria y nutricional y la producción agrícola. Siendo los granos básicos y específicamente, el maíz y el frijol dos de los principales alimentos en la dieta del segmento más pobre de la población centroamericana, las consecuencias de la sequía adquieren gran relevancia

1. Ver Figura 1

2. Ver Figura 2

3. Los eventos como la sequía pueden ser recurrentes o cíclicos, pero atípicos, es decir, no tienen una frecuencia fija o determinada, que se aparta de los modelos conocidos o representativos.

para la seguridad alimentaria y nutricional por la forma en la que puede afectar los rendimientos de esos y otros granos básicos.

Actualmente la región centroamericana enfrenta un nuevo evento de El Niño, considerado inicialmente con una intensidad entre leve y moderada y cuya manifestación, asociada al calentamiento de la superficie del mar (TSM), comenzó a revertirse en el mes de julio pasado (CRRH, 2014). Como es usual, este fenómeno ha aportado condiciones de sequía que en esta ocasión han llegado a compararse o incluso, a superar en algunas áreas del Corredor Seco Centroamericano (CSC), las que se registraron en anteriores eventos históricos, como los que se produjeron durante El Niño de 1997-1998 o durante la sequía de 2001, reconocidos como los de mayor impacto en la región en décadas recientes (IMN, 2014; Alvarado, L., 2014).

La circunstancia anterior, asociada a la sequía que hoy tiene lugar, ha llevado a los expertos regionales a determinar que este episodio de ENOS se ha comportado como un fenómeno regional, dado que la vigencia de El Niño no fue declarada oficialmente por los canales internacionales usuales (NOAA, la Oficina de Meteorología de Australia o la del Reino Unido, entre otros). En esos países y regiones este fue un evento leve o poco significativo, pese que en Centroamérica resultó alcanzar una clara señal de impacto por déficit hídrico que llega a ser severa en ciertas áreas de la región y cuyos efectos aún persisten.

El daño estructural de la sequía sobre el entorno productivo

El problema que plantea la sequía, se agrega al de la degradación de tierras, por deficiencias de manejo y sobre explotación, entre otras causas. En el CSC y el Arco Seco de Panamá, que es donde se concentra una gran parte de la producción de granos, esa amenaza se hace aún más seria, en especial, por el riesgo de desertificación, que supone la degradación de la tierra en entornos áridos, semiáridos y subhúmedos a causa de factores asociados con variaciones climáticas y actividades humanas. Ya en 1992, Oldeman et al., reportaron que en 1991 el 75% de toda la tierra de vocación agrícola en los países del norte de Centroamérica estaba degradado (CRS, 2012). Las acciones humanas y condiciones climáticas que pueden favorecer esa degradación no han sido corregidas, en el primer caso, ni gestionadas, para reducir sus efectos, en el segundo, y desde dicho estudio, no se ha profundizado en esta problemática ni se ha actualizado un nuevo análisis

completo para valorar el grado actual de degradación de la tierra en la región (CNULD, 2011).

Elementos principales que plantea el estudio

En el análisis se ha dado énfasis al conocimiento de las condiciones típicas bajo las cuales se presenta este déficit hídrico, a determinar qué áreas de la región son más propensas a ello, así como a establecer la frecuencia con la que estos eventos adquieren una connotación de sequía. Al respecto, al menos una vez en cada década ocurre una sequía entre moderada y severa, usualmente aunque no siempre, asociada con el fenómeno de El Niño.

Además, este estudio se propuso ilustrar de qué forma la sequía afecta la producción de maíz y frijol, tanto de subsistencia como comercial, en toda Centroamérica, considerando que ambos son de la mayor importancia para la SAN regional, por ser la base de la dieta centroamericana, esto tiene implicaciones en la salud y seguridad alimentaria y nutricional de la población. Se toma en cuenta también el significado de la sequía para los sistemas de recursos hídricos y finalmente, se plantean recomendaciones orientadas a guiar una posible ruta hacia el desarrollo de SATs para agricultura ante sequías. Dichas recomendaciones aluden a los actores de esos sistemas, los diagnósticos requeridos para instalarlos, en la forma de líneas de base, el conocimiento sobre experiencias previas de sistemas de información sobre amenazas para el sector agrícola, y otras tareas necesarias para el propósito que persigue el proceso, del cual este estudio forma parte.

Otra componente ha consistido en aportar insumos necesarios a las instituciones y actores clave, para el establecimiento y operación de sistemas de alerta temprana de sequía, basados en el monitoreo de la precipitación, como herramienta para la gestión integrada del recurso hídrico ante la ocurrencia de estos eventos. La principal componente de estos insumos corresponde a la determinación del potencial de aplicación de SPI para la detección, monitoreo y alerta temprana de la sequía en la región.

2. Introducción

Este documento contiene los elementos para contextualizar el fenómeno de la sequía en Centroamérica, entendido como déficit hídrico detonante de daños específicos, con patrones particulares. Además, introduce aspectos para abarcar más que el enfoque geográfico - climático y de daños, partiendo de un interés propositivo, se agregan elementos orientados a incorporar en el análisis el índice de déficit hídrico SPI, “Índice Normalizado de Precipitación”, así como fundamentos sobre SATs y recomendaciones específicas para el desarrollo de sistemas de alerta ante sequías, para el sector agrícola.

La sequía y sus impactos

La sequía es un fenómeno responsable de desencadenar numerosas crisis humanitarias y desastres con impactos sociales, económicos, ambientales y productivos (Mansilla, E.; 2009). Sin embargo, casi siempre resulta mucho menos llamativa que otros eventos dañinos, como las inundaciones o los deslizamientos, porque sus efectos se concentran en el medio rural y suelen tener una apariencia menos dramática (excepto cuando se trata de sequías severas y prolongadas que el Estado u otro actor decide documentar). Otras veces, la sequía resulta subregistrada, porque no se logra evaluar la totalidad de la región impactada para establecer las dimensiones del daño.

La complejidad en el manejo de la sequía nace de la dificultad para cuantificar su severidad, puesto que habitualmente se la identifica por sus efectos sobre los sistemas y sectores (agricultura, recursos hídricos, ecosistemas, incendios forestales, pérdidas económicas, etc.), pero no existe una variable física determinada que permita medir esa severidad. En general, ello hace que las sequías no se identifiquen fácilmente en el tiempo y el espacio, por eso, es difícil establecer cuándo una sequía comienza y termina, a lo que se agrega la complejidad de determinar su duración, magnitud y extensión superficial (Vicente-Serrano, S., et al, 2012).

El problema de fondo de la sequía además de su efecto sobre la economía y la producción como tal, del impacto en salud y otros sectores, es la pérdida de cultivos básicos para la SAN y el efecto en los sistemas de recursos hídricos.

Cuando la sequía se agrava por su duración o su severidad, o ambas, la crisis alimentaria da lugar a la hambruna, que es denominada “temporada de hambre” por algunas organizaciones. En Centroamérica, el daño asociado a la sequía ha tendido a ser más frecuente y por períodos también crónico, especialmente en las regiones de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras. La sequía es la principal amenaza que puede llevar a la pérdida de la capacidad de alimentación de la población más vulnerable y hasta al fallecimiento de centenas de personas, unido a la desnutrición de muchas otras, con lo que ello implica para la población, su salud y oportunidades de desarrollo. En 2010, la sequía produjo al menos 400 muertos por inanición, con un daño cercano al 90% en los rendimientos del frijol y maíz en la región; en Choluteca y Francisco Morazán, Honduras, el 56% de la producción de primera se perdió, y el 66% en postrera; en Nicaragua, las pérdidas se estimaron en un 20%, si bien hubo pérdidas totales en algunas comunidades (Mansilla, E; 2009).

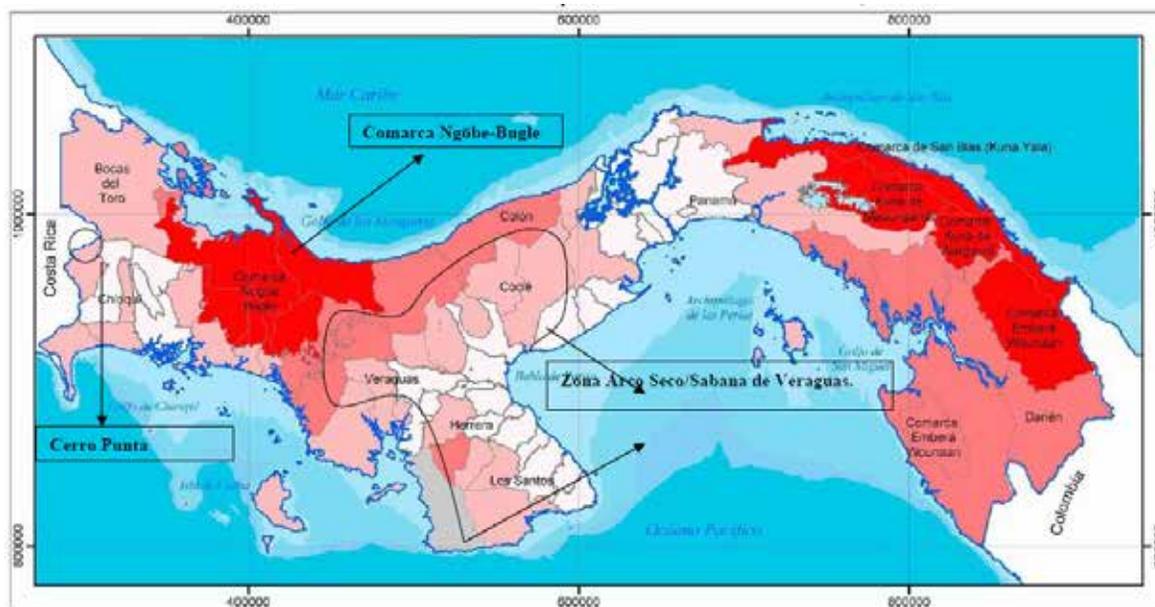
Además del impacto directo sobre las familias rurales dedicadas a la agricultura, otra consecuencia de la sequía es el aumento en el precio de los alimentos de consumo local, que afecta a grupos de población no sólo rurales y que pueden ser también altamente vulnerables. Su alimentación se ve deteriorada, especialmente cuando ésta se basa en cultivos tradicionales como los granos y especialmente el maíz y el frijol. Tal es el caso de las familias urbanas pobres de algunas ciudades y capitales de Centroamérica, cuya dieta básica sigue estando ligada a esos cultivos.

Fuera del ámbito de la alimentación propiamente tal, es difícil encontrar una actividad que no dependa o utilice el agua en alguna medida para su desempeño, o funcionamiento. Ello hace que la amplitud de daños y de elementos expuestos a sufrir la sequía sea de las más significativos entre las tipologías de desastres (Mansilla, E; 2009).

¿Cuándo hay sequía en Centroamérica?

La noción usual del concepto de “sequía”, propia de algunas regiones del mundo, implica la ausencia de lluvia por uno o dos años y a veces se interpreta esta como la única forma de sequía que existe desde el punto de vista

Fig. 2. Ubicación aproximada del Arco Seco de Panamá.



Tomado de: ANAM, 2004.

El evento de El Niño vigente en la región y los factores climáticos detonantes

Actualmente, un evento de El Niño que afecta a la región de manera inicialmente moderada y luego mucho más severa, da vigencia y hace más pertinente este estudio. Esta circunstancia se ha traducido en una revisión de los supuestos y criterios técnico-científicos y metodológicos que los expertos de los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMNs) reunidos en el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH) aplican, y ha evidenciado la necesidad de considerar a ENOS ya no como un fenómeno individual, sino en su relación con otras componentes de la variabilidad climática regional. Estas, al igual que el propio ENOS, parecen tomar parte de los factores que están provocando este severo déficit hídrico en la región.

Entre tales factores los expertos han considerado el posible aporte del efecto de "dipolo", creado por la influencia combinada de El Niño (es decir, de la fase cálida de ENOS), y de la alberca de agua fría en el Atlántico, ambos ocurriendo simultáneamente, a lo que se añade el efecto o aporte no medible aún, del cambio climático (Alvarado, L.; aporte técnico al seguimiento de la sequía de ENOS 2014, Foro del Clima de América Central).

Importancia de los granos básicos en Centroamérica

Todos esos factores están actualmente en discusión y plantean un gran desafío metodológico para los climatólogos centroamericanos, dada la complejidad del escenario climático estacional de la región (CRRH, 2014). Ello hace propicio y oportuno revisar y replantear las componentes de tal escenario para su discusión para favorecer la comprensión del riesgo de tipo climático relacionado con la sequía, así como para la gestión más apropiada de sus efectos. Además, en el futuro el cambio climático puede potenciar la magnitud y recurrencia de eventos de sequía en Centroamérica, lo que afectaría la oferta de agua potable, las condiciones de SAN generales de la población y los medios de sustento de familias que viven en condiciones de pobreza y dependen de la producción tradicional de granos básicos para su manutención y dieta.

La importancia de la producción de esos cultivos en Centroamérica reside en las siguientes razones:

- Son la base de la dieta de la población, y su importancia se incrementa entre los estratos más pobres.

- Son la principal fuente de ingresos para muchas familias, representando el medio de sustento más relevante en el caso de las familias dedicadas a la agricultura familiar de subsistencia, donde en particular, el maíz y el frijol constituyen su principal fuente de recursos.
- Son un importante componente de la producción nacional y también de la exportación en algunos países.
- El maíz y el frijol tienen un gran significado cultural y económico en Mesoamérica.

En Guatemala, el maíz es la base de la dieta, especialmente para la población pobre, pero también tiene un altísimo consumo en El Salvador, Honduras y Nicaragua. Guatemala es además el principal consumidor de la región, lo que en parte explica el hecho de que es el país con la mayor superficie dedicada a ese cultivo (FAO, 2012). La versatilidad y significado cultural del maíz justifica su importancia en la seguridad alimentaria, y como materia prima para productos industriales y artesanales; forraje, materiales de empaque (la tusa) y construcción (la caña); por su contribución a la creación de empleo en el medio rural y versatilidad para la producción combinada con otros cultivos, enriqueciendo los agroecosistemas (FAO, 2001; EPYPSA, 2009).

En el caso del frijol, este cultivo junto a la tortilla de maíz, ha sido la base del alimento del medio rural y parte del medio urbano centroamericano por siglos. Según la FAO, entre los 13 países de mayor consumo de frijol en el mundo, seis se encuentran en esta región: Nicaragua, Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras y México (Reyes, E., et al, 2008). Su producción representa más del 1% del PIB de Nicaragua, porcentaje considerablemente mayor al que alcanza en los demás países centroamericanos, para los que, en su totalidad, sólo alcanza 0.17% de ese rubro. Nicaragua es además el principal consumidor de frijol en la región y este grano representa la fuente proteínica y de hierro más importante en la dieta de las personas en ese país, que tiene también el potencial para producir todo el frijol necesario para abastecer su propia demanda interna y la del mercado centroamericano (EPYPSA, 2009).

Fig. 3. Daños en la producción de maíz. Evento El Niño 2014, Honduras



Fuente: Diario La Prensa, Honduras.

3. Justificación

Dado que la sequía implica daños potenciales con un de impacto diverso, - sobre la población, varios sectores económicos y de servicios públicos básicos, (incluyendo la prestación de agua potable, agua para riego y salud pública)-, este análisis se justifica con base en los siguientes criterios:

La producción de maíz y frijol, cultivos de consumo y subsistencia en toda Centroamérica, y en general, la de granos básicos, es clave para la seguridad alimentaria y nutricional regional, con la cual la sequía está estrechamente ligada, como evento con capacidad de causar daño, dada la severidad con que puede manifestarse y producir escasez de alimentos a mediano y largo plazo. La sequía tiene el potencial para deteriorar componentes agro-productivos por períodos usualmente más prolongados que los que se asocian con eventos tales como vendavales, tormentas, sismos e inundaciones. Aunque todos estos últimos pueden generar impactos adversos (sobre los medios de sustento rurales, la SAN nacional y regional), en general, permiten una más rápida recuperación de tales efectos.

Se propone presentar elementos del escenario geográfico y productivo de maíz y frijol y el significado de los eventos de sequía para dichos cultivos y en esa medida, para la SAN regional. La sequía implica una componente climática que actúa como detonante del daño por déficit hídrico, a la vez que muestra una vulnerabilidad ajena al comportamiento climático y que tiene por causas aspectos de índole social y económica. Es por eso que lugares o regiones con una vulnerabilidad y exposición similar ante el déficit hídrico no tienen necesariamente impactos idénticos y a veces, ni siquiera parecidos. Al final, las opciones de la población ante la sequía, incluyendo el uso o no, de información climática oportuna, llevan a decisiones con resultados y niveles de daño contrastantes entre productores de una misma región o cultivo.

En Centroamérica coexisten formas de tenencia y producción agrícola diversas en cuanto a escala, volumen, tipo de actividad agroproductiva, recursos, significado y alcance económico, social y cultural. Esto incluye el valor no económico de los cultivos que producen las familias propietarias o arrendatarias de parcelas, especialmente dedicadas al maíz y el frijol, ambos de gran importancia en la alimentación local de los países centroamericanos. La seguridad alimentaria requiere de condiciones de

accesibilidad, disponibilidad, aceptabilidad, consumo y aprovechamiento biológico, todas ellas indispensables para garantizar el buen estado nutricional de la población a largo plazo. Si bien no se resuelve en este documento el tratamiento a fondo de todas esas condiciones, este análisis brinda elementos para reflexionar sobre el valor cualitativo de la producción agrícola que constituye la base de la alimentación de muchas familias en la región, el significado de la sequía para esa actividad y criterios, tanto para comprenderla mejor como para actuar ante ella, desde un enfoque técnico.

La sequía puede ser mucho más dañina en las pequeñas propiedades centroamericanas del área del Pacífico, dedicadas a la producción de menor volumen para autoconsumo y comercio de pequeña escala. Este tipo de actividad se desenvuelve en economías locales que pueden involucrar el trueque y el comercio convencional, pero que son muy importantes en términos del número de familias dependientes de ellas. Lo común es que este tipo de unidades productivas disponga de menos recursos técnicos y económicos para responder y ajustarse ante una reducción de las lluvias que pueda prolongar la época seca o modificar los patrones conocidos de la época lluviosa.

Si bien hay iniciativas públicas y privadas para prevenir impactos por déficit hídrico, su alcance entre países, regiones y tipos de cultivo, son muy heterogéneos. Este tipo de procesos incluye programas de asesoría técnica, extensionismo agronómico y medidas ingenieriles como la canalización para el riego, sistemas de aspersores y la construcción de embalses. Por lo común, no constituyen medidas ordinarias de apoyo a la producción de granos básicos en Centroamérica, siendo más frecuentes en monocultivos destinados a exportación y procesamiento agroindustrial, que en esta región no son propios del maíz y frijol. Si bien este otro tipo de producción se ve afectado en sus costos y rendimientos por períodos de déficit hídrico, tiene mayor capacidad técnica y económica para responder a sus impactos.

El cambio climático y la desertificación que amenazan a la región, pueden agravar los efectos de la sequía sobre los cultivos de maíz y frijol. La sequía, interpretada como períodos de ocurrencia de déficit hídrico, podría pasar a ser, unida a modalidades de sobreexplotación de la tierra, una condición permanente en algunas subregiones de Centroamérica, en la forma de desertificación. Este

concepto involucra la degradación de la tierra en entornos áridos, semiáridos y subhúmedos a causa de factores asociados con variaciones climáticas y actividades humanas. Si bien las tierras de cualquier región pueden ser degradadas, cuando eso sucede en tierras secas de las clases mencionadas, las condiciones que se manifiestan progresivamente se parecen a las de un desierto. La desertificación ocurre porque los ecosistemas de las tierras secas son extremadamente vulnerables a la sobreexplotación y a usos inadecuados para sus capacidades, lo que reduce su productividad. Desde el punto de vista climático, la baja humedad del suelo, los patrones de precipitaciones cambiantes, y la elevada evaporación, son parte del escenario de la desertificación. Entre las consecuencias de esta condición están la reducción de la producción, la infertilidad del suelo y el descenso de la capacidad de recuperación natural de la tierra, entre otras, la última de las cuales implica el abandono y la emigración de la población rural que pierde sus medios de sustento (CNULD, 2011).

El escenario de cambio climático al que se enfrenta la región y el rezago en la adopción y promoción de condiciones modernas de producción, que afecta a muchos pequeños productores cuya actividad es vital para la SAN en Centroamérica, incrementan las presiones sobre el agro y el medio rural y se añaden a las dificultades asociadas con aspectos ajenos a la climatología local y regional, ya sean económicos, políticos o sociales (CEPAL, 2011). Amenazas asociadas no sólo a la climatología sino también a las modalidades de manejo de las unidades productivas y de la gestión del agua, podrían estar induciendo a que condiciones de semi-aridez se estén haciendo normales, en lugares previamente caracterizados por una bi-estacionalidad anual del clima y de cierta recurrencia de períodos de sequía.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Comprender el patrón característico de la sequía en la región centroamericana, para el desarrollo de capacidades que contribuyan a la reducción de los impactos sobre la seguridad hídrica y alimentaria.

4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las zonas propensas a sequía y las características de sus manifestaciones en Centroamérica.
- b) Identificar las relaciones entre las sequías

meteorológicas y los impactos en los cultivos de maíz y frijol, que son claves para la SAN regional.

- c) Aportar los insumos necesarios para el establecimiento y operación de sistemas de alerta temprana de sequía, basados en el monitoreo de la precipitación, como herramienta para la gestión integrada del recurso hídrico ante la ocurrencia de estos eventos.

Fig. 4. Impacto de la sequía sobre los sistemas hídricos, Nicaragua. Evento El Niño, 2014



Fuente: El Nuevo Diario, Nicaragua

5. Metodología

La elaboración de este análisis se sustentó fundamentalmente en fuentes secundarias, lo que se ha visto facilitado por el creciente interés de la región y de organismos de cooperación en la problemática entre el clima, la seguridad alimentaria y nutricional y los eventos extremos. También se hicieron algunas consultas con expertos de los SMNs, para orientar el estudio.

La revisión y elaboración del proceso se ha distribuido en fases de la siguiente forma:

5.1 Fase de recopilación, consulta e investigación de fuentes secundarias

Se realizó una búsqueda de fuentes que permitieron comprender y presentar la problemática relacionada con la sequía en general y con la sequía en Centroamérica en particular. Para esto se consultó la información secundaria y de los registros históricos de las sequías de los países de la región. Adicionalmente, se analizó el riesgo climático asociado a la amenaza de sequía, con énfasis en los períodos en que ésta ha estado relacionada con la reducción en la producción de maíz y frijol. Esto tiene el propósito de ayudar a ilustrar los umbrales en los cuales dichos cultivos entran en estrés por déficit hídrico.

Según lo indicado por el contratante, se procurará incluir entre los aspectos por investigar, los siguientes:

- Registros históricos de las sequías en la región (datos de precipitación, temperatura, etc.)⁴.
- Niveles de producción de granos básicos en los meses más secos.
- Impacto de las sequías en maíz y frijol.

La información obtenida ha sido organizada, sistematizada y analizada, según los criterios predeterminados por el contratante y a partir de las fuentes disponibles, ya sean nacionales, regionales o globales.

5.2 Fase de consulta a distancia

Con base en los resultados obtenidos y su análisis, se procedió a efectuar consultas que pudieran orientar mejor la identificación de las áreas de mayor propensión a sequía

y el comportamiento de los cultivos de interés por efecto de la sequía. Esto se hizo con el propósito de asegurar la mejor interpretación de las características que la sequía adquiere intrarregionalmente, buscando no sólo tener el enfoque regional de la problemática, geográficamente analizado, sino también, añadir particularidades nacionales que sean relevantes para posteriores análisis y aplicaciones.

Se realizaron consultas con expertos nacionales de los países, ya sea para obtener información sobre los temas a tratar, para orientar la búsqueda en los portales o sitios web de los SMNs o de las fuentes secundarias disponibles. Asimismo, en ciertos casos las consultas ayudaron en la interpretación de la información sobre las sequías, su zonificación e impactos y el potencial de aplicación del SPI en la región.

Como resultado de esta fase se formularon sugerencias y recomendaciones para la utilización de la información disponible como insumo que contribuya a un futuro establecimiento de un sistema de alerta temprana de sequías. Adicionalmente, se identificaron los vacíos de información existentes, *a nivel general*, para el desarrollo de esquemas de SAT de sequías en los países centroamericanos.

5.3 Fase de elaboración del reporte final de consultoría

En esta etapa se organizó y estudió cómo se complementa y enriquece entre sí la información de las dos fases previas, para completar un reporte sobre los elementos que permiten identificar y caracterizar la fenomenología de la sequía meteorológica propia de Centroamérica, y sus impactos en las actividades indicadas por el contratante.

Fig. 5. Graves efectos en San Francisco Libre, Nicaragua por el



Fuente: La Nación, Costa Rica

4. La irregular disponibilidad de esta información en línea y los diversos formatos en que se presenta en los casos accesibles, hizo imposible cumplir con esta tarea.

6. Regímenes de precipitación en Centroamérica

Centroamérica se encuentra en la franja intertropical del globo terrestre, entre dos masas oceánicas – Atlántico y Pacífico - y dentro de lo que se conoce como el “cinturón de los vientos alisios”. La interacción entre ese régimen de vientos y la cadena montañosa que atraviesa el istmo de noroeste a sureste define a su vez dos regímenes de lluvia diferentes: el de la vertiente del Pacífico y el de la vertiente del Caribe.

En la vertiente del Pacífico se diferencian una estación lluviosa y una seca. La primera se extiende de fines de mayo a principios de octubre en el norte de la región y de abril a fines de noviembre en el sur. En la primera parte de la estación, que comprende el período mayo-julio, el mes más lluvioso es junio; en la segunda parte, que incluye el período agosto-octubre, los meses más lluviosos son septiembre en la parte norte y octubre en el sur. En medio de la estación, durante los meses de julio y agosto se presentan períodos secos conocidos como “veranillos” o “canículas⁵”. En la vertiente del Caribe no existe una estación seca definida, sino que las lluvias se mantienen casi todo el año, y sólo presenta mínimos relativos en marzo y octubre, correspondientes a una reducción de la precipitación, pero no a períodos de días secos. Los meses más lluviosos suelen ser julio y diciembre (IMN, 2008; Ramírez, P; Brenes, A.; 2001).

En toda la región, pero particularmente en la vertiente del Pacífico, la posición de la zona de convergencia de los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur conocida como la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), es el principal factor en la distribución estacional de las lluvias. El desplazamiento hacia el norte o hacia el sur de esta zona, define la estacionalidad de las lluvias sobre la misma y determina su distribución bimodal en gran parte de la región (FAO, 2012; IMN, 2008).

La distribución de la lluvia define dos períodos de siembra, la primera que se inicia entre abril y mayo con las primeras lluvias y la segunda que se inicia en agosto después de las “canículas”. La distribución por zonas y horas del día de las lluvias, depende mayormente del régimen de viento y del relieve. Las condiciones topográficas y de suelo hacen que muchas de las áreas

sobre la vertiente del Pacífico sean más vulnerables a las variaciones atmosféricas que alteran el régimen de lluvias (IMN, 2008; Ramírez, P; Brenes, A.; 2001).

6.1 Variabilidad Climática en Centroamérica

La variabilidad climática⁶ en Centroamérica es alta. La región está expuesta a fenómenos atmosféricos que causan lluvias intensas y provocan inundaciones, así como a otros que producen el efecto opuesto. Los primeros pueden ser de origen tropical, como los ciclones tropicales (huracanes, tormentas y depresiones), las ondas del este o conglomerados nubosos que se desprenden de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) o de origen extra tropical como los frentes fríos. Cada uno de estos sistemas causa lluvias en períodos específicos del año y en áreas particulares de Centroamérica (IMN, 2008; Ramírez, 2013). Específicamente en relación con los eventos de déficit hídrico, el fenómeno de El Niño o de La Niña, la anomalía del Atlántico Norte, el efecto “dipolo” y otros fenómenos atmosféricos, pueden inducir una reducción de las lluvias sobre la vertiente del Pacífico centroamericano y las áreas expuestas a la influencia de su clima, que espacialmente, coinciden con el corredor seco centroamericano (CSC). De allí que exista una estrecha relación entre la variabilidad climática regional, la distribución de las áreas que manifiestan sequías y la producción de granos básicos, como maíz y frijol, según se verá en las siguientes secciones de este documento.

5. La definición técnica convencional de canícula, corresponde a un aumento de la temperatura, pero en Centroamérica se ha tendido a emplear para dar a entender la presencia de un período usualmente corto, aunque de duración variable, durante el cual se reduce la precipitación.

6. Variabilidad climática: corresponde a las variaciones interanuales o interestacionales alrededor del valor promedio o esperado de las condiciones medias del tiempo atmosférico (IMN, 2008).

7. La sequía como evento climático en Centroamérica

7.1 La definición de sequía

La OMM define la sequía como “un período con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico” (Crespo, 2008).

En el caso de Centroamérica, *la sequía no se asocia con períodos prolongados (anuales) sin lluvia*, como sí sucede en algunos lugares de África y en otros sitios en el mundo, sino con factores como los siguientes (Ramírez, 2013):

- La *prolongación* del “Veranillo” o “Canícula” (entre julio y agosto), que divide en dos partes la estación de lluvias sobre la vertiente del Pacífico. Esta vertiente es la más importante para la producción agrícola. La canícula es propia del patrón climático regional sobre esa vertiente, pero si se prolonga, afecta o incluso, detiene del todo el desarrollo de los cultivos, reduciendo de forma variable sus rendimientos, desde un impacto leve hasta uno severo.
- La distribución de las precipitaciones durante la estación lluviosa en pocos eventos de lluvia, entre períodos prolongados de días secos. Esto es lo que a veces sucede, por ejemplo, con el fenómeno de El Niño. Sus efectos en el medio rural y para la producción agrícola, incluyendo granos básicos, es similar al del punto anterior.
- El aumento en la temperatura del aire, que según el momento en que suceda o por cuánto tiempo se mantenga, igualmente afectará el desarrollo de los cultivos. Cuando éstos se encuentran en floración, el efecto puede luego incidir en el grano y la cosecha del cultivo
- La finalización temprana de la estación lluviosa. Cuando las lluvias terminan antes de lo que se considera “normal” para una región, esto tiene entre sus efectos, dos muy importantes para el agro y la disponibilidad de agua: a) un daño en el cultivo, cuya severidad dependerá del momento en que se reduzcan las lluvias y la etapa de desarrollo del cultivo cuando las lluvias cesan; b) al finalizar antes la estación lluviosa, se produce una prolongación de la estación seca. Esto incrementa la desecación del suelo y no permite la recuperación de las fuentes de

agua para enfrentar esa estación seca y considerando lo anterior, los mismos períodos de siembra pueden resultar trastocados.

La severidad de la sequía depende tanto de la magnitud de la reducción de la lluvia, de su duración y del área afectada por sus efectos, como de la demanda de agua que proviene de los ecosistemas y de las actividades humanas.

A continuación se detalla cada una de estas condiciones (IMN; 2008):

Intensidad. Puede ser medida con respecto a índices, por ejemplo, mediante el uso de percentiles, que sirven para indicar la severidad en la reducción de la precipitación mensual y acumulada.

Duración. Algunos autores indican que la sequía toma entre dos y tres meses para establecerse y puede extenderse por varias estaciones o años, como en el caso de África. En Centroamérica, la sequía se acentúa en períodos estacionales, pero pueden registrarse hasta tres años consecutivos deficitarios o más, según el país, con lluvias reducidas respecto a lo normal.

Cobertura espacial. Generalmente existe un área bien delimitada donde la sequía es recurrente, sin embargo, estas áreas *pueden extenderse o contraerse*. En Costa Rica, el área de mayor recurrencia se encuentra en la Región Pacífico Norte, aunque ha sufrido extensiones hacia la zona noreste, como por ejemplo durante 1982, 1997 y 2007.

Demanda. Se refiere a la cantidad de agua que necesita el ecosistema para funcionar equilibradamente. La dependencia del recurso puede ser un indicativo de la vulnerabilidad ante extremos climáticos. A su vez, la vulnerabilidad está determinada por patrones sociales, económicos y políticos asociados a la población, actividades, empleo, tecnología, políticas, ordenamiento agrario, etc. Estos factores cambian con el tiempo y con ellos el grado de vulnerabilidad. *Por lo tanto, un mismo déficit hídrico en una región, puede impactar o no diferentes actividades de acuerdo con su grado de vulnerabilidad.*

En síntesis, la intensidad de la sequía como proceso climático está referida al déficit porcentual de lluvia de

ese año con relación al promedio. La duración de la sequía está dada por el número de años secos consecutivos. La cobertura espacial se determina de acuerdo a la frecuencia de casos de sequía por años para un grupo de estaciones dado. Esto quiere decir que si se analizaron 10 estaciones y la frecuencia de un año seco en particular fue del 50%, entonces se tuvo una cobertura teórica del 50% del territorio (IMN, 2008).

Es importante comprender que, como sucede con todas las tipologías de eventos potencialmente causantes de daño, también en el caso de la sequía hay una componente de amenaza y otra de vulnerabilidad. Como amenaza natural, la sequía se origina por la ausencia de las lluvias esperadas durante un período de tiempo suficientemente largo como para causar daño. Por su parte, la vulnerabilidad de las comunidades y actividades productivas hace que las consecuencias del déficit de lluvias, independientemente de su magnitud, sean distintas, entre países y dentro de ellos. Es por eso que a veces, una sequía de mayor magnitud en un sitio, genera impactos menores que en otro, que registró menos magnitud, es decir, donde el déficit de lluvias fue menor o menos prolongado. Esa diferenciación también se da en lo conceptual: las regiones afectadas por la sequía pueden padecer de sequía climática, hidrológica, agrícola o socioeconómica. Cada una de ellas se define de la siguiente forma, según Crespo (2008)⁷, con base en Wilhite y Glantz (1985), e INETER (2014)⁸:

- *Sequía meteorológica.* Es el grado de desviación de la precipitación en comparación con un comportamiento que se considera normal, a partir de una serie de tiempo preestablecida. La magnitud de la desviación y del tiempo que puede durar el episodio seco, no obstante, depende de la forma como se evalúe regionalmente el fenómeno, lo que a su vez, suele estar influenciado por los patrones climáticos regionales.
- *Sequía hidrológica.* Se refiere a los escurrimientos en el nivel de superficie y subsuelo y su impacto se ve reflejado en la recarga de acuíferos, lagos, presas. Ese impacto es de largo plazo, es decir, en tanto la sequía agrícola presenta un efecto inmediato en los cultivos, la sequía hidrológica puede afectar la producción agrícola de varios años, la producción hidroeléctrica o la extracción de agua del subsuelo.

- *Sequía agrícola.* Está muy relacionada con la sequía meteorológica y su impacto en los cultivos, considera el proceso en términos de balance de humedad, es decir evalúa la evapotranspiración real y potencial, el déficit de agua en el suelo que a su vez depende de características físicas del mismo, los niveles de reserva de agua, y considera la especificidad del cultivo en cuanto a sus requerimientos de humedad, en función de la etapa de crecimiento y la biología de la planta.
- *Sequía socioeconómica.* Se interpreta en términos de suministro de agua y demanda para el consumo y actividades humanas, por lo tanto está muy relacionada con los efectos de corto y largo plazo de los otros tipos de sequía. La sequía ocurre cuando la demanda de agua de un grupo social, en un lugar determinado excede el suministro, es decir: es una combinación entre disminución de la precipitación y el crecimiento de las necesidades de la población o de las actividades productivas, de la eficiencia en el uso del agua y de la tecnología disponible.

Las diferencias en el concepto de sequía se originan en la forma e intensidad de sus impactos. Es por eso que las definiciones de sequía son diversas, ya sea que aludan a la identificación de los límites de inicio y fin del fenómeno, a su severidad o frecuencia. (Crespo, 2008).

El estudio de la sequía como amenaza tiene el propósito de evaluar la magnitud y duración del déficit de precipitación. En el caso de la región centroamericana, la sequía tiende a caracterizarse porque la precipitación, especialmente en los primeros meses de la estación lluviosa, no alcanza los valores esperados para ese período, dando lugar a condiciones de déficit hídrico que afectan muchos aspectos de la vida de la población y la economía de los países.

Las sequías en Centroamérica pueden deberse al fenómeno de El Niño, pero también a otro tipo de eventos climáticos y anomalías propios de la circulación atmosférica en el hemisferio norte. Como se mostró en la figura 1, la sequía es particularmente recurrente en el CSC, sobre una franja distribuida entre el suroeste de Guatemala y el noroeste de Costa Rica, así como en la península de Azuero en Panamá, en especial, el Arco Seco.

En el caso del fenómeno de El Niño, éste produce una reducción de variable magnitud en la cantidad de precipitación que cae sobre el Pacífico centroamericano, afectando casi todas las ciudades principales de la región, la recarga de acuíferos y algunas de las principales regiones

7. Tomado de: Crespo, G. Conceptos de sequía. Disponible en: <http://www.cm.colpos.mx/meteoro/progde/palm/seq1.htm>; junio de 2014

8. Consultado en: <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/La%20Sequia/Sequia.htm>; [junio, 2014]

productivas dedicadas tanto para cultivos de consumo local como de exportación. Es particularmente sensible su importancia para los granos básicos, cuya producción se concentra sobre esa vertiente.

7.2 Los años secos en Centroamérica

La estación lluviosa en esta región inicia en el transcurso del mes de mayo, con diferencias de días o a veces, de una o dos semanas entre países. Lo mismo sucede usualmente durante los años secos, en los que la estación lluviosa comienza con normalidad en mayo, pero presenta una disminución de la precipitación entre mediados y finales de junio. Esta condición se diferencia de la canícula en que ésta usualmente inicia en julio, y se normaliza en agosto, pero cuando se trata de un año inusualmente seco, la reducción comienza desde junio, puede ser de moderada a severa y comenzar a regularizarse alrededor del mes de septiembre. En algunos países, al ampliarse el período canicular se habla de una “canícula prolongada” como evento, y se le ha dado seguimiento para determinar sus impactos en ciertos grupos de la población (SESAN, 2013). También es frecuente que en estos casos, la temporada lluviosa se acorte, ingresando la temporada seca antes de lo usual. Es por eso que esa última resulta siendo, en esos casos, más larga y cálida de lo normal (Ramírez, P; Brenes, A.; 2001).

Debe tomarse en cuenta además que una particularidad de las sequías como evento dañino, es que puede suceder que el acumulado de lluvias esté cerca de lo que se considera normal para el período lluvioso, pero si su distribución espacial y temporal no corresponde a los patrones usuales, puede dar lugar a impactos igualmente severos que si se tratara de episodios de déficit hídrico significativos, especialmente en el caso de los cultivos que están en desarrollo cuando la lluvia se comporta con irregularidad. Esto es lo que a menudo ocurre con el fenómeno de El Niño y podría convertirse en una condición permanente, de acuerdo con algunos escenarios de cambio climático en ciertos países (IMN, 2009; CEPAL, 2012).

7.2.1 El Niño y otras anomalías climáticas: su relación con los eventos de sequía

ENOS es el fenómeno que más se relaciona con variabilidad climática en Centroamérica y en general es la fuente de variabilidad climática interanual más dominante en el trópico. En la mayoría de los casos, los años secos están asociados con las anomalías de circulación que ocurren durante los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). En general, es aceptado que un episodio ENOS se ha

instalado cuando la variación de temperatura superficial del mar es superior a 0.5 grados centígrados en más o en menos, durante cinco meses consecutivos⁹.

En los últimos 50 años, (desde 1961), 15 eventos de El Niño con duración de seis o más meses¹⁰ han afectado Centroamérica causando sequía (IMN, 2008; Ramírez, P.; Brenes, A.; 2001¹¹). Cada uno de estos eventos de ENOS, han producido estaciones lluviosas irregulares, las cuales han sido causa de sequía agrícola e hidrológica. Eventos con repercusiones económicas y sociales importantes aparecen registrados en 1926, 1936, 1945-46, 1956-57, 1965, 1972-73, 1982-83, 1992-94, 1997-98 (Alvarado, L., 2012).

En el siglo XXI, los episodios de El Niño registrados han tenido una alta recurrencia, si bien no han sido lo severos que fueron los “meganiños” de 1982-83 y de 1997-98. Se reportan eventos de El Niño en este siglo entre junio de 2002 y marzo de 2003; agosto de 2004 y febrero de 2005; octubre de 2006 y febrero de 2007; agosto de 2009 y mayo de 2010¹². Se desconoce qué detona la aparición del fenómeno de El Niño, pero se sabe que el mecanismo que lo hace manifestarse es un acoplamiento océano-atmósfera que produce un calentamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) y cambios en la presión atmosférica sobre entre los extremos del Océano Pacífico. Esto da lugar a modificaciones en el comportamiento conocido de la variabilidad climática estacional.

En el caso de Centroamérica, ENOS produce en su fase cálida (El Niño), una reducción de las precipitaciones durante la época lluviosa, sobre la vertiente del Pacífico, y un aumento sobre la del Caribe.

Su fase fría, produce lo contrario. Sus efectos varían entre regiones del mundo, en lo que se conoce como “teleconexiones” de ENOS y desde el punto de vista del evento como tal, en cuando a “amenaza natural”, se relacionan en su intensidad, con el aumento de la TSM en el Pacífico. Es decir, los eventos más severos en sus

9. NOAA: cold and warm episodes by season. Disponible en: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

10. La duración estimada entre fuentes puede variar, pero todas las consultas realizadas muestran que todas ellas aceptan la ocurrencia de estos eventos, aunque consignent una prolongación distinta entre eventos.

11. Complementado con “NOAA: cold and warm episodes by season”. En: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

12. NOAA: cold and warm episodes by season. En: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

manifestaciones, por ejemplo, en cuanto al déficit hídrico durante la temporada lluviosa en Centroamérica, como el de 1997-1998, coincidieron con un aumento de más de un grado de la TSM, que se mantuvo por más de 12 meses (Alvarado, L. 2012; IMN, 2008).

Aunque la sequía es diferencial en su cobertura e intensidad, se puede decir que los años de mayor sequía en Costa Rica hasta ahora, han sido 1965, 1972, 1976-1977, 1986-1987, 1992, 1994, 1997 y el 2001-2002. Todos estos años, con excepción del 2001, han coincidido con años El Niño, lo cual explica la persistencia anual de condiciones secas extremas, sobre todo en el Pacífico de Costa Rica. En la figura 6, se presenta la reducción mensual con respecto a la línea base, observada durante los años de sequía en Liberia, Guanacaste (IMN, 2008). En el caso de otros países de la región, El Niño tiene un efecto similar, si bien la intensidad del déficit hídrico es variable en cada evento.

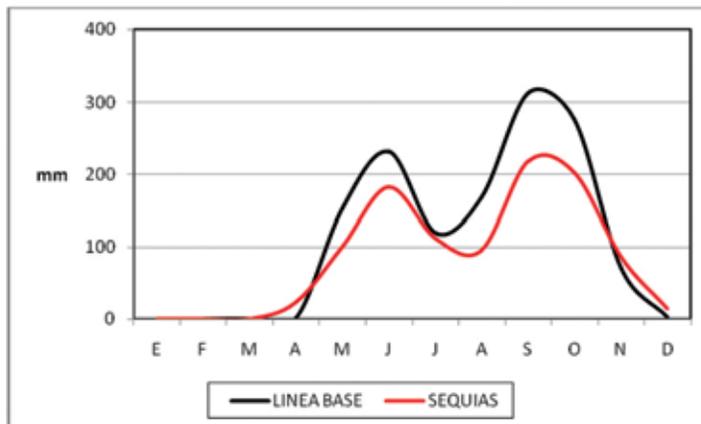
Puede decirse que no hay región de Centroamérica que

en los últimos treinta años no las haya reportado alguna sequía.

Entre los años 1974 y 2004, la mayor concentración de eventos se ha registrado en Guatemala, Honduras, Nicaragua, la costa del Pacífico de Costa Rica el Arco Seco y la costa caribeña de Panamá. Las sequías más severas han ocurrido en los territorios de Alta Verapaz y parte de El Petén en Guatemala, el norte del departamento de Cortés y la parte norponiente de Gracias a Dios en Honduras, el departamento de Rivas en Nicaragua y el norte de la provincia de Guanacaste en Costa Rica. *Las sequías se asocian ampliamente con procesos de degradación ambiental, los que, combinados con condiciones climáticas adversas, incrementan su recurrencia e intensidad* (CEPAL, 2011).

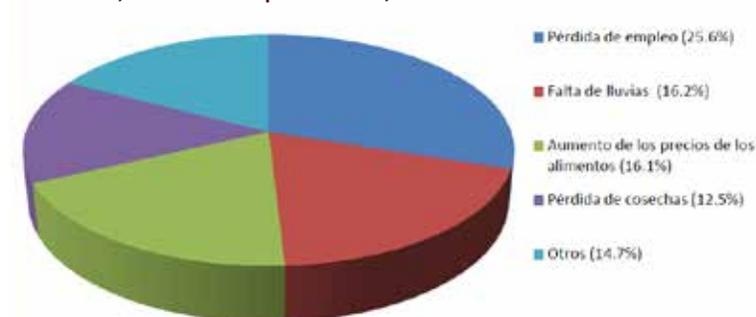
Observe en el siguiente gráfico (Fig. 7), correspondiente al evento de sequía de 2009, los daños y riesgos ocasionados en la población guatemalteca.

Fig. 6. Lluvia promedio (línea base) versus períodos de sequía en Liberia, Guanacaste.



Fuente: IMN, 2008

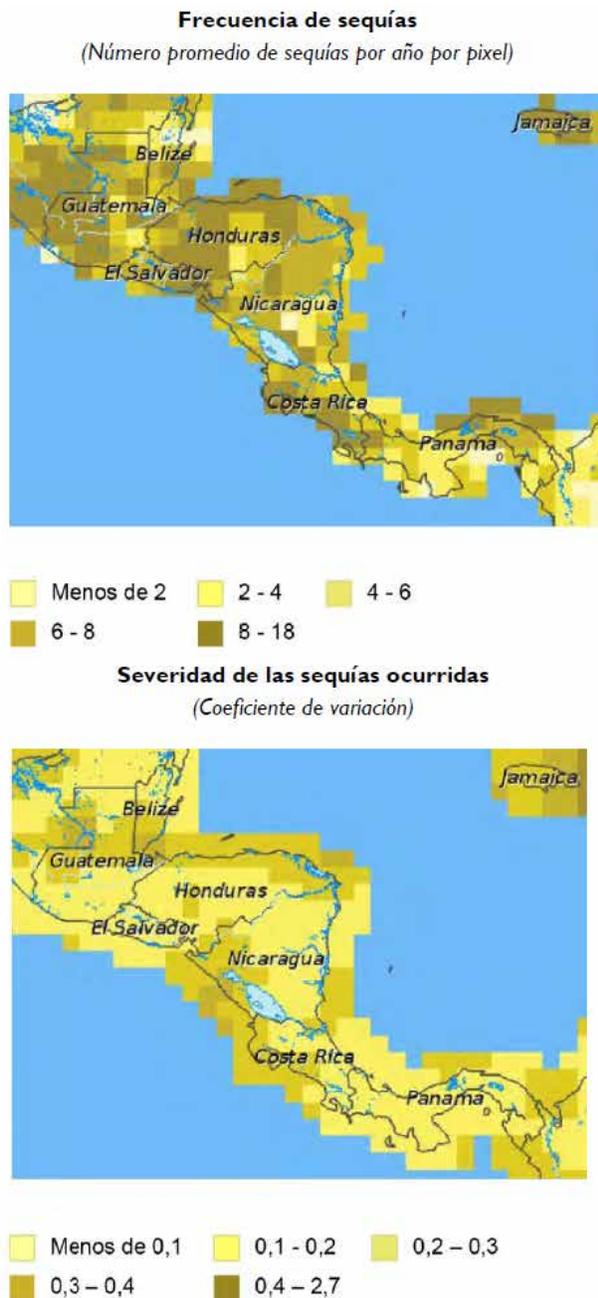
Fig. 7. Principales problemas y riesgos ocasionados por la sequía en el corredor seco en Guatemala, durante la sequía de 2009, con base en entrevistas a los afectados.



Fuente: UNICEF, 2010

Pese a lo que refleja ese gráfico, el daño manifiesto por ese evento no recibió la misma atención en todos los países, lo que puede deberse a su intensidad diferencial, al momento en que sucedió y sus implicaciones para los grupos más vulnerables o incluso, a dificultades de los países para identificar y sistematizar los impactos asociados con este período.

Fig. 8. Centroamérica: ubicación espacial de las sequías (1974-2004)



Fuente: CEPAL, 2011

Obsérvese en la figura anterior, el patrón de distribución espacial y temporal de la sequía en Centroamérica en el período 1974 a 2004. Nótese cómo la frecuencia de los eventos se concentra hacia el CSC, pero también hacia el Caribe de Honduras, Costa Rica y Panamá, se reportan episodios de déficit hídrico. Los puntos de mayor severidad se localizan en la franja sobre Guatemala, hacia el Caribe hondureño y en el Pacífico de Nicaragua. No obstante, la vulnerabilidad a la sequía es compleja, dado que un solo evento severo puede significar algo distinto, en sitios sujetos a aridez, o en regiones que con menor severidad, han registrado mayor frecuencia de eventos, **lo que da lugar a un efecto acumulativo que no se ha representado en esta figura y que a menudo se ignora.** Ello tiene que ver con el concepto de “persistencia”, que supone una extensión de las condiciones, y que en cada región, se relaciona de forma particular, con la frecuencia de los episodios de déficit hídrico.

Otro aspecto que se ve afectado por la sequía y que puede agravarse significativamente en la región, es su impacto sobre la seguridad hídrica, entendida como la provisión confiable de agua cualitativa y cuantitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua (Sadoff, C., Müller, M., 2010). Además, la seguridad hídrica busca contrarrestar los conflictos que pueden surgir de disputas sobre aguas compartidas. En vista de lo anterior, es concluyente que la sequía también tiene efectos sobre este enfoque en la gestión del recurso hídrico de la región.

Debe tomarse en cuenta para este análisis que no todos los años que presentan sequía están asociados con el fenómeno ENOS. En ocasiones, el déficit de precipitación resulta ser consecuencia de anomalías de variable intensidad en la circulación atmosférica en el hemisferio norte que afectan a la región debido a su posición geográfica.

El evento reciente más severo, *no relacionado* con El Niño, ocurrió en 2001. En esa ocasión, el mecanismo que originó la sequía se debió a la predominancia del viento alisio del noreste, que no disminuyó su velocidad en abril. Esto es lo que permite que concluya la temporada seca sobre la vertiente del Pacífico de Centroamérica y que las brisas del Pacífico puedan depositar su humedad sobre ese territorio. Esta anomalía de viento se mantuvo durante junio, julio y agosto. Aunque las lluvias iniciaron en mayo, la instalación definitiva de la época lluviosa siguió retrasándose (CEPAL, 2001; Ramírez, P.; Brenes, A.; 2001).

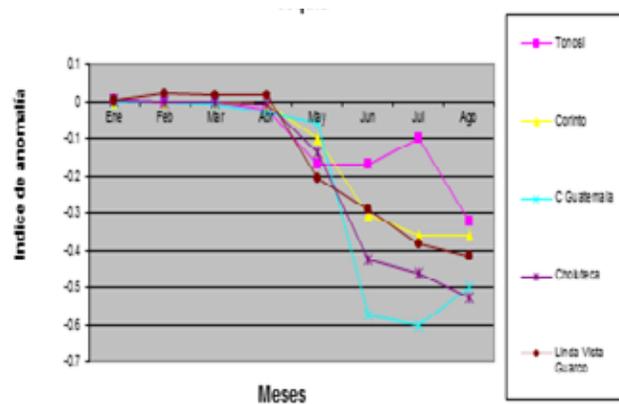
Las anomalías en los vientos alisios se deben a alteraciones atmosféricas que ocurren fuera de la escala climática regional y que en esa ocasión no se debieron al fenómeno de El Niño, sino a un acoplamiento similar entre el océano y la atmósfera que es propio de ese fenómeno, pero en este caso, se manifestó en el Océano Atlántico y no en el Pacífico.

Para aquél momento, si bien la temporada de lluvias había iniciado normalmente en mayo, la anomalía que inició en junio hizo que hasta agosto la lluvia acumulada en la región fuera inferior a los valores usuales para el período, con reducciones sobre la vertiente del Pacífico de entre 10% y 80% con respecto a lo normal.

Las zonas con mayor déficit registrado fueron la Península de Azuero en Panamá, en Honduras las Regiones Intermontana Norte y Central y la Occidental; el Valle Central y la región del Pacífico Central de Costa Rica, las regiones Occidental y Oriental de El Salvador y las Planicies y Laderas del Pacífico; la meseta Central, el Valle de Motagua y la zona Oriental y las planicies y laderas del Golfo de México en Guatemala. La ausencia de lluvias al inicio de la estación de cultivo tuvo consecuencias severas en los cultivos de granos de la primera siembra (CEPAL, 2001; Ramírez, P.; Brenes, A.; 2001).

Ese evento es relevante porque se trató de un período de sequía pronunciada, con significativos impactos y que confirmó que no sólo El Niño sino otras componentes de la variabilidad climática pueden ocasionar condiciones graves de déficit hídrico en la región.

Fig. 9. Comparación de anomalías de lluvia entre estaciones meteorológicas de países centroamericanos para el evento de 2001



Fuente: CEPAL, 2001

Fig. 10. Mapa de áreas afectadas (en color amarillo) por la anomalía del 2001.



Fuente: CEPAL, 2001

8. Características de la producción de maíz y frijol en Centroamérica

En la región se pueden distinguir dos formas básicas de producir granos: la producción para autoconsumo y comercio local, y la producción a gran escala, destinada al comercio local y la exportación.

8.1 La cultura del maíz y del frijol

El significado cultural del maíz (*Zea mays*) en Centroamérica tiene un arraigo ancestral. Siendo un cultivo autóctono cuyo núcleo de dispersión se localiza en Mesoamérica, el maíz es la base de la dieta de la mayor parte de la población por razones no sólo nutritivas, sino culturales, lo que le da más relevancia dentro de la lógica de la SAN. El maíz representa el elemento central en la cosmología de algunas de las culturas prehispánicas de Centroamérica y México, como los mayas, para quienes se asociaba con su visión teológica y cosmológica del mundo, tanto como con su cotidianidad (FAO, 2001; EYPSA, 2009).

El producto del maíz ha tenido múltiples usos, pues no sólo ha servido como alimento, sino que la planta, ha permitido obtener la fibra vegetal para usos diversos que han cubierto muchas de las necesidades, especialmente en Guatemala, país con la mayor extensión de territorio dedicada a ese cultivo y principal consumidor en toda la región. Para muchas comunidades, el maíz proporciona beneficios irremplazables de gran significado cultural y también, económico, incluyendo productos industriales y artesanales para consumo humano y animal como: forraje, materiales de empaque (por ejemplo, la tusa) y construcción (la caña). Brinda fuentes de empleo, contribuye con la biodiversidad agrícola, da soporte y favorece la producción intercalada con otros productos, como el frijol y el sorgo (EPYPSA, 2009).

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es una planta originaria de Mesoamérica. Este cultivo junto a la tortilla de maíz, ha sido la base del alimento y fuente de proteínas del medio rural y de muchos habitantes del medio urbano en Centroamérica. Ya desde la época colonial se le usaba en la elaboración de tamales y junto a la calabaza, el chile y por supuesto, el maíz, estos cultivos constituyeron la fuente alimenticia principal de las culturas mesoamericanas desde hace al menos ocho mil años (Reyes, E., et al, 2008). Con el tiempo el frijol evolucionó desarrollando una diversidad de tipos y calidades estimándose actualmente en alrededor de 150 especies (Adame, J., 2013).

8.2 Características agroecológicas y climáticas del maíz y el frijol

Maíz

Los elementos del clima como temperatura, insolación, radiación y humedad relativa están relacionados con la precipitación, que se considera el más determinante en los rendimientos que puede alcanzar la producción de maíz, puesto que este cultivo se practica en modalidad de secano.

No obstante, todos los elementos mencionados tienen relevancia en las siguientes fases fenológicas del maíz (Otegui, M., 2012; EPYPSA, 2009):

- La temperatura óptima para el cultivo del maíz oscila entre 18 y 26 °C. Temperaturas menores de 18 °C y mayores de 30 °C causan problemas en la floración. La temperatura óptima del suelo debe ser entre 20 y 25 °C y la mínima que resiste el cultivo es de 9 °C. La planta es susceptible a heladas (temperaturas de 4 °C) y muere a una temperatura de -1 °C.
- En cuanto a la precipitación, el mínimo necesario es de 500 mm bien distribuidos durante el ciclo del cultivo y si no se alcanza ese valor, debe usarse el riego. Cuando el valor exceda esa cantidad, el drenaje de los suelos es más importante.
- Cuando las plantas brotan se reduce su necesidad de agua, pero sí requiere de una humedad constante. La fase de crecimiento vegetativo es la que demanda más agua y por eso se recomienda un período de riego de 10 a 15 días, previo al momento en que se espera la floración, período más crítico porque de él depende el cuajado y la cantidad de producción obtenida. De ahí la importancia de mantener la humedad, favorecer la polinización y el cuajado, pero para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada a la planta. La siembra se efectúa cuando la temperatura del suelo alcanza al menos 12 °C y se siembra a una profundidad de 5cm. Desde la siembra a los primeros brotes transcurren de 8 a 10 días. La plántula muestra un crecimiento rápido y continuo. Para que se produzca la germinación en la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 y 20 °C. Para la fructificación es necesario contar con temperaturas de 20 a 32 °C.

- El maíz para grano requiere de un período mínimo de crecimiento de 120 días. Puede consumirse como “elotito tierno” (“baby corn”) o como maíz nuevo (“elotes”), en cuyo caso, la edad de cosecha es menor, 54 días para el primero y de 75 a 80 días para el segundo.

El ciclo del maíz puede dividirse en tres fases:

Fase	Etapas
Vegetativa	Germinación
	Crecimiento
Desarrollo	Floración
	Fecundación
	Llenado del grano
	Pérdida de humedad (secado del grano)
Maduración	Senescencia

Fuente: EPYPSA, 2009

La mayor o menor disponibilidad de agua y el comportamiento de las temperaturas puede aumentar o reducir el período o ciclo total de producción del maíz, afectando especialmente el período vegetativo. La etapa de desarrollo es relativamente menos variable, pero difiere entre variedades. De 40 a 50 días después de la floración ocurre la maduración fisiológica, con aproximadamente un 37% de humedad en el grano. Luego, el grano no incrementa más su materia seca y comienza a perder humedad, hasta alcanzar niveles propios de la cosecha mecánica. Las siembras tardías acortan el período de crecimiento y el de desarrollo (EPYPSA, 2009).

Frijol

El frijol necesita la humedad adecuada en el suelo para su crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano. En especial, las plantas consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y el llenado de vainas, y es por eso que un período de sequía puede tener durante esas etapas las consecuencias más dañinas para este cultivo. Por otro lado, también precisa de un período seco o de escasa precipitación hacia el final del ciclo de cosecha para favorecer el proceso de maduración y cosecha (García et al.; 2009).

Entre las características fenológicas y condiciones para su producción, son las más relevantes las siguientes:

- Las variedades más comunes de frijol que se producen en Centroamérica tienen un amplio rango altitudinal de entre 200 y 1.500 msnm y en cuanto a la lluvia, requiere entre 300 y 400 mm de agua, según la duración de su ciclo vegetativo y las características del clima de cada lugar.
- La mayor demanda de agua ocurre en las etapas de floración y de llenado de las vainas, que son las más sensibles al déficit de agua. Este puede ocasionar una significativa reducción en los rendimientos, en tanto que el exceso de humedad, al reducir el nitrógeno disponible, también afecta el crecimiento de la planta y puede favorecer la aparición de enfermedades.
- La temperatura mínima para el frijol es de 18 °C y la máxima de 28 °C, siendo el rango óptimo de 20 °C a 25 °C. El ciclo vegetativo se alarga conforme se reduce la temperatura y las temperaturas altas aceleran los procesos fisiológicos del frijol. Temperaturas extremas provocan el vaneo de frijol, al afectar la variabilidad del polen y reducir el tamaño de la semilla.

Necesidades hídricas del frijol cada 10 días: de la germinación a la cosecha								
Decadía	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Días de cultivo	0 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 80
Milímetros de agua requeridos	19,35	37,57	48,1	43,65	40,5	35,77	10,7	9,7

Fuente: García, E. et al (2009).

- El frijol tiene diez etapas de desarrollo, detalladas a continuación:

Fase	Etapas	Días
Vegetativa	Germinación	0-5
	Emergencia	5-7
	Hojas Primarias	7-11
	Primera hoja trifoliada	11-16
	Tercera hoja trifoliada	16-23
Desarrollo	Prefloración	23-32
	Floración	32-36
	Formación de vainas	36-44
	Llenado de vainas	44-62
	Maduración	62-77

Fuente: EPYPSA, 2009.

8.3 El significado del maíz y del frijol en la dieta, la agricultura y para el medio rural en Centroamérica

Desde el punto de vista de la SAN, el maíz y el frijol¹³ son los cultivos más importantes en Centroamérica¹⁴. En El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, más de un millón de familias de pequeños productores dependen del cultivo del maíz y frijol para su subsistencia. Nicaragua es el principal productor de ambos cultivos, con un aporte de más del 30% de la cosecha regional, lo que le permite ser el principal exportador dentro de la región (CRS, 2012). No obstante, Guatemala es el país con la mayor área de siembra de maíz y su principal consumidor (EPYPSA, 2009). Nicaragua es el principal consumidor de frijol, que constituye la fuente proteínica y de hierro más importante en la dieta de la población de ese país, que ha incrementado su producción y con ello, sus exportaciones. El frijol es uno de los principales generadores de divisas. FAO ha señalado que Nicaragua tiene el potencial para abastecer toda la demanda centroamericana de frijol así como su propio mercado interno (EPYPSA, 2009).

13. En el caso de la SAN de los grupos más vulnerables y en general, cuando se refiere a la producción de subsistencia de frijol, ésta corresponde especialmente a la especie *Phaseolus vulgaris*, frijol de grano rojo pequeño, oscuro, con núcleo de dispersión mesoamericano, a veces denominado "frijol centroamericano" (CRS, 2012).

14. En Costa Rica, el grano de mayor relevancia es el arroz. Desde el punto de vista económico, es el grano básico con la mayor área sembrada y mayor producción por tonelada, y se produce en distintas regiones del país. Representa un 0,14% del PIB y además es el principal producto de consumo en la dieta de los costarricenses, al representar un aporte calórico del 15% (EPYPSA, 2009).

El maíz y el frijol constituyen la base de la dieta regional, según lo que reflejan las cifras de consumo anual por persona, así como en el área sembrada y el volumen de producción:

Cifras del maíz y frijol en Centroamérica

Rubro	Maíz	Frijol	Total
Consumo/persona/año	170 kg	25 kg	195 kg
Área sembrada	1,800.000 ha	600,000 ha.	2,4 millones ha.
Producción/año	3,000.000 ton.	475.000 ton.	3,475.000 ton
Valor bruto anual US\$	700,000.000	400,000.000	1.100,000.000

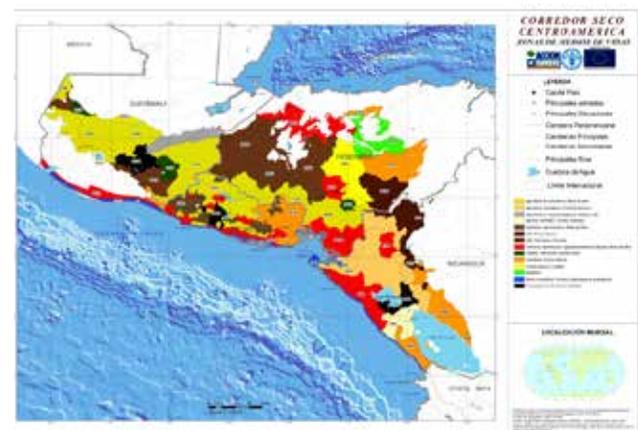
Fuente: CRS, 2012

8.4 Modalidades de producción

Las actividades agrícolas, según su escala, propósito y población relacionada con ellas, se asocia con distintos medios de vida. Hacia el norte y oeste de Centroamérica, se concentran la agricultura de subsistencia y mano de obra (polígonos en color mostaza), y en amarillo, granos básicos y madera, que ilustran parte del contexto de la producción del maíz y frijol en sus distintas modalidades y desde el punto de vista de su distribución geográfica

Fig. 11. Aglomerados de medios de vida en el CSC

Tomado de: FAO, 2012.



8.5 Unidades de producción pequeñas y de subsistencia

El sistema de producción combinado o mixto de estos cultivos es tradicional desde la época prehispánica. El cultivo de maíz y frijol en su mayoría lo realizan familias de pequeños productores en fincas con promedio de 3,5 ha, con una productividad promedio de 1,5 t/ha para maíz y 0,7 t/ha para frijol, lo que puede considerarse un rendimiento bajo, si bien requiere de 120 millones de jornadas laborales o “jornales”, por temporada, en la producción de maíz y frijol, para alcanzarlos (CRS, 2012).

La mayoría de las pequeñas explotaciones de estos cultivos se localizan sobre laderas y emplean los métodos tradicionales de tala y quema. En el caso de Honduras, el 80% de las tierras dedicadas a esta producción se encuentran en pendientes. El principal problema para los productores lo constituye la degradación del suelo, lo que unido a su fragilidad, reduce los rendimientos, afectando los medios de sustento de las familias productoras. A estas condiciones ya adversas, se añaden otros factores que dificultan la producción y agravan la pobreza que es común a muchos de estos grupos, entre los que destacan el aislamiento geográfico y los bajos niveles de educación, la insuficiencia o carencia de servicios e infraestructura básicos y productivos; la dificultad de acceder a créditos para la producción y otros propósitos, así como al acceso a los mercados de insumos y productos y la dependencia de la mano de obra familiar. Cuando se presentan eventos de sequía, se incorporan a este escenario complejo donde la vulnerabilidad de los productores, partiendo de todas las condiciones mencionadas, puede considerarse significativa. Las características de las condiciones de producción hace que los eventos de sequía afecten los medios de sustento y la SAN de millones de personas en la región (EPYPSA; 2009; CRS, 2012).

8.6 Características generales del entorno productivo de las familias rurales vinculadas con los cultivos de granos básicos

En los países del CA-4 de Centroamérica, el porcentaje de población rural varía desde 38% en El Salvador a 52% en Honduras y Guatemala. Del total de las familias rurales, el porcentaje de familias productoras de granos básicos pasa de 54% en El Salvador y Honduras a 67% en Guatemala, con un promedio de 62% general, para toda la región. La población rural no vinculada con la producción de granos básicos, equivale a un 38% del total. Se dedica a trabajos

asalariados y a otras actividades agrícolas y no agrícolas. En Guatemala el 61% de los productores de granos básicos son indígenas del altiplano. Los productores de granos básicos, especialmente de maíz y frijol, desde Guatemala hasta Nicaragua, producen en una superficie pequeña, en promedio, pequeña: 1.3 ha en Guatemala y El Salvador, 2.4 ha en Honduras y 2.8 ha en Nicaragua.

Los productores de granos básicos en esos países cultivan con fines alimenticios, para el sustento directo de sus familias. La comercialización sólo tiene lugar cuando hay excedentes o necesidades no alimentarias urgentes de cubrir. Sus ingresos en metálico son reducidos, con las siguientes diferencias entre países: el ingreso más bajo es el de los productores de Honduras (US \$ 72 /mes), le siguen Nicaragua (US \$91 /mes) Guatemala (US \$ 92/ mes) y El Salvador (US \$ 104 /mes). Con la contribución de los otros miembros de la familia (esposa, hijos e hijas), en algunos casos se logra adicionar ingresos por un valor promedio de US \$ 177 /mes. **Si estos valores se convierten a índices de ingreso por día por persona, se tiene que en el caso de El Salvador se logra sobrepasar la línea de indigencia, pero en ningún país, se supera la línea de pobreza** (FAO, 2012).

8.7 El sistema “maíz-frijol”, referente más importante de la producción de subsistencia en Centroamérica

El cultivo “maíz-frijol” es un sistema intercalado que aprovecha las condiciones climáticas y agroecológicas de la región, ya sea alternando entre cosechas o combinando en una sola, ambos cultivos (CRS, 2012).

Este sistema se ajusta al régimen de precipitación bimodal de la vertiente del Pacífico centroamericano, a partir de la estación seca de más o menos 5 meses desde diciembre a abril, que es seguida por la temporada de lluvias de mayo a noviembre, con el período de canícula entre julio y agosto (DGOA, 2012).

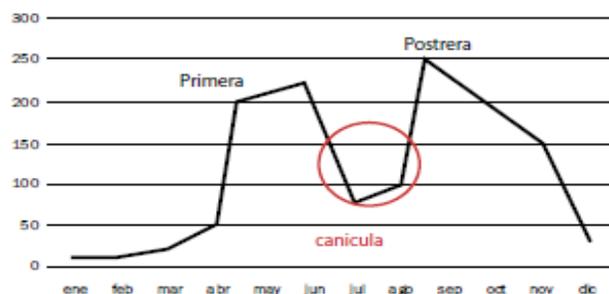
La primera temporada de siembra o “primera”, para los agricultores, coincide con la primera parte de la estación lluviosa, de mayo a julio (Fig. 12). En esta fase del sistema, se siembra maíz, que estará listo para ser cosechado en septiembre/octubre. Luego de la canícula, inicia la segunda temporada de lluvias, que tiene lugar en agosto e incrementa hacia septiembre, y se denomina “postrera”. Esta segunda parte de la época de lluvias se emplea para sembrar el frijol entre las matas de maíz ya bien desarrolladas. Este frijol se cosecha al final de la postrera. Algunos productores inclusive, plantan una segunda cosecha de maíz en este período.

En zonas más húmedas de Centroamérica se da una tercera temporada de siembra de estos cultivos, conocida como “apante” que inicia en diciembre/enero, para cosechar en febrero/marzo y se cultiva maíz o frijol, o ambos, pero no es usual que esto suceda dentro de la zona del CSC, precisamente porque la reducción en las lluvias afecta la posibilidad de germinación (CRS, 2012).

Efectos de la canícula o “veranillo” sobre el sistema maíz-frijol en el CSC y para la agricultura centroamericana en general:

- Es el principal factor asociado al riesgo climático para el pequeño productor y para el productor de subsistencia, en términos de las decisiones relacionadas con el manejo del ciclo del cultivo.
- Cuando la canícula es muy fuerte, se adelanta, respecto de lo usual o lo esperado, o se prolonga más de lo habitual, amenaza los cultivos, tanto en la primera como en la postrera.
- El maíz sembrado en la primera puede estresarse por un inicio temprano del período seco, teniendo más tolerancia a las altas temperaturas que a la reducción de la disponibilidad de agua.
- El frijol sembrado en postrera puede estresarse por la menor disponibilidad de humedad durante el período de crecimiento inicial, o, si se prolonga la canícula, su siembra deberá demorarse hasta que regresen las lluvias.

Fig. 12. Distribución de las cosechas según el comportamiento típico de la época lluviosa



Fuente: CRS, 2012.

A causa de esas circunstancias, el Foro del Clima de Centroamérica y en general, los servicios meteorológicos de la región, dan gran relevancia a la canícula, que es tema de predicción y discusión técnica en la sesión regular de abril (I FCAC) como parte de la perspectiva climática del período mayo-junio-julio, y luego, de nuevo en la de julio (II FCAC), correspondiente al período agosto-septiembre-octubre. Estas sesiones precisamente abordan entre sus contenidos, las fechas probables de inicio, duración y salida de la canícula en los países centroamericanos, para apoyar la toma de decisiones en el sector agrícola, y dentro de este, con gran relevancia, a los productores de maíz y frijol, por el enfoque SAN que se le da al proceso del FCAC.

8.8 La producción comercial de granos básicos en Centroamérica

Si se considera la producción de mayor escala, el sector agrícola está en estrecha relación con otros como el agroindustrial y el de producción de alimentos, gracias a las cadenas agroproductivas comerciales. En lo que se conoce como el “sector agrícola ampliado (SAA)”, la participación de la agricultura en el PIB es significativa: en Guatemala, Honduras y Nicaragua, el aporte estimado del SAA al PIB en el año 2004 superó el 30%. (EPYPSA, 2009). La importancia de la producción de granos básicos a escala nacional en algunos países, se pone en evidencia a continuación:

- *El Salvador.* Generan 33,8 millones de jornales durante la fase agrícola, lo que representa el 26,6% de la demanda total de mano de obra por parte de la agricultura. Sólo el maíz, aporte el 68% del empleo.
- *Panamá.* Los granos básicos crean fuentes de empleo para casi el 15% de los empleados en el sector agropecuario.
- *Guatemala.* En el estrato de pequeños productores de Guatemala, los granos básicos generan aproximadamente el 60% de la totalidad de empleos. A escala nacional, el maíz genera 37 millones de empleos por año, y representa el 73,4% del empleo generado por los granos básicos.

La siguiente tabla muestra en detalle las cifras de la producción de maíz y frijol por país en la región centroamericana (2008):

País	Empleo	Producción			
		Maíz		Frijol	
	% pob. ocupada en act. agrícolas	Valor producc (\$100 int)	Área Cosechada (has)	Valor producción (\$100 int)	Área Cosechada (has)
Costa Rica	15	n.d.	9.051	n.d.	12.017
El Salvador	19	37.479	259.763	41.366	94.624
Guatemala	36	92.674	795.000	40.760	140.000
Honduras	36	36.724	361.804	44.402	140.000
Nicaragua	29	50.231	348.473	69.840	231.558
Panamá	19	n.d.	50.590	n.d.	9.550
Centroamérica	26	217.108	1.824.681	196.368	627.749

Fuente: EPYPSA, 2009

Obsérvese cómo destaca el área dedicada al maíz en Guatemala y la de frijol en Nicaragua y el porcentaje de la población que en Honduras y Nicaragua está empleada en estas actividades.

No obstante, a pesar de la importancia cultural, histórica y alimenticia del maíz y el frijol, Centroamérica no es autosuficiente en la producción de ninguno de ellos para satisfacer el consumo interno, con excepción de Nicaragua, que produce todo el frijol que consume. En cuanto al maíz, más del 50% del que se consume es importado, lo que ha llevado en la actualidad a una alta dependencia de las importaciones, lo que en ciertas coyunturas ha llevado a la región a competir con la producción de hidrocombustibles y ha inducido un incremento en los precios del producto. El principal proveedor de maíz para Centroamérica es Estados Unidos. En el caso del frijol, la producción nacional en casi todos los países, no logra cubrir la demanda interna del producto, por lo que debe ser cubierta con importaciones intrarregionales (excedentes de producción) y extrarregionales. La producción de frijol en los países centroamericanos es consumida a nivel interno, por lo que las cantidades que se exportan son mínimas.

Por cultivo, Guatemala, El Salvador y Nicaragua son los principales productores de maíz de la región centroamericana. Guatemala produce el 45%, El Salvador, el 29% y Nicaragua produce el 17%. Honduras también es productor y consumidor, pero en menor grado. En el caso de Costa Rica y Panamá, la producción y el consumo son significativamente más pequeños que en el resto de los países.

En el caso de Guatemala, los altos costos de producción que resultan de la ineficiencia técnica con que se produce la mayor parte del maíz, redundan en altos precios al consumidor, con lo que ello puede representar para la SAN local y nacional. Esta es también la principal causa de las elevadas importaciones de maíz a Guatemala (EPYPSA, 2009).

En cuanto al frijol, se cosechan más de 600.000 hectáreas por año en toda la región. Nicaragua es el país que más área cosecha y el que más toneladas produce, al representar un 35% del total regional. Por lo contrario, en Costa Rica y Panamá, la producción de frijol es casi sólo de subsistencia. En Nicaragua se produce frijol prácticamente en todo el territorio a diferentes escalas: en la zona seca o cálida y áreas secas del norte, para siembra de primera y postrera; en la zona semi-húmeda (Pacífico e Interior Central) para siembra de postrera; en la zona húmeda para siembra de apante. La producción de frijol en Nicaragua ha pasado de aproximadamente 1,2 millones de quintales a casi 5 millones (dato de 2007, publicado en 2009). Esto se debe al incremento sustancial del área cosechada, no al aumento de los rendimientos, que se mantienen iguales desde hace más de una década (EPYPSA, 2009). En el año 2005 Nicaragua produjo el 42.5% de la producción total de frijol de Centroamérica y el mercado regional se ha convertido en su principal consumidor.

La mayoría de los productores de frijol en Nicaragua y de maíz en Guatemala, como en el resto de los países son de pequeña escala, con escasos recursos por lo que no tienen acceso a muchos insumos externos como fertilizantes, plaguicidas o semilla mejorada.

Los cultivos son muy vulnerables a daños causados por el clima e incidencias de plagas y no han alcanzado un buen desarrollo tecnológico entre el grueso de los productores que se dedican a esos granos.

Con respecto al consumo de maíz, se debe destacar que Guatemala, además de ser el principal productor de la región, es el principal consumidor y este producto constituye la base de la alimentación de los guatemaltecos. Le siguen el Salvador, Honduras y Nicaragua. En Costa Rica y Panamá el consumo es significativamente menor.

Igualmente, el frijol es uno de los productos principales de la dieta diaria de millones de centroamericanos y la principal fuente de proteínas a nivel regional, pero no todos consumen y producen la misma variedad de este grano, puesto que Nicaragua, Honduras y El Salvador producen y consumen frijol rojo, mientras que Guatemala y Costa Rica producen y consumen mayoritariamente el frijol negro.

Nicaragua es el principal consumidor de frijol en la región. En ese país ha sido cultivado históricamente, en función de la dieta alimenticia básica del nicaragüense, constituida por maíz, frijol y arroz. Otros países centroamericanos que también son importantes consumidores de frijol son El Salvador y Costa Rica.

9. Análisis de impactos por déficit de precipitación. Insumos para la prevención ante eventos de sequía.

En los últimos 30 años Centroamérica perdió US \$9,8 millardos por el impacto de desastres asociados con amenazas naturales. Más del 50% de esas pérdidas ocurrieron en el sector agropecuario. Específicamente en relación con la sequía, el 60% de los daños que produce los recibe este sector (EPYPSA, 2009). Como evidencia de los impactos regionales y nacionales asociados a la sequía, se adjunta la *Tabla de impactos reportados por las sequías en América Central*¹⁵.

El actual evento de sequía, asociado al fenómeno de El Niño, ha afectado significativamente a Nicaragua, que ha reportado esta como una de las peores sequías registradas en las últimas décadas, con daños en 107 municipios y una reducción de medio punto porcentual del PIB en las estimaciones de crecimiento para este año. Además, se prevé que provocará una pérdida de 2.4 millones de quintales en maíz blanco, arroz y maní en el actual ciclo agrícola, según datos del Banco Central de Nicaragua.

En Guatemala, la sequía afecta al 10% de las áreas productivas del país, y se estima preliminarmente una pérdida del 6% en la producción nacional de maíz, afectando a un total de 128.000 familias que puede crecer a 150.000 familias. Además, la situación también afecta grandemente a El Salvador y Honduras, lo que obliga a estos países a ser importadores de la producción agrícola de Guatemala.

En el caso de Honduras, se estima efectos adversos en el 70% de cultivos de maíz y 30% de frijol, y ha afectado a 11 departamentos en el denominado Corredor Seco. Belice reporta daños en el sector norte del país y se calculan en 30,000 los acres de maíz que han sido afectadas, y un alto riesgo de plagas y ácaros debido al periodo seco (Fuente: Proyecto Mesoamérica, Boletín, agosto de 2014).

9.1 La sequía como evento con potencial de daño y las áreas más propensas a su manifestación en Centroamérica

El 30% de la superficie centroamericana (15,6 millones de hectáreas), se localiza dentro de la franja del CSC. De la superficie total del corredor seco, un 7.5% se clasifica en zona de efectos de sequía severa, un 50.5% (un poco más de la mitad), se encuentra clasificada en zona de sequía de efectos altos y un 42% de la superficie está ubicada en zona donde la sequía es de efectos bajos debido a que son valles favorecidos por la precipitación o terrenos de elevación (cerros, laderas, etc.) donde, además, hay más probabilidades de lluvias por efectos orográficos; la evapotranspiración es menor como resultante de temperaturas más bajas; y se cuenta con la presencia permanente de nubes y neblinas, especialmente por las tardes y noches, que aportan a la precipitación en estos lugares.

Aunque toda la superficie de El Salvador está en el CSC, es el país más pequeño en superficie de Centroamérica y, además, es el país con menor superficie de zona con efectos severos de las sequías (4%). Honduras es el país que tiene más superficie conformando el corredor (42.1% de la superficie total del corredor). En este país, el corredor seco se caracteriza por precipitaciones irregulares y los periodos de canícula son más extensos, y se intensifican cuando está presente el fenómeno de El Niño, porque se reducen las lluvias en un 30 a 40%. Sin embargo, es Guatemala el país con mayor área (relativa: 11.8% y absoluta: 453,044 ha) de daño potencialmente severo, seguido de Nicaragua. Este país tiene el mayor porcentaje de tierras expuesto a efectos de daño potencialmente bajo (51.5%, 1,749.109 ha), pero la mayor superficie absoluta corresponde a Honduras (2,799.376 ha). (FAO, 2012).

15. Las fuentes empleadas fueron: CEPAL, 2001; Ramírez y Brenes, 2001; Lavell, C; Lavell A., 2010; UNICEF, 2010. Algunas fuentes no miden el impacto económico desagregado por sectores. En ciertos casos, es presumible que habrían existido otros impactos adicionales a los señalados, pero no fueron documentados.

Superficie y porcentajes de superficie afectados por la sequía, por país, en el CA-4

Grados de sequía y porcentajes								
Países	Bajo	%	Alto	%	Severo	%	Total general	%
Guatemala	1,470.685	38,3	1,917.015	49,9	453.044	11,8	3,840.743	24,1
El Salvador	665.728	33,7	1,231.529	62,3	78.649	4,0	1,975.905	12,4
Honduras	2,799.376	41,7	3,643.828	54,3	263.643	3,9	6,706.847	42,1
Nicaragua	1,749.109	51,5	1,253.616	36,9	392.050	11,5	3,394.775	21,3
Total general	6,684.899	42,0	8,045.987	50,5	1,187.385	7,5	15,918.271	100,0

Fuente: FAO, 2012

Según los efectos de la sequía y sus formaciones vegetales características en el CSC, tipológicamente se distinguen tres zonas (FAO,2012):

- Zona de efecto severo.** Precipitación pluvial reducida (800-1,200 mm/año) y con más de 6 meses secos por año, evaporación potencial alta, promedio mayor de 200 mm/mes, arbustales, sabana de graminoides con arbustos deciduos, bosques deciduos con muchas especies de hojas compuestas microfoliadas.
- Zona de efecto alto.** Precipitación pluvial media (1,200-1,600 mm/año, de 4 a 6 meses secos, evapotranspiración media, promedio alrededor de 130 mm/mes, bosques deciduos, sabana de graminoides con arbustos deciduos, pinares, bosques mixtos.
- Zona de efecto bajo.** Precipitación pluvial alta (1,600-2,000 mm/año), de 4 a 6 meses secos, evapotranspiración baja, promedio menor de 100 mm/mes, bosques deciduos, bosques siempreverde estacional (submontano, montano y altimontano), algunos pinares, bosques mixtos y bosques ribereños.

De las 57 **zonas de medios de vida** de Centroamérica, 47 están ubicadas en la franja del corredor seco. Los municipios del CSC han sido agrupados en tres categorías según la gravedad de la sequía. En el anexo 2 se adjunta la categoría correspondiente al grado severo (basado en FAO, 2012).

9.2 Algunos efectos de las sequías sobre la producción agrícola: impactos del déficit de la precipitación en los cultivos de maíz y frijol en Centroamérica

La severidad de las condiciones de sequía climática depende, además de la magnitud del déficit, de la persistencia de ese déficit en aquellos periodos que aportan mayores cantidades al total anual o estacional.

En Centroamérica estos meses pueden ser aquellos de interés para la temporada agrícola (mayo-agosto) o los meses de mayor aporte a la recarga hídrica (septiembre-octubre). Ese déficit es más relevante en sus impactos, en la medida en que pueda ocurrir en los meses clasificados como más lluviosos (Ramírez, P; Brenes, A.; 2001).

En relación con la agricultura y específicamente con la producción de granos básicos, la mayor amenaza originada por la sequía es la disminución de la humedad de los suelos, que es lo que da lugar a la sequía agrícola y eventualmente, cuando se hace crónica, a condiciones de aridez (CEPAL, 2001). Dados los resultados de escenarios de cambio climático recientes, la agricultura tenderá a enfrentar situaciones cada vez más complicadas por esas causas.

Se estima necesario el desarrollo de sistemas de riego que incrementen la eficiencia regional para que la producción agrícola siga siendo viable, dada su importancia tanto para la SAN como para la generación de empleo en el medio rural. No obstante, siempre se enfrentaría el desafío que plantean en conjunto: la reducción de totales anuales de precipitación (estimada en valores de un 10% a un 20%), de los acumulados mensuales durante la canícula (período julio – agosto), el aumento de la población, y las distintas fuentes de demanda de agua (industria, servicios, etc.), éstos son algunos de los principales factores que afectarían la disponibilidad de agua e inducirían una reducción en el nivel de agua de los acuíferos, lo que a su vez impactarían sobre las posibilidades de aplicar el riego en muchos lugares.

Sumado a lo anterior, las deficiencias en infraestructura para riego plantean otro obstáculo, pues el panorama tendería en general a incrementar la vulnerabilidad de las comunidades rurales más pobres y en particular la del pequeño productor (PNUD, 2008).

Los impactos de condiciones extremas tales como las sequías, sólo pueden ser adecuadamente comprendidos si se considera: la vulnerabilidad histórica acumulada en muchas áreas (asociada con desastres previos), la degradación ambiental, los deficientes medios y recursos de explotación de la tierra y el sobreuso de ésta, así como la dinámica socioeconómica de la población vinculada al agro. Las sequías hidrológicas y agrícolas ocurren tanto por variaciones climáticas como por actividades humanas (PNUD, 2008; CEPAL, 2009). Los eventos hidrometeorológicos extremos de las últimas décadas han incrementado la presión en el uso y cambio de uso de la tierra, el agotamiento de la frontera agrícola y la expansión urbana, reduciendo los suelos dedicados a la producción agropecuaria.

Cuando la lluvia presenta déficit en Centroamérica, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), tiende a ubicarse al sur de la región, más allá de su posición media durante los años de lluvias normales, por lo que el número de días con lluvia y las precipitaciones acumuladas disminuye. Estas condiciones son más notables durante los meses de verano del Hemisferio Norte, es decir, en el período junio-agosto.

Si las lluvias se reducen a niveles inferiores de lo normal con respecto al promedio histórico, esto tiene impactos en las necesidades hídricas de la población, los servicios y la producción. La aparición de “canículas” o “veranillos” prolongados a partir de junio impide el desarrollo de cultivos anuales que fueron plantados en mayo. La primera siembra puede perderse casi en su totalidad. El rebrote y crecimiento de pastizales es reducido y los cauces de agua no recuperan su nivel normal para junio. El acortamiento del segundo período de lluvias limita la segunda siembra solo a aquellas zonas en las que se pueda proveer riego para finalizar el cultivo.

La poca humedad disponible en el suelo y las temperaturas más altas en la estación seca se suman para reducir los niveles de agua en humedales y ríos, que luego deben enfrentar la época seca arrastrando ese déficit. Un aspecto muy importante además, es la alta evapotranspiración propia de las latitudes intertropicales, cuyo efecto sobre los cultivos es variable, pero puede ser importante dependiendo de la etapa de desarrollo de la planta y de la alternancia e intensidad entre eventos de lluvia y de déficit.

Otros impactos asociados con el efecto de períodos secos sobre los cultivos, incluyen los siguientes:

- Pérdida de semillas y dificultad para el laboreo.
- Aumento del efecto de la canícula sobre las cosechas de períodos de siembra iniciados en mayo, generando también demoras a la siembra de postrera (agosto). Esto sucede especialmente cuando se registra la recurrencia de períodos con más de 11 días secos consecutivos durante julio y agosto. En estos casos, el rendimiento de los cultivos de la temporada de mayo y agosto se ve reducido.
- Retrasos en la siembra de postrera (agosto a octubre), que reducen o demoran a su vez, los ingresos familiares, y pueden producir inseguridad alimentaria asociada a la desnutrición infantil.
- Disminución de los niveles de los acuíferos y de la humedad del suelo, que a la vez disminuyen la productividad, lo que puede prolongarse de forma variable, a corto y a largo plazo.
- Influencia negativa del aumento de temperatura sobre el balance hídrico, debido al aumento de la evapotranspiración, lo cual, aunado a la pérdida de cobertura vegetal del suelo y al aumento de la demanda hídrica de los cultivos en época seca, exacerba los impactos negativos derivados de la baja disponibilidad de agua

Además de los aspectos mencionados, debe considerarse la pérdida de calidad de vida entre la población, la reducción de puestos de trabajo, deserción escolar en las áreas rurales, deterioro de indicadores de salud pública, disminución de condiciones de higiene entre grupos en condición de pobreza extrema que son dependientes del agro. Esto consecuentemente provoca frecuentes episodios de diarreas y de enfermedades transmitidas por vectores, lo que unido a la desnutrición infantil y al mal almacenamiento del agua, puede tener consecuencias fatales.

Efectos del déficit hídrico sobre la producción de maíz:

<i>Impactos</i>	<i>Medidas que pueden tomarse¹⁷</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El rendimiento del maíz puede resultar afectado especialmente cuando hay períodos de sequía durante la fase de polinización. En Centroamérica, períodos de 12 a 16 días sin lluvia en esa fase pueden reducir los rendimientos hasta en un 90%, por la reducción de humedad disponible para la planta y las enfermedades oportunistas que esto puede ocasionar. 	<p>El daño sobre la producción brinda opciones al productor, pero a menudo, éstas no son sino consecuencias asociadas a pérdidas de variable gravedad. <i>Entre las decisiones que el productor toma, según sea el impacto de la sequía sobre la producción de maíz, están las siguientes:</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ En las primeras etapas de desarrollo se ve afectado el crecimiento del grano, su calidad y volumen. Más de 3 semanas sin lluvia en los primeros 30 días pueden obligar a resembrar, incrementándose los costos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buscar apoyo para mejorar el manejo agronómico que posibilite la conservación de la humedad. ▪ Migrar en búsqueda de nuevas fuentes de ingreso. ▪ Abandonar el cultivo. ▪ Introducir la siembras escalonada, donde no se practica. ▪ Incrementar la dosis de aplicación de insecticidas o fungicidas, para contrarrestar las plagas, pero esto incrementa los costos y no está al alcance de todos. ▪ Retrasar la siembra. ▪ Rotar los cultivos, para evitar el ataque de plagas y enfermedades. ▪ Disminuir las áreas de siembra por la escasez de disponibilidad de fuentes de agua. ▪ Recibir asistencia alimentaria, cuando la crisis llega al límite y esa ayuda existe como opción.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ En Guatemala las sequías han ocasionado pérdidas de hasta el 85% de las cosechas, lo cual impacta la SAN y afecta directamente la oferta de empleo y los ingresos de la población que vive de su jornal. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La prolongación de la canícula produce bajos rendimientos. Cuando se prolonga más de 40 días la falta de humedad en el suelo provoca pérdidas totales o parciales de la cosecha. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo condiciones climáticas irregulares es más probable que plagas y enfermedades afecten la planta. Las plagas más comunes en el maíz son: gusano cogollero, gusano barrenillo, tortuguilla y oruga. 	

Adaptado de EPYPSA, 2009

Efectos del déficit hídrico sobre la producción de frijol

En el caso del frijol, las plantas consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas. En estas etapas son más sensibles al déficit de agua, lo cual afecta seriamente los rendimientos, pero este es el único riesgo asociado a su desarrollo en un contexto de déficit hídrico (EPYPSA, 2009).

17. En el caso del riego, éste tiene costos que limitan de forma significativa el acceso a muchos de los grupos y comunidades extremadamente pobres y pobres. Esto induce poca producción y restricción en la variedad de alimentos.

10. Potencial de aplicación de SPI para la detección, monitoreo y alerta temprana de la sequía en la región centroamericana.

La generación y difusión de información agroclimática es considerada clave para la reducción de la vulnerabilidad y con ello también, de los impactos que afectan la SAN y otros ámbitos, incluyendo el de los recursos hídricos. Esa información es indispensable para desarrollar acciones y procesos como los que se requieren para las alertas tempranas (Jiménez, M, 2005). La información agrometeorológica puede ayudar a mejorar la planificación y con ello, el rendimiento de la producción de granos básicos. Obsérvese el “Calendario estacional y eventos críticos del maíz en Guatemala” (Fig. 13), en la que se muestran las épocas de siembra y cosecha, así como su dependencia de los períodos lluviosos. En caso de conocer si se espera alguna irregularidad en las épocas de precipitación, se pueden realizar ajustes en las fechas de siembra o de cosecha, para reducir el impacto sobre la producción (MFEWS, 2008).

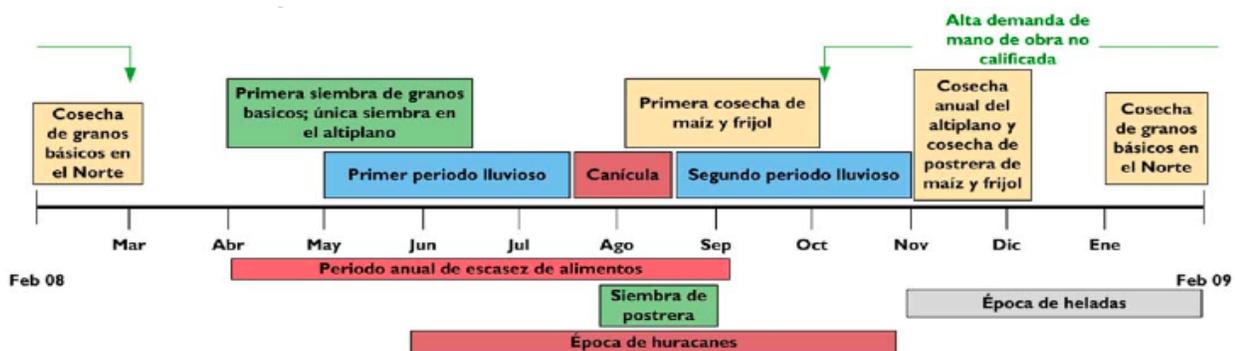
La producción de granos básicos, por su relación con el clima, requiere hacer coincidir las necesidades de desarrollo de los productos con las condiciones climáticas. Tanto el exceso como el déficit hídrico pueden afectar el rendimiento del cultivo. Incluso el momento en que se presentan las precipitaciones puede ser determinante, dado que, por ejemplo, el arroz es un cultivo que necesita mucho agua durante casi todo su desarrollo, sin embargo, si llueve durante la época de cosecha el producto se puede perder, ya que no se puede cosechar cuando las plantas

están mojadas. En el caso del maíz, entre los principales eventos que pueden afectarlo están las sequías, ya sea que se asocien o no con el fenómeno de El Niño. La recurrencia de las sequías afecta a un alto porcentaje de la región guatemalteca dedicada a ese cultivo. La mayoría de productores realizan el cultivo del maíz durante los períodos más intensos de la estación lluviosa, pero en años recientes, canículas prolongadas o episodios de sequía, han afectado el rendimiento del maíz, lo que se une a los problemas estructurales y tecnológicos de la producción entre la mayoría de los agricultores.

El rendimiento del maíz se ve afectado significativamente por la presencia de períodos de sequía de entre 12 y 16 días, especialmente si suceden durante la polinización, cuando pueden dar lugar a una reducción de rendimientos de hasta 90%. Para contrarrestar esta situación crítica, es importante disponer de tecnología de semillas con tolerancia genética a este tipo de estrés, así como el manejo agronómico que posibilite la conservación de la humedad.

Al respecto, incendios asociados a los períodos de sequía también afectan a la región. Cuando no ocurren directamente sobre los campos sembrados, igualmente se produce un daño indirecto, puesto que pueden afectar los ecosistemas, como sucedió durante el período de incendios a mediados de la década de 1990 y especialmente, durante El Niño de 1997-1998.

Fig. 13. Calendario estacional y eventos críticos del maíz en Guatemala.



Las áreas expuestas a sequía han incrementado en países como Guatemala, especialmente del lado del Pacífico y coincidentemente con las principales regiones dedicadas al maíz. También hay sequía en el oriente del país y en departamentos del norte, tales como Quiché y Baja Verapaz. En 2004, un evento de sequía produjo la pérdida de granos básicos en la costa sur, zona de oriente y norte de Guatemala. La información que presenta el calendario estacional de la página anterior (Fig. 13), corresponde a la zona guatemalteca fronteriza con Honduras y El Salvador. Esta información permite por ejemplo, medir el posible efecto de una amenaza, de acuerdo al momento del año en que ocurre. En esta zona los cultivos más importantes son precisamente los granos básicos y en especial, maíz y frijol. En los últimos años la zona ha presentado una mejor humedad, iniciándose el período de lluvias a mediados del mes de mayo. En el gráfico se observa que en esta zona, la canícula se presenta de julio a septiembre, en la forma de un período de reducción de las lluvias, pero a veces se prolonga, reduciendo los rendimientos.

10.1 La herramienta SPI y su aplicabilidad técnica en Centroamérica

10.1.1 ¿Qué es el SPI?

Existen varias metodologías que brindan índices para el monitoreo de la sequía como fenómeno climático (no de sus impactos). Entre ellos, el Índice Normalizado o Estandarizado de Precipitación, conocido como SPI (“Standardized Precipitation Index”). En 1993, McKee y sus colaboradores de la Universidad de Nebraska lo formularon y desde entonces, ha venido divulgándose, perfeccionándose y acoplándose con otros recursos, como el CPT (“Herramienta de Predicibilidad Climática”)¹⁶, que le dan mayor versatilidad para su “corrida” automatizada y aplicabilidad.

Es un índice basado en la probabilidad de precipitación para cualquier escala de tiempo, y sólo es dependiente de series históricas de precipitación, lo que hace posible identificar los impactos de la sequía en periodos de corto, mediano y largo plazo (McKee et al. 1995¹⁷). Más específicamente, se define como un valor numérico que

representa el número de desviaciones estándar de la precipitación caída a lo largo del período de acumulación de interés, con respecto a la media, una vez que la distribución original de la precipitación *ha sido transformada a una distribución normal* (de ahí el nombre de este índice) (AEMET)¹⁸. De acuerdo con Vicente- Serrano S. et al (2012) este índice convierte los datos de precipitación en probabilidades basadas en registros de largo plazo. Las probabilidades se transforman en series normalizadas con un promedio de 0 y una desviación estándar de 1. De este modo se define una escala de valores que se agrupa en tramos relacionados con el carácter de la precipitación.

Su principal ventaja sobre otros índices, consiste en que sólo requiere de las series históricas de precipitación para poder ser corrido, en tanto que otras metodologías hacen necesario disponer y alimentar datos de otras variables, que no siempre están disponibles o tienen la calidad y cantidad de datos requeridos. Además, a diferencia de otros índices, como el de Palmer, el SPI permite el análisis de los impactos de las sequías a distintas escalas temporales y la identificación de diferentes tipos de sequía. Esto es importante, tomando en cuenta que diferentes sistemas naturales y sectores económicos pueden responder a las condiciones de sequía en escalas de tiempo muy diferentes (Vicente-Serrano, S. et al; 2012).

Al aplicar el índice SPI es posible cuantificar y comparar las intensidades de los déficits de precipitación entre zonas con climas muy diferentes. Puede integrarse sobre un amplio rango de escalas temporales, lo que permite su uso como indicador de diferentes tipos de sequía, tanto aquellas que son de corta duración y que producen efectos principalmente sobre los sectores agrícola, forestal y pecuario, como para caracterizar sequías climáticas de larga duración conducentes a sequías hidrológicas (AEMET). Esto lo hace idóneo para aportar al análisis climático de un SAT de sequía de un cultivo. .

16. Elaborado por el IRI, Universidad de Columbia.

17. Citado por ETESA en <http://www.hidromet.com.pa/spi.php>; consultado en julio, 2014.

18. Consultado en: http://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/vigilancia_sequia/ayuda; julio 2014

10.1.2 ¿Para qué sirve el SPI?

El propósito del SPI es el de identificar las maneras en que el déficit de precipitación afecta a los diferentes sistemas de recursos hídricos (humedad del suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, etc.) y a aquellos que dependen de los primeros. Es decir, el SPI permite cuantificar ese déficit para diferentes escalas temporales y mediante ello, hace posible evaluar el impacto de la sequía sobre la disponibilidad de los distintos tipos de recursos hídricos. Por ejemplo, permite analizar las condiciones de humedad de los suelos, puesto que son sensibles a las anomalías (positivas o negativas) de la precipitación a corto plazo, así como también las reservas de aguas superficiales (embalses) y subterráneas (acuíferos), así como los caudales fluviales, responden a anomalías pluviométricas a largo plazo (AEMET)¹⁹.

10.1.3 Capacidades para la adopción del SPI en los SMN de la región

Desde el punto de vista técnico, la región cuenta con capacidad para iniciar un proceso de trabajo en la gestión del riesgo asociado a la sequía, en lo que corresponde a la gestión de la información como componente de ese proceso global. Partiendo de la experiencia nacional con que cuentan algunos países, como Costa Rica (IMN e ICE), El Salvador (DGOA- MARN) y Panamá (ETESA), que han desarrollado experiencia en la aplicación del SPI, y con el apoyo de iniciativas tales como el reciente Taller Regional para la aplicación del SPI, auspiciado por GWP y CRRH, se ha iniciado un proceso para mejorar las capacidades de monitoreo de la sequía en Centroamérica.

Desde el punto de vista de la disponibilidad de los datos, la región tiene capacidades para seguir adelante en la adopción del SPI, pero corresponde a los SMNs dar seguimiento, dentro de sus respectivas instituciones y a escala regional, mediante acciones como la multiplicación de capacidades para la aplicación del SPI, la actualización en las características de la herramienta, el reforzamiento del conocimiento corriendo o ejecución del programa por medio del CPT y el mejoramiento de las capacidades de interpretación de los resultados. Todo ello requiere disponer de tiempo, por parte de los funcionarios climatólogos.

19. Ibid.

11. Vacíos de información existentes, a nivel general, para el desarrollo de esquemas de SAT de sequías en los países centroamericanos.

En los países de la región usualmente se lleva un registro de los rendimientos de los cultivos, si bien ello depende de la capacidad para recoger esa información y de la relevancia que se da a cada cultivo en particular. Además, esto ocurre una vez se tiene la cosecha estacional respectiva. No obstante, no se practica un monitoreo del progreso de los cultivos a escala regional y nacional de forma permanente y enfocado en el comportamiento del clima. Únicamente cuando se pronostica un evento como en este caso, de sequía, los países suelen tomar acciones y dar avisos al respecto a la población.

Cuando suceden eventos severos que pueden afectar la producción agrícola, las instituciones nacionales informan de posibles consecuencias, información que puede o no alcanzar a todos los productores. En este sentido, puede ser que los más vulnerables, que habitan y producen en las regiones más aisladas, o que se dedican a la producción de subsistencia, no reciban la información y aviso de sequía, o que recibidos, no tengan opción para evitar el daño sobre los rendimientos. Al respecto, es importante tomar en cuenta que en regiones sin riego, donde la producción es de subsistencia y para consumo local, son pocas o ninguna las opciones ante el impacto esperable de una sequía. Esto se agrava cuando el impacto más severo del déficit ocurre una vez se ha sembrado y durante las fases de la producción más sensibles a la escasez de agua. Por otro lado, demorar la siembra no es siempre una opción para el productor, pues en realidad, no sabe cuándo lloverá y si depende de un mercado estacional para su producto, la postergación en la siembra lo podría perjudicar lo mismo que la sequía, en cuanto a la pérdida de los ingresos esperados de su cosecha.

Todo este contexto se brinda para plantear las limitaciones y opciones de un SAT para cultivos, en la medida en que la información necesaria para esos SAT no se reduce a los datos climáticos, su seguimiento y aviso, sino que se requiere de una estructura permanente (de información, infraestructura de riego y almacenaje, personal y productores capacitados, etc), que debe estar disponible para ese SAT. Como parte de ese SAT, la información climática para la toma de decisiones es sólo uno de sus componentes.

11.1 ¿Qué es un Sistema de Alerta Temprana o SAT?

El objetivo de la alerta temprana es habilitar a las personas involucradas para actuar oportuna y adecuadamente, reduciendo la pérdida de vidas y daños a la propiedad o al medio ambiente (EIRD, 2006).

La alerta temprana tiene cuatro elementos:

- 1) conocimiento de los riesgos
- 2) seguimiento técnico y servicio de alerta
- 3) comunicación y difusión de las alertas
- 4) capacidad de respuestas de los sujetos y/o actividades vulnerables (EIRD, 2006).

La componente climática, que se ha enfatizado en este análisis, participa de los tres primeros elementos, pero no le corresponde en exclusiva su desarrollo, dado que existen instancias oficiales, relacionadas con el riesgo, que tienen el mandato en cada país, de oficializar las alertas ante eventos. A menudo se desconoce que los SMNs brindan partes o “avisos”, que son valorados por las autoridades de emergencias y gestión del riesgo para luego convertirlos en “alertas”. Si es en la escala local, la instancia respectiva del ramo de la gestión del riesgo, es a la que corresponde esto último, usualmente, con el apoyo técnico del nivel institucional nacional.

Toda cadena de alerta temprana tiene un conjunto de elementos, que se ajustan según la amenaza, el ámbito o entorno que se desea proteger. Esos elementos incluyen los siguientes (EIRD, 2006):

- Detección y pronóstico de eventos extremos inminentes, a fin de poder formular alertas a partir de conocimientos y monitoreo científicos y del estudio de los factores que influyen en la intensidad y frecuencia de los desastres.
- Difusión de información de alerta, unida al suministro de información sobre el posible impacto, dirigida a las autoridades políticas, para su entrega a la población amenazada, incluyendo las recomendaciones pertinentes para la adopción de medidas.

- Respuesta a las alertas por la población en riesgo y las autoridades locales, a partir del adecuado conocimiento de la información y la posterior aplicación de las medidas de protección.

La alerta temprana y el seguimiento de la evolución de los eventos climáticos pueden ser gestionados en la forma de servicios de información basado en perspectivas climáticas, que en América Central surgen como producto de un foro técnico regional. Representan una contribución apreciable para la planificación de contingencia y de corto plazo, y proveen elementos para la planificación estratégica (Jiménez, M; 2005).

En el marco del Sistema de Integración Centroamericana el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), organismo especializado en climatología, hidrología y meteorología, compuesto por los SMNs, coordina el Foro del Clima de América Central, que brinda trimestralmente esas perspectivas climáticas, que son informes colegiados, producidos por los expertos nacionales y regionales.

Este foro aporta insumos fundamentales para las acciones sectoriales agrícolas y pecuarias, para la prevención, reducción del daño y respuesta ante eventos climáticos, como la sequía, que son promovidos por instituciones y organizaciones del sector agropecuario, incluyendo a las cámaras de productores, los ministerios de agricultura, y la Secretaría del Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC). Sin embargo, esto no es un SAT, sino un servicio periódico de información climática que permite a las instituciones mencionadas, dar avisos o incluso, alertas.

Debido a sus características, cada SAT es específico a la amenaza para la cual se da la alerta, pero también, a la actividad a la cual se desea proteger, gestionando su riesgo con ese SAT. Hay casos en los que se formulan SAT multiamenaza, pero son los menos, por la complejidad que involucran. Todo SAT requiere de sostenibilidad institucional y económica. Muchos proyectos han desarrollado experiencias SAT en el pasado, pero éstas no son sostenibles, debido a que al abrigo de proyectos, los fondos son suministrados por un período corresponde al ciclo de esa actividad. Si al terminar ese proceso, ninguna institución, permanente, oficial (del Estado) y con mandato, asume el SAT o al menos su coordinación directa, el proceso desaparece.

Para desarrollar un SAT sobre sequía se requiere de monitoreo e indicadores propios de la actividad: maíz, frijol, arroz u otro, el que sea sobre el cual se desea alertar.

Esto, dado que ese monitoreo y los indicadores deberán ajustarse a la actividad en cuestión, ser específicos de su desarrollo fenológico y de los momentos en que la disponibilidad de humedad sea o no crítica.

En el pasado se ha puesto en marcha sistemas SAT para el ojo del gallo en Costa Rica y actualmente, inicia un proceso similar para la roya, en café, a escala regional, que está en sus primeras etapas. Esto demuestra que hay experiencia en la formulación de procesos de alerta para cultivos por amenaza de plagas, en los que hay una componente climática. En esos casos, el SAT o “pronosticador”, se basa en modelos matemáticos que usan datos climáticos para predecir las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad en cuestión (Barquero, 2012). No obstante, no hay experiencias *regionales* de SAT para cultivos SAN, como maíz y frijoles, que cubran toda Centroamérica, si bien sí existen iniciativas sobre impactos probables en ese tipo de cultivos, como las que practica el sistema FEWS NET (Red de Sistemas de Alerta Temprana para la Hambruna, de USAID), que funciona como un sistema de información, específicamente para la SAN, en los países del norte de Centroamérica. El sistema FEWS está específicamente desarrollado para ese propósito, dado que se trata de un esquema para detectar condiciones que pueden causar precariedad en las condiciones de alimentación de la población²⁰. FEWS NET, auspiciado por USAID, se enfoca en prevenir crisis humanitarias.

En Centroamérica hay mucho conocimiento del clima regional y de su complejidad. La región cuenta con sistemas de monitoreo de la lluvia, pero no suficientemente bien distribuidos. Se carece además, de un sistema de pronóstico regional. Tampoco se cuenta con una red oficial con carácter permanente, específica para cultivos, sean SAN o no y que vincule a los SMNs, para la componente climática, por lo que se carece de una estructura apropiada para implantar el sistema, que además, tendría que incorporar a otras componentes de la institucionalidad nacional y regional, en cuanto a agricultura, SAN, agua potable, servicios de riego, u otros.

20. <http://www.fews.net/es/central-america-and-caribbean>

11.2 ¿Cuándo un déficit de lluvia se convierte en sequía?

Cuando el agua que hay no alcanza para sostener las actividades normales de una región o sector, por tanto, un SAT de sequía debe estar basado en *indicadores o umbrales* para la actividad en particular.

Actualmente, los SMNs trabajan en el monitoreo del clima, en procura de la implementación de herramientas como el SPI. Esto permitirá eventualmente, asociar eventos de sequía con los valores del umbral identificado para una actividad en particular, por ejemplo, para el cultivo del maíz.

En este momento es fundamental para ese proceso el diagnóstico de la información disponible en los países y la idoneidad de su formato para el *monitoreo* de lluvias, lo que si bien se relaciona con el pronóstico, constituye una actividad completamente distinta de aquél. Y más aún, el SAT es distinto al sólo monitoreo de lluvias, que cubre únicamente su componente climática.

El principal obstáculo en este momento, es la carencia de indicadores típicos para caracterizar los diferentes tipos de sequía, por ejemplo, si es agrícola; o por cultivo, si se desea que sea específica, como corresponde a la aplicación de un SAT; si es hidrológica y económica, dado que en sí mismos, los datos sobre el clima no son suficientes para implantar un SAT de sequía. Si bien puede monitorearse la lluvia, la alerta temprana es un proceso más complejo.

12. Recomendaciones de insumos necesarios para instituciones y actores clave en el establecimiento y operación de SAT de sequía

Considerando SAT de sequía basados en el monitoreo de la precipitación, que sirvan como herramienta para la toma de decisiones en gestión integrada del recurso hídrico, se proponen las siguientes recomendaciones:

12.1 Acerca de insumos y acciones necesarios para el establecimiento y operación de sistemas de alerta temprana de sequía

La principal conclusión de este estudio es que la información climática es esencial, pero no la única que constituye un SAT para un cultivo. *Debe determinarse si se desea crear estructuras SAT, orientadas a cultivos, o proporcionar, como hasta ahora, alertas, coordinadas por instituciones nacionales y regionales.*

La información hidrometeorológica ofrece una posibilidad de incrementar los rendimientos de los cultivos, y podría ayudar a mejorar la situación de seguridad alimentaria de la región, pero, *se debe determinar la factibilidad de los SAT, considerando su pertinencia en el marco institucional actual de cada país.*

De acuerdo con estos planteamientos y con base en lo que se ha presentado en este documento, se recomienda lo siguiente:

- Levantar un diagnóstico actualizado y detallado de la información disponible en los países y requerida para alimentar la componente climática de un SAT; verificando la idoneidad de su formato para el *monitoreo* de lluvias, en todos los países de interés.
- Dar seguimiento y apoyar a los SMNs para desarrollar las acciones que permitan la multiplicación de capacidades para la aplicación del SPI, la actualización en las características de la herramienta, el reforzamiento del conocimiento en la corrida o ejecución del programa por medio del CPT y el mejoramiento de las capacidades de interpretación de los resultados de estas herramientas, para cada contexto nacional y para el nivel regional.

- Si se desea promover el desarrollo de SAT nacionales o regionales para sequía, *debe propiciarse la creación de las condiciones necesarias para su debido funcionamiento*, lo que incluye:

En cuanto al aspecto institucional, de sostenibilidad del SAT y actores pertinentes:

1. *La institucionalización de los procesos relacionados con el SAT, para que tengan sostenibilidad técnica, política y económica a largo plazo.* Este aspecto es importante por dos razones: (1) sólo las instituciones con mandato de Estado, pueden asumir legalmente este tipo de tareas, por ejemplo, la divulgación de alertas ante el impacto de eventos dañinos, como en este caso, de sequías; (2) Sólo las instituciones del Estado cuentan con al menos, una estructura básica, técnica y de recursos que puede dar seguimiento a los procesos sin estar sujeta al financiamiento asociado al ciclo propio de los proyectos.
2. *Vincular las instancias necesarias en cada una de las escalas correspondientes a los actores que deben tomar parte del proceso para que resulte exitoso.* El nivel regional es el de la coordinación entre instituciones nacionales, pero es en el nivel nacional, donde se hace escalar el proceso y como parte de él, la información vital para que las alertas funcionen. El nivel regional es fundamental para el apoyo técnico entre actores, en este caso, los SMNs, pero éstos son los que trascienden hacia la relación con los actores subregionales dentro de los países (por ejemplo, direcciones regionales de las secretarías o ministerios de agricultura; representaciones regionales de las cámaras de productores, etc.), y luego, hasta la escala local y comunitaria, dependiendo del grupo meta de productores.

En cuanto a las oportunidades y opciones locales, nacionales y regionales reales para el desarrollo de SATs de sequía:

3. *Valorar la pertinencia del SAT desde el punto de vista de las experiencias previas en el sector agrícola.* Un SAT es más que un sistema de información: es una estructura permanente, en la que la información es

el recurso más valioso, pero su gestión depende de muchos actores *para convertirla en un sistema de alerta*. Es preciso determinar el número de eslabones que un sistema de esta naturaleza, requeriría, para cultivos como maíz o frijol, según cada contexto (cuenca, región) y en función de la actividad o cultivo de interés. *Además, determinar, para cada eslabón, los actores correspondientes*. En relación con los actores, es necesario a) identificarlos, en cada caso, cultivo o actividad y contexto (productores, gestores del agua, autoridades nacionales y locales, etc); b) determinar sus opciones, capacidades e interés en asumir parte de la gestión de este tipo de sistemas; c) determinar las posibilidades de integración de todos ellos al proceso.

4. *Levantar una sistematización de las experiencias de SAT o de sistemas de información orientados a la alerta por amenazas naturales para el sector agropecuario en Centroamérica*. Especialmente, identificar elementos comunes que tendría un SAT para sequía y por cultivo, con estas experiencias; identificar y detallar las buenas prácticas y lecciones aprendidas de estos procesos; su alcance, ya sea como sistemas de información o como SATs a cabalidad, si alcanzaron a constituirse como tales, entre otros aspectos. Esto ayudaría a determinar cuáles elementos de los sistemas de información o alerta previos pueden contribuir al éxito de un SAT de sequía; qué condiciones se deben evitar y cuáles, por novedosas, serían las de mayor riesgo y necesitarían de más atención en el diseño o formulación en este modelo de SAT. Un SAT de esta naturaleza, debe además considerar la posibilidad de dar seguimiento y hacer monitoreo de los medios de vida de grupos vulnerables, lo que le daría un carácter más completo; además, promover el establecimiento, donde sea posible, de sistemas de riego para granos básicos con enfoque de seguridad alimentaria, como parte de los recursos de respuesta ante eventuales períodos de sequía.
5. *Diagnosticar las expectativas de los productores de un cultivo dado, en relación con un SAT*. La perspectiva técnica es básica en el diseño y alimentación de un SAT, pero el insumo más importante para su diseño, *está en función de las expectativas de los productores. De no ser así, un SAT para respuesta ante sequías no funcionará, independientemente de la actividad económica o del cultivo al que esté orientado, porque los productores podrían no comprometerse con el proceso*. El compromiso va más allá del interés. Muchos al consultarles, mostrarían interés por estos

procesos, pero es importante determinar si: a) ¿Comprenden de qué se trata o en qué consiste un SAT para sequías? ; b) ¿qué aportarían como compromiso gremial, sectorial o individual, al proceso, para apoyar su realización y sostenibilidad? Tómese en cuenta que, especialmente en el caso de la sequía, la variabilidad en su recurrencia es un desafío, porque es aperiódica, pudiendo presentarse con frecuencia o demorar 2 ó 3 años o más, para retornar. Esto obliga a mantener a los actores involucrados al proceso; y como parte esencial de ellos, a los productores o responsables de la actividad para la cual se desea diseñar el SAT.

6. Determinar, con base en la información obtenida de los diagnósticos y otras actividades efectuados, *¿cuáles sistemas hídricos, dentro del CSC, son prioritarios, por su propensión a la sequía y por el tipo de actividad (maíz, frijol, otro) a la que están asociados? ¿Cuáles tienen las condiciones para implementar un SAT para evento de sequía? ¿Pueden vincularse con el proceso de desarrollo para la aplicación del SPI que llevan adelante los SMNs de la región?*
7. **Identificar, proponer y desarrollar un piloto, partiendo de estas recomendaciones, para aplicarlas y probar los elementos, su factibilidad y desempeño**. Esta acción permitiría valorar los recursos de que se dispone, su capacidad real de operativización, el interés de los actores, y también mostraría una iniciativa ya probada para que la cooperación internacional apoye otra subsecuente y permanente de mayor alcance.

12.2 Otras recomendaciones relacionadas con la sequía y la producción de maíz y frijol en América Central

- En el campo agronómico, se recomienda promover una mayor difusión de opciones tecnológicas de semillas, especialmente si son tolerantes genéticamente al estrés hídrico, así como de un manejo agronómico que posibilite la conservación de la humedad. No obstante, tanto por la debilidad y reducción en el extensionismo por parte de los Estados centroamericano como por los costos intrínsecos, estas son opciones limitadas a un grupo de productores, y no resuelven el problema de los productores ligados a la SAN de la mayor parte de la población rural.
- Específicamente en cuanto al monitoreo y de granos básicos, (dado que la magnitud de las pérdidas de rendimiento por golpes de calor depende del momento de incidencia del estrés y puesto que las

mayores pérdidas en ese rendimiento en el caso del maíz, ocurren alrededor de la floración), un SAT para reducir el impacto del déficit hídrico sobre el maíz, debe buscar especialmente, monitorear las lluvias en el período **correspondiente a esa fase fenológica** Facultad de Agronomía UB.

- En cuanto a la cooperación y apoyo al productor y en función de la realidad regional en SAN, las inversiones en agricultura deben ser dirigidas a apoyar los pequeños productores rurales de las áreas productoras de maíz y frijol. La producción, que ahora es en general baja, podría verse favorecida por medio de mejores prácticas agronómicas y del manejo del agua. Esto adquiere más importancia si se toma en cuenta cómo podría el cambio climático incidir en el comportamiento de futuras sequías y condiciones de

déficit hídrico en general en el CSC, por su influencia en el aumento de la temperatura y la posible modificación de los patrones de lluvia y de humedad.

- Ante lo que podría suceder por causa del cambio climático, la investigación debe dirigirse al estudio de nuevas variedades que sean resistentes al calor y la sequía, como parte de las medidas que se deben tomar en una estrategia para el sector agrícola.

13. Fuentes consultadas

Adame, J. (2013). Mejoramiento genético en variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) bajo el método de hibridación. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma De Guerrero. I Encuentro de Jóvenes Investigadores. CONACYT, México.

Alvarado, (2012). Sequía meteorológica en la vertiente del Caribe. Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas. Instituto Meteorológico Nacional.

Alvarado, L, (2014). Aportes al foro de discusión de seguimiento al I FCAC, 2014. Instituto Meteorológico Nacional. IMN.

ANAM, (2004). Informe del Estado del Ambiente. GEO Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente. Gobierno de Panamá.

Barquero, M. Sistema de alerta temprana para el ojo de gallo. En: ICAFE, Revista informativa. Unidad de Investigación, ICAFE. No. 2, año 6, (2012).

CEPAL, (2001). La sequía de 2001 en Centroamérica. Comisión Económica para América Latina.

CEPAL, (2005). Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza. ILPES, CEPAL. Serie "Manuales", No. 41

CEPAL, (2009). Istmo centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura LC/MEX/L.924/Rev.1. Comisión Económica para América Latina, Sede Subregional de México.

CNULD, (2011). Desertificación: una síntesis visual. Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD).

INETER, (2014). ¿Qué es la sequía? Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Gobierno de Nicaragua. Disponible en: <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/La%20Sequia/Sequia.htm>. [Consultado: 29 mayo de 1997]

CRS, (2012). Tortillas en el comal. Los sistemas del maíz y el frijol en Centroamérica y el cambio climático. Catholic Relief Services, CYAT, CIMMIT, H. Buffet Foundation. Baltimore.

CRRH, (2014). Perspectiva del Clima de América Central. I y II FCAC: Foros del Clima de América Central. Resultados. Documento de divulgación.

DGOA, (2012). Boletín especial. Comportamiento climatológico durante la influencia de la canícula del mes de junio y julio de 2012 del 01 de junio al 31 de julio de 2012. Análisis comparativo de diferentes índices de sequía para aplicaciones ecológicas, agrícolas e hidrológicas. Dirección General del Observatorio Ambiental, Gerencia de Meteorología.

EIRD, (2006). Desarrollo de Sistemas de alerta temprana: Tercera Conferencia Internacional Sobre Alerta Temprana. Del concepto a la acción 27 a 29 de marzo de 2006. Bonn, Alemania.

EPYPSA, (2009). Beneficios económicos de la información hidrometeorológica oportuna en Centroamérica. Estudios de caso. Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (PREVDA).

FAO, (2001). El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz. Guatemala. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (FAO), IPGRI En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y3841s/Y3841s00.pdf>

FAO, (2012). Estudio de caracterización del corredor seco centroamericano. Países CA-4. Tomo1. Acción contra el Hambre, Unión Europea, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia

García, E., et al. 2009. Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teutsepe y San Lorenzo, del Departamento de Bocao, Nicaragua. IICA. Nicaragua, 2009. Recuperado de: <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/80519e35556c0d6e5f3741e45f04cb81.pdf>

IMN, (2008). Clima, variabilidad climática y cambio climático. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio de Ambiente. Gobierno de Costa Rica.

IMN, (2009). Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Reporte para la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). IMN, PNUD.

INETER, (2014). ¿Qué es la sequía? Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Gobierno de Nicaragua. Disponible en: <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/La%20Sequia/Sequia.htm>.

Jiménez, M, (2005). El Niño y el sector agropecuario centroamericano: alerta, impacto y respuesta. COMUNIICA On line. Edición Nº 2, II Etapa, abril, 2005. En: <http://repiica.iica.int/docs/B0451E/B0451E.PDF>

Mansilla, E. (2010). Elementos y patrones constitutivos del riesgo de sequía en América Central. Global Assessment Report. UNISDR.

McKee, T.B., et al. (1995). Drought Monitoring with Multiple Time Scales. Proc. 9th Conf. on Applied Climatology, January 15-20, 1995, American Meteorological Society, Boston, Massachusetts, pp. 233-236. Citado por Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá, S.A. Disponible en: <http://www.hidromet.com.pa/spi.php>

MFEWS, (2008). Perspectiva de Seguridad Alimentaria, julio a diciembre 2008. USAID, Mesoamerican Famne Early Warning System (MFEWS).

NOAA, S.F. Cold and warm episodes by season. Disponible en: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml.

Otegui, M., et al. (2012). Altas temperaturas en maíz: respuestas fisiológicas y manejo del cultivo. María E. Otegui, Juan I. Rattalino Edreira (CONICET) y Mariano Cicchino (INTA). JORNADA DE EXTENSIÓN – UNR CONICET. Rosario – 3 y 4 de julio de 2013. Facultad de Agronomía UBA, IFEVA-CONICET.

PNUD, 2008. Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba. Síntesis regional. PNUD, GEF. En: http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/cc_cmc_regional.pdf

Proyecto Mesoamérica. (2014). Países centroamericanos buscan soluciones para enfrentar sequía. Boletín mensual. Agosto. Disponible en: <http://www.proyectomesoamerica.org/joomla/Boletin2014/BInterno422014.html>

Ramírez, P; Brenes, A.; (2001). Informe sobre las condiciones de sequía observadas en el Istmo Centroamericano en el 2001. Sistema de la Integración Centroamericana - Comité Regional Recursos Hidráulicos.

Ramírez, P., (2013). Desarrollo de Capacidades en apoyo a las Políticas Nacionales de Gestión de Sequías: el caso de los países centroamericanos. Ponencia para el Taller Regional para los países de América Latina y el Caribe. 04-06 Diciembre 2013, Fortaleza, Brazil.

Retana, J. *Un sistema de alerta temprana de sequías basado en el fenómeno El Niño: en ruta hacia la adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático.* Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. Disponible en: Revista Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. IMN-MINAE. Vol. 12, diciembre (2013). ISSN 1409-2034. San José, Costa Rica.

Reyes, E., et al. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Centro de Estudios Prospectivos. Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 3, Nueva época, septiembre–diciembre 2008, ISSN 1870–8196.

SESAN, (2013). Impacto de la canícula prolongada en la población de infra y subsistencia del corredor seco de Guatemala. Febrero, 2013. SESAN, Gobierno de Guatemala, OXFAM, FEWS NET.

Sadoff, C., Müller, M. (2010). La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: efectos anticipados y respuestas esenciales. Comité Técnico. Global Water Partnership (GWP). TEC Background Papers, No. 14.

UNICEF, (2010). Guatemala: La tormenta perfecta. Impacto del cambio climático y la crisis económica en la niñez y la adolescencia. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF, Guatemala.

Vicente-Serrano, S. et al; (2011). Análisis comparativo de diferentes índices de sequía para aplicaciones ecológicas, agrícolas e hidrológicas. Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. ARAID-Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zurich. En: <http://fundacion.usal.es/conaec/pendrive/ficheros/ponencias/ponencias2/43-Extremos.pdf>

14. Anexos

14.1. Anexo 1. Impactos de eventos de sequía en Centroamérica desde 1997

14.2. Anexo 2. Municipios potencialmente afectados por la sequía en grado severo, localizados por país dentro del CSC (FAO, 2012)

14.3. Anexo 3. Glosario de términos

14.4. Anexo 4. Mapas de los municipios del CSC en el CA-4 (FAO, 2012)

14.1 Anexo 1. Impactos de eventos de sequía en Centroamérica desde 1997

Evento	Región /país	Sector/Categoría	Daños identificados
El Niño 1997-1998	Centroamérica y el Caribe	Cereales, frijol	15 – 20% menos de cereales y frijoles en 1997, en comparación con 1996
El Niño 1997-1998	Centroamérica	Forestal	Desde enero de 1998 se informó de incendios forestales en México, Guatemala, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Costa Rica. Se estimó que se quemaron 2,927.927 hectáreas, equivalentes al 60% de todo el territorio costarricense.
El Niño 1997-1998	Centroamérica	Agricultura	US \$475 millones de dólares (58% en el sector agropecuario).
El Niño 1997-1998	Costa Rica	Recursos Hídricos	Las aguas de los ríos y quebradas bajaron a su peor nivel en 16 años.
El Niño 1997-1998	Costa Rica	Damnificados y otros afectados en sus medios de vida	29.5% de la población del país fue afectada directamente. De estas un 0.5% (16.179 personas) fueron damnificadas y el 29% restante (942.261 personas) ubicadas principalmente en la Región Chorotega y Región Huetar Norte , sufrieron pérdidas económicas por bajos rendimientos en sus actividades agropecuarias.
El Niño 1997-1998	Costa Rica	Varios (Esp. Agricultura)	US \$93 millones en pérdidas.
El Niño 1997-1998	El Salvador	Agricultura	US \$33 millones (severo impacto en la producción de café, azúcar, pesca artesanal y de camarón).
El Niño 1997-1998	El Salvador	Granos básicos	US\$ 132 millones en daños.
El Niño 1997-1998	El Salvador	Maíz	7,7 millones de quintales perdidos.
El Niño 1997-1998	Guatemala	Biodiversidad	En Petén los incendios destruyeron la flora y la fauna en más de 65.000 hectáreas. No se midió el impacto sobre los sistemas de recursos hídricos.
El Niño 1997-1998	Guatemala	Pecuario	El subsector pecuario no sufrió mayores daños por déficit de lluvias de mayo a octubre de 1997, pero se observaron los efectos dañinos en la época seca de enero a junio de 1998, debido a menor disponibilidad de áreas de pasto.
El Niño 1997-1998	Honduras	Forestal	20.000 hectáreas y 2,4 millones de pinos se quemaron en unos 145 incendios
El Niño 1997-1998	Honduras	Salud	El cólera elevó de 190 a 210 sus víctimas solo en la zona hondureña fronteriza con Nicaragua; 9 fallecidos. La falta de higiene durante el periodo de impacto de El Niño sugiere posible asociación de la epidemia con la falta de agua.
El Niño 1997-1998	Nicaragua	Recursos Hídricos	El Consejo Municipal de Matagalpa declaró estado de emergencia debido a la escasez de agua que afectó a una población superior a 100.000 habitantes.
El Niño 1997-1998	Nicaragua	Café	US \$250.000 (12% producción).
El Niño 1997-1998	Nicaragua	Maíz	Pérdida de cerca del 80% de la producción prevista en las zonas más afectadas por la sequía. Alrededor de 9.500 familias de 27 municipios de la costa del Pacífico necesitaron de ayuda alimentaria y apoyo para rehabilitar las actividades agrícolas.
El Niño 1997-1998	Panamá	Recursos hídricos, electricidad	Racionamiento de energía eléctrica y agua potable.
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Damnificada	Entre 600.000 y 1,505.275 personas afectadas por hambre e inseguridad alimentaria (791.970 en Honduras, 412.064 en El Salvador, 610.000 en Nicaragua. Al norte y noroeste del país y 113.596) en Guatemala, 700.000 de ellos con necesidad urgente de alimentos: se estima que perdieron entre el 50 - 100% de sus cosechas. En Chiquimula se reportaron 41 muertos, 113.596 afectados y US \$14 millones en pérdidas. En Choluteca, 195 mil afectados.

Evento	Región /país	Sector/Categoría	Daños identificados
Sequía 2001	Centroamérica	Producción Industrial (pérdida en procesamiento y comercialización por reducción de volumen)	US \$1,517.413.000 (entre los países, los más afectados fueron Honduras, que perdió US \$541.980.000, equivalentes al 36% de las pérdidas regionales; Nicaragua, con US \$490,220.000, el 32% del total regional).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Maíz	12% de la producción regional se perdió (los países más afectados, en su orden, fueron: Honduras, 23%; El Salvador, 16%; Panamá, 15%).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Frijol	14% de la producción regional (Honduras, 35% de su producción nacional; Nicaragua, 21%).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Arroz	10% de la producción regional (Panamá perdió el 17% de su producción nacional).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Sorgo	18% (Honduras, 60% de su producción nacional).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Café	45 millones de jornales (175.000 empleos).
Sequía 2001	Centroamérica, Panamá y Belice	Granos básicos	30% de la superficie dedicada al cultivo de granos básicos (las zonas de mayor afectación ocurrieron en el extremo occidental y oriental de la costa del Pacífico en Guatemala, en el oriente de El Salvador, el sur, centro y centro-oriente de Honduras, el noreste y centrosur de Nicaragua (Nueva Segovia, Madriz, Estelí), así como en la provincia de Guanacaste de Costa Rica (<i>Puede observarse con claridad una coincidencia de estas zonas con aquellas que acusaron disminuciones de la precipitación</i>))
Sequía 2001	Honduras	Agua potable	1,8 millones de personas afectadas (racionamiento de 10-14 hrs/día). Distribución de agua mediante camiones cisterna por US\$ 900.000, entre junio de 2001 y junio del 2002; pérdidas por reducción de ingresos por servicio de agua potable estimadas en alrededor de \$2.1 millones)
Sequía 2002	Honduras (Soledad)		82,000 afectados
Sequía 2004	Honduras (Choluteca)		137,500 afectados
El Niño 2009	Guatemala (Baja Verapaz, El Progreso)	Nutrición, agricultura de granos básicos, empleo	2,5 millones de personas afectadas (no indica tipo de daño); 24% de población femenina de 10 a 19 años resultó con desnutrición severa; la lluvia se redujo 33% en comparación con 2008. Producción de frijol, sorgo, maíz, yuca, se redujo en más del 50%; 25,6% de hogares reportaron pérdida de empleo como consecuencia de la sequía.
El Niño 2009	Honduras (El Paraíso, Francisco Morazán)		250.000 afectados
El Niño 2012	Guatemala	Varios	Sequía severa (4 departamentos). El Progreso, Zacapa, Guatemala y Sololá. Sequía fuerte (10 departamentos). Huehuetenango, Quiché, Baja Verapaz, Totonicapán, Jalapa, Santa Rosa, Sacatepéquez, Chimaltenango, sur de Alta Verapaz, y algunas partes de Escuintla. Sequía Leve (8 departamentos). Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Jutiapa, Chiquimula, norte de Quiché y Alta Verapaz, así como sectores dispersos de Petén.
El Niño 2012	Honduras	Varios	Los departamentos de Choluteca, Valle, región sur de El Paraíso, región sur de Francisco Morazán, fueron los más afectados, presentado entre 35 y 45 días sin lluvia.

14.2 Anexo 2. Municipios potencialmente afectados por la sequía en grado severo, localizados por país dentro del CSC (FAO, 2012):

País	Municipios	Condición
Guatemala	Estanzuela, Asunción Mita, Huité, Guastatoya, Cabañas, San Manuel Chaparrón, San Agustín, Gualán, Jerez, Cabañas, El Progreso, Cubulco, Zapotitlán, San Pedro Pínula, Comapa y San Pedro Ayampuc, Sanarate (centro-norte), El Júcaro, Zacapa (centro-noroeste), Morazán (centro-sur), San José del Golfo (centro-norte), San Luis Jilotepeque (centro-este), Ipala (noroeste y noreste), Chuarrancho (norte y este), Sansare (noreste), Agua Blanca (sur), Teculután (sur), Pachalum (centro-sureste), Usumatlán (sureste), Chiquimula (este), Santa Catarina Mita (este y porción noroeste), Monjas (centro-este), San José La Arada (suroeste y porción noreste), Granados (sur), Atescatempa (noreste), San Antonio La Paz (noroeste), San Diego (centro y oeste), Río Hondo (sur), Salama (sur y centronorte), El Chol (sur), Jocotán (centro de este a oeste), Rabinal (centro), Camotán (diagonal de suroeste a noreste), San Jerónimo (noroeste), San Jacinto (este), Quetzaltepeque (centro-noroeste), San Raymundo (porción norte), San Miguel Chicaj (porciones centro este y centro oeste), San Juan Ermita (porción oeste), San Juan Sacatepéquez (porción norte), y en muy pequeñas áreas afecta a los municipios de: Acasaguastlán (sur), Jutiapa (porción noreste), San Martín Jilotepeque (porción noreste), Cubulco (porción centro este).	En Guatemala el 11.8% del área del CSC se clasifica como de potencial de daño severo y corresponde a 54 municipios.
El Salvador	San José, Bolívar, Comarcarán, Meanguera del Golfo, San Antonio Pajonal (norte y este), San Alejo, Metapán (oeste), Yucuaiquín, San Miguel (centro-este), San Lorenzo (norte), Santa Rosa Guachipilín (oeste), Masahuat (noroeste), Pasaquina (oeste y sureste), San Idelfonso (sur), Santa Rosa de Lima, Texistepeque (norte), La Unión (norte), Conchagua (norte); también son afectadas pequeñas áreas: Uluazapa, Ahuachapán (norte), Santiago de la Frontera (norte), San Miguel y Apastepeque y San Vicente (norte).	El Salvador sólo un 4% del área total del corredor es afectado potencialmente por la sequía en el grado severo (25 municipios).
Honduras	La Venta, Alauca, Liure, San Antonio de Flores, Oropolí, Orocuina, San Matías, Morolica, Yauyupe, Vado Ancho, Apacilagua, Amapala, Duyure, Pespire, Morocelí, Texíguat, Villa de San Antonio, Sabanagrande y pequeñas áreas de: San Isidro, Alianza, El Paraíso, Yuscarán, Sulaco, Aguanqueterique, Goascorán, Mercedes de Oriente, Potrerillos, Soledad, Comayagua, San Antonio del Norte, Jacaleapa, San José, Marale, Reitoca.	En 3.9% del área de Honduras, la sequía potencialmente afecta en forma severa (34 municipios).
Nicaragua	Santa María, San Isidro, Ciudad Darío, Palacagüina, Sébaco, Santa Rosa del Peñón, El Jícaral, Somoto, Ciudad Sandino, San Francisco Libre, Ciudad Antigua, Mateare, Managua, Tipitapa, Terrabona, Ocotal, Macuelizo, Mosonte, Yalagüina, Condega, La Trinidad, Estelí, Totogalpa, San Lucas, Teustepe, El Crucero, Telpaneca.	En el 11.5% del área de Nicaragua, la sequía afecta de forma severa (27 municipios).

14.3 Anexo 3. Glosario

Agrológicas (condiciones). Relativas a la agrología, que es la parte de la agronomía que estudia el suelo en sus relaciones con la vegetación. Fuente: Diccionario de Agronomía, Glosario.net. Disponible en: <http://ciencia.glosario.net/agricultura/agrolog%EDa-10612.html>

Arco Seco. Región panameña correspondiente a las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos y a parte de la provincia de Veraguas, cuya vulnerabilidad a la sequía es similar a la del Corredor Seco Centroamericano. La región del Arco Seco presenta un clima de sabana tropical y un promedio anual de precipitación de 1,054 mm. En la época lluviosa, muestra períodos de sequía hasta de 20 días. Sus períodos de sequía más prolongados han coincidido con la manifestación del fenómeno de El Niño. Fuente: ANAM, 2004. Informe del Estado del Ambiente. GEO Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente. Gobierno de Panamá.

Cambio climático. Modificaciones en el promedio del clima o la variabilidad de sus propiedades y que persiste por un periodo extenso de tiempo, normalmente por décadas o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos o forzantes externas, o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. No obstante, esta definición del IPCC, difiere de la establecida por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), que define el cambio climático como “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 periodos comparables de tiempo”. De esta manera, la Convención diferencia el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica de la variabilidad climática atribuible a causas naturales. Fuente: Instituto Nacional de Ecología, México. Disponible en: <http://cambioclimatico.inecc.gob.mx/comprendercc/queeselcc/queeselcc.html>

Canícula. Período seco de corta duración (dos a tres semanas usualmente), que tiene lugar dentro de la estación lluviosa. Puede presentarse en los meses de julio o agosto. Está asociado con factores atmosféricos y oceánicos, entre los que destaca el reforzamiento del viento sobre el Mar Caribe, lo que tendría implicaciones en la intensidad de los periodos caniculares en Costa Rica. La definición técnica convencional de canícula expresa

un aumento período de la temperatura ambiental, pero en Centroamérica se ha tendido a emplear para dar a entender la presencia de un período usualmente corto, aunque de duración variable, durante el cual se reduce la precipitación. Fuentes: Alvarado, L. Aporte técnico al Foro del Clima de América Central, II FCAC-2014, San Salvador, El Salvador; Naranjo, J., Stolz, W. El Índice Estandarizado de Precipitación y sus aplicaciones en Costa Rica. En: Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. Revista. IMN-MINAE. Volumen 12, diciembre 2013. ISSN 1409-2034. Disponible en: <http://www.imn.ac.cr/publicaciones/TopMet122013.pdf>

Corredor Seco Centroamericano. Grupo de ecosistemas localizados en la ecorregión del bosque tropical seco de Centroamérica. Dicha ecorregión inicia en Chiapas, México y sigue una franja por sobre las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y la región central premontana de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y parte de Costa Rica (hasta Guanacaste). En Honduras, el CSC se extiende a través del centro y occidente del país, hasta aproximarse a la costa caribeña. Fuente: FAO, 2012. Estudio de caracterización del corredor seco centroamericano. Países CA-4. Tomo1. Acción contra el Hambre, Unión Europea, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

Desnutrición. Estado patológico resultante de una dieta deficiente en uno o varios nutrientes esenciales o de una mala asimilación de los alimentos. Entre los síntomas se encuentran: emaciación, retraso del crecimiento, insuficiencia ponderal, capacidad de aprendizaje reducida, salud delicada y baja productividad. Fuente: **PESA Centroamérica.** Guía de Búsqueda y Referencias Bibliográficas. Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Agencia Española de Cooperación (AECID). Disponible en: http://www.pesacentroamerica.org/pesa_ca/conceptos.php

El Niño – Oscilación del Sur (ENOS). Patrón oceánico atmosférico de variabilidad natural. Este fenómeno se presenta a lo largo del Pacífico Ecuatorial y se caracteriza, principalmente, por la variabilidad de la temperatura superficial del océano, la circulación de los vientos alisios y la profundidad de la termoclina o capa de mezcla. El fenómeno no se presenta de manera periódica, sino que lo hace de manera irregular, con ciclos que se presentan cada 2 a 7 años. El fenómeno se puede presentar en tres fases muy distintas entre sí: Neutral, fría o “La Niña”, y cálida o “El Niño”. La presencia de un evento “El Niño”

puede afectar de manera considerable los patrones de precipitación y temperatura, pero los primeros, pueden variar en cada región, de acuerdo a la intensidad del fenómeno. Fuente: SMN- CONAGUA. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=270&Itemid=167

Hambre. Según la Real Academia Española, Hambre es la Escasez de alimentos básicos, que causa carestía y miseria generalizada. Si se relaciona con el concepto de seguridad alimentaria, el hambre entendida así es más visible, más urgente. Se entiende sin lugar a dudas que afecta biológica y psicológicamente a la persona y a su descendencia. Fuente: PESA Centroamérica. Guía de Búsqueda y Referencias Bibliográficas. Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Agencia Española de Cooperación (AECID). Disponible en: http://www.pesacentroamerica.org/pesa_ca/conceptos.php

Hambruna. Resultado de una secuencia de procesos y sucesos que reduce la disponibilidad de alimentos o el derecho al alimento, causando un aumento notable y propagado de la morbilidad y mortalidad. Fuente: PESA Centroamérica. Guía de Búsqueda y Referencias Bibliográficas. Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Agencia Española de Cooperación (AECID). Disponible en: http://www.pesacentroamerica.org/pesa_ca/conceptos.php

Inseguridad Alimentaria. Insuficiente ingestión de alimentos, que puede ser transitoria (cuando ocurre en épocas de crisis), estacional o crónica (cuando sucede de continuo). Fuente: PESA Centroamérica. Guía de Búsqueda y Referencias Bibliográficas. Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Agencia Española de Cooperación (AECID). Disponible en: http://www.pesacentroamerica.org/pesa_ca/conceptos.php

Medios de vida. También llamados sistemas de sustento, comprenden los activos, las actividades, y el acceso a ambos que requiere un individuo u hogar para poder vivir. El concepto de “activo” incluye las diferentes categorías de capital asociadas con la producción, del siguiente modo: a) capital natural: el medio ambiente, la base de recursos naturales, que proporciona productos utilizados por la población para su supervivencia; capital físico: activos generados en los procesos de producción económica, tales como herramientas, máquinas, mejoras en las

propiedades, etc.; capital humano: el nivel educativo y el estado de salud de individuos y poblaciones; b) capital financiero: comprende los ahorros en metálico y el acceso al crédito; capital social: las redes sociales y asociaciones en las cuales la gente participa, y de las cuales pueden obtener sustento o apoyo.

Los medios de vida son sostenibles cuando sirven para hacer frente las crisis, y recuperarse de éstas, cuando pueden mantener o aumentar sus activos y el acceso a estos, y ofrecer beneficios netos a otros medios de subsistencia, a nivel local o más amplio, tanto en el presente como en el futuro, sin comprometer la base de los recursos naturales existentes.

El término “medios de vida” proviene de la teoría de los medios de vida, del investigador Robert Chambers, quien la presentó en la década de 1980 y la siguió desarrollando en la década siguiente con otros expertos. Desde entonces, muchas agencias de desarrollo han adoptado conceptos relacionados con su teoría y han promovido su aplicación generalizada, reconociendo su utilidad para el análisis del medio rural, y para el diseño de políticas y estrategias para la reducción de la pobreza en áreas rurales. Fuente: PESA Centroamérica. Guía de Búsqueda y Referencias Bibliográficas. Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Agencia Española de Cooperación (AECID). Disponible en: http://www.pesacentroamerica.org/pesa_ca/ref_san_medios.htm

Seguridad alimentaria. Es la existencia de condiciones que posibilitan a los seres humanos tener acceso físico, económico y de manera socialmente aceptable a una dieta segura, nutritiva y acorde con sus preferencias culturales, que les permita satisfacer sus necesidades alimentarias y vivir de una manera productiva y saludable. Estas condiciones son: (a) la disponibilidad física de alimentos en cantidades y calidad suficientes a través de la producción del país y de las importaciones (incluida la ayuda alimentaria). (b) El acceso de todas las personas a los alimentos por medio de la disponibilidad de recursos económicos y de otra índole para adquirir alimentos nutritivos, sanos y en la cantidad apropiada. (c) El logro de un nivel de bienestar nutricional en el que se satisfagan todas las necesidades fisiológicas, gracias a una alimentación adecuada, disponibilidad y acceso de agua potable, sanidad y atención médica (importancia de los insumos no alimentarios) (d) La estabilidad del acceso a alimentos adecuados en todo momento, sin riesgo de quedarse sin alimentos a consecuencia de crisis políticas,

económicas o climáticas repentinas ni de acontecimientos cíclicos (inseguridad alimentaria estacional). Fuente: IICA. La seguridad alimentaria para el IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). Marzo, 2009. Disponible en: http://www.iica.int/Esp/Programas/SeguridadAlimentaria/Documents/SeguridadAlimentarias_Quees_Esp.pdf

Seguridad hídrica. Provisión confiable de agua cualitativa y cuantitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua. Fuentes: Sadoff, C., Müller, M. 2010. La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: efectos anticipados y respuestas esenciales. Comité Técnico. Global Water Partnership (GWP). TEC Background Papers, No. 14.

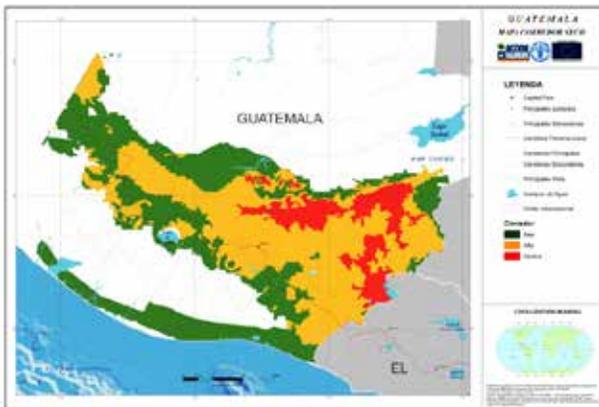
Sequía. En términos generales la sequía se define como una disminución de la cantidad de agua, causada por un desequilibrio entre la demanda y el suministro. Este término puede ser interpretado de diversas maneras (que no son necesariamente contradictorias), de acuerdo a la experiencia de los individuos, comunidades o naciones, y de acuerdo con las necesidades de una rama particular de la producción en la que el agua es un componente esencial. Por este motivo, se puede hablar de sequía meteorológica, sequía agrícola, sequía hidrológica, sequía económica, entre otras. En términos climáticos, la sequía es una manifestación normal del clima y ocurre virtualmente en todos los regímenes climáticos, ya sea de mucha o poca precipitación al año. La sequía es una desviación *temporal* de la normalidad, a diferencia de la aridez, que

es una condición permanente. El tiempo de reducción de los montos precipitados es variable y generalmente referido a la estacionalidad del lugar. En términos meteorológicos, el IPCC (2007) define la sequía como “una ausencia prolongada de precipitación, o un conjunto de condiciones meteorológicas anormalmente secas y prolongadas, que producen importantes desequilibrios hidrológicos, afectando alguna actividad o grupo de personas”. Existe también la definición desde la gestión del riesgo de desastres, según la cual, es un desastre de lenta manifestación, asociado con una amenaza natural, que no presenta trayectorias definidas y tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio. Agregan que la severidad de una sequía depende no solamente del grado de reducción de la lluvia, de su duración o de su extensión geográfica, sino también de las demandas del recurso hídrico para la permanencia de los sistemas naturales y para el desarrollo de las actividades humanas, razón por la cual es posible expresar el grado de severidad de la sequía en términos de sus impactos sociales y económicos. Fuente: IMN, 2008. Variabilidad climática y cambio climático. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio de Ambiente y Energía. Gobierno de Costa Rica.

Variabilidad climática. Está relacionada con las variaciones del estado promedio del clima en escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. Puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a procesos influenciados por fuerzas externas naturales o antropogénicas (variabilidad externa). Fuente: Instituto Nacional de Ecología, México. Disponible en: <http://cambioclimatico.inecc.gob.mx/comprendercc/queeselcc/queeselcc.html>

14.4 Anexo 4. Mapas de los municipios del CSC en el CA 4 por país (FAO, 2012)

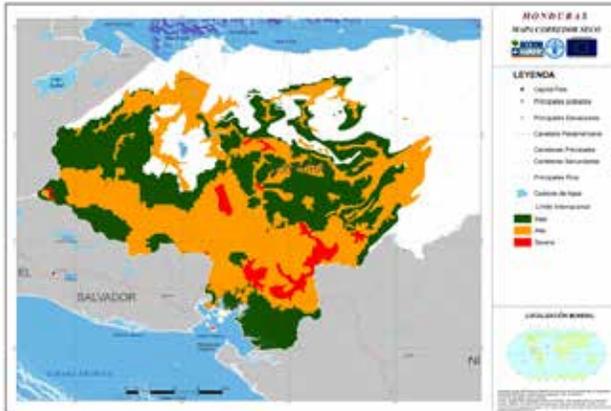
Guatemala:



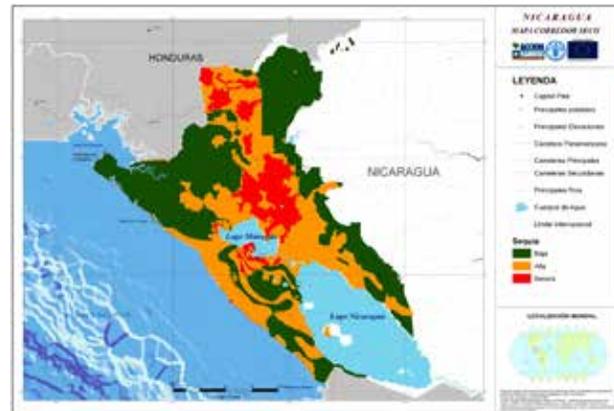
Honduras

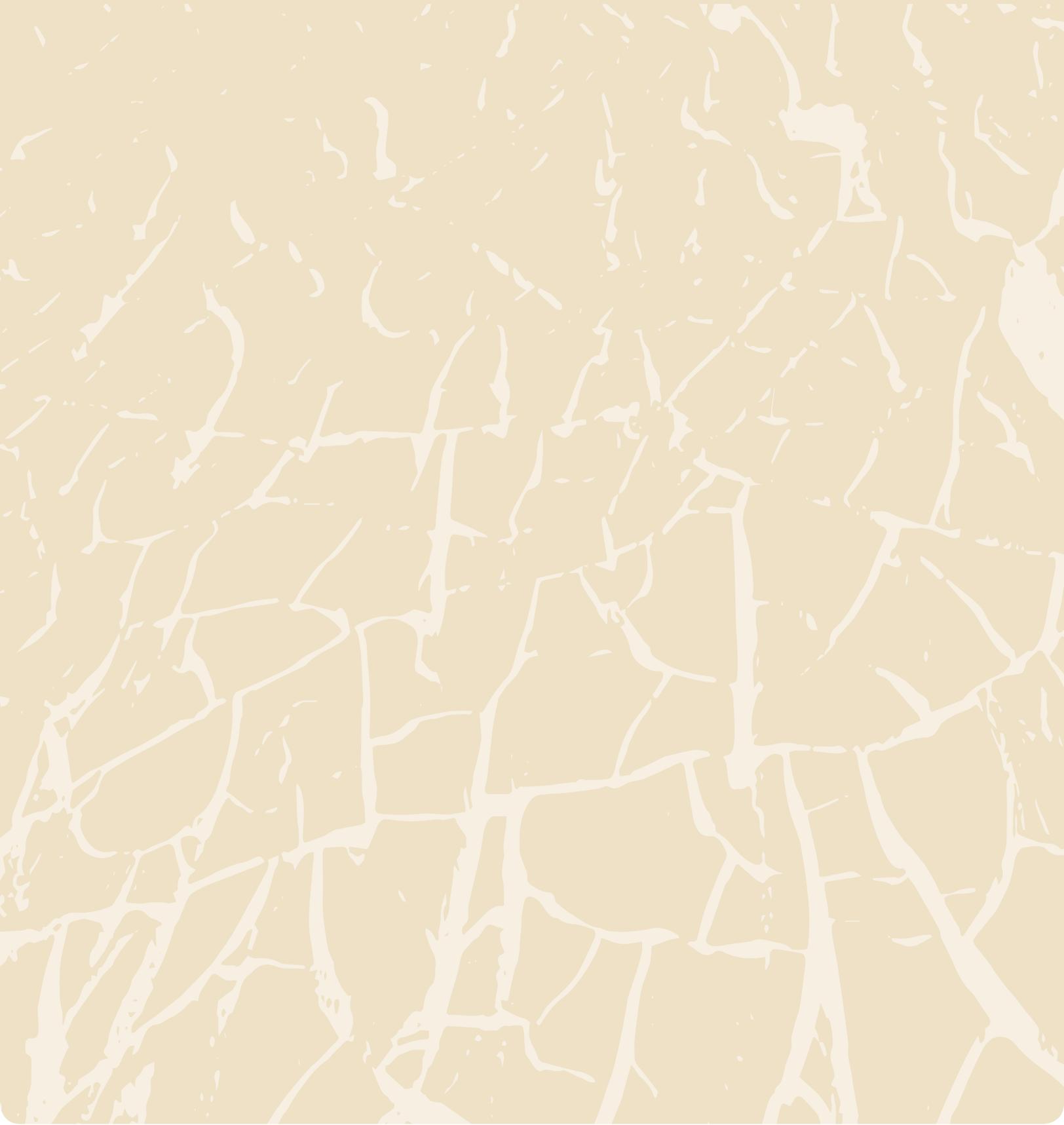


El Salvador



Nicaragua





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**