

ELABORACIÓN DE DIRECTRICES Y LINEAMIENTOS REGIONALES
PARA LA HOMOLOGACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y
PROCEDIMIENTOS NACIONALES SOBRE **SAT-Sequía**



“ELABORACIÓN DE DIRECTRICES Y LINEAMIENTOS REGIONALES PARA LA HOMOLOGACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS NACIONALES SOBRE SAT-SEQUÍA”

Junio de 2022



PROGRAMA: “Seguridad Alimentaria Para Las Poblaciones Afectadas Por El Cambio Climático En América Central”

Ref. N° NIC 1903, A2.1.3 y A-3.2.1

ELABORACIÓN DE DIRECTRICES Y LINEAMIENTOS REGIONALES PARA LA HOMOLOGACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS NACIONALES SOBRE SAT-SEQUÍA

Elaboración:

Junio de 2022

Consultor principal:

Luis García, meteorólogo e hidrólogo.

Consultor:

Guillermo Morán, físico y geólogo.
Especialista en evaluación de amenazas y gestión de riesgos.

Revisión:

Ing. Blanca Meléndez (CORDES)

Ing. Mario Segovia (CORDES)

Ing. Álvaro Ponce (ASB)

Diseño y diagramación:

UnaChita

El presente documento ha sido elaborado en el marco del programa: **Seguridad Alimentaria para las poblaciones afectadas por el Cambio Climático en América Central**, ejecutado por el Arbeiter-Samariter- Bund Deutschland e.V. (ASB Alemania), en coordinación con las organizaciones: Asociación Fundación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES), el Centro de Desarrollo Humano (CDH) de Honduras y la Asociación Regional Campesina Ch'orti (ASORECH) de Guatemala y otros socios en Honduras y El Salvador, con el apoyo financiero de Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ).

El contenido de la presente publicación es de responsabilidad exclusiva del equipo consultor y en ningún caso refleja los puntos de vistas de Ministerio de cooperación económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno de la República Federal de Alemania.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este producto para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que especifique claramente la fuente.

asb-latam.org

cordes.org.sv

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN CENTROAMÉRICA	15
2.1	Riesgos Climáticos	16
2.2	Lluvias Intensas	18
2.3	Sequías, Definiciones	21
2.4	Sequías en Centroamérica	22
2.4.1.	Aspectos Biofísicos de la Sequía. Aspectos Edáficos	22
2.4.2.	Aspectos Fisiográficos	24
2.4.3.	Aspectos Climáticos Y Oceánicos	24
2.4.4.	La Oscilación Del Sur	27
2.4.5.	La Niña	27
2.4.6.	El Niño	28
2.5	El Cambio Climático	30
2.5.1.	Escenarios del Cambio Climático	34
2.5.2.	Impacto del Cambio Climático en la Agricultura	35
2.5.3.	Humedad en el Suelo y Sequía Agrícola	36
2.5.4.	Algunas Características de las Sequías Recientes	37
2.5.5.	Sequía Hidrológica	41
2.5.6.	Embalses	43
2.5.7.	Aguas Subterráneas	44
2.5.8.	Sequía 2001	45
2.5.9.	Sequía 1997-1998	47
2.6	Índices Climáticos de Sequía	48
2.6.1.	Índices Oceánicos – Atmosféricos	48
2.6.2.	Índices Climáticos de Sequía	50
2.6.2.1.	ÍNDICE DE THORNTHWAITE	50
2.6.2.2.	ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN MEDIA	51
2.6.2.3.	ÍNDICE DE LANG o ARIDEZ	52
2.6.2.4.	ÍNDICE DE DESVIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN	53

2.6.2.5. ÍNDICE ESTANDARIZADO DE LA PRECIPITACIÓN (SPI DEL INGLÉS)	54
2.6.2.6. ÍNDICE DE SEQUÍA DE PALMER	57
2.6.2.7. ÍNDICE DE LLUVIA PENTADAL, MENSUAL Y ANUAL	60
2.7 Protocolo SAT General Utilizado en Centroamérica	64

3. ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS SOBRE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTO, INVENTARIO DE INDICADORES NACIONALES DE SEQUÍA UTILIZADOS SOBRE SAT (INCLUYE SU VIGENCIA, FUNCIONALIDAD Y APLICABILIDAD) **74**

3.1 Análisis de los Inventarios, Basado en Documentos, Encuestas y Reuniones con Instituciones, sobre Protocolos y Procedimiento sobre SAT, (Incluye su Vigencia, Funcionalidad y Aplicabilidad)	75
3.1.3. Diseño General de Sistemas de Alerta Temprana ante Sequía	76
3.1.4. Inventario Regional y Nacional Operativo de Diseño del SAT	79
3.1.5. Inventario de Indicadores Nacionales de Sequía Usados en Centroamérica	83
3.1.5.1. INDICADORES DE PREAVISO	84
3.1.5.2. INDICADORES DE AVISO	97
3.1.5.3. INDICADORES DE ALERTA (AMARILLA)	103
3.1.5.4. INDICADORES DE EMERGENCIA (ALERTA ROJA)	107
3.2 Comunicación, Difusión de las Alertas y Capacidad de Respuesta	110

4. DIRECTRICES Y LINEAMIENTOS REGIONALES PARA LA HOMOLOGACIÓN Y ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS NACIONALES DE SAT-SEQUÍA **114**

4.1 Lineamiento del Diseño Priorizado de Sistemas de Alerta Temprana ante Sequía	115
4.2 Priorización de Indicadores del SAT	124
4.2.1. Caracterización de las Sequías	125
4.2.2. Criterios para la Priorización de los Indicadores	125
4.3 Comunicación, Difusión de las Alertas	140
4.4 Atención o Respuesta	142
4.4.1. Recomendaciones al Sector Agrícola	143
4.4.2. Recomendaciones al Sector Café	145

4.4.3.	Recomendaciones al Sector Pesquero	147
4.4.4.	Recomendaciones en la Ganadería Bovina	147
4.4.5.	Recomendaciones al Sector Forestal	148
4.5	Evaluación	149
4.6	Lineamientos de Mejora por País	151
4.6.1.	Nicaragua	152
4.6.2.	Honduras	154
4.6.3.	Guatemala	155
4.6.4.	El Salvador	157
5.	CONCLUSIONES	158
6.	RECOMENDACIONES	162
7.	BIBLIOGRAFÍA	164
8.	ANEXOS	169

ACRÓNIMOS

ASB	Arbeiter-Samariter-Bund Deutschland e.V. (Alemania)
ATN	Atlántico Tropical Norte
ASORECH	Asociación de Pequeños Agricultores de la Región Chortí (Guatemala)
CEPREDENAC	Centro Para la Prevención de los Desastres en América Central
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CDH	Centro de Desarrollo Humano (Honduras)
CENAOS	Centro de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (Honduras)
CHIRPS	Base de datos de lluvia estimada por satélite
CORDES	Asociación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias de Honduras
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (Costa Rica)
CRRH	Comité Regional de Recursos Hidráulicos
DOA-MARN	Dirección del Observatorio Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
EIRD	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
ETESA	Empresa de Transmisiones Eléctricas S.A, Panamá
ETP	Evapotranspiración Potencial
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GWP	Global Water Partnership
GDI	Índice de convección Galvez Davison
IMN	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
INSIVUMEH	Instituto Sismológico, Vulcanológico, Meteorológico e Hidrológico de Guatemala
INERV	Informe Nacional del Estado de los Riesgos y Vulnerabilidad
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Nicaragua
LLJ	Low Level Jet: Chorro de bajo nivel en el Caribe
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala y de El Salvador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MJO	Índice de Oscilación de Madden Julian
NDVI	Índice de salud vegetal de la planta
NOAA	Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos

OMM	Organización Meteorológica Mundial
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SIECA	Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil (Panamá)
SINAPRED	Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Nicaragua)
SMHN	Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional
TUTT	Vaguada Troposférica de la Atmósfera Alta Tropical
UNCDD	Convención de las Naciones Unidad contra la desertificación

FIGURAS

- Figura 1.** Escenarios futuros de lluvia anual en Centroamérica, fuente: CEPAL. 17
- Figura 2.** Escenarios futuros de lluvia mensual en El Salvador, fuente INERV-MARN. 18
- Figura 3.** Eventos meteorológicos extremos del océano Pacífico y Atlántico que han impactado a El Salvador, fuente INERV-MARN. 19
- Figura 4.** Imágenes de ciclónicos, tormentas y huracanes del Atlántico en el año 2020, fuente: ONU NHC. 21
- Figura 5.** Mapa Corredor Seco Centroamericano, fuente: ACH-FAO-UE, Tomado de Van Der Zee, et al, en FAO 2012, con base a información de PREVDA-CCAD. 23
- Figura 6.** Gráficos de lluvia mensual climatológica de tres estaciones de El Salvador, Honduras y Nicaragua. Fuente: Elaboración propia, datos de los SMHN. 26
- Figura 7.** Condiciones El Niño del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur. Fuente NOAA. 29
- Figura 8.** Zonas de monitoreo de El Niño en el Océano Pacífico. Fuente NOAA. 29
- Figura 9.** Lluvia anual de tres estaciones dentro del CSC y alrededor del Golfo de Fonseca. Fuente: Elaboración propia, datos de los SMHN. 30
- Figura 10.** Correlaciones entre la lluvia de El Salvador y varios índices oceánicos-atmosféricos. Fuente: Polzin et al, 2014. 33
- Figura 11.** Esquema resumen de los forzantes climático-atmosféricos que provocan la Sequía. Fuente: Elaboración propia. 34
- Cuadro 1.** Número de días secos consecutivos en El Salvador del 2012 al 2016. Fuente: INERV-MARN. 38
- Figura 12.** Anomalías de lluvia de mayo a agosto en Centroamérica del 2012 al 2015. Fuente: CHIRP-FEWSNET. <https://earlywarning.usgs.gov/fews/search> 39
- Figura 13.** Número de días secos consecutivos en el año 2015, Fuente: DOA-MARN. 40
- Figura 14.** Número de días secos consecutivos en el año 2015, Fuente: DOA-MARN. 40

- Figura 15.** Lluvia mensual en la estación San Miguel, El Salvador, Fuente: DOA-MARN. 41
- Cuadro 2.** Déficit de caudales en El Salvador durante el año 2016, fuente: MARN. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/marn/documents/350059/download> 43
- Figura 16.** Nivel máximo de Central hidroeléctrica de CEL el Guajoyo. Fuente: INERV-DOA-MARN. <http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/9> 44
- Figura 17.** Monitoreo del nivel de pozo Nejapa, El Salvador. Fuente: DOA-MARN http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/132/Informe_niveles%20piezom%c3%a9tricos_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y <https://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/sequia+hidrologica/> 45
- Figura 18.** Alargamiento horizontal del sistema de alta presión (A) de las Azores. Fuente: CRRH. 46
- Figura 19.** Alisio acelerado desplaza la nubosidad de Centroamérica hacia el océano. Fuente: CRRH. 46
- Figura 20.** Zonas afectadas por la Sequía de medio año del 2001 en Centroamérica. Fuente: CRRH. 47
- Figura 21.** Mapa de isoyetas de anomalías de la lluvia referidas al promedio 1970-1999, líneas rojas son anomalías negativas. Fuente: CRRH. <https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00205/doc00205.htm> 48
- Cuadro 3.** Resumen de índices oceánicos atmosféricos productores de Sequía. Fuente: elaboración propia. 50
- Cuadro 4.** Criterio de tipos de sequía usando índice de thorwite. Fuente: MARN,2013, PNGIRH. 51
- Cuadro 5.** Clasificación del Índice de Lang. Fuente: Richard Lang 1915, MARN,2013, PNGIRH. 52
- Cuadro 6.** Clasificación del ÍDP. Fuente: INETER 2013. 53
- Cuadro 7.** Clasificación del SPI. Fuente: OMM #1090 2012. 55
- Cuadro 8.** Clasificación del SPI. Fuente: CRRH, Foro del Clima de América Central, 2018. 56
- Figura 22.** Duración e intensidad de la sequía según el SPI. Fuente: Reporte técnico CRC-SAS-2015. 56
- Cuadro 9.** Comparación sequías calculadas con SPI y el ENOS, ATN. Fuente: Elaboración propia. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.atl.indices> 57
- Figura 23.** Datos anuales de SPI de tres estaciones meteorológicas de Centroamérica, en El Salvador (San Miguel, Papalón), Honduras (Choluteca) y en Nicaragua (Jinotega). 57
- Cuadro 10.** Clasificación del PDSI. Fuente: MARN,2013, PNGIRH. 59
- Figura 24.** Mapa de la predicción estacional para MJJ en Centroamérica. Fuente: CRRH, 2021. <http://perspectiva.centroclima.org/perspectiva/viewCurrent> 63
- Cuadro 11.** Resumen de índices climáticos que causan sequía. Fuente: elaboración propia. 64
- Figura 25.** SAT “de extremo a extremo” y “centrados en las personas” pueden incluir cuatro elementos clave Interrelacionados. Fuente: GWP, 2019. 66

- Figura 26.** Diseño operativo y etapas del SAT por Sequía para Centroamérica. Fuente: CRRH, 2001. 69
- Figura 27.** Diseño de SAT de la Conferencia Internacional de Alerta Temprana. 77
- Figura 28.** Diseño SAT usado por algunos SMHN, fuente CRRH. 80
- Cuadro 12.** Inventario del tipo de SAT existente en los SMHN, fuente: Elaboración propia. 81
- Cuadro 13.** Inventario de organismos o entidades coordinadas por los Sistemas de Protección Civil en cada país. Fuente: Elaboración propia. 82
- Cuadro 14.** Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de PREAVISO en los SMN y PC.** CENAOS en Honduras usa estos índices, pero aún no están documentados. Fuente: Elaboración propia. 86
- Cuadro 15.** Registro total de Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de PREAVISO en los SMN y PC. 97
- Cuadro 16.** Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de AVISO o ALERTA VERDE en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia. 100
- Cuadro 17.** Registro total de Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de AVISO o ALERTA VERDE en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia. 103
- Cuadro 18.** Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de ALERTAS O ALERTA AMARILLA en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia. 106
- Cuadro 19.** Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de EMERGENCIAS o ALERTA ROJA en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia. 109
- Cuadro 20.** Registro de medios de comunicación utilizados por los SMN y los Sistemas de Protección Civil. 111
- Figura 29.** Matriz de riesgo para pronósticos por impactos y probabilidades. 112
- Figura 30.** Ejemplo de colores de impacto en un territorio. 113
- Figura 30.** SAT “de extremo a extremo” y “centrados en las personas” pueden incluir cuatro elementos clave interrelacionados. Fuente: GWP, 2019 117
- Figura 31.** Diseño del SAT de la UNESCO, fuente, Diseño SAT-Sequía local, Municipio de El Triunfo, Alex Núñez 2021. 117
- Figura 32.** Ciclos de gestión de desastres, componentes del SAT. Fuente, Diseño de SAT-Sequía local en el municipio de El Triunfo, Honduras, Alex Núñez. 2021. 118
- Figura 33.** Diseño de SAT de la Conferencia Internacional de Alerta Temprana. Fuente: elaboración propia. 119
- Figura 34.** Diseño del flujograma del SAT propuesto por CORDES para lineamientos. Fuente: elaboración propia. 121
- Figura 35.** Etapas de color del SAT de la Guía Metodológica para elaborar plan de respuesta municipal ante Sequía. Fuente: SINAPRED, NICARAGUA. 122
- Cuadro 21.** Características deseables y criterios para priorizar los indicadores. Fuente modificado de Alex Núñez y Juan Henrique Reyes. 127
- Cuadro 22:** Indicadores priorizados para la etapa de PREAVISO. Fuente: elaboración propia. 129
- Cuadro 23.** Indicadores priorizados para la etapa de ALERTA VERDE o AVISO. Fuente: elaboración propia. 131

- Cuadro 24.** Indicadores priorizados para la etapa de ALERTA AMARILLA o solamente ALERTA. Fuente: elaboración propia 134
- Cuadro 25.** Indicadores priorizados para la etapa de EMERGENCIA O ALERTA ROJA. Fuente: elaboración propia 136
- Cuadro 26.** Registro total de Indicadores priorizados oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, para la emisión de alertas. Fuente: elaboración propia. 136
- Cuadro 27.** Registro de Indicadores priorizados predictivos para una alerta oportuna. Fuente: elaboración propia. 138
- Figura 36.** Flujograma abreviado de las etapas de color del SAT. Fuente: elaboración propia. 139
- Cuadro 28.** Acciones generales de mitigación ante sequías. Fuente: Informe El Niño 97-98, IMN, CRRH. 143
- Cuadro 29.** Formato de encuesta para evaluación del SAT. 150
-

PRESENTACIÓN

El Arbeiter-Samariter-Bund Deutschland e.V. (ASB), en coordinación con las organizaciones: Asociación para la Cooperación y el Desarrollo Comunal de El Salvador (CORDES), el Centro de Desarrollo Humano (CDH) de Honduras y la Asociación Regional Campesina Chortí (ASORECH) de Guatemala ejecuta el programa: **“Seguridad alimentaria para las poblaciones afectadas por el cambio climático en América Central” 2019-2022**, con el apoyo financiero del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ). Se espera contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional sostenible de las familias de pequeños agricultores vulnerables del Corredor Seco Centroamericano afectadas por el cambio climático a través de la gestión del riesgo ante la sequía, incursionando estratégicamente en la generación de estudios e instrumentos armonizados que orienten la gestión de riesgo ante sequía a nivel local, nacional y regional.

Un aporte importante del programa es la propuesta de “Directrices y lineamientos regionales para la homologación y armonización de protocolos y procedimientos nacionales de SAT ante sequía” con el objetivo de armonizar indicadores y términos técnicos respecto a los procedimientos para una efectiva gestión de los SAT-Sequía y estimular la coordinación e intercambio de conocimientos e información, mediante diálogos bilaterales y multilaterales, que promuevan los procesos de toma de decisiones entre los países de la región en la temática de sequía.

La estructura del documento la componen tres capítulos, donde se presenta en el primero **la caracterización de clima regional, caracterización de la sequía, explicando sus causas y efectos y algunos indicadores usados a nivel regional y mundial para identificarlo**. En el segundo capítulo se elaboró **un diagnóstico por país (Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua) de los sistemas de monitoreo, vigilancia y alertas que operan diferentes oficinas para elaborar los avisos ante la sequía**, se inventarió los diferentes indicadores utilizados para darle seguimiento a la sequía y alertar. En el tercer capítulo se proponen **directrices y lineamientos regionales para implementar los protocolos SAT Sequía nacionales**, considerando cada uno de sus componentes y etapas operativas (vigilancia de la sequía, emisión de la alerta y su difusión, activación de la respuesta y cancelación de la alerta).

Es importante destacar que para facilitar la emisión de avisos y las diferentes alertas (verde, amarilla y roja) se hace una priorización de los indicadores y umbrales más comúnmente utilizados y de fácil seguimiento, los que incluyen indicadores y umbrales de monitoreo permanente, indicadores anticipativos o preventivos, otros indicadores de aviso, alerta o de emergencia, clasificándolos en indicadores meteorológicos, climáticos, oceánicos-atmosféricos, agrícolas, hidrológicos y de la SAN.

Respecto a la activación de la respuesta se realizan recomendaciones para la mitigación y atención de la emergencia considerando los diferentes rubros del sector agropecuario que pueden ser impactados por la sequía.

Finalmente se presentan los lineamientos para la mejora de procedimientos de los SAT Sequía por país, y la conclusiones y recomendaciones generales.

1. Introducción

La propuesta de **“Directrices y lineamientos regionales para la homologación y armonización de protocolos y procedimientos nacionales de SAT ante sequía”** ha partido de recolectar información de los países de la región, inventariar, analizar los protocolos, procedimientos de SAT y Gestión de Riesgo ante sequía, analizando su funcionalidad y vigencia.

Lo anterior ha conllevado la realización de consultas, reuniones virtuales, o complementados las herramientas tipo encuestas, y analizado documentos disponibles en la temática a nivel de la región.

Se ha analizado los SAT existentes, fortalezas y debilidades que cada país presenta en la aplicación de estos y la gestión del riesgo que ejecutan, concluyendo con lineamientos y directrices, iniciando por comprender las causas de la sequía, nos referimos a diferentes fenómenos meteorológicos, no solo el fenómeno de El Niño sino enfriamientos del océano atlántico, y los fenómenos de más corto plazo como el Chorro de bajo nivel en el Caribe, la TUTT, sistemas de alta presión en el Caribe y Golfo de México que aparecen de forma recurrente provocando la disminución de la lluvia conocida como Canícula o veranillo de San Juan, pero que en ocasiones al conjugarse varias de estas definen la génesis de la sequía o grado de severidad.

También ha sido de interés conocer en cada institución cual es el uso que se le da al SAT, si se emiten advertencias o alertas de forma general institucionalizada para la protección civil, seguridad de vidas y propiedades o para diferentes sectores como el control de embalses, sistemas de abastecimiento de ciudades, cultivos a gran escala a nivel agroindustrial, ganadería, caña de azúcar, pesquería, etc. O para responder a las expectativas de pequeños productores agrícolas, los cuales si no son considerados podrían no comprometerse con el sistema.

Conocer las mejores prácticas o efectividad de los diferentes protocolos de SAT por sequía ha servido para diseñar la propuesta de un protocolo homogenizado para mejorar las capacidades de monitoreo o vigilancia de los fenómenos meteorológicos que causan la sequía, para la región de interés de C. A., servirá de apoyo para los estudios de impacto en la seguridad alimentaria y nutricional de la zona, así como en el estudio y análisis del marco político e institucional regional o nacional en materia de Gestión de Riesgos ante Sequías, conocimiento de las regulaciones e institucionalidad regional o nacional que interactúan de forma interinstitucional y multisectorial entre actores, organismos locales, gobierno y organizaciones regionales que desarrollan actividades relacionadas con la Gestión de Riesgos ante Sequía.

Se han considerado los aportes en la región de protocolos y procedimientos de Sistemas de Alerta Temprana, SAT, como de programas, políticas en materia de gestión de riesgo ante sequía existentes en los organismos locales, ministerios a nivel nacional y organismos como CCAD, CEPREDENAC y del CRRH, organismos técnicos del SICA, otras ONG o organismos como GWP, la OMM, la FAO, entre otros, de igual manera opiniones de profesionales que se desempeñan en el ámbito académico, consultores de amplia experiencia de trabajo en el Corredor Seco de los países de C. A., además de organismos cooperantes como los son la FAO, PMA, Acción Contra el Hambre y otras.

La idea debe ser que estos lineamientos y directrices favorezcan los siguientes elementos de un SAT:

- 1) Conocimiento de los riesgos. Monitoreo y evolución de fenómenos meteorológicos.
- 2) Seguimiento técnico y servicio de alerta a través de los Servicios Meteorológicos Nacionales
- 3) Comunicación y difusión de las alertas. Considerando actores regionales, tanto políticos, administrativos, organizaciones internacionales de ayuda humanitaria entre otros.
- 4) Capacidad de respuestas de los sujetos y/o actividades. Sistema de Protección Civil. Organizaciones internacionales de ayuda humanitaria, cooperantes, ONG, etc.



2. Variabilidad Climática en Centroamérica



2.1 Riesgos Climáticos

Eventos climáticos extremos más frecuentes y desastres asociados a estos, están provocando pérdidas directas en infraestructura y vidas humanas, lo que tiene graves consecuencias para el crecimiento de los países, generando problemas financieros, políticos, sociales, sanitarios y ambientales, inseguridad alimentaria, afectando la inversión social y fuentes de empleo, acentuando la vulnerabilidad existente e impidiendo el desarrollo sostenible de cada país.

Las diferentes amenazas climática crecientes que afectan la región de Centroamérica, producto del cambio climático global, es un hecho ambiental de mucho reconocimiento en lo nacional e internacional, como por ejemplo cuando la organización Germanwatch, colocó a varios países entre las primeras posiciones del Índice Global de Riesgo Climático 2009, a raíz de los impactos de la Baja Presión E96 asociada al Huracán IDA de Noviembre 2009 o eventos como la tormenta tropical Agatha (Mayo 2010) y la Depresión Tropical 12E (Octubre 2011), lo que indica que los fenómenos de la variabilidad climática son una amenaza creciente para los centroamericanos, mientras se registraron tres años continuos de eventos extremos lluviosos e impactos severos por inundaciones, con registros históricos de lluvia en intensidad y duración, le siguieron luego cinco años en que han predominado comportamientos e impactos de sequía, con fuertes implicaciones socioeconómicas, especialmente en comunidades vulnerables.

La variabilidad climática en Centroamérica se ha vuelto muy evidente en diversas escalas de tiempo, desde variabilidad intra-estacional hasta de largo plazo. Esta variabilidad del clima es asociada con fenómenos que ya producen impactos de importantes consecuencias y que pueden ser exacerbados por el calentamiento global y asociados al cambio climático. El cambio climático provoca que los fenómenos de la variabilidad del clima sean más intensos y frecuentes, impactando los patrones de lluvia: **a)** Sistemas de baja presión más cercanos al litoral Pacífico de El Salvador; **b)** Se registran lluvias más intensas y súbitas, muchas veces acompañadas de fuerte actividad eléctrica, **c)** Eventos extremos de exceso de lluvia o de falta de lluvia de mayor duración.

Los extremos del clima cada vez son más intensos, es decir, se hacen más frecuentes y severos los fenómenos hidrometeorológicos extremos, hay un incremento en la convectividad de las tormentas (mayor intensidad de las precipitaciones), la distribución espacial y temporal de las precipitaciones es mucho más irregular, existen cambios en la trayectoria y número de sistemas ciclónicos originados en los océanos Pacífico y Atlántico que inciden sobre el territorio, se registran vientos

“Nortes” más fuertes y prolongados y temperatura ambiente más alta o más baja, así como las temperaturas de las aguas de estos océanos se han vuelto más extremas (Ej. Temperaturas cálidas 2005 y 2010 en el Atlántico, las más altas desde hace más de un siglo).

Los datos de pérdidas y daños en la región por eventos climáticos extremos son cada vez más evidentes, lo que impacta en el corto plazo la posibilidad del desarrollo económico y social, obligando a los países a contar con análisis de estas, para poder realizar la reducción del riesgo por fenómenos naturales y socio naturales, además de sumarse los Escenarios de cambio climático realizados por CEPAL para la región, los que reflejan una progresiva disminución de las lluvias para los años futuros, en todos los modelos de lluvia y escenarios disponibles, al menos para cuatro países como se observa, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, con una tendencia en algunos modelos muy drástica, ver **Figura 1**.

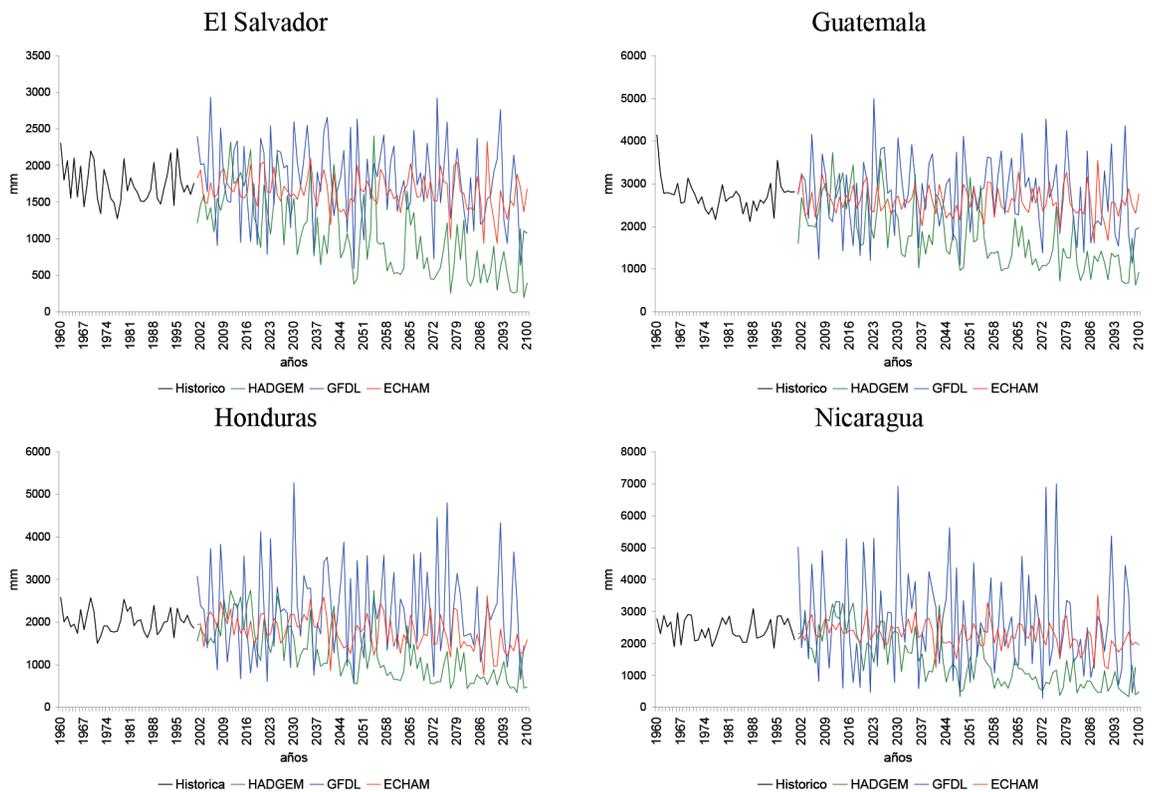


Figura 1. Escenarios futuros de lluvia anual en Centroamérica, fuente: CEPAL.

Al observar el comportamiento de las lluvias mensuales, como ejemplo para el caso de El Salvador, en el 1er trimestre de la época lluviosa la disminución de la lluvia en el futuro dejaría de mostrar el comportamiento bimodal, o sea de dos máximos, uno en junio y el otro en septiembre, sino que solo se iniciarían las lluvias con valores bajos y un lento desarrollo, mayo y junio no mostrarían un valor máximo, se quedarían con valores casi parecidos a los de julio y un solo máximo hasta el final del período.

Por otra parte, la tendencia de las lluvias sería a que el segundo máximo típico de septiembre se mueva más hacia octubre y entonces la tendencia del fin de la época lluviosa sería alargarse hacia el final del año o quizá probablemente podría sugerir un desplazamiento de toda la época lluviosa hacia los últimos meses.

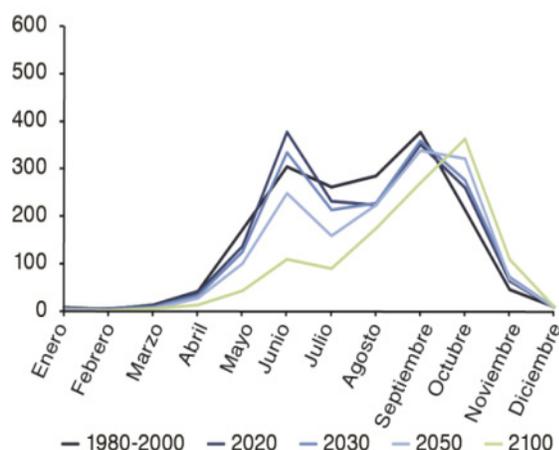


Figura 2. Escenarios futuros de lluvia mensual en El Salvador, fuente INERV-MARN.

En la vertiente de la cuenca del Pacífico de Centroamérica el régimen de lluvias, caracterizado típicamente por una época seca desde noviembre a abril, y una época lluviosa de mayo a octubre, se alteró en las últimas décadas durante las que se presentaron diversas anomalías en el comportamiento temporal y espacial de lluvias, lo que ha derivado en un incremento de los desastres vinculados a fenómenos hidrometeorológicos, tanto por exceso como por falta de precipitación.

De acuerdo con los mismos escenarios realizados por CEPAL en el estudio “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica”, aun sin considerar la anticipación de los cambios de estado del clima, la disponibilidad de agua para el año 2020 bajará al menos un 6% respecto de la existente en el año 2000. También indica que las demandas de agua crecerán un 300% hacia 2050, sin cambio climático, y más del 400% con cambio climático.

2.2 Lluvias Intensas

Entre los fenómenos de la variabilidad climática natural se ubican la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde se encuentran muchas bajas presiones, nubes y lluvias, la cual sube en latitud y activa o se intensifica junto con las tem-

poradas de huracanes, algunos inclusive tocan tierra o cruza la región como el huracán Mitch en 1998 que cruzó del Caribe al Pacífico, el Huracán Stan se movió por el caribe de la región, cruzo Yucatán y al alcanzar el Golfo de México en el 2005 desde tan lejos provocó un temporal en varios países, otros sistemas se mueven en sentido contrario al flujo del este, el Huracán Agatha en 2010 moviéndose en el Océano Pacífico de forma retrograda o sea en dirección hacia el oeste; contrario al movimiento tradicional; la Depresión Tropical 12E en el 2011 sin alcanzar categoría de Tormenta ni nombre, pero provocando un temporal de 10 días superó algunos récords que había dejado Mitch, otros de estos se están formando bien al sur de la región en latitudes pocas veces antes vistas como Otto en el año 2016, más recientemente la Tormenta Tropical Amanda en el año 2020 cruzó desde el Pacífico hacia el Golfo de México, llegó como depresión al lado del caribe, logró tomar fuerza nuevamente y se reclasificó de nuevo a Tormenta pero con otro nombre por encontrarse en otra cuenca, se llamó Tormenta Cristóbal y mantuvo al menos 9 días con lluvia torrencial a varios países, más recientemente dos sistemas ETA e IOTA, tocan tierra en Nicaragua en el mismo mes de noviembre del año 2020, provocando muchas inundaciones y deslizamientos en varios países de la región.

En la **Figura 3** se muestran algunos de los Ciclones Tropicales y Sistemas de Baja Presión que provocaron Lluvias Torrenciales en El Salvador en el período 1961-2011 (Duración del Evento, Promedio Nacional de Lluvia Acumulada y Máxima Lluvia Acumulada), notándose como en las décadas se han incrementado las lluvias, los valores más altos se han registrado en los últimos años, el evento extremo de la gráfica es la Depresión Tropical 12E del año 2011.

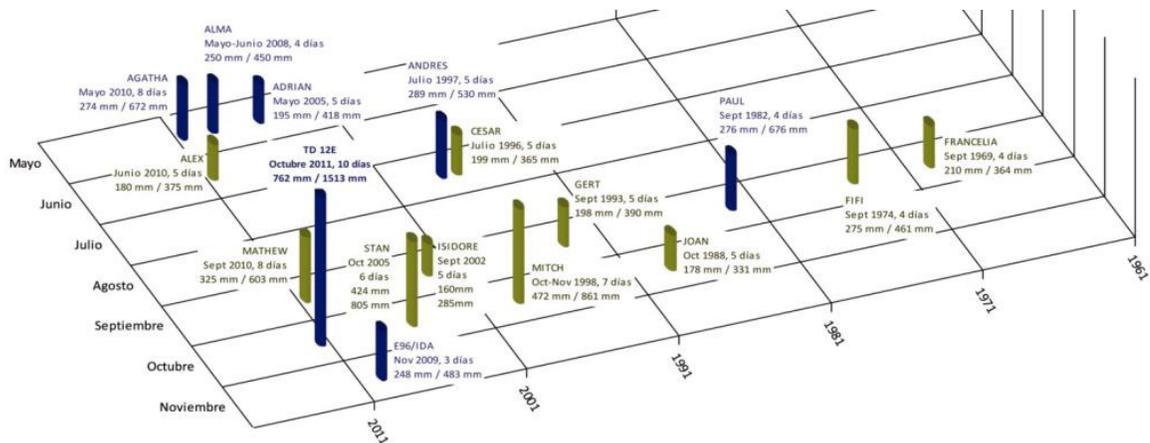


Figura 3. Eventos meteorológicos extremos del océano Pacífico y Atlántico que han impactado a El Salvador, fuente INERV-MARN.

Algunas temporadas se han visto exacerbadas, temporadas de huracanes intensas como la última del año 2020, la cual superó la del año 2005, estas tormentas severas se relacionan con temperaturas de la superficie del mar frías o Niña en el Océano Pacífico, o aguas muy cálidas en el Atlántico Tropical Norte (ATN), como el caso del 2005 y el del 2020 en el que lo más peculiar fueron los sistemas huracanados que cruzaron Centroamérica, el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH) realizó el monitoreo de las tormentas y huracanes ETA y IOTA.

El Huracán Eta alcanzó la categoría cuatro en la escala Saffir-Simpson la madrugada del 2 de noviembre del 2020 antes de tocar tierra y cruzar desde el Caribe de Nicaragua hacia Honduras, con vientos máximos de 240 km/h, moviéndose lentamente sobre Honduras y saliendo de regreso al Caribe, moviéndose los siguientes días en dirección a los EU, durante ese tiempo desarrolló lluvias de tipo temporal, luego inundaciones y deslizamientos, provocando muchas afectaciones, personas heridas y fallecidas, además de daños en la infraestructura, pérdidas económicas y en medios de vida, de este huracán pueden encontrarse 5 informes en el siguiente enlace: <https://centroclima.org/eta-5/>

El mismo CRRH vigiló al Huracán IOTA, el cual ingresó en horas de la noche del lunes 16 de noviembre del 2020 al caribe de Nicaragua, antes de ingresar a tierra alcanzó la categoría 5 en la escala Saffir Simpson, según el Centro Nacional de Huracanes de Miami, EE. UU. (CNH), se movió lentamente sobre Honduras perdiendo fuerza hasta disiparse sobre El Salvador.

IOTA ingresó a tierra en el caribe de Nicaragua, muy cerca de donde ingreso ETA, afectando a los sitios en Nicaragua, Honduras y Guatemala ya impactados por ETA, tanto por los vientos, las lluvias, las inundaciones y los deslizamientos. De este huracán pueden encontrarse 10 informes en el enlace:

<https://centroclima.org/condiciones-de-tiempo-centroamerica/>

<https://centroclima.org/n10-iota/>

En el mapa de la **Figura 4** se observan los 30 ciclones de la cuenca del Atlántico y Caribe del año 2020, superando a la temporada del 2005, algunos alcanzaron las categorías mayores entre los huracanes en la escala Saffir Simpson, lo que aumenta las probabilidades de muchos daños y pérdidas a su paso.



Figura 4. Imágenes de ciclónicos, tormentas y huracanes del Atlántico en el año 2020, fuente: ONU NHC.

2.3 Sequías, Definiciones

Las Sequías tienen una definición común en diferentes lugares, cuando se indica que es una deficiencia de lluvia, pero existen muchas variantes, Wilhite y Glatz (1985) encontraron hasta 150 diferentes definiciones, categorizadas en cuatro disciplinas, meteorológica hidrológica agrícola y socioeconómica.

Sequía Meteorológica: se define a la disminución de la precipitación respecto al valor medio de la misma en un plazo determinado.

Sequía Hidrológica: se define como la disminución en las disponibilidades de las aguas superficiales o subterráneas durante un período de tiempo dado respecto a los valores medios, que no permite cubrir adecuadamente las demandas de agua.

Sequía Agrícola: se define como ausencia o déficit de lluvia que ha provocado impactos en el sector agrícola, al norte de Centroamérica se relaciona con la denominada canícula. Entre los seis meses de la temporada de lluvias se registra una disminución clara de estas en los meses de julio y/o agosto, al sur de Centroamérica se le denomina al mismo periodo Veranillo.

Sequía Socioeconómica: en esta se considera la oferta y demanda de bienes y servicios, es el impacto de las tres sequías anteriores sobre la población y en la economía de la región, vinculada a las variaciones en la precipitación pluvial.

2.4 Sequías en Centroamérica

En la década anterior se registraron varios años secos en la región, entre los años 2012 a 2016 varios meses fueron secos, en especial entre el 2015 y el 2016, estas sequías generan fuertes impactos en la producción agrícola y seguridad alimentaria de la población, ocurriendo además altas temperaturas que acompañan las sequías, generando impactos severos en la salud, agropecuarios y el medio ambiente.

Los déficits de lluvias por períodos prolongados tienen una fuerte afectación en la disponibilidad y calidad del agua, tanto superficial como subterránea, afectando directamente los diferentes usos del recurso especialmente consumo humano y los ecosistemas, producción agropecuaria, generación de electricidad, etc. El almacenamiento de agua en depósitos insalubres potencia los criaderos de zancudos, agravado también por las altas temperaturas.

Las altas temperaturas incrementan además las plagas en las cosechas (incluyendo la Roya), las aguas cálidas frente a las costas generan reducción en la pesca, y los pastos secos impactan la ganadería e incrementan los incendios forestales.

Algunos años presentan en sus últimos meses de la estación lluviosa, tormentas intensas y súbitas, acompañadas de vientos rafagosos y granizo, ocasionan también daños en la agricultura (especialmente cuando las plantas están en pleno crecimiento).

2.4.1. Aspectos Biofísicos de la Sequía. Aspectos Edáficos

La caracterización de la sequía o el período llamado canícula como deficiencia en los acumulados de la lluvia se origina no solo en las condiciones puramente meteorológicas, sino que se combinan con las variables físicas, como los tipos de suelos, las pendientes o sus usos, además de incidir en algunos casos con procesos históricos de desertificación y que podrían ser amplificadas por los cambios en el clima de los próximos años.

Algunas zonas del Corredor Seco Centroamericano, con alta frecuencia en la que se desarrollan sequías tienen valles o áreas con poca altitud, por ejemplo, zonas costeras, o valles alrededor del Golfo de Fonseca, también zonas bajas en la desembocadura de algunos ríos. Según las zonas de vida de Holdridge, los sectores más bajos se ubican en el bosque seco tropical (bs-T), con precipitaciones medias

anuales de 1000 a 2000 mm¹ y biotemperaturas de 12 a 24°C, por otra parte, el tipo de suelos en algunas de estas zonas se componen en su mayor parte de litosoles, constituidas de lava, los cuales tienen poco espesor, inclusive donde afloran las rocas, por ello son de baja productividad.

En las zonas costeras donde desembocan muchos ríos de Centroamérica, según Holdridge, pertenece al bosque húmedo subtropical caliente (bh-ST c), con precipitaciones medias anuales de 1000 a 2000 mm y biotemperatura de 12 a 24°C. Predominan los suelos latosos arcilloso rojizos, grumosos y de tipo aluvial, observando poca profundidad y generalmente pedregosos, convirtiéndolos en suelos de poca fertilidad, aunque la relación entre la evapotranspiración potencial y la lluvia ETP/R es menor de 1, indicando que en el transcurso de la estación lluviosa las cantidades acumuladas de precipitación superan lo que potencialmente transpiran las plantas y por ende existe disponibilidad de agua.

En general todo el litoral pacífico de Centroamérica, desde Guatemala hasta Guanacaste, Costa Rica y casi todo El Salvador, se reconoce la ocurrencia de diferentes magnitudes de la sequía, tal como se observa en el mapa del Corredor Seco Centroamericano elaborado por Acción Contra el Hambre, la FAO con apoyo de la Unión Europea, donde se indican tres diferentes colores para denotar tres diferentes intensidades de la sequía, el color rojo es indicativo de la sequía más severa, ver **Figura 5** con el mapa del Corredor Seco Centroamericano, con base a información de PREVDA-CCAD. En general sobre las zonas de sequía y debido a la distribución de la lluvia en el tiempo, se adaptan los cultivos de ciclo corto como los granos básicos, maíz, frijol y arroz.

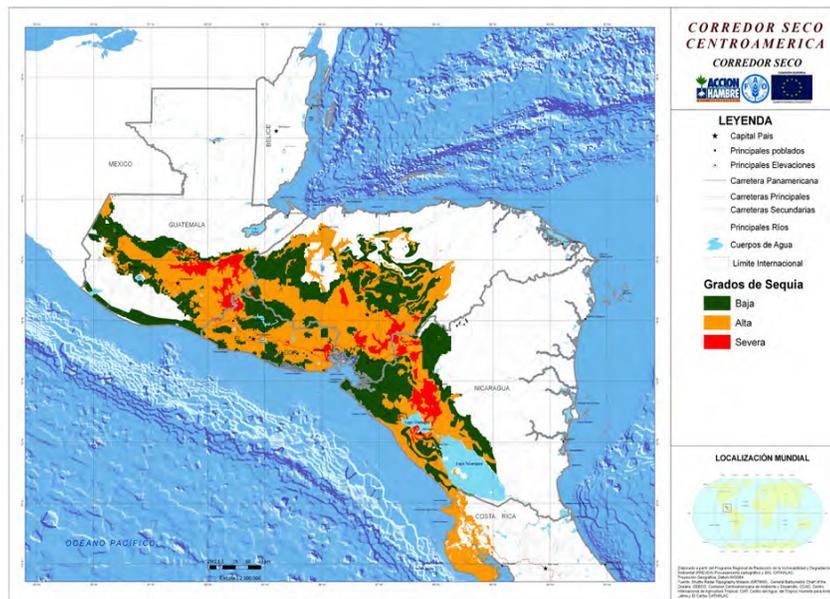


Figura 5. Mapa Corredor Seco Centroamericano, fuente: ACH-FAO-UE, Tomado de Van Der Zee, et al, en FAO 2012, con base a información de PREVDA-CCAD.

1 Unidad de medida de precipitación: mm = 1 ltr/m²

2.4.2. Aspectos Fisiográficos

También encontramos en las zonas de la vertiente pacífica de Centroamérica zonas bajas en altitud o valles las cuales son áreas susceptibles a otros riesgos, algunas de las zonas recurrentes de sequía también son áreas vulnerables a inundaciones, como lo son las zonas bajas de la desembocadura de los ríos o lagos, o los valles interiores de varios países en especial alrededor del Golfo de Fonseca y del Lago de Guija, además la cordillera montañosa presenta vulnerabilidad a deslizamientos, esto debido a que en esas zonas se registran pendientes desde el 15% hasta el 30%, en lugares con pendientes fuertes significa que el agua precipitada escurre más fácilmente, siendo este otro factor desfavorable para la retención de agua que favorece la ocurrencia de sequías agrícolas.

Algunas condiciones de sequía se magnifican en las zonas donde los suelos retienen poca humedad, sea por su constitución física, por sus pendientes y por la Sequía Meteorológica frecuente, tal situación se observa en el Corredor Seco alrededor del Golfo de Fonseca, zona oriental de El Salvador, zona sur de Honduras o zona suroccidental de Nicaragua, por ejemplo.

La mayoría de los habitantes en el Corredor Seco viven en zonas rurales donde dependen principalmente de actividades como las agropecuarias y las forestales, que al realizarlas sin control provocan una sobreexplotación de los recursos naturales. Se suman también las condiciones fisiográficas con buen porcentaje de tierras de laderas que desfavorecen la retención de agua, y los tipos de suelos que en zonas con recurrencia de sequías se componen de materiales arcillosos pedregosos y arenosos.

2.4.3. Aspectos Climáticos Y Oceánicos

La época lluviosa en la mayor parte del litoral Pacífico de Centroamérica en su distribución anual muestra un comportamiento bimodal, con dos picos máximos de lluvia y entre la época lluviosa un mínimo, la Canícula, siendo septiembre el más lluvioso seguido de junio, relacionados a una mayor frecuencia de “temporales”, disturbios en el Océano Pacífico adyacente que producen dos o tres días con lluvias persistentes e intermitentes, acumulando hasta 100 mm en 24 horas. (Reyes, 1970).

En la vertiente pacífica de Centroamérica el régimen de lluvia presenta variaciones durante el año, existiendo una época seca (noviembre a abril) y otra lluviosa (mayo a octubre) bien definidas, presentándose en el mes de julio y agosto una “canícula” o “veranillo” en el cual la lluvia disminuye significativamente. En esos

dos meses, la lluvia se concentra más en las horas de la noche, aunque el número de días con lluvia no experimenta ninguna disminución. En mayo se presenta la transición de la época seca a la lluviosa y en octubre la transición inversa; la actividad lluviosa en El Salvador comienza en el Oeste y termina en el Este. El régimen de las lluvias se ve muy influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical que actúa intermitentemente de mayo a octubre y en forma acentuada en los meses de junio y septiembre; produciéndose en estos últimos los máximos de precipitación. (Guzmán, 1971).

Entre los seis meses de la temporada de lluvias aparece una disminución clara de estas entre Julio y/o agosto, La Canícula (Hastenrath, 1967; García y Fernández, 1996 a). La característica durante dicho período son los días secos consecutivos que afectan por estrés hídrico a la agricultura, específicamente a los granos básicos como el maíz y el frijol, incluso en ocasiones con pérdidas de las cosechas hasta del 60% (Guzmán, 1990).

La Canícula es definida por otros autores como la reducción notable de las precipitaciones, asociados a varios días secos consecutivos, que aparecen con mayor frecuencia en el segundo grupo de diez días de julio y los primeros diez días de agosto (García y Fernández, 1996 b). En la **Figura 6** se observa un gráfico de líneas de la lluvia mensual de la climatología de 1961 al 2018, de tres estaciones de Centroamérica, El Papalón en El Salvador, Choluteca en Honduras y Jinotega en Nicaragua, basado en datos históricos de los SMHN, donde se observan los dos valores máximos de lluvia en los meses de junio y septiembre y la caída o disminución en julio y agosto, más notoria en las estaciones de Honduras y El Salvador.

En varios países es mucho más frecuente la disminución de la lluvia en la segunda década de julio asociada a períodos secos consecutivos de 6 días o menos, siendo menos frecuentes los períodos de 10 días, estos últimos en todo caso se concentran más en la zona oriental (CENTA, 1998. Molina 1999).

La Canícula como un fenómeno de la vertiente Pacífica de Centroamérica, no se comporta uniformemente, no es un fenómeno continuo en el espacio y si bien se presenta todos los años, su duración y severidad experimenta fluctuaciones año con año, que la convierte en un riesgo climático que no debe ser descuidado en el desarrollo agropecuario. Dicha “Sequía Meteorológica” se mide en términos de la disminución de la lluvia precipitada y el tiempo de duración de esos períodos.

En Centroamérica se han encontrado especialmente alrededor del Golfo de Fonseca zonas que recurrentemente son afectadas por sequías débiles cuando se registran de cinco a diez secos consecutivos, también ocurren sequías moderadas a fuertes, definida sequía la **moderada por períodos de 11 a 15 días secos consecutivos y fuerte a períodos mayores de 15 días secos consecutivos**, Guzmán G., Sánchez R., 1982.

Otro criterio para identificación de la sequía utilizada en Centroamérica es que la **precipitación total de 10 días acumule menos de un 75% de probabilidad de los 50 mm** correspondientes a la ETP² (Rao G., 1986). En los Estados Unidos se utiliza como criterio para definir año seco, cuando precipite el 60% de lo normal anual en la costa pacífica y altiplanicie de ese país (Conde M., Guerrero R., 1972).

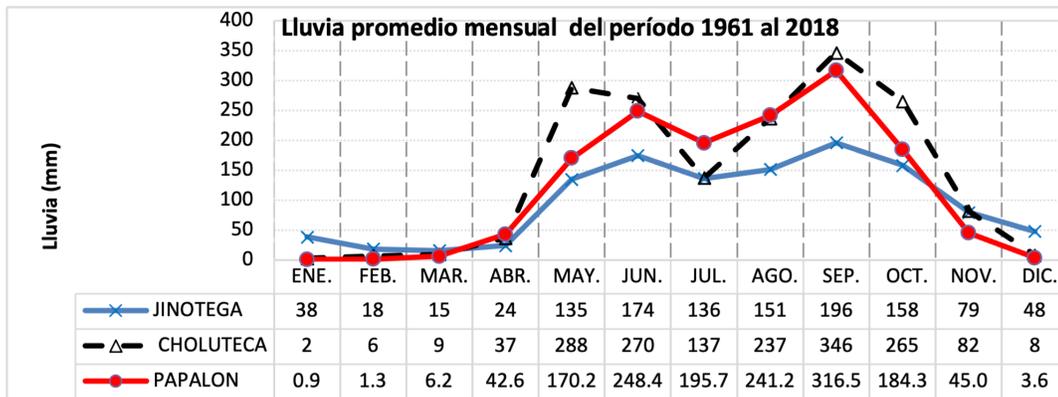


Figura 6. Gráficos de lluvia mensual climatológica de tres estaciones de El Salvador, Honduras y Nicaragua. Fuente: Elaboración propia, datos de los SMHN.

Entre los aspectos oceánicos vinculados con las sequías, el factor principal estudiado que produce la Canícula es el aceleramiento del flujo Alisio y la ubicación de la vertiente Pacífica de Centroamérica a sotavento del dicho flujo, además, durante la época seca entre Noviembre y Abril, en dicha vertiente las lluvias son casi nulas (Guevara, 1985). Amador (1998) explica el comportamiento estacional y espacial de una zona de aceleramiento de dicho flujo denominado el chorro de bajo nivel en El Caribe, el cual regula en ocasiones el debilitamiento de disturbios al oriente del Caribe y el fortalecimiento de los mismos en la zona caribeña de Nicaragua, pero que durante julio alcanza su máximo aceleramiento, coincidiendo con la aparición de la Canícula o Veranillo en Centroamérica.

Las anomalías en la velocidad del viento Alisio son el producto de alteraciones atmosféricas que van más allá de la escala regional y tienen origen en ocasiones a las alteraciones de la escala planetaria como el fenómeno El Niño. En algunos casos, como la sequía del 2001, que afectó gran parte de Centroamérica, se originó por las anomalías de temperaturas frías del agua superficial del Océano Atlántico Tropical Norte (ATN). Dicho sistema térmico causa que se intensifique el anticiclón semipermanente de las Azores y el alargamiento en el sentido Este-Oeste de dicho sistema, desarrollando un núcleo de alta presión en las capas bajas de la atmósfera en las cercanías del Golfo de México, comportándose como un “bloqueo” para el flujo del este, acelerándolo y desarrollando sobre Centroamérica un viento que predomina del Noreste y es más fuerte que el normal del período (CRRH, 2001).

2 Se considera una ETP diaria de 5 mm

Además, se ha registrado en años con presencia de sequía que la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), un área extensa en el Océano Pacífico de abundante nubosidad y lluvias tiende a desactivarse o debilitarse y ubicarse al sur de Centroamérica, más al sur que la posición típica, 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 en el período junio–agosto (CRRH, 2001).

2.4.4. La Oscilación Del Sur

A la relación inversamente proporcional entre la presión al nivel del mar entre el este y el oeste del océano Pacífico Tropical se le llama Oscilación del Sur, midiéndose la presión al oeste sobre Darwin en Australia y al este sobre Tahití (una isla al centro del Océano Pacífico). Generalmente, cuando la presión sube en un extremo del océano disminuye en el otro, existiendo un vaivén de esos valores año con año. La oscilación mencionada se cuantifica como la resta del valor de presión en Tahití a la presión de Darwin de cada mes, dividida entre la desviación estándar de la misma serie, a este proceso se denomina normalización de la anomalía. El dato obtenido es adimensional y se conoce como Índice de la Oscilación del Sur (IOS) y forma parte de los datos con los que se caracteriza al fenómeno, los valores del IOS varían entre negativos (Niño) o positivos (Niña).

2.4.5. La Niña

Durante la Niña, la acumulación de agua caliente en la parte occidental del Océano Pacífico alrededor de Australia provoca un incremento de la evaporación, igual que el ascenso del aire cálido y por tanto de la humedad, desarrollando precipitaciones monzónicas sobre Indonesia. En el otro extremo del Océano Pacífico frente a las costas tropicales de América del Sur, el aire en la alta atmósfera es frío y pesado por lo que desciende, generando estabilidad atmosférica y poca nubosidad, dicho aire sobre la superficie se desplaza hacia el oeste, formando así un anillo o celda de circulación del viento. El flujo del viento en la superficie arrastra también el agua del océano hacia el oeste y en las costas de Ecuador y Perú brota agua de las profundidades, caracterizada por ser agua fría y compuesta de desechos marinos y nutrientes para los peces, es por ello que la economía de esos países depende mucho de la pesca. A estas condiciones de enfriamiento, si son fuertes se le denominan el fenómeno de La Niña.

2.4.6. El Niño

El fenómeno ENOS en fase cálida, se desarrolla por el calentamiento atípico de las aguas en el Pacífico Central y las costas peruanas. Además, la circulación en la atmósfera cambia al desplazarse la celda de circulación de Walker (Philander, 1990), estas aguas cálidas en la superficie del mar y los vientos alisios débiles en el Pacífico producen el fenómeno de El Niño. Los estudios de Aceituno (1988) y Roger (1988) indican que durante los eventos Niños, en el período de julio a diciembre, la precipitación decrece significativamente sobre América Central y la parte norte de Sudamérica. En América Central El Niño se caracteriza por presiones al nivel del mar anormalmente bajas en la parte este del Pacífico Austral y anomalías positivas de la presión al nivel del mar sobre el Atlántico, Vientos Alisios en el Pacífico débiles y fuertes sobre el Atlántico, vientos del oeste en la atmósfera superior que se intensifican, las condiciones de temperaturas son más cálidas, en el período de julio a diciembre, la precipitación decrece significativamente, de enero a marzo la precipitación es baja, y en el período de abril a junio, no existe una tendencia consistente de un decrecimiento de la lluvia (Fernández y Ramírez, 1991).

Cuando las presiones cambian y en Tahití es menor que en Darwin, el Índice de la oscilación del Sur o IOS es negativo, el flujo del viento superficial se debilita o cambia de dirección desplazándose hacia el Este (flecha blanca, **Figura 7**), permitiendo que el agua cálida se desplace hacia el centro del Océano Pacífico y las costas de Sudamérica (zona de color rojo). Esta circulación de aire y las corrientes de agua representan las condiciones de El Niño. El nombre proviene del apareamiento de corrientes cálidas en el mes de diciembre en las costas de Perú y Ecuador, por lo que los pescadores lo asociaron al nacimiento de El Niño Jesús. Bajo condiciones El Niño, los vientos Alisios que soplan hacia Australia en el Pacífico se debilitan, el arrastre de agua desaparece y la que ya estaba acumulada en Australia y Asia se desplaza hasta el centro y el oriente del Pacífico. La lluvia monzónica se traslada hacia la mitad del Océano Pacífico, pero también el calor alcanza las aguas superficiales en el Pacífico oriental en las costas de Sudamérica, es allí donde llueve más de lo normal.

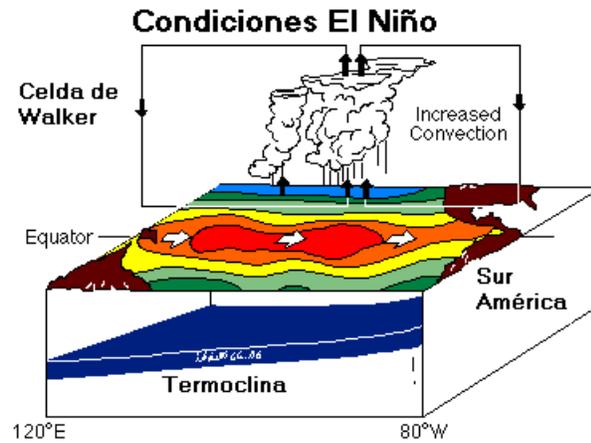


Figura 7. Condiciones El Niño del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur. Fuente NOAA.

La clasificación de los eventos cálidos o fríos del ENOS han sido acordados y unificado por muchos países de América usando el indicador llamado ONI (Oceanic Niño Index) o Índice Oceánico del Niño en español, caracterizado por anomalías en la media móvil de 3 meses de la Temperatura de la Superficie del Mar de la región Niño 3.4 (Figura 3.3, Cuadro 3.1) menor o mayor a 0.5°C sobre el promedio mensual al menos 3 meses consecutivos.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

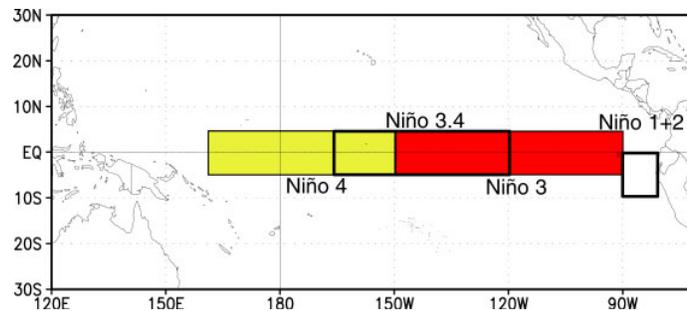


Figura 8. Zonas de monitoreo de El Niño en el Océano Pacífico. Fuente NOAA.

La canícula, también denominada en inglés como “midsummer drought”, es explicada en su origen por otros investigadores como cambios en el patrón de divergencia sobre el reservorio caliente al sur de México en el Océano Pacífico, causada por disminuciones de su temperatura de 1°C, disminuyendo de 29 a 28°C modulando la aparición de la Canícula (Magaña et al, 1999).

En general la lluvia anual, como se observa en la **Figura 9**, en tres estaciones me-

teorológicas, de El Salvador (Papalón), Honduras (Choluteca) y Nicaragua (Jinotega), indican una disminución drástica con la aparición de canículas severas o déficit prolongados varios meses del año, en la mayoría de los casos coincidiendo con la aparición del fenómeno de El Niño o una fase fría del ATN, como los casos de 1967-1968, 1972-1973, 1982-1983, 1991, 1994, 1997, 2001, 2006, 2009, 2015-2016.

Sequías históricas más antiguas relacionadas con El Niño fueron recopiladas por Bonilla, 2014, al menos 5 eventos que han afectado a Centroamérica antes de los años '70, causando sequía, con repercusiones económicas y sociales importantes, registrados en 1926, 1936, 1945-46, 1956-57, 1965.

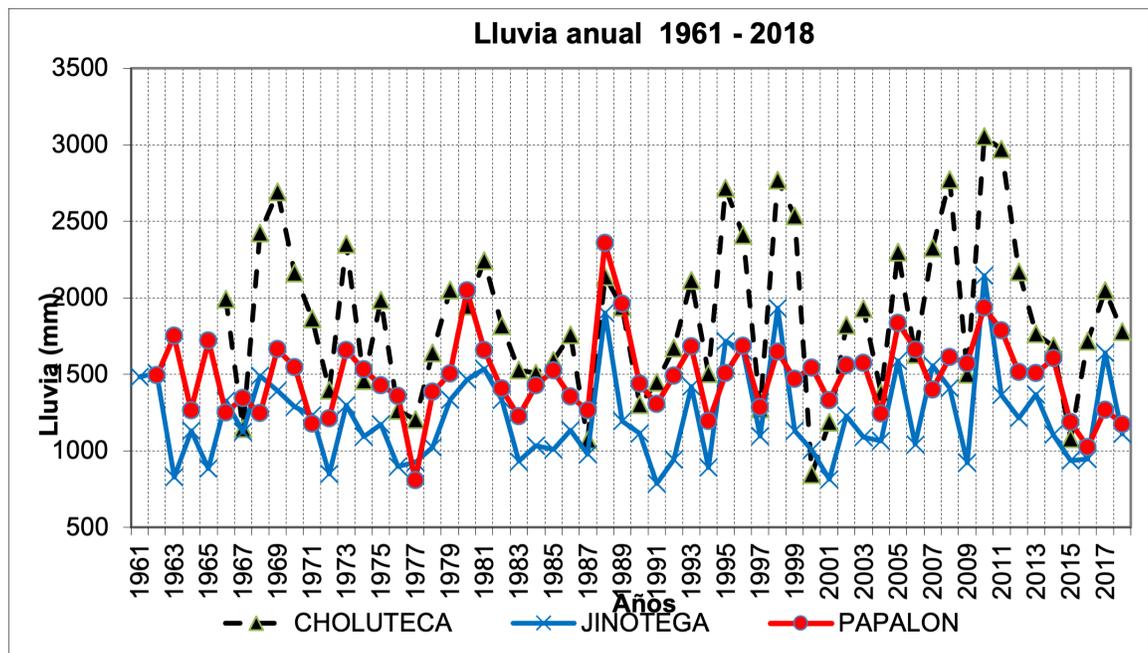


Figura 9. Lluvia anual de tres estaciones dentro del CSC y alrededor del Golfo de Fonseca. Fuente: Elaboración propia, datos de los SMHN.

2.5 El Cambio Climático

Sobre nuestro país las aguas cálidas del Océano Pacífico Tropical denominada simplemente El Niño, desarrolla una época lluviosa irregular, caracterizada por la disminución de las cantidades de lluvia y aumento de días secos consecutivos, o sea sequías meteorológicas prolongadas o severas, dentro del periodo conoci-

do como Canícula o inclusive a partir de junio, apareciendo más días calurosos, impactando drásticamente en las zonas bajas de la costa y especialmente en los valles interiores del oriente de El Salvador, afectando negativamente los suelos, la cobertura vegetal, los cultivos y la fauna.

El impacto llega en el desarrollo de cultivos anuales o estacionales plantados en mayo, pues en ocasiones la primera siembra se pierde, el crecimiento de pastizales es reducido y los cauces de agua no recuperan su nivel normal para junio. El acortamiento del segundo trimestre de lluvias limita la segunda siembra, la poca humedad disponible en el suelo, y las temperaturas más altas en la estación seca se suman para reducir los niveles de estiaje de ríos, lagos y embalses por debajo de su nivel normal al final de la estación. El déficit de humedad en el suelo reduce la disponibilidad de pastos y agua para los abrevaderos, los bosques y áreas silvestres alcanzan niveles de sequedad que los hace susceptibles a arder, aumentando los incendios forestales, reduciendo la cobertura vegetal aún más y afectando la biodiversidad (CRRH, 2001).

En la región también ocurren afectaciones por sequías en los embalses que producen la mayor parte de la energía eléctrica, asentamientos humanos cuyo abastecimiento de agua potable se hace con acueductos que se surten de fuentes de recarga anual y en esas zonas también se desarrollan actividades agrícolas para la producción de granos básicos como maíz, frijol y sorgo, de allí la problemática generada por la Canícula severa.

La relación entre la lluvia y el fenómeno El Niño o al Atlántico Tropical Norte frío (ATN) indican que en julio y/o agosto el déficit se incrementa, siendo claro esto para la zona costera de la vertiente del Pacífico, incluyendo el Corredor Seco, con mayor énfasis durante eventos fuertes y muy fuertes. En ocasiones cuando el evento El Niño se clasifica como moderado no es clara la disminución de las lluvias en los meses mencionados arriba (García y Fernández, 1996 b).

Otra característica meteorológica y atmosférica cuando la actividad lluviosa es frenada o interrumpida, en Centroamérica se asocia a corrientes boreales descendentes o subsidentes desde la atmósfera superior, algunos meteorólogos la llaman volcamiento de aire frío, alrededor de los 200 Hpas (Arce, 1982), la que puede estar asociada a que el Chorro Subtropical en niveles altos desciende en latitud, acercándose o posicionándose sobre la región.

De igual manera la presencia de la Vaguada Troposférica de la Atmósfera Alta (TUTT en inglés), marcada por un ciclón cerrado en El Caribe, tipo gota fría, provoca al lado izquierdo de su eje aire descendente frío y seco, lo que restringe y disminuye la formación de convección local, pierden fuerza las ondas tropicales por lo que ocurre una disminución de las lluvias, también afecta la merma de ac-

tividad de huracanes en el Atlántico o el Caribe, contribuyendo a que disminuya la aparición de temporales en dichos años sobre nuestro país. (Guzmán, 1971).

La posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es muy importante, un movimiento al norte en latitud provoca abundantes lluvias donde se ubique, pero durante la Canícula típicamente se ubica al sur de 10°N , por lo que se minimiza la ocurrencia de zonas inestables formadoras de lluvias o las ondas tropicales no se ven fortalecidas, ocurriendo una disminución de lluvia, el movimiento de la ZCIT al sur está asociado a las altas presiones en el Atlántico fortalecida y ubicándose por abajo de su posición típica de 30°N , en ocasiones a la aparición de un pequeño anticiclón sobre el Golfo de México.

Durante el evento Niño de 1997-1998, solo en El Salvador debido a la sequía se calcularon disminuciones en la producción de granos básicos del 25 % con relación a lo esperado, significando esto pérdidas de alrededor de 500 millones de colones. En los productos de café, azúcar y pesca fueron de 1,086 millones de colones haciendo un total de 1,600 millones de colones (US \$ 200 millones) que representaron el 1.6 % del PIB, por ello la importancia de vigilar y alertar dicho fenómeno para reducir la vulnerabilidad de El Salvador (OAPA, 1998).

Al realizarse correlaciones entre la lluvia de El Salvador y los diferentes indicadores oceánicos o atmosféricos, Polzin et al, 2014, encontraron relaciones matemáticas entre el periodo de Julio-Agosto y la sequía (déficit de lluvia), en el cuadro de la **Figura 10**, con las temperaturas de la superficie del mar (SST) la correlación negativa (inversamente proporcional) con las aguas del Pacífico o El Niño y correlaciones positivas con las aguas frías del Atlántico Tropical, cuadro superior izquierda. Con los vientos de capas bajas (WIND) la correlación fue negativa (inversamente proporcional) en El Caribe indicando que el aceleramiento del flujo alisio disminuye las precipitaciones, cuadro superior derecho. Con los campos de presión en capas bajas (Z 100) las correlaciones son negativas en el Pacífico oriental, Caribe y Atlántico, indicando que al subir las presiones atmosféricas las precipitaciones bajan, cuadro inferior izquierdo y también las correlaciones son negativas con la componente vertical del viento omega en campos medios de la atmósfera en 500 mb (W 500) indicando que vientos verticales positivos (aire descendente) la lluvia disminuye, cuadro inferior derecho.

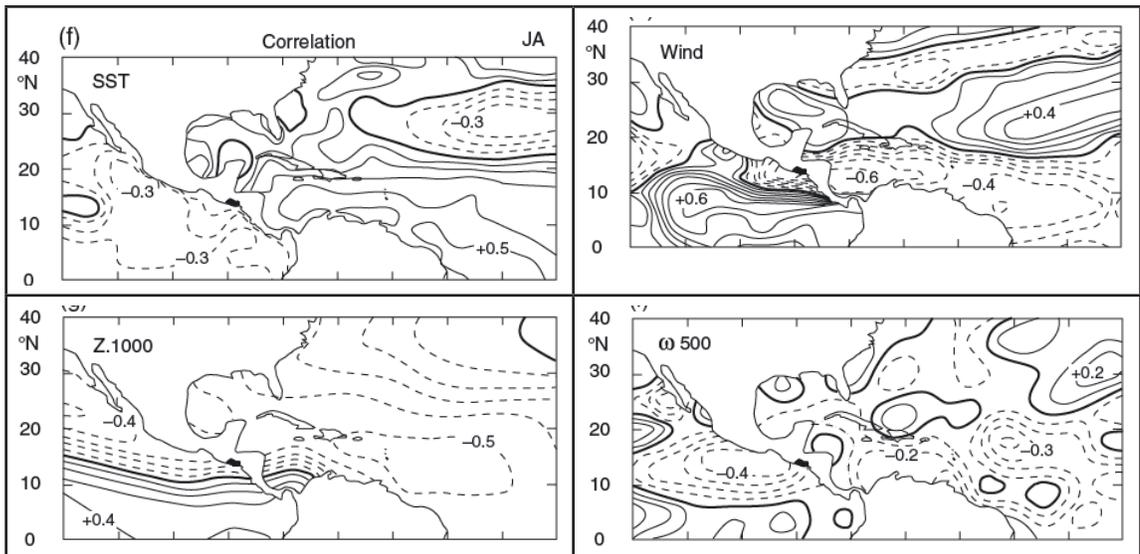


Figura 10. Correlaciones entre la lluvia de El Salvador y varios índices oceánicos-atmosféricos. Fuente: Polzin et al, 2014.

El esquema de la **figura 11**, resume los indicadores oceánicos-atmosféricos explicados arriba, como causas de las sequías meteorológicas, las que incluyen la aparición del fenómeno de El Niño en el Océano Pacífico Tropical, las aguas frías en el Atlántico Tropical Norte (ATN), la gota fría o ciclón en altura, capas altas en 250 mb, junto con la vaguada troposférica de la atmósfera superior (TUTT: Tropical Upper Trophospheric Trough), los anticiclones fortalecidos en el Atlántico y en el Golfo de México, lo que genera una gradiente de presión fuerte en El Caribe, observándose la isobara 1016 mb en el Caribe interior y a su vez desarrolla el Chorro de Bajo Nivel en 925mb, (LLJ: Low Level Jet), el cual provoca viento divergente acelerado sobre Nicaragua y el Golfo de Fonseca, a su vez la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) baja en latitud, provocando en resumen imposibilidad de formación de nubes convectivas, o reduce la actividad de las ondas tropicales, disminuyendo las precipitaciones o registrándose varios días secos consecutivos.

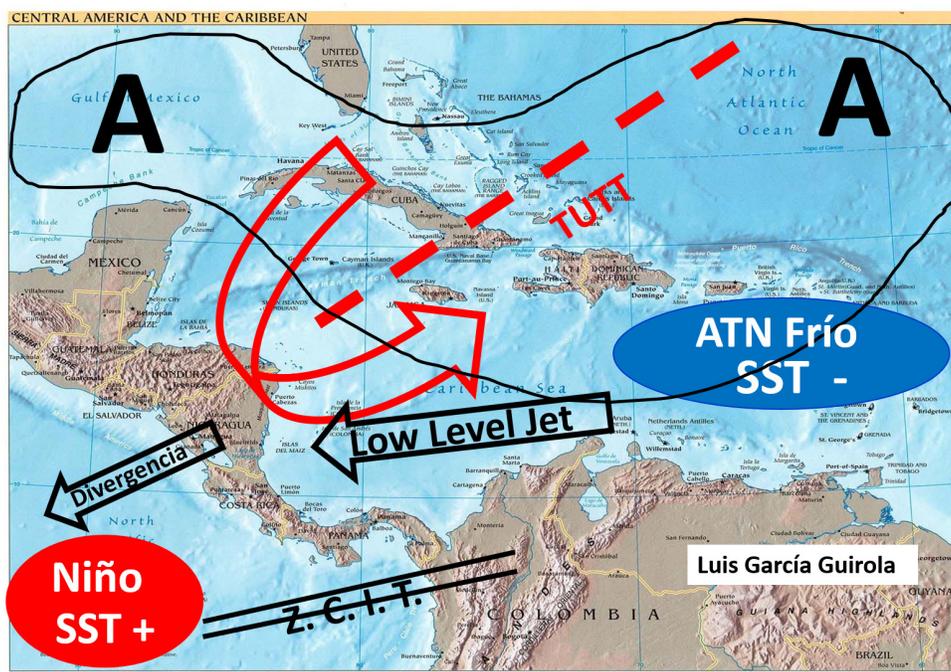


Figura 11. Esquema resumen de los forzantes climático-atmosféricos que provocan la Sequía. Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. Escenarios del Cambio Climático

En el marco del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” de CEPAL, se simularon escenarios climáticos de temperatura y precipitación para el período 2006-2100 para los siete países de la región, con el apoyo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se construyó un escenario base de la climatología observada en la región para el período 1950-2000. Para calcular los escenarios futuros a nivel de país se usaron la climatología de la base CRU TS3.0 del período 1961-1990 y la base del WORLDCLIM del período 1950-2000. Para el estudio de Centroamérica se recomendó utilizar principalmente los escenarios A2 y B2 del IPCC por identificar en ellos algunas características que podrían ser consistentes con el tipo de desarrollo observado en la región. Estos escenarios han sido utilizados en estudios regionales de América del Sur, México y el Caribe. (CEPAL 2010)

De acuerdo con CEPAL (2010), los escenarios climáticos proyectan cambios de temperatura y precipitación, usando escenarios y modelos climáticos recomendados por el IPCC. A-1, En un escenario de emisiones inferior a la tendencia actual al año 2100 (Escenario B2 del IPCC), la temperatura aumentaría de 2,2 °C a 2,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 2,5 °C respecto al promedio de 1980-2000. En el escenario A2, que mantiene la tendencia actual de emisiones

crecientes, la temperatura podría aumentar entre 3,6 °C y 4,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 4,2 °C. La trayectoria esperada de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario de emisiones globales B2 al año 2100, la precipitación disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua. Para la región la reducción promedio sería 11%. El escenario de menor control de emisiones A2 al 2100 sugiere una disminución más drástica de la precipitación de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras. Para la región se espera una reducción promedio de 28%.

2.5.2. Impacto del Cambio Climático en la Agricultura

El cambio climático según Ordaz, J.L. et al de la CEPAL en su informe del año 2010 representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas de los gobiernos por varias generaciones. Se estima que para 2030 Centroamérica aun producirá menos de 0,5% de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, pero al mismo tiempo ya es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático.

La región centroamericana es ahora altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad y el cambio climático, ha visto aumentar el número y la intensidad de los desastres naturales, con sus altas repercusiones sobre la economía de la región. Un sector que es fundamental como proveedor de empleos y como impulsor del crecimiento económico es el agropecuario, el cual es altamente dependiente del clima y sobre él se han contabilizado grandes pérdidas ante los efectos climáticos, tanto por los incrementos de temperatura como por la disminución de la lluvia, afectando la disponibilidad y acceso a alimentos e incrementando la volatilidad de los precios.

Lo anterior hace necesario orientar de forma adecuada las políticas agrícolas y ambientales, pero para ello es importante conocer cómo serán los impactos, una manera efectiva de combatirlos es por medio de los Sistemas de Alerta Temprana y políticas de Gestión de Riesgos ante Sequía.

Otros impactos inherentes de los fenómenos de la variabilidad climática y del cambio climático serán, la reducción de productividad y rendimiento asociados a menor disponibilidad de agua en los acuíferos, incremento de la concentración de contaminantes, pérdida de humedad del suelo, etc. Impactos directos sobre las plantas y cosechas por efecto de los fenómenos extremos (huracanes, tormentas,

etc.), como la rotura de tallo, defoliación, volcado, etc.

Erosión y degradación de la tierra, sedimentación en cauces y reservorios de agua, desbordamientos, inundaciones, deslizamientos y derrumbes provocados por lluvias inesperadas o lluvias torrenciales, incremento de la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos (incluidas las que afectan durante la postcosecha y almacenamiento), reducción de polinizadores, mala distribución de polinizadores, esenciales para la producción de ciertos cultivos, podrán verse afectados por las nuevas condiciones climáticas, especialmente las abejas por condiciones de sequía y los cambios en la época de floración, sincronizada con las lluvias.

Las actividades agrícolas probablemente serán severamente afectadas en América Latina y el Caribe, con disminuciones importantes en los rendimientos. Es probable que las plagas amplíen su territorio, y los procesos de degradación de suelos aumentarán. Las sequías, las inundaciones, las ondas de calor y otros eventos climáticos extremos afectarán de manera significativa las actividades agrícolas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria.

Los cultivos presentan umbrales de respuesta dentro de su entorno climático, el cual afecta su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Los eventos climáticos extremos de corto plazo, tales como tormentas e inundaciones, variaciones climáticas interanuales, la sequía, El Niño y La Niña, todos tienen efectos negativos en el desarrollo biológico de los cultivos.

Aguilar (2011) resalta que en América Central se observa que, en promedio, la temperatura máxima ya ha sobrepasado en varios grados la óptima para el índice de producción agropecuario de varios cultivos, lo que parece indicar que habría mayores pérdidas si se registran nuevos aumentos. Asimismo, durante la temporada de lluvias, los niveles de precipitación acumulada en la región son, en promedio, mayores al nivel óptimo para maximizar la producción. Asimismo, en las regiones con menor precipitación, como la vertiente del Pacífico, se observan pérdidas en la producción de granos básicos.

2.5.3. Humedad en el Suelo y Sequía Agrícola

El balance hídrico se basa en un balance de masa de agua en el suelo y consiste en el cálculo del agua acumulada en el suelo y disponible para las plantas como resultado del agua que ingresa al suelo (lluvia) y la que sale (transpiración). El último valor es calculado por medio de fórmulas, denominado la evapotranspiración potencial (ETP), basada en factores climáticos sobre el suelo como la temperatura,

humedad, radiación solar y viento. Factores como la radiación, la temperatura y el viento aumentan durante los periodos caniculares, debido a la ausencia de nubes y un aceleramiento del flujo del aire del noreste, por ello también se incrementa la ETP mientras que disminuyen el ingreso de agua (lluvias ausentes), de tal manera que la humedad del suelo es consumida rápidamente por las plantas y se desarrolla un stress en éstas.

Desde el punto de vista agrícola, la sequía depende de la diferencia entre la demanda de agua de las plantas y el agua disponible en el suelo (balance), específicamente en una delgada capa del suelo de unos 20 centímetros. En este caso los factores como, la demanda hídrica de cada especie de planta, el desarrollo, las condiciones meteorológicas y físicas del suelo, hacen compleja la definición de la Sequía Agrícola.

Un año con Sequía Agrícola en Centroamérica se registró en 1997, afectando de forma severa buena parte de la zona costera del Pacífico de casi todos los países, originada por un evento El Niño, considerado como el más fuerte del siglo XX. Debido a los desastres socioeconómicos provocados por la sequía del '97-'98 en la región centroamericana, el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH) coordinó un proyecto de investigación regional, donde se caracterizó todo el evento de sequía, meteorológica, hidrológica y agrícola, además se diseñaron Sistemas de Alerta Temprana (SAT) por Sequía causada por el fenómeno de El Niño y el mismo estudio propuso recomendaciones para mitigar sus efectos. La metodología incluyó en sus resultados los escenarios probables de ocurrencia de sequía para cada país por regiones climáticas o regímenes pluviales y las reducciones de la producción y rendimientos de granos básicos para cada evento, en especial del maíz. (CRRH-DGRNR-MAG et al. 2002)

2.5.4. Algunas Características de las Sequías Recientes

Algunas características del período seco más reciente en la región fue la sequía larga del 2012 al 2016, en la que se registraron varios periodos de días secos consecutivos (lluvia diaria < 1 mm), en el caso de El Salvador alcanzaron sequías meteorológicas severas, pues alcanzó hasta 32 días secos consecutivos en el 2012, ver **cuadro No. 1**.

Estación	Año	Número de días secos consecutivos
La Unión	9 al 20 de agosto, 2016	12
La Unión	14 de junio al 5 de Julio de 2015	22

La Unión	4 de julio al 3 de agosto de 2014	31
La Unión	19 de julio al 10 de agosto de 2013	23
La Unión	1° al 31 de Julio de 2012	32

Cuadro 1. Número de días secos consecutivos en El Salvador del 2012 al 2016.
Fuente: INERV-MARN.

Con la base de datos de lluvia estimada por satélite del CHIRP-FEWSNET, se desarrollan varios mapas de anomalías de la lluvia de mayo a agosto, desde el año 2012 al 2015, indicando los colores rojos déficit de más de 300 mm. El mapa del año 2014 registra anomalías de la lluvia de mayores a 300 mm en Nicaragua y Honduras, siendo el año 2015 el que muestra la sequía o déficit de lluvia más severa, con valores de anomalías mayores a 300 mm no solo en el Corredor Seco, sino que se extiende a la gran mayoría de países.

El año 2014, la temperatura en el océano que sirve para la definición de El Niño alcanzó durante el mes de junio el umbral de la anomalía de temperatura de 0.5°C por encima del promedio, sin embargo, la NOAA de los EUA no lo declaró como evento “El Niño”, no fue declarado sino hasta finales del mismo año y prosiguió durante el año 2015, se tuvieron impactos con reducción de lluvias y una canícula fuerte. Al incremento de las temperaturas del océano Pacífico se sumó la temperatura debajo del promedio o fase fría en el Atlántico Tropical Norte, que también inhibe la producción de lluvias en la región.

Ocasionalmente los flujos de viento en altura apoyan o desfavorecen la convección y las precipitaciones, a este índice se le llama la Oscilación Madden Julian (MJO), que se mueve lentamente, tarda aproximadamente 2 semanas en moverse sobre algún lugar o afectar Centroamérica, al ubicarse la fase de convección (divergente) ayuda a la formación de ciclones y al ubicarse la fase inhibición, desfavorable (convergencia) disminuyen las lluvias y fortalece una sequía en desarrollo, la Administración del Océano y la Atmósfera (NOAA) monitorea y pronostica ese índice. Algo parecido sucede con el Índice Gálvez Davison (GDI) el cual muestra con valores positivos las condiciones favorables para convección y tormentas (zonas de color rojo), mientras los valores negativos las condiciones desfavorables para convección y tormentas (zonas de color gris oscuro).

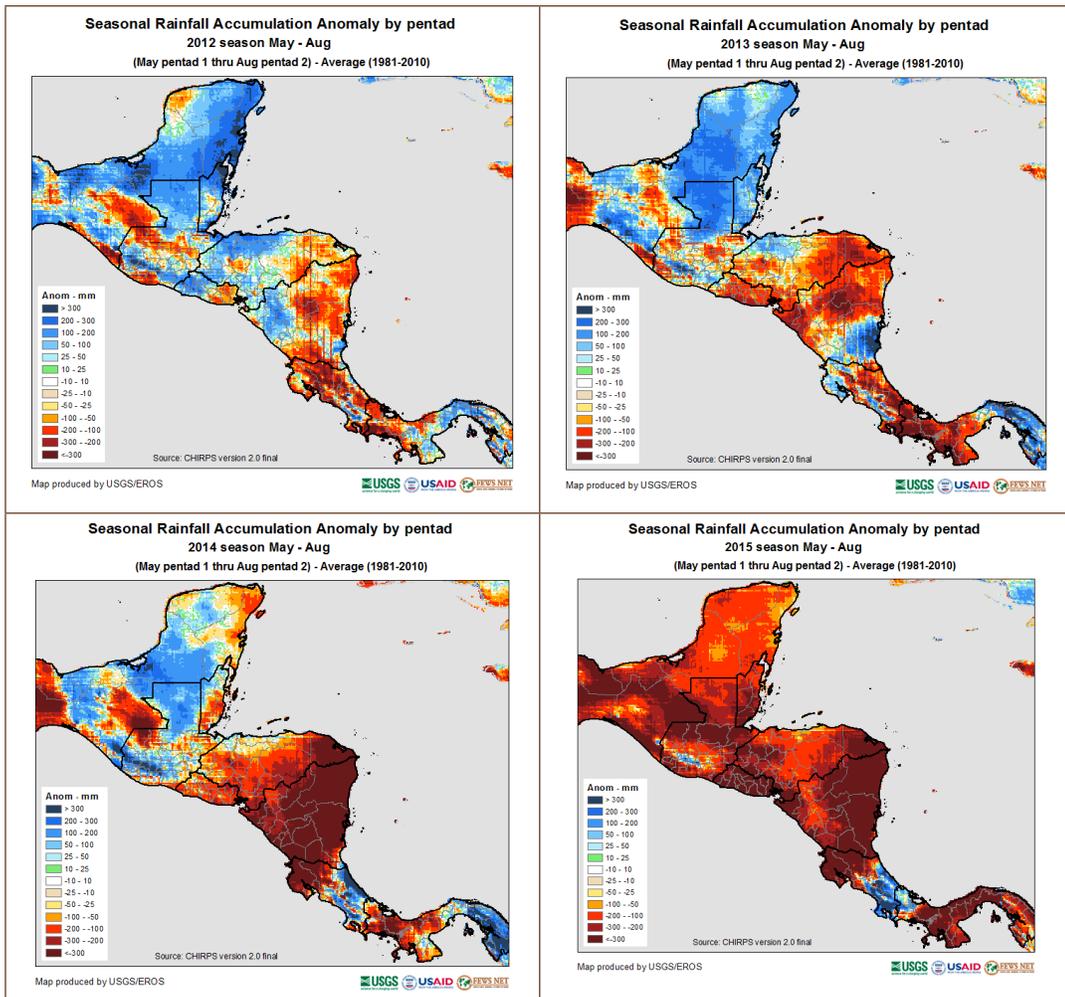


Figura 12. Anomalías de lluvia de mayo a agosto en Centroamérica del 2012 al 2015.
Fuente: CHIRP-FEWSNET. <https://earlywarning.usgs.gov/fews/search>

Al iniciar el año 2015 el fenómeno de El Niño se había fortalecido, alcanzando una categoría de intensidad fuerte y superando al evento de 1997-1998, además del enfriamiento de Atlántico Tropical, se originaron sistemas meteorológicos como el flujo del viento Alisio acelerado en las capas bajas de la atmósfera, relacionado a su vez con un incremento de la presión atmosférica en el Caribe, el Atlántico y el Golfo de México que restringen la nubosidad y mantienen el calor sofocante.

En el año 2015 en El Salvador se registró el primer periodo seco consecutivo del 14 de junio al 7 de julio, alcanzando una Sequía Meteorológica de intensidad fuerte con 24 días secos consecutivos (mapa izquierdo), un segundo período seco ocurrió del 10 al 17 de julio, con 8 días seguidos como máximo sin llover, catalogada como una Sequía Meteorológica débil localizada en el extremo suroriental de El Salvador (mapa derecho), ver **Figura 13**.

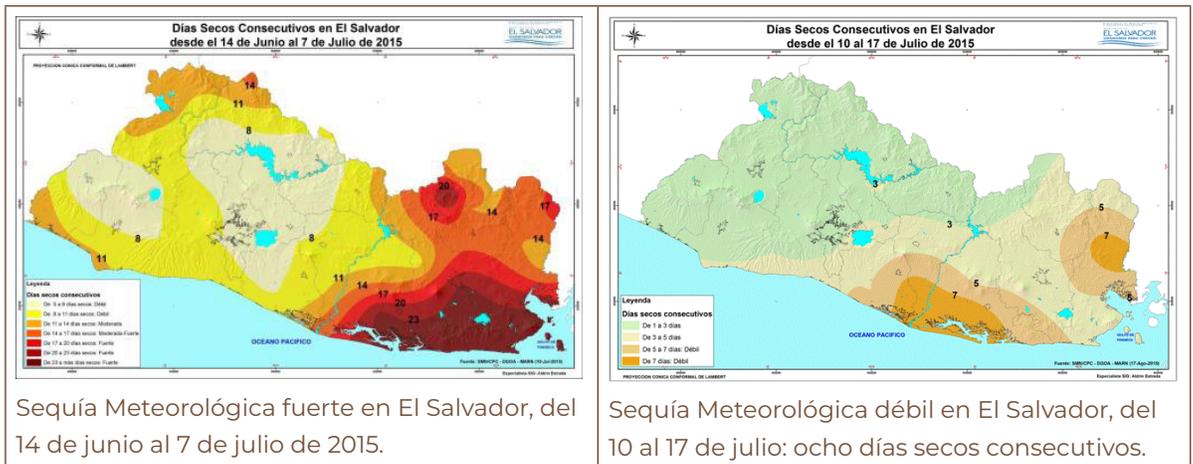


Figura 13. Número de días secos consecutivos en el año 2015, Fuente: DOA-MARN.

El tercer período seco, de la estación de lluvias 2015 en El Salvador fue del 20 de julio al 8 de agosto, se convirtió en sequía fuerte o severa, con 20 días consecutivos sin llover. Un cuarto período seco alcanzó la categoría de sequía fuerte o severa, iniciando el 11 de agosto y terminando el día 29, 19 días secos consecutivos como máximo en la zona oriental y parte costera de la zona paracentral.

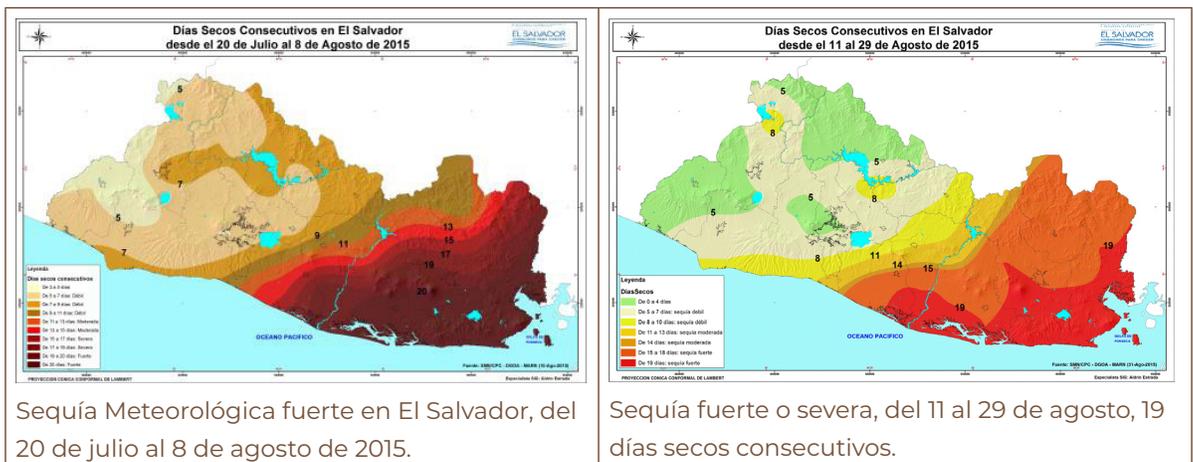


Figura 14. Número de días secos consecutivos en el año 2015, Fuente: DOA-MARN.

En una de las estaciones meteorológicas que típicamente sufre de Sequías cada vez que aparece el fenómeno el Niño dentro de la región del Corredor Seco, cerca del Golfo de Fonseca, en El Salvador es la estación de San Miguel, donde se observa en la **Figura 15** que el año 2015 registra lluvias deficitarias, muy por debajo de los promedios históricos de otros años bajo el fenómeno de El Niño en junio y julio, ambos meses llegando a precipitaciones nulas, mientras en otros eventos secos severos solo julio fue el mes con el déficit mayor, luego en los meses de septiembre y octubre hubo un repunte de las lluvias, por lo que el acumulado anual logró recuperarse y alcanzar valores cercanos pero siempre abajo del promedio anual.

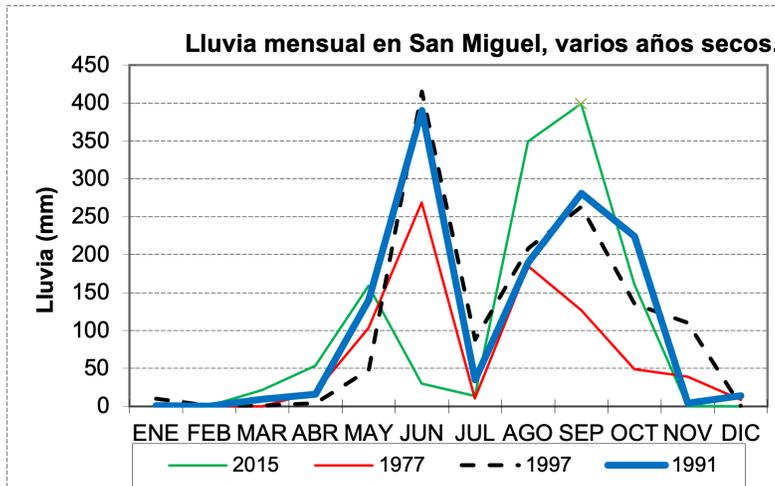


Figura 15. Lluvia mensual en la estación San Miguel, El Salvador, Fuente: DOA-MARN.

Durante el año 2016, finalizó en mayo el fenómeno El Niño que arrancó desde finales del año 2014, mientras el océano Atlántico Tropical Norte pasó a registrar aguas ligeramente cálidas o con valores normales, ambas características en los océanos provocaron que las lluvias continuaran irregulares, pero no tan deficitarias (al menos entre mayo a septiembre), con periodos secos cortos, sin afectar o dañar los cultivos. Entre las causales de este comportamiento irregular de las lluvias se encuentran fenómenos locales, regionales y globales. Puede mencionarse en el ámbito regional la poca aparición de los sistemas ciclónicos tropicales (Océano Pacífico como del Océano Atlántico), así como la presencia de la corriente de bajo nivel en el mar Caribe. En el ámbito global, sin duda que la presencia del fenómeno de El Niño en los primeros cuatro meses del año repercutió en la producción de lluvias en los meses posteriores.

2.5.5. Sequía Hidrológica

La Sequía Hidrológica puede definirse como la desviación de los registros típicos de escurrimiento de agua en la superficie y en el subsuelo, tomando como referencia valores promedio de las series de varios años de los datos registrados, que conlleva a la deficiencia en las disponibilidades de recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, al disminuir la escorrentía superficial y recarga de acuíferos.

La Sequía Meteorológica registrada en el 2015 es un buen ejemplo de los efectos que se observaron en El Salvador pues de manera considerable los caudales promedio de los ríos disminuyeron en todo el país, sumado a un inicio irregular de la estación de lluvias, con un atraso en la zona oriental iniciando en los primeros días

del mes de junio, las lluvias se caracterizaron por una mala distribución temporal y espacial, con cantidades deficitarias respecto al promedio histórico, siendo el trimestre mayo-junio-julio 2015 el más seco históricamente registrado en El Salvador, contabilizando cuatro periodos de Sequía Meteorológica, tres fueron calificados como “fuerte” (más de 15 días consecutivos sin lluvia) siendo la zona oriental del país la más afectada, convirtiéndose luego en reducciones de caudales muy críticos en la misma zona, alcanzando valores de hasta 90% en el río Goascorán y río Torola en el mes de junio, seguido por las reducciones presentadas en la cuenca alta del río Lempa con valores de 65 a 75% para los meses julio-agosto 2015. En el resto de El Salvador, las reducciones variaron desde 10% hasta el 50% con respecto a los valores históricos.

En el mes de septiembre las reducciones de caudal fueron menores comparadas con los meses anteriores, sin embargo, los caudales de los ríos no habían logrado alcanzar los niveles promedio, lo cual sucedió hasta el mes de noviembre, mes en el que las lluvias fueron abundantes y contribuyeron a aumentar los niveles de agua de los ríos, aproximando los caudales medios mensuales registrados en las principales estaciones hidrométricas a los promedios históricos. Para el mes de octubre, a pesar de que hubo lluvias abundantes, estuvieron un 72% por encima del promedio, los ríos no lograron alcanzar sus caudales promedios históricos. Desde el mes de diciembre 2015, los caudales en los ríos presentaron condiciones de descenso de nivel y caudal, propia de la época seca, correspondiente con la ausencia en aportaciones de lluvia, entrando a los meses de enero-abril del año 2016, se registró nuevamente una disminución de los caudales con relación a sus promedios históricos en algunos ríos en la zona oriental de El Salvador, así como también en la zona costera occidental donde se alcanzaron valores de caudales promedios mensuales del orden del 60% por debajo del promedio histórico.

La reducción de caudales observados respecto al promedio histórico en muchos ríos fue importante y progresiva. Durante los meses de mayo a septiembre de 2016 (época lluviosa) las reducciones de caudales promedio mensuales fueron muy críticas al oriente de El Salvador, encontrándose desde el mes de julio con valores de reducción por encima del 50% durante todo el período. En el resto de El Salvador las reducciones han variado desde 3% hasta 66% con respecto a los valores promedio mensuales históricos, ver **Cuadro No. 2**, tomado del estudio “Cuatro años continuos de sequía en El Salvador: 2012 – 2015”.

CUENCA/ ZONA/ RÍO	2016		
	JUL	AGO	SEP
CAUCE PRINCIPAL RÍO LEMPA (CUENCA ALTA)	-66%	-51%	-56%
ZONA OCCIDENTAL			
RÍO PAZ	-30%	-47%	-23%
ZONA ORIENTAL			
RÍO GRANDE SAN MIGUEL	-59%	-52%	-61%

Cuadro 2. Déficit de caudales en El Salvador durante el año 2016, fuente: MARN.
<https://www.transparencia.gob.sv/institutions/marn/documents/350059/download>

2.5.6. Embalses

Los niveles de los embalses en El Salvador propiedad de CEL; las Centrales Hidroeléctricas Cerrón Grande y Guajoyo; no lograron alcanzar el nivel máximo de operación durante el año 2016, ubicándose entre los tres más bajos desde los años '80, ver **Figura 16**.

Los niveles máximos registrados durante el 2016 son los siguientes:

Cerrón Grande: Nivel de embalse 239.88, cota máxima operación 243 m. s.n.m.

Guajoyo: Nivel de embalse 423.77, cota máxima de operación 430 m. s.n.m.

En la **Figura 16**, Las barras rojas son las que se ubican por abajo del promedio histórico, se logra identificar que desde los años 2000, se registran varios años con baja en la generación hidroeléctrica, la tendencia de los últimos años ha sido al descenso y la registrada en 2016 se mantiene como una de las más bajas del período.

La baja generación hidroeléctrica en la gráfica muestra la tendencia del comportamiento de niveles de los embalses, las barras rojas más bajas como las de los años, 1972, 1986, 1991, 2009 y 2016 coinciden con déficit de lluvia causados por el fenómeno de El Niño,

El Observatorio Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, durante el periodo de la Sequía Meteorológica del 2015 al 2016 emitió varios mapas y boletines de alertas al respecto, de la misma manera por la Sequía Hidrológica del año 2016 emitieron Boletines Especiales por dicho evento.

<http://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/sequia+hidrologica/>

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/canricula/>

http://srt.marn.gob.sv/serviciosclimaticos/julio_2015.html

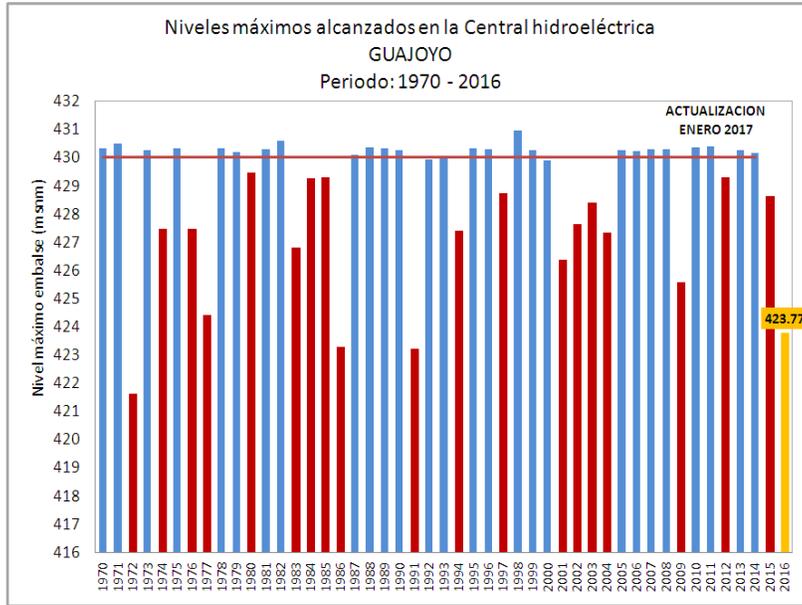


Figura 16. Nivel máximo de Central hidroeléctrica de CEL el Guajoyo. Fuente: INERV-DOA-MARN. <http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/9>

2.5.7. Aguas Subterráneas

Otro efecto de la Sequía Meteorológica del año 2016 fue la deficiencia de agua subterránea, las cuales no se evidencian inmediatamente como en el agua superficial, ya que el proceso de infiltración es lento, afectando la baja en los niveles de agua disponible en los acuíferos, reflejándose en una profundización de los niveles del agua además de en la disminución del influjo base de los ríos en la época seca, baja en los caudales de fuentes y manantiales.

En Centroamérica se registraron sequías meteorológicas moderadas a fuertes en los años 2012, 2013 y 2014 y 2015, tantos años secos consecutivos, generó un impacto fuerte en los recursos hídricos, por lo que el déficit acumulativo dificulta que los niveles freáticos se recuperen a su condición normal si las precipitaciones continúan siendo deficientes en los años siguientes.

Durante el año 2016 hasta el mes de octubre continuó el patrón de lluvias irregulares y deficitarias por lo que la disminución en la recarga de acuíferos continuó, como ejemplo se muestra en la **Figura 17** los registros de niveles del pozo de Nejapa, donde se observa un descenso continuo en los cinco años, sin recuperación cada verano.

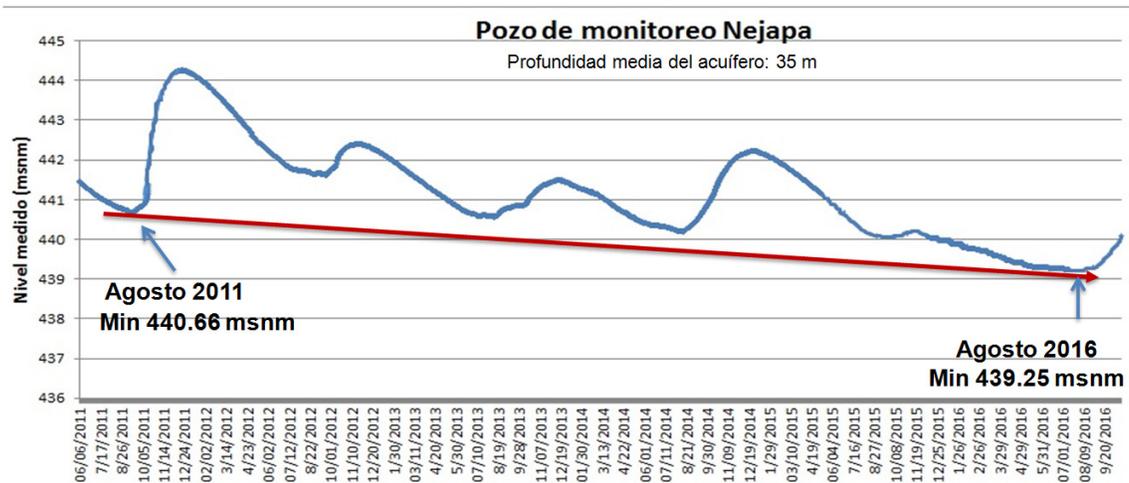


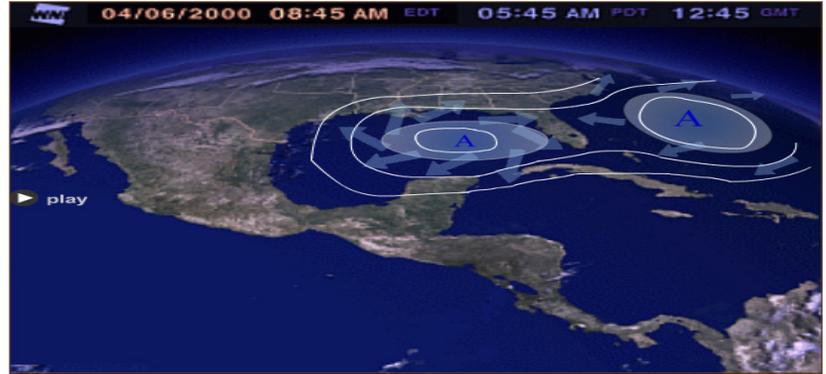
Figura 17. Monitoreo del nivel de pozo Nejapa, El Salvador. Fuente: DOA-MARN
http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/132/Informe_niveles%20piezom%-c3%a9tricos_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<https://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/sequia+hidrologica/>

2.5.8. Sequía 2001

Especial interés tiene la Sequía del año 2001 en Centroamérica, pues el viento alisio del Noreste que predominó durante la estación seca del 2000 al iniciar el 2001, no disminuyó su velocidad en abril como se esperaría, lo que impidió que las brisas del Pacífico arrastrando humedad alcanzaran el interior de los territorios Centroamericanos. Esta anomalía de viento se mantuvo durante junio, julio y agosto con velocidades superiores a lo esperado para esos meses.

El fenómeno especial de ese año fue la aparición de aguas frías anormalmente extensas y de larga duración, que incluyen el Golfo de México y la región del Atlántico Tropical Norte (ATN) lo que provoca un enfriamiento del aire cercano, generando sistemas de alta presión intensos en capas bajas de la atmósfera. Estos sistemas térmicos son suficientes para causar un estiramiento en el sentido Este-Oeste del sistema de alta presión de las Azores como se observa en la **Figura 18**.

Figura 18. Alargamiento horizontal del sistema de alta presión (A) de las Azores. Fuente: CRRH.



Este sistema, actuando como un bloqueo del flujo de los vientos hacia el norte, hace que sobre Centroamérica el viento predomine del Noreste acelerando más fuerte de lo normal. En la **Figura 19** se muestra la fotografía satelital del día 26 de junio del 2001, en la que puede notarse como el viento Alisio fuerte desplazaba las nubes hacia el Sur en el Océano Pacífico, alejando todas posibilidades de lluvia de las costas centroamericanas.

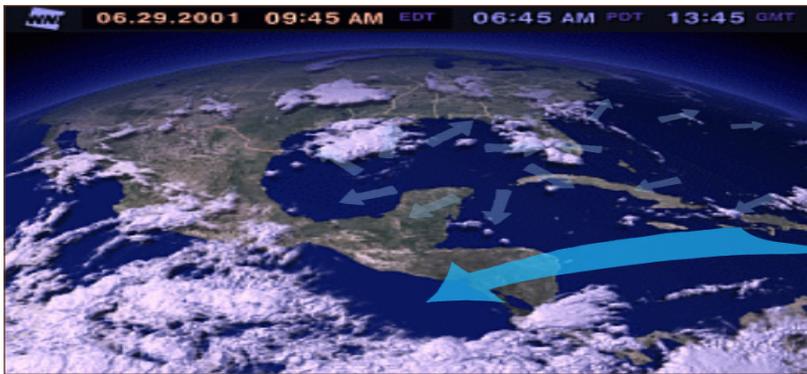


Figura 19. Alisio acelerado desplaza la nubosidad de Centroamérica hacia el océano. Fuente: CRRH.

El resultado de los fenómenos atmosféricos fue la Sequía Meteorológica entre junio y agosto, en las regiones que se muestran en el mapa de la **Figura 20**. Las estimaciones de anomalía de la lluvia en la región se realizaron para una selección de 62 estaciones meteorológicas en los siete países, de las cuales se dispone de registros históricos prolongados y se consideran representativas de sus respectivas zonas climáticas, encontrándose déficit fuertes, el más intenso en el mes de junio, con anomalías negativas o déficit hasta de 275 mm en Chinandega, Nicaragua; y hasta 279 mm en Cobán, Guatemala. El resto de países registraron déficit de entre 198 mm a 243 mm.



Figura 20. Zonas afectadas por la Sequía de medio año del 2001 en Centroamérica.
Fuente: CRRH.

2.5.9. Sequía 1997-1998

El fenómeno de El Niño 1997-1998, fue catalogado en su momento como extremadamente fuerte, provocando disminuciones de las lluvias durante varios meses en todo el Corredor Seco Centroamericano, de entre los meses en donde se dieron los máximos déficit fue el mes de agosto el más crítico, en Honduras y Nicaragua en agosto de 1997 la anomalía negativa fue de -200 mm, imagen superior izquierda y derecha de la **Figura 21**, mientras en El Salvador alcanzó en el mismo mes -175 mm de déficit.

Después de este evento Niño el CRRH realizó la investigación para caracterizar el fenómeno y sus impactos en toda Centroamérica.

El estudio llamado “Mejoramiento de la capacidad técnica para mitigar los efectos de futuros eventos de la variabilidad climática El Niño, 1997-1998” coordinado por el CRRH, en conjunto con CEPREDENAC, y fondos BID, incluyó además del estudio de la caracterización de la Sequía Meteorológica, Hidrológica y Agrícola, el diseño de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para mitigar los efectos devastadores de las Sequías.

Ocasionalmente aparecen durante eventos secos masas de aire en capas altas que desfavorecen las lluvias, por ser vientos convergentes y subsidentes (descendentes), llamado la Oscilación Madden Julian (MJO), la cual tiene una periodicidad de 2 semanas, la fase llamada divergente o de convección (ascenso del aire) es la responsable en varios casos de la formación ciclónica, otro índice parecido es el

Gálvez Davison (GDI) el cual indica las zonas con tonos de colores fuertes como las zonas más probables de lluvias extremas o severas y en colores grises o negros las zonas secas con muy baja probabilidad de lluvia, estos índices se monitorean en páginas web de la NOAA. <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>

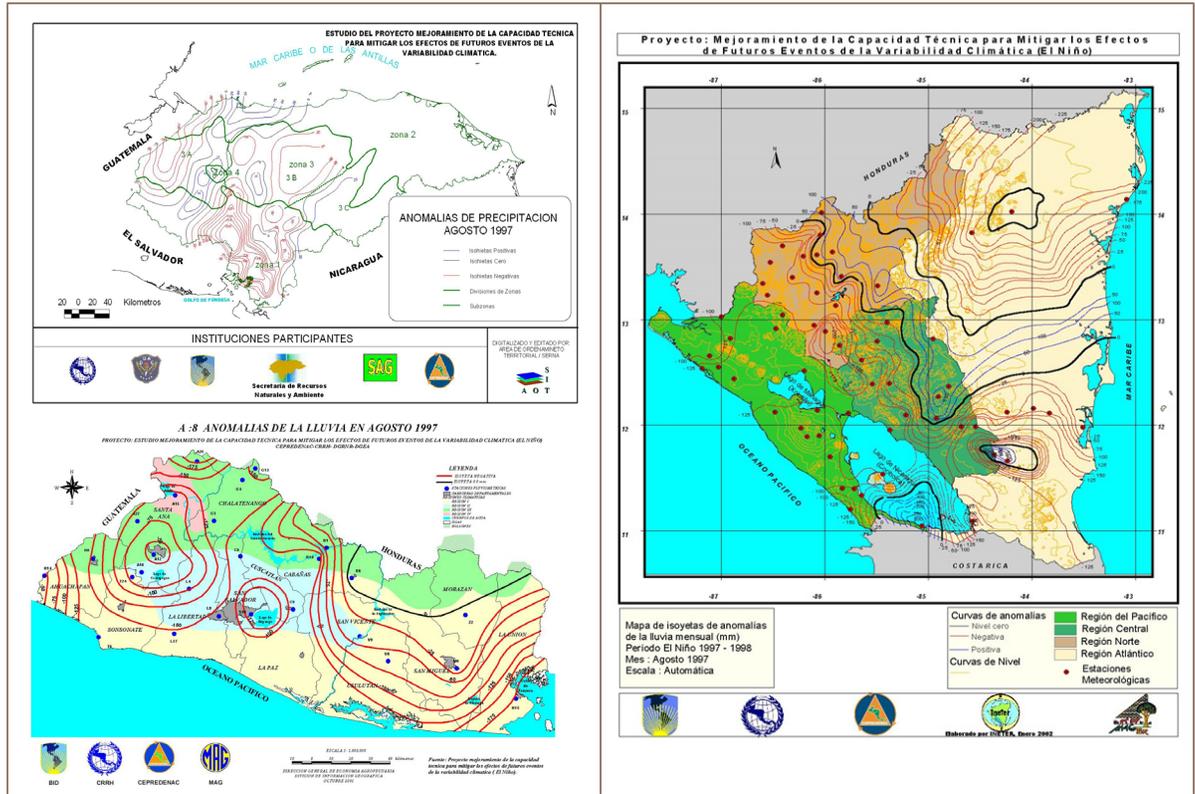


Figura 21. Mapa de isoyetas de anomalías de la lluvia referidas al promedio 1970-1999, líneas rojas son anomalías negativas. Fuente: CRRH. <https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00205/doc00205.htm>

2.6 Índices Climáticos de Sequía

2.6.1. Índices Oceánicos – Atmosféricos

De las caracterizaciones de las sequías vistos en las páginas anteriores se reconocen varios componentes o índices relacionados con la atmósfera como el Chorro Subtropical en capas altas, la TUTT, el chorro de bajo nivel en 925 mb o LLJ, los sis-

temas anticiclónicos en el Atlántico y el Golfo de México, la MJO, y el GDI, mientras otras variables meteorológicas están relacionadas con el océano, como las temperaturas de la superficie del mar o SST en la región de El Niño del Pacífico Tropical o las temperaturas del agua del océano Atlántico Tropical Norte.

El **Cuadro No. 3** resume los índices mencionados arriba, la ubicación del fenómeno o la intensidad mínima requerida (UMBRAL) para provocar una sequía. Además, en la última columna se indican que Servicios Meteorológicos según las encuestas que se han circulado entre ellos lo están usando, aunque no estén descritos ni plasmados en sus protocolos SAT o flujogramas.

Los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) de la región ya encuestados han sido el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala (INSIVUMEH), quien no tiene un SAT propio, el Centro de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (CENAOS) de COPECO, Honduras, quien mantiene un protocolo por sequía compartido con COPECO y también ya entrevistó al Centro de Climatología y Agrometeorología (CCA) del Observatorio Ambiental (DOA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador, en los anexos aparece la ficha de levantamiento de información que se llenó por medio de una reunión virtual con dichas instituciones.

De las tres instituciones ya encuestadas solo CENAOS y DOA coinciden en usar los índices oceánicos y atmosféricos, pero solo el último utiliza varios de ellos en su SAT, especialmente para la emisión de preavisos.

La mayoría de modelos meteorológicos como el Global (GFS), el Europeo (ECMWF) y los diferentes softwares donde pueden visualizarse como el Windy o el Tropical Tidbit, muestran todos estos indicadores pronosticados hasta para siete días en el futuro, otros organismo como el Centro Nacional de Huracanes de la Florida, (NHC del inglés), el Tropical Desk, el International Research Institute for Climate and Society (IRI), mantienen el monitoreo de los anticiclones, las anomalías de las temperaturas de la superficie del mar (SST) y la aparición de El Niño, o el ATN, entre otros, por lo que este tipo de indicadores oceánicos que son pronosticados con varias semanas de anticipación son de mucha utilidad para pronosticar posibles sequías, por lo que son útiles en un SAT para advertir con tiempo de anticipación.

Variable	Tipo: Oceánicos atmosféricos	Aplicación en C. A. / Autor
SST ENOS.	El Niño (ONI positivo > +0.5), 5 meses consecutivos cálidos en el Océano Pacífico Tropical.	CENAOS, DOA. /NOAA-IRI, CRRH.
ATN fase fría.	Anomalía media móvil de 3 meses SST ATN < Quintil inferior. (fase fría).	CENAOS, DOA. /NOAA-IRI, CRRH.
Chorro Subtropical.	Chorro sobre Golfo de México al sur de posición, típica o sobre C. A.	CENAOS, DOA. /NOAA.
TUTT: Vaguada Superior Troposférica.	CA y El Caribe, a la izquierda del eje de la TUTT queda HON, ELS, GUA, NIC.	CENAOS, DOA. /WPC.
Anticiclones, isobara 1016 mb.	Alta presión semipermanente debajo de los 30°N, en ocasiones nueva ALTA en el Golfo de México.	CENAOS, DOA. /NOAA-NHC.
LLJ: Low Level Jet.	Viento en 925mb sobre el Caribe > 15 m/s sequía.	SMHN todos /WPC -NOAA.
MJO: Madden Julian Oscillation.	Indicador de convección por 2 semanas.	SMHN todos /NOAA-IRI.
GDI: Galvez Davison Index.	Indicador de convección por periodos cortos, 2 a 3 días.	SMHN todos /NOAA-IRI.

Cuadro 3. Resumen de índices oceánicos atmosféricos productores de Sequía.
Fuente: elaboración propia.

2.6.2. Índices Climáticos de Sequía

2.6.2.1. ÍNDICE DE THORNTHWAITE

El índice de Thornthwaite calcula la precipitación efectiva (PE) a partir de la precipitación media mensual y la temperatura media mensual para un periodo de tiempo prolongado.

La fórmula empleada para el cálculo es la siguiente:

$$PE = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{2.82P_i}{1.8T_i + 22} \right)^{10/9}$$

Donde,

P_i es la precipitación media mensual en mm;

T_i es la temperatura media mensual en °C.

Para el cálculo del índice de Thornwaite se usan datos de precipitación como de temperatura, una vez calculada la precipitación efectiva para cada uno de los meses del año se realiza un sumatorio de la misma para cada periodo y se calcula la diferencia entre la precipitación efectiva total anual y la precipitación efectiva media anual de todo el periodo para cada uno de los años mediante la expresión:

$$I = PE - PE_x$$

Donde,

PE es la precipitación efectiva anual;

PE_x es la precipitación efectiva promedio.

Finalmente, se calcula la desviación estándar de la PE calculada para cada uno de los años para generar el índice, el cual luego es catalogado según el siguiente criterio, **Cuadro No.4.**

Tipo de sequía	Rango
Moderada	$< 0,5 \sigma$
Grande	$0,5 \sigma - 1\sigma$
Severa	$1\sigma - 2\sigma$
Desastrosa	$> 2\sigma$

Cuadro 4. Criterio de tipos de sequía usando índice de thornwaite.
Fuente: MARN,2013, PNGIRH.

No se ha encontrado entre los SMN el uso de este índice, pero fue propuesto su uso cuando el MARN realizó el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PNGIRH) en el año 2013, pero no está en uso operativo.

2.6.2.2. ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN MEDIA

El Índice de Precipitación Media es una relación entre la precipitación media mensual acumulada durante el año y el promedio de la precipitación media anual de todo el periodo o serie de datos histórica existente. La fórmula aplicada para el cálculo del índice es la siguiente:

$$I = P - P_x$$

Donde,

P es la precipitación media mensual acumulada durante el año en mm;

Px es la precipitación media anual en mm.

Para realizar la clasificación de sequía es necesario calcular el valor del índice, dividiendo entre la desviación estándar de toda la serie de valores de Precipitación media anual y se usa la misma clasificación del **cuadro No. 4**.

No se ha encontrado entre los SMN el uso de este índice, pero fue propuesto su uso cuando el MARN realizó el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PNGIRH) en el año 2013, pero no está en uso operativo.

2.6.2.3. ÍNDICE DE LANG o ARIDEZ

El Índice de Lang es un estimador de eficiencia de la precipitación en relación con la temperatura y es considerado como un índice de humedad o aridez. Se calcula como el cociente entre la precipitación total anual y la temperatura media anual.

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$I = \frac{P}{T}$$

Donde,

P es la precipitación media anual en cm;

T es la temperatura media anual en °C.

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang puede interpretarse en el **cuadro 5**.

IL	Zonas climáticas
$0 \leq IL < 20$	Desiertos
$20 \leq IL < 40$	Zona árida
$40 \leq IL < 60$	Zona húmeda de estepa y sabana
$60 \leq IL < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 \leq IL < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$IL \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Cuadro 5. Clasificación del Índice de Lang. Fuente: Richard Lang 1915, MARN, 2013, PNGIRH.

No se ha encontrado entre los SMN el uso de este índice, pero fue propuesto su uso cuando el MARN en El Salvador realizó el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PNGIRH) en el año 2013, pero no está en uso operativo.

2.6.2.4. ÍNDICE DE DESVIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

El Índice de Desviación de Precipitación (IDP) es un estimador de la cantidad de lluvia registrada respecto al promedio histórico, indica el porcentaje de precipitación que se sitúa tanto por debajo como por encima de la norma histórica de cada una de las estaciones.

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$IDP = \left(\left(\frac{P}{PN} \right) - 1 \right) * 100$$

Donde,

P = Precipitación total del período.

PN = Precipitación Normal (climatológica) del período.

El IDP se utiliza para analizar el déficit de precipitación anual o mensual. Se clasifica la sequía según el **Cuadro 6**. Este indicador es ampliamente utilizado por los Servicios Meteorológicos en Centroamérica y es de fácil aplicación, pues solo se requiere lluvia, por lo que puede ser utilizado a nivel nacional como local, inclusive si en una comunidad solo se tiene un pluviómetro sencillo de plástico, nada sofisticado.

Tipo de sequía	Rango
Débil	-15% a -30%
Moderada	-30 % a -45%
Severa	>-45%

Cuadro 6. Clasificación del ÍDP. Fuente: INETER 2013.

2.6.2.5. ÍNDICE ESTANDARIZADO DE LA PRECIPITACIÓN (SPI DEL INGLÉS)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM #1006 2006, #1090 2012) ha promovido el uso del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI por sus siglas en idioma Inglés) para la determinación y seguimiento de condiciones de Sequía para periodos desde un mes hasta 18 meses, lo adoptó desde el año 2009 como estándar mundial para medir las Sequías Meteorológicas, por medio de la Declaración de Lincoln sobre índices de sequía. La OMM está fomentando su uso por parte de los servicios nacionales de meteorología e hidrología.

McKee et al. (1993, 1997) desarrolló el “Standardized Precipitation Index (SPI)” para definir y observar sequía. El Centro Climático de Colorado utiliza el “SPI” para observar condiciones corrientes de sequía en los Estados Unidos. Este índice permite al investigador determinar anomalías de una sequía y anomalías de un evento muy húmedo independientemente de la localidad y escala de tiempo.

El SPI es potente, flexible y sencillo basado en datos de precipitación, capaz de identificar periodos o ciclos húmedos y periodos o ciclos secos, se recomienda usar al menos 20–30 años de datos de lluvia mensual y preferiblemente 50–60 años (Guttman, 1994). Debido a la ausencia de series completas de datos para muchas ubicaciones y al hecho de que muchas regiones propensas a las sequías no tienen estaciones pluviométricas suficientes, es posible que se tengan que aplicar técnicas de interpolación a las lagunas temporales y geográficas de datos.

¿Por qué este índice es altamente recomendado para utilizarlo en nuestros países?

- El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) es dependiente solamente de los datos de precipitación.
- Los resultados normalizados, para diversas áreas se pueden comparar con igualdad.
- Puede ser utilizado para supervisar condiciones húmedas o secas.

Thom (1966) halló la distribución Gamma para ajustar series de precipitación. La distribución Gamma se define por su frecuencia o densidad de probabilidad. El cálculo del “SPI” involucra el ajuste de una función de densidad Gamma en la distribución de frecuencia de los valores de la precipitación de una estación climática. Los parámetros Alfa y Beta están estimados para cada estación,

escala de tiempo (1mes, 3meses, 6meses o 12meses) y cada uno de los meses del registro. Thom (1966) optimiza la estimación de Alfa y Beta con el método “Maximum Likelihood”.

Después, la probabilidad acumulativa $H(x)$ se transforma en la distribución estándar normal con promedio de cero y desviación de uno, la que es el valor del “SPI”.

$$SPI = \left(\frac{P - PN}{\sigma} \right)$$

Donde,

P = Precipitación acumulada de un mes, varios meses o del año.

PN = Precipitación Normal (climatológica) del período.

σ = Desviación estándar de la serie de datos de lluvias.

Se clasifica la sequía según el **Cuadro 7**. Este indicador es ampliamente utilizado por los Servicios Meteorológicos en Centroamérica y es de fácil aplicación, pues solo se requiere lluvia, por lo que puede ser utilizado a nivel nacional como local, inclusive si en una comunidad solo se tiene un pluviómetro sencillo de plástico, nada sofisticado.

Tipo de sequía SPI	Rango
Extremadamente húmedo	> +2
Muy húmedo	1,5 a 1,99
Moderadamente húmedo	1,0 a 1,49
Normal	-0,99 a 0,99
Moderadamente seco	-1,0 a -1,49
Severamente seco	-1,5 a -1,99
Extremadamente seco	< -2

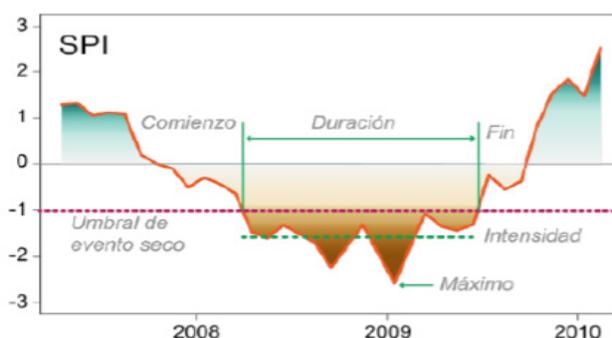
Cuadro 7.
Clasificación del SPI.
Fuente: OMM #1090 2012.

En el seno de los Foros del Clima de América Central que coordina el CRRH, los meteorólogos y climatólogos de la región han realizado algunos cambios a la clasificación del **Cuadro 7** arriba, en el llamado rango normal se bajó la escala del indicador a $\frac{1}{2}\sigma$, estas modificaciones disminuyeron los rangos y por tanto aumentó la clasificación de 7 a 9 tipos de sequías, ver **Cuadro No.8**.

Tipo de sequía SPI	Rango
Extremadamente húmedo	> +2
Muy húmedo	1,5 a 1,99
Moderadamente húmedo	1,0 a 1,49
Anormalmente húmedo	0,5 a 0,99
Normal	-0,5 a 0,5
Anormalmente Seco	-0,5 a - 0,99
Moderadamente seco	-1,0 a -1,49
Severamente seco	-1,5 a -1,99
Extremadamente seco	< -2

Cuadro 8. Clasificación del SPI. Fuente: CRRH, Foro del Clima de América Central, 2018.

El SPI también facilita clasificar la intensidad de la sequía por la magnitud que alcanza el valor del índice y se puede registrar el periodo de duración, desde el momento que cruza el umbral reconocido de sequía se marca el inicio de esta hasta que retorna a un valor cercano a cero y se marca el fin como se observa en la **Figura 22** a continuación.



Fuente: Reporte Técnico CRC-SAS-2015-001.

Figura 22. Duración e intensidad de la sequía según el SPI. Fuente: Reporte técnico CRC-SAS-2015.

Este indicador es utilizado por todos los países de Centroamérica, aunque se refiere a datos de lluvia ya registrada, o sea, hay que esperar muchos días para obtener los registros, también se pretende en el CRRH pronosticar la SPI utilizando herramientas como el Climate Prediction Tool (CPI) del IRI.

En la **Figura 23** se han graficado los valores negativos anuales de SPI de la lluvia de tres estaciones meteorológicas de Centroamérica, en El Salvador (San

Miguel, Papalón), Honduras (Choluteca) y en Nicaragua (Jinotega), los cuales indican en algunos casos como el año 1977 que superó un SPI de -2.5 catalogada como una sequía extrema y los años 1987, 2000, 2015, 2016, superan el SPI de -1.5 la que alcanza una sequía severa, en el **Cuadro 9** se comparan estas sequías calculadas con el SPI y su comparación con la fase del ENOS y el ATN existentes.

SPI	ENOS	ATN
1977	Niño	Frío
1987	Niño	Cálido
2000	Niña	Neutro
2015	Niño	Frío
2016	Niño	Cálido

Cuadro 9. Comparación sequías calculadas con SPI y el ENOS, ATN. Fuente: Elaboración propia.
https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.atl.indices>

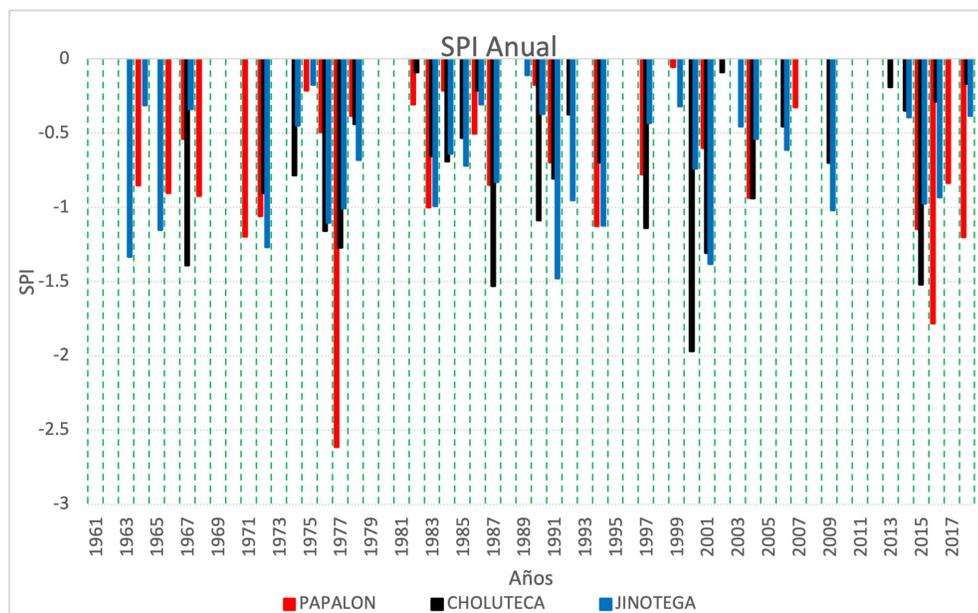


Figura 23. Datos anuales de SPI de tres estaciones meteorológicas de Centroamérica, en El Salvador (San Miguel, Papalón), Honduras (Choluteca) y en Nicaragua (Jinotega). Fuente: Elaboración propia.

2.6.2.6. ÍNDICE DE SEQUÍA DE PALMER

La generación del “Índice de Sequía de Palmer” (PDSI) se obtiene de forma más compleja que el SPI, porque hay que considerar no solo la lluvia sino también el balance entre el agua que cae y la que se consume. El cálculo del PDSI

demanda entonces la estimación de la evapotranspiración y el almacenamiento de agua en el suelo, para lo cual es necesario contar también con datos de temperatura y tipo de suelo. Este método contiene un balance hídrico y más oportunidades para tomar decisiones, tales como pronósticos.

El modelo de balance hídrico utilizado considera dos capas de suelo: la capa superior (Ss) contiene 25 mm (1 pulgada) de agua útil y la capa inferior (Su) contiene una determinada cantidad de agua útil en función de la profundidad considerada y las características propias del suelo (AWC). La pérdida de agua por el suelo depende de la evapotranspiración potencial (PE).

El método define una serie de variables que asumen valores potenciales. Ellas son:

$$\text{Recarga potencial (RP)} = \text{AWC} - S'$$

$$\text{Pérdida potencial (PL)} = PLs + PLu$$

$$\text{Escurrimiento potencial (PRO)} = \text{AWC} - PR = S'$$

Determinación de los coeficientes:

Coef. de Evapotranspiración (a) = (ET) Evapotranspiración real / PE

Coef. de Recarga (β) = R / PR

Coef. de Escurrimiento (G) = RO / PRO

Coef. de Pérdidas (d) = (L) Pérdida real / PL

Factor climático (K):

Una primera aproximación del valor de K para cada localidad está dada por la relación:

$$k = (PE + R) / (P + L) \dots \text{Relación demanda / oferta de agua.}$$

Índice de anomalía hídrica:

$$Z = d k$$

Índice de Sequía:

$$Xi = S Zi / (0,3 t + 2,69)$$

Se define al comienzo del período de sequía cuando X desciende al valor de -1 y la sequía finaliza cuando X supera el nivel de -0,5.

Definiciones de distintos valores del PDSI (X), ver **Cuadro 10**:

Tipo de sequía SPI	Rango
Extremadamente húmedo	> +4
Muy húmedo	3,0 a 3,9
Moderadamente húmedo	2,0 a 2,9
Ligeramente húmedo	1,0 a 1,9
Húmedo incipiente	0,5 a 0,9
Normal	-0,4 a 0,4
Sequía incipiente	-0,5 a - 0,9
Sequía reducida	-1,0 a -1,9
Sequía moderada	-2,0 a -2,9
Sequía severa	-3,0 a -3,9
Sequía extrema	<-4

Cuadro 10. Clasificación del PDSI. Fuente: MARN,2013, PNGIRH.

LIMITANTES DEL USO DEL ÍNDICE DE PALMER

Tanto en México como en los Estados Unidos de América utilizan un software llamado “Palmer” versión modificada del profesor Nathan Wells, sin embargo, en Centroamérica por ubicarse en el trópico tiene la limitante de que el cálculo de la Evapotranspiración potencial de Thornthwaitem donde se usa solo la temperatura, cuya oscilación en estas zonas es muy baja, por lo que se acostumbra usar con la ecuación de Penman-Monteith para obtener resultados más finos, además se recomienda para garantizar la buena funcionalidad del programa usar un registro de datos de precipitación y temperatura de más de 25 años, otro aspecto es el uso adecuado del cálculo es el coeficiente del suelo (capacidad de campo), esta variedad de componentes dentro del cálculo del índice es lo que vuelve complejo. Al parecer solo en Nicaragua se ha hecho un estudio formal que compara el uso de SPI con PDSI, pero operativamente solo usa el SPI, el resto de países de Centroamérica no utilizan el Índice de Palmer.

En Estados Unidos el monitoreo público y oficial se basa en el Índice de Palmer y puede ser visualizado fácilmente por internet:

<https://www.drought.gov/current-conditions>

<http://droughtmonitor.unl.edu/AboutUs/ClassificationScheme.aspx>

2.6.2.7. ÍNDICE DE LLUVIA PENTADAL, MENSUAL Y ANUAL

Un estudio realizado en Lempira Honduras por Kari Ahtim, publicado en el Appendix 6 Drought EWS Document, propone varios indicadores basados en la lluvia acumulada:

1. Lluvia pentadal (lluvia acumulada en 5 días).

La lluvia pentadal debe ser menor a 30 mm, en pocas palabras debe ser menor a la Evapotranspiración Potencial (ETP) acumulada en 5 días, usando 5 mm por día de ETP, valor usado en promedio por muchos países de Centroamérica.

Esta metodología usando la lluvia pentadal es muy fácil de adoptar, y muy OPORTUNA para ser usada como umbral para un PREAVISO dentro de un SAT. Se requiere que el SMN de cada país proporcione o comparta los datos de lluvia diarias o que a nivel local se compre un pluviómetro a la comunidad. Este umbral sirve para propósitos PREVENTIVOS sin duda.

2. Lluvia acumulada mensual

La metodología usando la lluvia mensual utiliza menos de 180 mm como umbral, valor tomado del análisis específico de una estación meteorológica del sur de Honduras, para cada zona y otros países se debe hacer el análisis de datos específicos.

Estos valores o método también es muy fácil de adoptar a nivel nacional o local, siempre y cuando el SMN de cada país comparta los datos de lluvia mensual o la municipalidad o comunidad cuente con su propio pluviómetro, este umbral es más adecuado para emitir ADVERTENCIAS o ALARMAS en una segunda etapa de un SAT, tipo AVISOS, justo cuando termina un mes, se recogen los datos y el valor registrado ya sirve para descubrir una sequía en desarrollo por lo que sirve para propósitos PREVENTIVOS, puesto que de inmediato que termina un mes se puede aplicar este umbral, difundir al resto de la comunidad, municipalidad, y socios, compartir a nivel nacional.

También es muy útil en el caso que el segundo mes a continuación pudiera ser seco y los impactos serían más fuertes por la carencia de humedad en el suelo del mes anterior.

3. Lluvia acumulada anual

La metodología usando la lluvia anual utiliza menos de 1700 mm como umbral, valor tomado del análisis específico de una estación meteorológica del sur de Honduras, para cada zona y otros países se debe hacer el análisis de datos específicos.

La metodología usando la lluvia anual es muy fácil de adoptar, siempre y cuando el SMN de cada país proporcione los datos de lluvia o la misma comunidad ya posea un pluviómetro, sin embargo, este umbral NO sirve para propósitos PREVENTIVOS, puesto que hay que esperar un año completo para aplicar este umbral, pero si es útil para estudios históricos, investigaciones climatológicas, puede servir para tener certeza y registrar un año seco, el cual sería de utilidad en el caso que el segundo año también pudiera ser seco y los impactos serían más fuertes por la carencia de humedad en el suelo del año anterior.

4. Lluvia acumulada en 2 péntadas

En este caso la metodología usando la lluvia acumulada registrada en 2 péntadas seguidas, o sea continuas, menor a 60 mm, o sea cada una menor de 30 mm, es muy fácil de adoptar, siempre y cuando el SMN de cada país proporcione los datos de lluvia DIARIA o ya exista un pluviómetro en la comunidad. Este umbral sirve para propósitos PREVENTIVOS, puede ser el disparador de la segunda etapa de un SAT efectivo, etapa de AVISO, en el cual ya se puede emitir un Boletín Especial o un Informe Público, Es de mucha utilidad y obliga a los técnicos que operan el SAT a vigilar la tercera péntada, esperar el pronóstico diario de los próximos 5 días y quizá hasta adelantar criterio de subida a la tercera ETAPA del SAT de ALERTA (informe público para tomar acciones de mitigación, poner en marcha un plan de contingencia), en el caso que el pronóstico futuro de los siguiente péntadas fuera también seca.

5. Humedad en el Suelo o HS

Esta metodología propuesta por la FAO en el mismo estudio hecho para el sur de Honduras o HS, donde se estima Humedad del Suelo basado en la lluvia (HS), se reconoce como sequía cuando el valor disminuye por debajo del 15 %, puede ser fácil de usar, aunque es CONFUSA, podría ser que la ecuación se utilice con errores o se mezclen términos como porcentajes con milímetros, el sentido o concepto de uso es para fines agrícolas propiamente o agrometeorológicos, en este caso se estiman que 2 mm se igualan a 1% de Humedad del Suelo (HS), 1 mm = 0.5% de HS, para una profundidad de la capa de suelo de 20 cm.

La ecuación es sencilla, así:

$$HS (\%) = HS \text{ ayer} + (Lluvia \text{ de hoy} - ETP) / 2 (\%)$$

Es un balance hídrico agrometeorológico, muy utilizado por El Salvador en la unidad de agrometeorología, quienes inclusive han automatizado los cálculos, basado en los datos de lluvia que llegan a la oficina central de las estaciones electrónicas con transmisión satelital, el índice utilizado para identificar las sequías y como umbral para la emisión de informes le llaman IH, ver link:

http://srt.marn.gob.sv/portal/web/index.php?rutina=mapa_bh

<http://mapas.snet.gob.sv/meteorologia/humedad.php>

El balance hídrico agrometeorológico se basa en los cálculos de ETP de Hargreaves que sugirió la FAO en los años ´60-´70. En El Salvador hay cálculos de ETP de 5 mm a 6 mm, se dice que podrían llegar a 7 mm en la zona oriental. En el caso del estudio de Kari Asti para Lempira al sur de Honduras han usado 6 mm/día, que se estiman de unos 30 mm/día. Para declarar la SEQUÍA se debe calcular una HS < 15%, que en términos de lluvia corresponden a < 30 mm/día. El uso del umbral puede ser sencillo para técnicos o profesionales entrenados, lo mejor sería que el personal técnico que opere estos SAT reciba una capacitación para el uso y aplicaciones.

6. Índice climático planetario El Niño

El otro umbral sugerido en el estudio al sur de Honduras en la presencia de un fenómeno de El Niño moderado o fuerte. Esta variable ya fue explicada arriba en este estudio, es una variable que califica propiamente para la propuesta de SAT en su primera advertencia, o sea el PREAVISO, desde que el fenómeno aparece, se pronostica su nacimiento o cuando está iniciando de un fenómeno de El Niño, cuando es monitoreado por un centro regional meteorológico como el CRRH-SICA y la NOAA o un Servicio Meteorológico Nacional.

Para una segunda o tercera etapa del SAT, o sea un AVISO o ALERTA, queda bien que el fenómeno de El Niño evolucione a su madurez, o sea su mayor índice de la anomalía de la Temperatura de la Superficie del Mar y se categorice con una intensidad MODERADO a FUERTE. El uso del índice de El Niño como del ATN Frío explicados más arriba, son declaratorias PREVENTIVAS y muy ANTICIPADA-OPORTUNA, pues el desarrollo del fenómeno permite hasta 3 meses de preparación, puesto que después del calentamiento del agua del Océano Pacífico pasan de 2 a 3 meses para que se registren los déficit o alteraciones en el patrón de lluvia y que se convierta propiamente en déficit de lluvia o Sequía Meteorológica.

El CRRH en los Foros del Clima de América Central que realizan tres veces al año, en abril, julio y noviembre, en sus boletines informan el estado de varios índices, que incluyen El Niño y el ATN, en el Foro del Clima de América Central (FCAC) de abril del 2021, las condiciones de esos índices eran en el caso del ENSO pasando de Niña a Neutro y en el ATN en estado neutral, por lo que las lluvias esperadas para el trimestre Mayo-Junio-Julio eran dentro de la normalidad casi en toda la región, ver **Figura 24**.

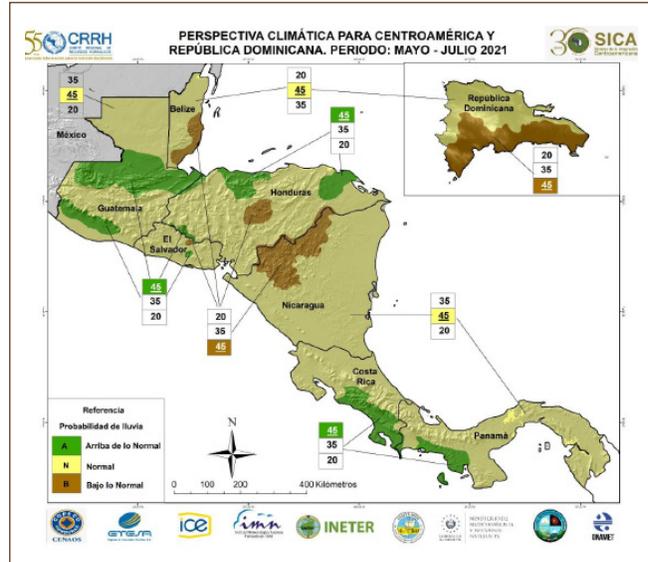


Figura 24. Mapa de la predicción estacional para MJJ en Centroamérica. Fuente: CRRH, 2021. <http://perspectiva.centroclima.org/perspectiva/viewCurrent>

El **cuadro 11**, resume la variedad de índices climáticos explicados arriba, en la última columna se indica con los reportes recibidos de 3 países que están utilizando algunos de ellos, por ejemplo el SPI y la Anomalía porcentual son los dos principales índices utilizados por los Servicios Meteorológicos de la región para advertir de una Sequía.

Variable	Tipo: Índices Climáticos	Aplicación en C. A. /Autor
DSC	Débil: 5 a 10 Moderado: 11-15. Fuerte: > 15	ELS. /Guzman DGRNR MAG
IH	IH < 0.5 preaviso, IH < 0.3 Aviso.	ELS. /SNET.DOA- MARN
ETP de 10 días	Lluvia < 75, % 50 mm (decadía). ETP por día = 5 mm	ELS. /Rao G.
HS	HS < 30 mm (15%) Pentada < 30 mm, Mes < 180 mm, Anual < 1,700 mm	Nadie /Kari Ahtis, Proy. Finnida CRRH.

SPI	+0.5 ≤ Normal ≤ -0.5 -0.5 < Seco < -1 -1.0 < Seco Moderado < -1.5 -1.5 ≤ Extremadamente Seco < -2.0	Toda C. A. /McKee, OMM - CRRH
Anomalía porcentual	- 10% < Débil < - 20 % - 20% < Débil < - 40 % -15% < Débil < -30 %	Toda C. A. /CRRH – OMM.
Palmer	- 0,5 a -0,9 Seq incipiente - 1,0 a -1,9 Seq reducida - 2,0 a -2,9 Seq moderada - 3,0 a -3,9 Seq severa	Ningún país/ NOAA-USA, MEX.

Cuadro 11. Resumen de índices climáticos que causan sequía.

Fuente: elaboración propia.

2.7 Protocolo SAT General Utilizado en Centroamérica

Los países centroamericanos afectados de forma persistente por anomalías climáticas como las producidas por el fenómeno El Niño, el ATN y otros, registran emergencias como la sequía, caracterizada por una disminución de las lluvias en la mayor parte del territorio, una entrada tardía de la estación lluviosa, irregularidad en la distribución temporal y espacial de éstas, canícula severa y estación seca más prolongada induciendo una disminución en la infiltración de agua, reduciendo los niveles y caudales de los ríos y el volumen de agua en mantos acuíferos, afectando al sector agropecuario, a otros sectores productivos y por supuesto a la familia campesina del área rural, una reducción de oferta de productos en el mercado, aumentando los precios, encareciendo las importaciones afectando la balanza comercial y las reservas internacionales. (Jiménez, 2000)

El Programa de gestión integrada de sequías-IDMP de la OMM, indica tres pilares de las políticas nacionales para la gestión de sequías.

Monitoreo y alerta temprana.

Evaluación de vulnerabilidad e impacto.

Mitigación, preparación y respuesta.

El 1er pilar, **Monitoreo y Alerta Temprana**, consiste en el desarrollo de un sistema de monitoreo, vigilancia, análisis, pronóstico y alerta temprana, donde se esta registrando información de varias variables como: la precipitación, temperatura, humedad del suelo, caudal de ríos, nieve acumulada, aguas subterráneas e impactos; con dicha información y la modelación meteorológica se hacen pronósticos estacionales fiables, luego se entrega, los datos, análisis, boletines informativos o disposición de productos con mapas en herramientas específicas sectoriales de apoyo a la toma de decisiones o la implementación de acciones definidas en planes de gestión de sequías (IDMP-OMM).

www.droughtmanagement.info/pillars

<https://www.droughtmanagement.info/pillars/monitoring-early-warning/>

El estudio llamado **“Mejoramiento de la capacidad técnica para mitigar los efectos de futuros eventos de la variabilidad climática. El Niño, 1997-1998”** coordinado por el CRRH, en conjunto con CEPREDENAC, y fondos BID, dejó lineamientos y un diseño de Sistema de Alerta Temprana (SAT) para mitigar los efectos devastadores de las sequías.

El objetivo de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y las medidas de mitigación o adaptación deben ser para actuar a tiempo, anticiparse y no reaccionar tardíamente. Para alcanzar dicha meta, por lo que cada SMN de cada país recibió apoyo del CRRH para implementar su SAT, mediante la coordinación entre los SMN y los Ministerios de Agricultura, pero con la principal responsabilidad en las instituciones técnicas científicas de hacer el monitoreo, la prevención, mitigación y alertamiento climático; fortaleciendo a su vez el trabajo coordinado de los Foros del Clima de América Central.

En la consultoría de Alex Nuñez para CORDES para la elaboración del estudio regional sobre SAT-Sequía basado en la comunidad, él resume y afirma que el sistema completo y eficaz de alerta temprana comprende cuatro elementos interrelacionados, que van desde el conocimiento de los riesgos y las vulnerabilidades hasta la preparación y la capacidad de respuesta, estos son: **1-** Conocimiento del riesgo, **2-** Seguimiento y pronóstico, **3-** Comunicación y difusión, **4-** Capacidad de respuesta. Recordando que el SAT se diseña para emitir ALERTAS a tiempo a los ciudadanos, la comunidad o al municipio, que ayuden a activar las acciones específicas para brindar atención humanitaria inmediata para proteger la vida, los medios de vida y el medio ambiente con una temporalidad definida. (EWC III, 2006)

Ya que la primera sequía en aparecer es la meteorológica y luego es probable que se aumente el riesgo de sequías agrícolas o hidrológicas en un contexto comunitario de crisis hídrica y alta vulnerabilidad permanente, se deben investigar e inventariar las características de las sequías históricas, las naturales como las de-

rivadas de la variabilidad climática, y luego estudiar las socioeconómicas que dependen del manejo del agua (factor antrópico).

La sequía y otras condiciones climáticas no son impredecibles (Magaña, Víctor 2015), por lo que con las nuevas tecnologías, la modelación para la mejora de los SAT, sumando a las coordinaciones de la autoridad gubernamental, y el uso de los conocimientos locales y las prácticas tradicionales pueden contribuir a aumentar la resiliencia de la sociedad y a propiciar unas decisiones más sólidas de planificación e inversión, destinadas especialmente a reducir las consecuencias de los efectos de la sequía. (Nuñez, Alex, 2021)

La alerta temprana se define como la provisión de información oportuna y efectiva, a través de instituciones identificadas, que permite a las partes interesadas en riesgo de desastre tomar medidas para evitar o reducir su riesgo y prepararse para una respuesta efectiva (GWP CEE 2015), el SAT se concentra en cuatro elementos “end to end” o centrado en las personas: **1-** conocimiento del riesgo de desastres basado en la recopilación sistemática de datos y evaluaciones de riesgo de desastres; **2-** detección, monitoreo, análisis y pronóstico de los peligros y posibles consecuencias; **3-** difusión y comunicación por una fuente oficial de advertencias autorizadas, oportunas, precisas y procesables e información asociada sobre probabilidad e impacto y **4-** preparación en todos los niveles para responder a las advertencias recibidas, ver **Figura 25**.

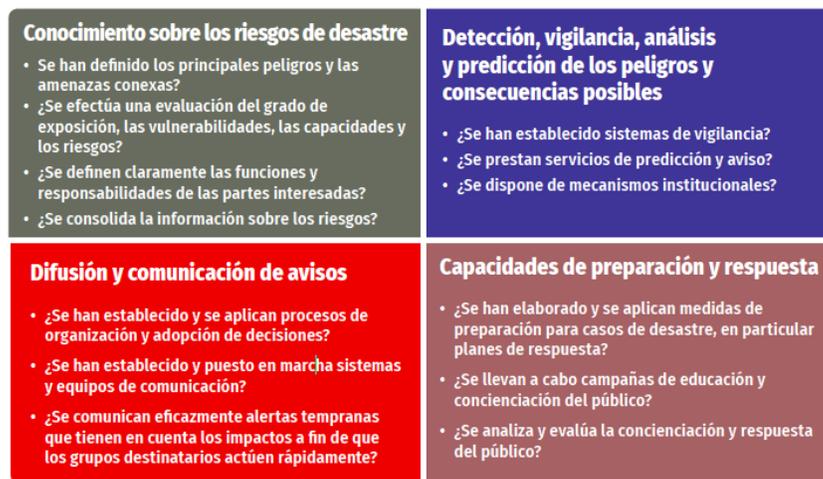


Figura 25. SAT “de extremo a extremo” y “centrados en las personas” pueden incluir cuatro elementos clave Interrelacionados. Fuente: GWP, 2019.

ACCIONES A DESARROLLAR EN EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL MONITOREO, DETECCIÓN, ALERTA, SEGUIMIENTO, REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS.

No. 1. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS

Los Servicios Meteorológicos Nacionales en coordinación con los Sistemas de Protección Civil elaboran estudios de las sequías, la caracterización de estas proveen los indicadores y umbrales adecuados para cambiar las etapas del SAT.

- 1.1 Inventariar los criterios climáticos que desarrollan una sequía en la zona de interés e identificar según dichos criterios las sequías ocurridas en el pasado.
- 1.2 Seleccionar los eventos El Niño y ATN para los que se disponga al menos datos de lluvia y de temperatura de la zona en estudio.
- 1.3 Seleccionar un grupo representativo de estaciones meteorológicas y de los climas de cada país o de la región en estudio y calcular las anomalías semanales, decadales o mensuales de la lluvia y de la temperatura del aire, luego compararlos con los índices ya conocidos.
- 1.4 Para los eventos El Niño y del ATN identificar las magnitudes críticas de las anomalías de la superficie del mar y su índice estandarizado durante el inicio o el desarrollo de cada sequía. Además se debe estudiar la dinámica de los anticiclones semipermanentes, la presión al nivel de mar, la circulación de bajo nivel y chorro en el Caribe en 925 mb o LLJ, flujos del viento de alto nivel relacionadas como la TUTT, MJO, entre otros.
- 1.5 Categorizar las sequías en las zonas de estudio según el comportamiento de los índices mencionados, es decir, crear escenarios de tipos de sequías según las magnitudes de los índices analizados.

No. 2. SISTEMA DE DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO

- 2.1 Es crucial diseñar un Sistema de Diagnóstico o protocolo, donde se conozcan los valores críticos del SST del Pacífico Tropical como del Atlántico Tropical Norte, y los valores críticos de las anomalías de la lluvia o temperatura de la red de estaciones de cada país como de la información vía Internet proveniente de centros mundiales de procesamiento de datos, especialmente lo concerniente al fenómeno El Niño como la NOAA, IRI y CRRH.

2.2 Utilizando diferentes páginas web como el NHC, NOAA, NWS se debe monitorear la posición e intensidad de otras variables atmosféricas como los anticiclones semipermanentes, la presión al nivel de mar, la circulación de bajo nivel como el LLJ y de alto nivel como la TUTT, incluyendo el chorro en el Caribe en 925 mb, la ZCIT.

2.3 En lo posible desarrollar índices o predictores que relacionen las variables climáticas con la sequía y de igual manera elaborar modelos de pronósticos estadísticos o empíricos, sin olvidar que se deben adoptar los modelos globales de acoplamiento océano-atmósfera los que emiten vía Internet sus productos, algunos indicadores climáticos expuestos arriba son las anomalías de la lluvia por pentada, mensual o anual, el número de Días Secos Consecutivos (DSC) el Índice de Humedad en el Suelo (IH), Anomalía porcentual de la lluvia mensual (IPE) y la anomalía estandarizada de la lluvia (SPI).

No. 3. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Y PRONÓSTICO

3.1 Con la red de estaciones de cada país, mecánicas o electrónicas; climatológicas o telemétricas en tiempo real, se tomarán registros a las condiciones hidrometeorológicas que indiquen las características típicas de la evolución y desarrollo de la sequía tal como se definió en el estudio propuesto al principio.

3.2 Conocidos los valores críticos de las condiciones climáticas, atmosféricas y oceánicas se contarán con los elementos necesarios para correr modelos propios o modelos internacionales, emitir análisis y pronósticos.

3.3 Los pronósticos deben llevar mensajes concisos y claros, orientados a satisfacer las demandas de los diferentes sectores, que sean con suficiente frecuencia, de al menos un mes.

3.4 Los pronósticos deberán incluir dependiendo de la evolución o desarrollo del fenómeno y la fecha del año, la fecha probable de inicio de las lluvias, el comportamiento de la estación lluviosa, el comportamiento de la canícula (sequía), llegada de frentes fríos y desarrollo de nortes (heladas o lluvias) y comportamiento de la estación seca.

3.5 El pronóstico mencionado puede emitirse en una revista o informe mensual tipo un “Boletín Climático” el cual incorporará el estado de los índices, pronóstico y la información de las otras instituciones que manejan información relevante como los ministerios de agricultura.

El CRRH recomienda seguir un diseño dinámico de SAT, como en la **Figura 26**.



Figura 26. Diseño operativo y etapas del SAT por Sequía para Centroamérica.
Fuente: CRRH, 2001.

En la base del SAT se encuentra el monitoreo permanente, 24 horas al día, 7 días a la semana. La primera etapa de un buen SAT es el PREAVISO (es una llamada de atención a nivel interno dentro de los operadores del SAT, no se emite ningún boletín o informe, o sea aún no es de dominio público). De inmediato se superan los umbrales de las variables propuestas como el número de días secos consecutivos, el IH, los anticiclones, el LLJ, la TUTT una péntada seca, o sea lluvia acumulada menor a 30 mm, se puede emitir esta primera alarma, el preaviso obliga a los técnicos que operan el SAT a vigilar las péntadas siguientes. En el caso de que en los modelos meteorológicos o climáticos, los registros indiquen que se superan los umbrales de la siguiente etapa, se emite el AVISO, en donde ya se emite un informe público. En el caso de que los indicadores climáticos como el SPE, anomalías porcentuales y otros superen los umbrales se procede a emitir una ALERTA, como por ejemplo más de 15 Días Secos Consecutivos, 2 péntadas continuas secas, fuerte presencia de los anticiclones (altas presiones atmosféricas), en los distintos niveles de la atmósfera, la TUTT profunda, etc.

A partir de la etapa No. 4, o sea la ALERTA, la emisión de estos informes debe hacerse coordinadamente de la mano con la Comisión de Protección Civil. En el caso de la DOA-MARN ellos continúan emitiendo sus informes o boletines especiales

de forma independiente, sin embargo realizan reuniones de coordinación en la Comisión Técnica Científica donde se encuentra además de Protección Civil, el Ministerio de Agricultura para coordinar y apoyar la emisión de informes de ALERTA institucionales y oficiales, lo mismo pasa en otros países como en el caso de Guatemala con CONRED o en Honduras con COPECO, pues estas instituciones son las que por ley están obligadas a emitir las alertas públicas oficiales de estado, como Comisiones de Protección Civil.

Los pasos a seguir y los umbrales para pasar a cada etapa deben estar escritos en protocolos, por el momento se cuenta con los protocolos internos del SAT a Sequía de la DOA-MARN El Salvador, el de COPECO y el de INSIVUMEH, los cuales serán explicados más adelante en el presente documento. En los Anexos se muestran las fichas recolectadas hasta la fecha de INSIVUMEH, COPECO y DOA-MARN.

Entre algunas aplicaciones informáticas modernas que aplican otros indicadores como la lluvia estimada por satélite para monitorear alerta por sequía a cultivos está el índice ASIS de la FAO.

<http://www.fao.org/gIEWS/earthobservation/country/index.jsp?code=NIC&lang=es>

No. 4. COMUNICACIONES

4.1 Los investigadores o climatólogos de los SMN al elaborar el Boletín Climatológico Mensual, que resume las condiciones climatológicas características de la sequía en las diferentes áreas de cada país, incluirá el informe del resumen meteorológico sinóptico de las condiciones atmosféricas causantes de la sequía, se deben incorporar las estadísticas o indicadores hidrológicos, como los niveles o caudales de los ríos y las condiciones agrícolas.

4.2 Dentro del Boletín Climatológico también debe incluirse el resumen del comportamiento de los índices climáticos, como el ENOS, el ATN, MJO, y agregar en lo posible los pronósticos del desarrollo futuro del evento tomado de pronósticos estadísticos o dinámicos, de los modelos globales acoplados, de tal manera de diagnosticar y darle seguimiento al evento de sequía.

4.3 Se puede divulgar la información en sesiones presenciales o virtuales, en las mesas agroclimáticas, por medio de videos, conferencias, seminarios o talleres nacionales impartidos por representantes de los SMN, dirigidos principalmente a productores, extensionistas, ONG´s entre otros para informar o capacitar en los aspectos relevantes de los fenómeno oceánicos, atmosféricos, climáticos, su dinámica, conocer los efectos en el clima, en la agricultura y la economía, y los umbrales de cada etapa operativa de un SAT.

4.4 Lo más recomendable es que los SMN cuenten con plataformas informáticas de SAT que incluyan el acceso a la base de datos, información de análisis, boletines, avisos, alertas y las estrategias de comunicación oportunas de la información generada nacional y regionalmente permitiendo que los principales usuarios como (productores, instituciones autónomas y nacionales, organismos regionales, prensa, etc.), conozcan dicha información mediante vía correo electrónico, página web en internet, la radio, la televisión, redes sociales, etc.

4.5 Con las tecnologías actuales existentes es fácil también compartir la información por medio de videos, conferencias o reuniones virtuales para hacer un intercambio de información interinstitucional a nivel nacional como intercambio regional de información apoyado por los organismos centroamericanos relacionados con el tema, CRRH, CEPREDENAC, CCAD, SICA y otros.

4.6 Aprovechando las redes de monitoreo electrónico existentes, en los SMN como entre las comunidades se deben alimentar las plataformas SAT con datos del monitoreo de las variables climáticas en especial sobre las zonas destinadas a la actividad agropecuaria, incluyendo el uso de la tecnología satelital, que ahora permite hasta la detección y seguimiento del desarrollo de cultivos, como el NDVI entre otros.

4.7 También en la misma plataforma puede ponerse a disposición de información hidrológica y del comportamiento del sector agrícola con la fenología, datos de producción, con los balances de abastecimiento y utilización, los precios en el mercado nacional, regional y mundial de los productos agropecuarios relevantes afectados

No. 5. INVESTIGACIÓN

5.1 Los SMN o las Comisiones de Protección Civil pueden fortalecer las unidades de investigación, donde se caracterice cada sequía registrada y la información climática, hídrica o agrícola, zonas afectadas o impactadas por el fenómeno, para la elaboración de mapeo de frecuencia, vulnerabilidad, riesgos de ocurrencia de sequías, así como mapas complementarios (mapas de recursos para el combate de los desastres, uso actual del suelo, etc.).

5.2 Los climatólogos o meteorólogos deben inventariar y caracterizar las condiciones climáticas bajo los eventos de sequías y sus efectos sobre la gran variedad de actividades agropecuarias.

5.3 La información de la investigación debe ponerse al servicios de diferentes instituciones, por ejemplo a los ministerios de agricultura quienes

hacen investigación para desarrollar con semillas más resistentes a condiciones climáticas extremas, identificación y adopción de cultivos apropiados para zonas semiáridas y sistematización de estudios agroclimáticos para apoyar decisiones sobre siembras.

5.4 La información registrada de eventos, cuyas caracterizaciones pueden servir para diseñar políticas nacionales contra el impacto de los desastres como una variable relevante en los estudios para el ordenamiento y desarrollo territorial.

5.5 Se puede aprovechar la estructura montada del SAT por Sequía para volverlo funcional a otros multiriesgos asociados como la SAN, los incendios forestales y los eventos extremos asociados a la Niña.

No 6. ENTRENAMIENTO

6.1 Desarrollar seminarios taller para entrenar al personal técnico de las instituciones que operan los SAT, como las oficinas de Protección Civil, los ministerios de agricultura y ganadería, entre otros.

6.2 Cooperar con las instancias regionales para la medición de impactos provocados por sequías e incendios.

6.3 Capacitación para la formulación y gestión de cooperación técnica para proyectos de fortalecimiento de personal, redes de monitoreo y apoyo a la rehabilitación.

6.4 Fortalecer la capacidad nacional, municipal y local para el uso y aplicación de la información del monitoreo climático, el aprovechamiento de las imágenes satelitales, y el uso de los SIG en materia de desastres.

No. 7. ORGANIZACIÓN

7.1 Los SMN son responsables del monitoreo y vigilancia climática y las Comisiones de Protección Civil son responsables de la gestión del riesgo, o sea de la prevención, la mitigación y el manejo del desastre.

7.2 Promover que otras instituciones de gobierno, empresa privada y ONG's sean parte de los esfuerzos en las tareas de SAT y de la Gestión de Riesgo, para enfrentar los diversos impactos producidos por este fenómeno como las sequías, incendios forestales, proliferación de vectores, etc., elaborando planes y estrategias, con el apoyo de organismos regionales.

7.3 Apoyar en las estrategias de prevención de emergencias, con mecanismos para que los equipos de trabajo dentro de la Comisión de Protección Civil cuenten con herramientas legales para hacer las declaratorias de alerta o de emergencia, con suficiente anticipación.

No. 8. RECOMENDACIONES

8.1 Las políticas de los gobiernos o las entidades públicas responsables cuentan con planes de mitigación para atender casos extremos de sequías, que incluyan la atención para la población afectada en especial ante pérdidas de las cosechas, como reorientar las actividades laborales a cambio de alimentos.

8.2 Definir políticas arancelarias permitidas por la Organización Mundial del Comercio OMC, para apoyar el desarrollo de las zonas afectadas.

8.3 Promover el establecimiento del seguro agropecuario.

8.4 Fomentar programas de reforestación y conservación de suelos.

8.5 Promover la diversificación agrícola.

8.6 Fortalecer las entidades que manejan el uso de las cuencas y el recurso hídrico.

8.7 Ordenar y planificar un mejor uso del territorio y los recursos naturales.

3. Análisis de los Inventarios sobre Protocolos y Procedimiento, Inventario de Indicadores Nacionales de Sequía Utilizados sobre SAT (Incluye su Vigencia, Funcionalidad y Aplicabilidad).



3.1 Análisis de los Inventarios, Basado en Documentos, Encuestas y Reuniones con Instituciones, sobre Protocolos y Procedimiento sobre SAT, (Incluye su Vigencia, Funcionalidad y Aplicabilidad)

En este capítulo se verán las diferencias entre los procedimientos o protocolos recolectados entre las diferentes instituciones abordadas, por medio de las encuestas o reuniones virtuales.

Entre las consultas elaboradas se profundizó en conocer las variables monitoreadas y pronosticadas, del tipo oceánicas-atmosféricas, climáticas, hídricas y agropecuarias o agrícolas, las cuales resultan ser muy variadas y como en el caso de CENAOS-COPECO de Honduras y DOA de El Salvador, son muy extensas, más o menos 17 indicadores que se monitorean.

En las diferentes herramientas de consulta que se pasaron, se exploró en los umbrales de estas variables de monitoreo, para cambiar a las diferentes etapas del SAT, de mucho interés fueron los indicadores para emitir un PREAVISO, según el diseño que promovió el CRRH después de la fuerte sequía que dejó El Niño 1997-1998 en toda la región.

Algunos de los factores causantes de sequía monitoreados pueden vigilarse con 3 a 6 meses de antelación, tales como el fenómeno de El Niño en el Océano Pacífico o el índice del Atlántico Tropical Norte (ATN), ya que existen modelos de pronóstico que pueden prever con mucho tiempo de antelación el comportamiento de las anomalías de la temperatura del mar, tanto en la cuenca del Pacífico Tropical como del Atlántico Tropical, además estas modelaciones son elaboradas por centros mundiales del clima como la NOAA, los que lo ponen a disposición del público de forma gratuita en varias plataformas o páginas web de internet, por lo que pueden ser retomadas tanto por los SMN, las oficinas de Protección Civil, como por organismos de la sociedad civil, municipalidades, comunidades locales, entre otros.

3.1.3. *Diseño General de Sistemas de Alerta Temprana ante Sequía*

Los Servicios Meteorológicos han impulsado desde su creación el monitoreo de las amenazas naturales, en específico por lluvias abundantes por eventos extremos convectivos o temporales, como también por los déficits tipo sequía, aprovechando con los sistemas de monitoreo a vigilar otros fenómenos, como los climáticos tipo El Niño y La Niña, el concepto es elaborar los pronósticos de rutina, día a día, y cuando se superan ciertos umbrales o límites de una de estas amenazas, se emite una advertencia o alerta.

Estos SAT son coordinados con los sistemas nacionales de Protección Civil en cada país, en varios casos los SMN dependen de un ministerio diferente del que depende Protección Civil, pero tienen como finalidad integrar la información para reducir los impactos de las amenazas, analizando la información del riesgo, pronosticando el desarrollo de los fenómenos, elaborando informes o boletines con sus características y evolución, para proveer datos al tomador de decisión que pueda oportunamente actuar y reducir las pérdidas de vidas o daños a la infraestructura y a los medios de vida o al medio ambiente.

Los SAT en cada nación son reconocidos por sus alertas oficiales gubernamentales, de las cuales otras dependencias de los gobiernos, los usuarios y las empresas privadas atienden las diferentes alertas de colores de las que se componen, las alertas se emiten típicamente con los colores del semáforo, para fácil interpretación, son un pilar de la Gestión Integrada de la Reducción de Riesgos, on territoriales y siendo especialmente útiles en las funciones y productos que se requieren para conocer el riesgo y por lo tanto, diseñar medidas de prevención y mitigación.

El diseño de SAT usado por las instituciones a nivel regional lo integran cuatro elementos para su operación, usado para la vigilancia de muchas amenazas naturales incluyendo la sequía. Ha sido reconocido como la base de la gestión para la reducción de riesgos por desastres, propuesto en el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 en la Prioridad 4 (Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz, la recuperación y la reconstrucción), también en el ámbito de las acciones de adaptación al cambio climático, el SAT es una herramienta reconocida en las actividades que se desarrollan en el Acuerdo de París sobre el Clima.

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo por Desastres (UNDRR por sus siglas en inglés) define el Sistema de Alerta Temprana como: un sis-

tema integrado de vigilancia, pronóstico y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, y actividades, procesos de comunicación y preparación que permite a las personas, las comunidades, las instituciones, los gobiernos, las empresas y otras partes interesadas adoptar las medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres con antelación a sucesos peligrosos.

En el año 2003, los expertos que participaron en la 2da Conferencia Internacional de Alerta Temprana introdujeron la noción actual de Sistemas de Alerta Temprana comunitarios eficientes en base a cuatro elementos, ver **figura 27**.

1. **Conocimiento de los riesgos:** recopilación sistemática de información y evaluación del riesgo;
2. **Servicio de seguimiento y alerta:** desarrollo de servicios de seguimiento y alerta temprana;
3. **Difusión y comunicación:** comunicación de la información sobre riesgos y alertas tempranas; y
4. **Capacidad de respuesta:** desarrollo de las capacidades de respuesta de los ámbitos nacional y comunitario.



Figura 27. Diseño de SAT de la Conferencia Internacional de Alerta Temprana.

El diseño de SAT incluye diversos procesos, mecanismos y actores, en cada una de sus partes o etapas, por lo que incrementa la complejidad de su operatividad y eficiencia en la toma de decisiones.

Cada una de las partes del SAT para el caso de la sequía requieren que cada componente defina sus características y delimitar las diferentes entidades que actúan en sus componentes.

- **Conocimiento del riesgo:** información de la sequía, sus patrones, su clasificación según ocurrencia histórica, variables climáticas, umbrales, caracterización del entorno afectado, a nivel de población, cultura, medios de vida, entre otros. La información es de tipo técnica, social, económica, etc. Estas actividades típicamente las realizan de forma colegiada los SMHN junto con los Sistemas de Protección Civil, apoyados por centros de investigación privados, de ONG o de Universidades, son investigaciones de varios eventos históricos o casos de estudio, que sirven para caracterizar el fenómeno de la Sequía.
- **Servicios de monitoreo, pronóstico y alerta:** monitoreo e indicadores propios de la actividad afectada por la sequía (cultivos agrícolas u otros), métodos, equipo y capacidades para el monitoreo, análisis, procesamiento y pronóstico (por ejemplo, modelos meteorológicos para predecir el comportamiento de cultivos según patrones de temperatura, de humedad en suelo, de precipitaciones). típicamente estas actividades las realizan en parte los SMHN, al menos hasta la fase de pronósticos, pero la fase de alertas públicas oficiales las realiza únicamente el Sistema de Protección Civil.
- **Capacidad de respuesta:** siendo la sequía un desastre de evolución lenta con impacto en seguridad alimentaria y desarrollo económico, implica información sobre sectores responsables de esos temas, así como habitantes directamente afectados, y los mecanismos de toma de decisión entre actores. Estas actividades las realizan el Sistema de Protección Civil de cada país, los que en emergencias de gran proporción dividen la atención entre diferentes instituciones gubernamentales y otras entidades.
- **Comunicación:** El anuncio de alertas a población, la disseminación y puesta en práctica de planes específicos para prevenir impacto por los daños y pérdidas de cultivos, las acciones para contrarrestar sus efectos (diversificación alimenticia y de cultivo controlada, entrega de semilla, cosechas de agua, reforestación), debe hacerse de forma efectiva por medio de las redes sociales, usando la información local del monitoreo específico, enfocadas por ejemplo en granos como el maíz y frijol (Bonilla, 2014). Las comunicaciones del monitoreo de la amenaza de la sequía y pronóstico en algunos casos la realizan los SMHN, pero las alertas públicas.

3.1.4. *Inventario Regional y Nacional Operativo de Diseño del SAT*

La región es heterogénea en cuanto a las características particulares de las sequías. Al norte de Centroamérica se presentan como Sequías Meteorológicas un poco más prolongadas con duración en ocasiones de más de un mes, con respecto a las ocurridas al sur de la región, también pueden darse alteraciones en los patrones del inicio de la temporada lluviosa (retraso del comienzo), como por incremento en la intensidad de la “Canícula” o del “veranillo”, en medio de la época lluviosa. Las zonas del llamado Corredor Seco Centroamericano (valles y zona sur de Guatemala, El Salvador, zonas del Pacífico de Honduras y Nicaragua, noroeste de Costa Rica y sudeste de Panamá), son las más expuestas y sensibles a este tipo de sequías de corta duración, que sin embargo causan graves impactos sobre los agricultores de secano de subsistencia y sus cultivos básicos, que en ocasiones pueden derivar en situaciones de inseguridad alimentaria y emergencia humanitaria (migraciones, vulnerabilidad de los colectivos más expuestos y desfavorecidos –mujeres, niños y ancianos-, problemas de salud y desnutrición).

Uno de los diseños expuestos con anterioridad, es el del Comité Regional de Recurso Hídricos (CRRH), instancia técnica del SICA, en el año 2000, elaborados posterior a la sequía de los años 1997-1998 provocado por el fenómeno de El Niño muy fuerte, diseñado para los Servicios Meteorológicos de la región, bajo el carácter de autónomo que pueda tener dentro del gobierno, el cual es un sistema dinámico, con forma circular, con revisiones permanentes para mejorar después de ocurrido un evento extremo, típicamente se compone de 5 etapas o pasos, para saltar entre una etapa a la otra existen umbrales para que los cambios no sean antojadizos o de orden político, sino más bien cuenten con elementos técnicos científicos que respalden cada decisión y los cuales sean documentados para poder realizarse procesos de auditoría posterior a un evento. Ver **Figura 28**. Lo novedoso de este diseño es que se emiten en primer lugar informes llamados PREAVISOS, para advertir oportunamente, por medio de datos y pronósticos elaborados desde los Servicios Meteorológicos hacia la institucionalidad Nacional que maneja el tema de Gestión del Riesgo o Protección Civil.

La mayoría de los Servicios Meteorológicos abordados durante la fase de encuestas o reuniones virtuales no usan este diseño de SAT autónomo, sino que se acopla al diseño general de SAT que usan los organismos de Protección Civil, el cual se basa en colores.



Figura 28. Diseño SAT usado por algunos SMHN, fuente CRRH.

En la base y al centro del SAT propuesto en el año 2000, está la etapa 1 del **monitoreo** o vigilancia permanente; luego sigue la etapa 2 de **PREAVISO**, que supone en principio el desarrollo de algún indicador atmosférico o climático, causante de la sequía, emitiendo un informe para uso interno de la institución a nivel de jefaturas o autoridades oficiales; prosigue la etapa 3 de **AVISO** desde donde arranca la emisión de informes oficiales públicos; luego sigue la etapa 4 de **ALERTA**; luego la etapa 5 de **EMERGENCIA** donde se toman acciones de atención a las comunidades, en estas etapas, cambia la frecuencia con la que se emiten informes, cada vez más frecuentes; termina el sistema en la etapa 6 de **EVALUACIÓN** o retroalimentación, donde se revisa o verifica el adecuado funcionamiento de todo el sistema, se identifican debilidades, errores y se procede a hacer las modificaciones de mejora del mismo, emitiendo nuevos o actualizados procedimientos de ser necesarios.

Este tipo de SAT debe incluir el seguimiento y coordinación con instituciones claves nacionales entre los SMN, llámese INSIVUMEH, DOA-MARN, CENAO, INETER, con los organismos o instituciones que velan por la Protección Civil, ministerios de agricultura o seguridad alimentaria, como también con organismos regionales como el CRRH quien gestiona y emite los informes de los Foros del Clima, quien a su vez provee información de diferentes indicadores o factores meteorológicos-climáticos, como, “ASIS” de la FAO.

Del levantamiento de información realizado con varias instituciones se ha resumido en el **Cuadro 12**, el inventario del tipo de SAT existente en los países encuestados.

PAÍS	Procedimiento o Protocolo de SAT propio		Usan el diseño regional de 2000 CRRH
	SMN	PC	
Guatemala	--	X	--
El Salvador	X	X	X
Honduras	--	X	--
Nicaragua	--	X	--

Cuadro 12. Inventario del tipo de SAT existente en los SMHN, fuente: Elaboración propia.

Todos los países usan los diseños de SAT como las Naciones Unidas y CEPREDENAC lo recomienda, gestionado por los Sistemas de Protección Civil o Las Comisiones de Gestión de Riesgo nacionales, solo El Salvador usa el diseño de SAT recomendado por el CRRH, puesto que el Servicio Meteorológico representado por DOA-MARN se ubica en un ministerio diferente y por ende, independiente al ministerio donde se ubica el Sistema de Protección Civil, en este último caso a partir de la etapa de AVISO, donde se emiten informes públicos, el personal técnico del SMN visita el Centro de Operaciones de Emergencia o al Director de Protección Civil, para hacer un briefing o resumen del informe sobre la amenaza, también presenta un análisis de impactos basados en la nueva metodología implementada del proyecto Weather Ready Nation, luego Protección Civil, valora la información entre su personal técnico, tomando la decisión de activar la emisión de alertas de color, el cual puede iniciar por una ADVERTENCIA, alarma sin color o proseguir a su primera etapa, la alerta verde, tomando la decisión también en base a informes que le puedan entregar la Comisión Técnica Científica que es una reunión ampliada entre varias instituciones gubernamentales y universidades.

En el **Cuadro 13** se muestra el inventario de los diferentes organismos o entidades que son coordinadas por los Sistemas de Protección Civil o Sistemas de Gestión y Reducción de Riesgos, para la toma de decisiones, por ejemplo cuando un Servicio Meteorológico anuncia un evento de sequía, y lleva la información del monitoreo y pronóstico a una reunión donde se convoca a diferentes organismos e instituciones gubernamentales, universidades u organismos de la sociedad civil, observando del cuadro que cada país tiene muchos organismos que interactúan dependiendo de sus competencias en relación con la Sequía Meteorológica, agrícola, hídrica o la seguridad alimentaria.

En tres países existe un Servicio de Meteorología integrado con el Servicio Hidrológico: Guatemala, El Salvador y Nicaragua, donde vigilan y pronostican esas sequías, y todos los países tienen Ministerios de Agricultura que vigilan la Sequía Agrícola.

PAÍS	Sequía Meteorológica	Sequía Agrícola	Sequía Hídrica
Guatemala	INSIVUMEH	CONRED, MAGA	INSIVUMEH
El Salvador	DOA-MARN	Sist Nac PC - CTC - MAG, NONASAN, ANDA,	DOA-MARN
Honduras	CENAOS	COPECO CODEM SINAGER SAG MIAMBIENTE	ENEE
Nicaragua	INETER	SINAPRED - MAGA - MEFCA - GFCV - MIFIC INTA	INETER

Cuadro 13. Inventario de organismos o entidades coordinadas por los Sistemas de Protección Civil en cada país. Fuente: Elaboración propia.

Para la toma de decisión en cuanto a emisión de alertas oficiales, típicamente cada país tiene sus instrumentos de coordinación donde se convoca a varias instituciones, como las del **Cuadro 13**, para estudiar los datos, análisis y pronósticos emitidos por la oficina responsable de la vigilancia meteorológica, la ventaja de estas coordinaciones son la toma de decisiones consensuadas entre varios entes técnicos, lo que garantiza en principio que la toma de decisiones no sea política, en ocasiones la desventaja es que al existir muchas entidades analizando la información al no ponerse de acuerdo entorpece la toma de decisiones rápidas y podría atrasar la emisión de alarmas oportunas.

3.1.5. *Inventario de Indicadores Nacionales de Sequía Usados en Centroamérica*

Luego de recibidas las encuestas llenas o de haber tenido reuniones virtuales con varias instituciones de la región, se reconocen varios indicadores que se usan en cada país.

En El Salvador el SMN-DOA, según el protocolo de actuación por Sequía Meteorológica en la estación lluviosa, monitorea varios forzantes oceánicos-atmosféricos, la Temperatura de la Superficie del Mar (TSM o SST) de la región Niño 3.4, Índice del Caribe (CAR), Índice de la TSM del Atlántico Tropical Norte (ATN), la posición en latitud de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), las masas de aire y gradiente de alta presión en el océano Atlántico y Pacífico Sur, entre otros.

En Honduras según el Manual del Sistema Nacional de Alerta Temprana Y Protocolo de Respuesta ante Sequía y Seguridad Alimentaria de COPECO, se vigila alrededor de unos 18 indicadores usados por varias instituciones coordinadas, incluyendo CENAOS, siendo el factor climático la base de la vigilancia basado en la variable lluvia, en específico la anomalía de la lluvia acumulada mensual y la anomalía normalizada o estandarizada, tipo SPI, además vigilan otros factores como el de lista larga que puede verse en el **Cuadro 3**, el cual incluye índices oceánicos atmosféricos, climáticos, hídricos y agropecuarios, siendo esta lista la más completa y larga entre otras.

En Guatemala el INSIVUMEH vigila y monitorea la sequía por medio del seguimiento de la TSM de los océanos Atlántico Tropical y del Pacífico, valores de presión atmosférica, la técnica de años análogos, recientemente se está utilizando la metodología de la Nueva Generación de Pronóstico Estacional (NextGen, por sus siglas en inglés), la cual se basa en la Herramienta de Predictibilidad Climática (CPT: Climate Prediction Tool) del Instituto de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI, por sus siglas en inglés). La herramienta NextGen se está gestionando desarrollarla para toda Centroamérica, se basa en modelos globales de alta resolución, del Multi Modelo de Norteamérica (NMME, por sus siglas en inglés) y estimaciones de lluvia basadas de satelitales, utilizando la base de datos CHIRPS, además presenta pronósticos flexibles donde se hace uso completo de la función de distribución de probabilidad sobre zonas específicas, a nivel de municipios. Sin embargo, el INSIVUMEH no cuenta con un Manual o Procedimiento SAT por Sequía elaborado por ellos mismos, si no que usa el SAT de CONRED, en el que no existen PREAVISOS, INSIVUMEH en su monitoreo si encuentra algo inusual reporta a CONRED y hace un briefing.

Nicaragua, por su parte, se basa en el seguimiento de las precipitaciones acumuladas diarias y mensuales, para calcular la anomalía estandarizada de la lluvia mensual tipo SPI y el uso del Sistema del Índice de Estrés Agrícola, (ASIS, por sus siglas en inglés).

3.1.5.1. INDICADORES DE PREAVISO

El Salvador es el único país que utiliza la metodología regional propuesta desde el año 2000 por el CRRH, donde se emiten PREAVISOS y tiene escrita la metodología en su propio procedimiento. Honduras y Guatemala comentaron que hacen monitoreo de muchas variables, las cuales aparecen reflejadas en el **Cuadro 14**, pero no tienen un manual o un procedimiento por escrito, si no más bien realizan reuniones de coordinación con la autoridad de Protección Civil de su país para reportar cualquier anomalía en los indicadores.

PREAVISO	Variable, umbral	Países				Fuente
		CUA	HON **	ELS *	NIC	
ÍNDICES METEOROLÓGICOS						
1. Niño	Pronóstico para 3 meses.	X	X	X		NCPC NCEP NOAA-IRI
2. ATN frío	Pronóstico para 3 meses.	X	X	X		NCPC NCEP NOAA
3. LLJ	Pronóstico del viento en 925mb sobre el Caribe > 15 m/s 3n 5 a 7 días.		X	X		Windy
4. Anticiclones	Pronóstico de Alta Presión semipermanente entre 25 a 30°N y/o Golfo México.		X	X		NHC
5. Gradiente presión	Pronóstico de Isobara de 1016 Hpas cruzando el Caribe interior.			X		NHC
6. TUTT	Eje o Vórtice Ciclónico en El Caribe de Honduras.		X			Windy
7. Polvo del Sahara	Pronóstico > 70 ug/m3.			X		Skiron
8. MJO	Pronóstico fase convergente.		X	X		NCPC NCEP NOAA
9. GDI	Pronóstico convección suprimida.		X	X		WPC NCEP NOAA

* Escrito, ** Briefing

PREAVISO	Variable, umbral	ÍNDICES CLIMÁTICOS				Fuente
		GUA	HON **	ELS *	NIC	
10. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.				X	FAO
11. SPI.	"-0.5 < Seco < -1.	X	X	X	X	SMN Y CRRH
12. Días Secos Consecutivos.	5 a 10.					SMN
13. Canícula (2ºdec Jun-1º dec Ago).	Déficit de lluvia mensual.				X	SMN, CHIRPS-GEOCLIM
14. Anoma lluvia %.	"-10% < Débil < -20%.	X	X	X	X	SMN (red propia, CMORPH, TRMM, CAFFG) Y CRRH (CHIRPS)
15. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.5.			X		SMN
16. Almacenamiento de agua.	ALM < 20 mm.			X		SMN
17. ETP.	< 50 MM /Década.				X	SMN
18. LLUVIA ACUMULADA.	< 1,700 MM/Anual.				X	INETER
19. LLUVIA ACUMULADA.	< 30 mm/péntada.				X	INETER
20. NDVI.	Negativo.	X		X		SMN Y CRRH (CHIRPS)
21. Años Análogos (PDO, NAO...).	Pronóstico fase positiva.	X	X	X	X	CRRH
22. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Escenarios de lluvia rango BAJO lo normal.	X	X	X	X	SMN, CRRH
23. Foro de Aplicaciones a la SAN.	Impactos negativos a SAN.	X	X	X	X	CRRH-PROGRESAN
24. Temperaturas.	Valores máximos.		X			SMN

PREAVISO	Variable, umbral	GUA	HON **	ELS *	NIC	Fuente
ÍNDICES HIDROLÓGICOS						
25. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.		X	X		SHN
26. Calidad de agua.	Baja calidad del agua.					
27. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.			X		SHN

PREAVISO	Variable, umbral	GUA	HON **	ELS *	NIC	Fuente
ÍNDICES AGRÍCOLAS						
28. Fenología de cultivos.	Marchitez.		X			SMN
29. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.		X			MAG

Cuadro 14. Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de PREAVISO en los SMN y PC.** CENAOS en Honduras usa estos índices, pero aún no están documentados. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se revisan las características, definiciones, vigencia, aplicabilidad y funcionalidad de los diferentes índices recopilados en la región.

ÍNDICES METEOROLÓGICOS (IM:9)

IM 1. El Niño.
Definición: Este fenómeno es monitoreado en el Océano Pacífico Tropical, se refiere al apareamiento de aguas cálidas en la zona central y occidental, durante un período de 6 meses a un año, pero los modelos lo pronostican hasta con 3 a 6 meses de anticipación.
Vigencia: Usado por décadas (> 50) y vigente, se recomienda operativizar entre los organismos regionales, nacionales y locales.
Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.
Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar, pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como NOAA, BOM, IRI, CRRH.

IM 2. ATN frío.

Definición: El índice del Atlántico Tropical Norte consiste en monitorear las anomalías de la superficie del mar de dicho sector, también puede ser pronosticado por varios modelos de varios organismos como la NOAA hasta con seis meses de antelación, por lo que el umbral utilizado por varios SMN es el reporte de estos organismos de la alta probabilidad del nacimiento o desarrollo del fenómeno para los próximos 3 meses.

Vigencia: Usado por muchos años (> 20) y vigente, se recomienda operativizar entre los organismos regionales, nacionales y locales.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar, pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como NOAA-NCEP-CPC, CRRH.

IM 3. LLJ.

Definición: Low Level Jet o Chorro de Bajo Nivel en El Caribe, vigilado en el nivel de 925 Hpas en El Caribe, el cual puede ser pronosticado por varios modelos, como el GFS, Europeo, ICON y otros, climatológicamente se ubica al norte de Venezuela, Colombia y Panamá, en la latitud de Costa Rica, unos 10°N, cuando su velocidad sobrepasa de 14 a 15 m/s durante varios días empieza a restringirse la lluvia sobre algunos países como Nicaragua, Honduras, El Salvador. También puede ser pronosticado por varios modelos de varios organismos como la NOAA.

Vigencia: Usado por varios años (> 10) y vigente, se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar con varias páginas web gratuitas, como Windy, Tropicaltidbit, Tropical Desk-WPC.

IM 4. Anticiclones.

Definición: Se monitorea en superficie el sistema de Alta presión semipermanente de los azores, el cual se ubica típicamente al centro del Océano Atlántico y cercano a los 30°N, extiende una dorsal hacia el Caribe y en ocasiones se desarrolla otra alta presión sobre el Golfo México, pero durante periodos de sequía baja en latitud tan bajo como los 25°N. También puede ser pronosticado por varios modelos de varios organismos como la NOAA.

Vigencia: Usado por muchos años (> 20) y vigente, se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como NHC-NOAA, Windy, Tropicaltidbit, Tropical Desk-WPC, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IM 5. Gradiente presión.

Definición: La presencia de sistemas de alta presión en El Atlántico, se incrementa la presión media al nivel del mar sobre todo el Caribe y Centroamérica, en ocasiones se aprieta tanto las isobaras, que la línea de alta presión de 1016 Hpas se observa cruzando el Caribe interior, entre Cuba y Honduras, indicando que el viento Alisio en general se acelerará fuertemente, lo cual también se convierte en un precursor de sequía.

Vigencia: Usado por muchos años (> 20) y vigente y se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como NHC-NOAA, Windy, Tropicaltidbit, Tropical Desk-WPC, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IM 6. TUTT.

Definición: La vaguada tropical de la troposfera alta (Tropical Upper Tropospheric Trough), en ocasiones se posiciona sobre el Caribe y Honduras, en la base del eje de dicha vaguada se forma un vórtice ciclónico, también sobre en El Caribe de Honduras, a la izquierda del eje queda Honduras, El Salvador, Guatemala, donde desciende aire fresco, seco, estable, lo que provoca una sequía cuando dicha vaguada permanece en el mismo lugar por días.

Vigencia: Usado por décadas (> 50) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como NHC-NOAA, Windy, Tropicaltidbit, Tropical Desk-WPC, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IM 7. Polvo del Sahara.

Definición: El polvo del Sahara se ha vuelto en los últimos 10 años cada vez más frecuente, presentándose desde junio hasta agosto, cuando se detecta concentraciones mayores a 70 ug/m³, enfría la atmósfera y en el océano bajo el manto del polvo, lo que provoca una disminución de la convección, hasta los ciclones se ven en problemas para formarse o desarrollarse. También puede ser pronosticado por varios modelos de varios organismos como la NOAA.

Vigencia: Usado por pocos años (> 10), se ha vuelto muy frecuente, poco estudiado pero vigente y se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como Skiron-Athenas, Windy, Imágenes de satélite GOES-16 Slider.

IM 8. MJO.

Definición: La Oscilación Madden Julian es un indicativo de que tan favorecida esta la atmósfera para el desarrollo de fuerte convección o tormentas (fase divergente), se vigila en capas altas de la atmósfera y es un indicador disponible de forma gratuita en varios modelos, en ocasiones restringe la formación de nubes y lluvias (fase convergente) y puede provocar una sequía. También puede ser pronosticado por varios modelos de varios organismos como la NOAA.

Vigencia: Usado por muchos años (> 20) y vigente y se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como CPC-NCEP-NOAA, North Carolina Institute for Climate Studies, Global Hazard Briefing-CPC.

IM 9. GDI.

Definición: El Índice Galvez Davison, es otro índice que sirve para vigilar los niveles de convección y formación de tormentas o supresión de convección, restricción de las lluvias y formación de sequía. También puede ser pronosticado por modelos de la NOAA. también el CRRH lo está calculando de forma automatizada en su nueva página del Centro Virtual de Tormentas Severas (CVTAS).

Vigencia: Usado por pocos años (> 5) y vigente, se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como Tropical Desk-WPC, DOA-MARN, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

ÍNDICES CLIMÁTICOS (IC: 14).**IC 10. ASIS – FAO.**

Definición: Este es el índice de stress agrícola de la FAO, que están usando varios países de la región, los valores negativos indican un nivel de sequía, Nicaragua tiene un servidor donde lo corren para ellos y a nivel regional el CRRH está por gestionar que se corra para todos los países de Centroamérica, quedando de forma automatizada en su nueva página del Centro Virtual de Tormentas Severas (CVTAS) y también corre en la DOA de El Salvador.

Vigencia: Usado por pocos años (> 3) y vigente, se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como ASIS-FAO Internacional, ASIS-DOA-MARN, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IC 11. SPI.

Definición: Índice de anomalía de la lluvia estandarizada, basado en lluvia de la red pluviométrica, los SMHN de los países lo calculan para valores mensuales, bimensuales, trimestrales, estacionales o anuales, también el CRRH lo está calculando de forma automatizada en su nueva página del Centro Virtual de Tormentas Severas (CVTAS), los valores utilizados para arrancar un preaviso son en la categoría seco, que va de -0.5 a -1.0.

Vigencia: Usado por varios años (> 20) y vigente, se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como ASIS-FAO, ASIS-DOA-MARN, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IC 12. Días Secos Consecutivos (DSC).

Definición: El Salvador utiliza esta categoría de Sequía Meteorológica, definición hecha por un Doctor en meteorología ya fallecido, salvadoreño, el primer nivel para el preaviso es la sequía débil, que contabiliza de 5 a 10 días secos consecutivos, día seco es aquel que registra menos de 1.0 mm de lluvia acumulada en 24 horas, típicamente sumando desde las 7 a.m. de un día a las 7 a.m. del siguiente día.

Vigencia: Usado por muchos años (> 20) y vigente, se recomienda operativizar en el resto de los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar en las páginas web gratuitas de los SMHN que tienen sus datos libres (open data) en la web, o si tiene pluviómetro en su localidad, de cualquier marca, convencional o electrónico.

IC 13. Canícula.

Definición: Este indicador utilizado por la mayoría de los países se refiere a una disminución drástica de la lluvia, en general para la zona sur de Centroamérica ocurre entre la 2ª década de Junio a la 1ª década de Julio, asociada al veranillo de San Juan, este santo es venerado el 24 de junio, mientras al norte de Centroamérica la reconocen entre la 2ª década de Julio a la 1ª década de Agosto, se considera como un déficit de lluvia mensual respecto al promedio climatológico, es de uso popular, pues se refiere a varios días sin lluvia, noches estrelladas, tiempo caluroso.

Vigencia: Usado por décadas (> 40) y vigente, se recomienda operativizar en el resto de los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar de forma sensorial por los productores agrícolas, o técnicamente si los SMHN lo declaran y lo informan en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o si tiene pluviómetro en su localidad, de cualquier marca, convencional o electrónico y se lleva una bitácora para llevar el conteo de días que cumplan esas condiciones.

IC 14. Anomalía lluvia %.

Definición: El indicador de anomalía de lluvia porcentual mensual se refiere al déficit de cada mes respecto al valor climatológico histórico, para emitir preavisos algunos países usan valores de -10% a -20% de déficit, lo cual se considera una sequía débil.

Vigencia: Usado por varios años (> 20) y vigente, se recomienda operativizar en el resto de los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar basado en los registros pluviométricos si los SMHN lo declaran y lo informan en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o a nivel local si tiene pluviómetro en su localidad, de cualquier marca, convencional o electrónico, llevando registros diarios sin interrupción y mensuales.

IC 15. IH (LLUVIA/ETP).

Definición: El índice de balance hídrico índice de humedad en el suelo (IH), es usado por El Salvador a diario, pues tiene una unidad de Agrometeorología, basado en metodologías adoptadas de la FAO, no es muy complicado calcular, pero se debe llevar control de los excesos de humedad diarios, al alcanzar valores de 0.5 a 1.5 se considera humedad disponible en el suelo normal o adecuada, pero si baja entre 0.2 a 0.5, se considera como un índice de déficit ligero o seco, si baja a valores menores a 0.2 se considera déficit extremo o muy seco.

Vigencia: Usado por décadas (> 40) y vigente, se recomienda operativizar en el resto de los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: puede ser poco accesible, si los SMHN no usan este indicador y no lo calcula, ni lo registran o colocan en una página web, en tal caso será difícil de monitorear. Personal técnico a nivel local instruido y capacitado puede calcularlo si tiene acceso a los registros pluviométricos de los SMHN o si el dato de IH lo comparten en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, a nivel local debe poseer un pluviómetro de cualquier marca, convencional o electrónico, llevando registros diarios sin interrupción y mensuales.

IC 16. Almacenamiento de agua. (ALM)

Definición: El índice de almacenamiento de agua es un indicador usado por El Salvador, basado en el balance hídrico agrometeorológico, cuando el almacenamiento baja por abajo 20 mm es sinónimo del inicio de la Sequía Meteorológica y un déficit de humedad para la infiltración y para las plantas.

Vigencia: Usado por décadas (> 40) y vigente, se recomienda operativizar en el resto de los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: puede ser poco accesible, si los SMHN no usan este indicador y no lo calcula, ni lo registran o colocan en una página web, en tal caso será difícil de monitorear. Personal técnico a nivel local instruido y capacitado puede calcularlo si tiene acceso a los registros pluviométricos de los SMHN o si el dato de ALM lo comparten en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, a nivel local debe poseer un pluviómetro de cualquier marca, convencional o electrónico, llevando registros diarios sin interrupción y mensuales.

IC. 17. ETP.

Definición: El índice de Evapo-Transpiración Potencial (ETP) es otro indicador estrechamente relacionado a un impacto futuro en las plantas o cultivos, en agrometeorología se usan valores para iniciar preavisos por debajo de 50 mm por décadas (10 días), en algunos países se usa una ETP diaria de 5 mm, por lo que lluvias debajo de ese valor se interpreta que no quedará almacenamiento en el suelo, sino que toda la lluvia será consumida por la planta, sin opción de poder crecer y desarrollarse.

Vigencia: Usado por décadas (> 40) y vigente, se recomienda operativizar en todos los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar la lluvia diaria, acumulada de 24 horas, si los SMHN lo declaran y lo informan en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen pluviómetro, de cualquier marca, convencional o electrónico y se lleva una bitácora para llevar el registro de lluvia diaria, sin interrupción.

IC. 18. LLUVIA ACUMULADA ANUAL.

Definición: Existen dos índices que se establecieron para algunas zonas del sur occidental de Nicaragua, la lluvia acumulada menor a 1700 mm por año solo aplica para esa zona.

Vigencia: Nunca ha sido utilizado o probado o calibrado. No hay garantía que siga vigente. Podría probarse en la zona sur occidental de Nicaragua, para el resto de los países deberá hacer un estudio particular para calcular el umbral de lluvia anual.

Aplicabilidad: A nivel local de Nicaragua

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar la lluvia diaria, acumulado de lluvia del año, si el INETER lo comparte, o localmente si los productores tienen pluviómetro, de cualquier marca, convencional o electrónico y se lleva una bitácora para llevar el registro de lluvia diaria y anual, sin interrupción.

Es un indicador que no tiene la función de advertir con anticipación de una probable sequía, sino más bien para confirmar en el caso que una sequía pueda ser larga de más de un año.

IC. 19. LLUVIA ACUMULADA PENTADAL.

Definición: Es un índice que se programó usarla en Nicaragua, pero también otros países la utilizan, pues se relaciona con la ETP de 5 mm diaria, la lluvia acumulada menor a 30 mm por péntada (5 días) representa un umbral de probable sequía.

Vigencia: Aunque no se probó o calibró en Nicaragua, si ha sido usado por otros países, por lo que puede decirse que tiene vigencia.

Aplicabilidad: A nivel Regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de monitorear o vigilar la lluvia diaria, acumulado de lluvia por péntada, o sea cada 5 días, siempre y cuando lo compartan los SMHN. Localmente si los productores tienen pluviómetro, de cualquier marca, convencional o electrónico y se lleva una bitácora para llevar el registro de lluvia diaria, sin interrupción para acumular en 5 días.

IC. 20. NDVI.

Definición: El índice del estado de salud de la vegetación o Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es un indicador de la biomasa fotosintéticamente activa, cuando alcanza valores negativos puede ser sinónimo de déficit de agua en el suelo por Sequía Meteorológica y posible también una Sequía Agrícola, basado en imágenes de satélite de alta resolución.

Vigencia: Usado por muchos años (> 10) y vigente, se recomienda operativizar en todos los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: se requiere instrucción para la adecuada interpretación de dicha información, relativamente fácil conseguir la información para su vigilancia, basado de diferentes páginas web gratuitas, como: FEWSNET, ONU-Spider, Geo-Clim.

IC. 21. Años Análogos.

Definición: Cada SMN y el CRRH emiten cada tres meses un conjunto de años análogos, que representan años en la historia que muestra la misma tendencia del clima actual en la región respecto a los próximos tres meses en el futuro, los años análogos se construyen encontrando los años con mejores correlaciones (R^2) y los menores desviaciones absoluta promedio o, sencillamente la dispersión estadística de un conjunto de datos menor (MAD) de varios indicadores oceánicos atmosféricos como el MEI, AMO, NAO, PDO, TNA, SST Región 1+2, SST Región 3, SST Región 4, SST Región 3.4, Atlántico Tropical, ATS, ATN, WHWP, PNA, SOI, AMO_CSU. Si un año aparece en las correlaciones altas y MAD bajos repetidos de 4 a 5 veces o más es considerado un año análogo.

Vigencia: Usado por muchos años (> 30) y vigente, se recomienda operativizar en todos los países.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: se requiere instrucción para la adecuada interpretación de dicha información. Relativamente fácil conseguir la información para su vigilancia, basado en la información que comparten los SMHN y el CRRH en sus páginas web gratuitas.

IC. 22. Modelación climática.

Definición: Existen una variedad de productos de la modelación climática, en páginas web libres, ya sea estadística o dinámica, que son utilizados mes a mes o durante el Foro del Clima de América Central (FCAC-CRRH), los umbrales utilizados para el preaviso son los escenarios pronosticados de lluvia en el rango bajo lo normal

Vigencia: Usado por décadas (> 50) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: se requiere instrucción para la adecuada interpretación de dicha información. Fácil de monitorear o vigilar y pronosticar, con varias páginas web gratuitas, como entre ellos el CPT del IRI. Next Gen del IRI, Pronóstico Sub estacional (S2S), NMME, EUR, WRF-clima, Tropicaltidbit, CVTAS-CRRH (solo para los SMHN).

IC. 23. Foro de Aplicaciones a la SAN.

Definición: Luego de finalizado un Foro del Clima, de inmediato se celebra tradicionalmente un Foro de Aplicaciones a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), por lo que el análisis de impactos negativos a la SAN emitidos en dicho foro pueden usarse como indicadores de las diferentes etapas del SAT, tanto para un PREAVISO como las siguientes etapas.

Vigencia: Usado por pocos años (> 10) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: se requiere instrucción para la adecuada interpretación de dicha información. Fácil de monitorear o vigilar, basado en las páginas web de PROGRESAN Y DEL CRRH.

IC. 24. Temperaturas.

Definición: Algunas instituciones también dicen usar los valores máximos de temperatura que sobrepasan los valores promedio climatológicos, este es un indicador obtenido en lugares con estaciones meteorológicas completas o al menos que en dicho lugar cuenten con termómetros.

Vigencia: Usado por pocos años (> 10) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: se requiere instrucción para la adecuada interpretación y comparación de los datos registrados y los valores históricos. Fácil de vigilar si los SMHN lo declaran y lo informan en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen termómetros y se lleva una bitácora para llevar el registro diarios, sin interrupción.

IH. 25. Anomalías de Caudales.

Definición: Disminución de los caudales en los ríos, los déficits porcentuales son variables, dependiendo del volumen de agua de dicha cuenca, tamaño, área de recogimiento, pero podrían iniciar con anomalías del - 40%.

Vigencia: Usado por varios años (> 30) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada interpretación y comparación de los datos registrados y los valores históricos. Es complicado vigilar pues los Servicios hidrológicos Nacionales (SHN) están ligados a la empresa que produce energía hidroeléctrica y no es tan fácil adquirir estos datos. Pero si los SHN lo declaran y lo informan en sus páginas web de forma libre para los técnicos podría ser fácil interpretarlo.

IH. 26. Calidad de agua.

Definición: Ministerios de salud o los Servicios Hidrológicos hacen con alguna frecuencia análisis de agua en ríos, quebradas, acuíferos o pozos, cada país sigue normas de la OMS o las propias para identificar los niveles de calidad del agua.

Vigencia: Usado por varios años (> 30) y vigente se recomienda operativizar a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada interpretación y comparación de los datos registrados y los valores históricos. Es complicado vigilar pues los Servicios hidrológicos Nacionales (SHN) o Ministerios de Salud no publican estos datos con mucha periodicidad.

IH. 27. Nivel de ríos y quebradas.

Definición: Disminución de los niveles de ríos y quebradas, en diferentes tramos la sección del río cambia, por lo que no hay un valor específico del nivel, se debe calcular según los valores históricos por cada punto de interés.

Vigencia: Usado por varios años (> 30) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada medición en diferentes tramos de los ríos y quebradas, y poseer registros históricos. Es complicado vigilar si la cuenca depende de la empresa que genera energía hidroeléctrica, las que acostumbran a mantener los datos en reserva, pero si los ríos son vigilados por los Servicios Hidrológicos Nacionales (SHN), y los datos los comparten en sus páginas web de forma libre para los técnicos podría ser fácil interpretarlo.

IA. 28. Fenología de cultivos
<p>Definición: La fenología se refiere al estado de desarrollo de una planta, tamaño, color de hojas, estado de flores o frutos, en este caso de los granos básicos, una señal de Marchitez es indicativo del inicio de una Sequía Agrícola.</p>
<p>Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.</p>
<p>Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.</p>
<p>Funcionalidad: <u>Se requiere instrucción para la adecuada lectura del desarrollo vegetativo de las plantas y los indicadores fenológicos.</u> Fácil de vigilar si las unidades de agrometeorología de los SMHN o los extensionistas de los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar el registro diarios fenológicos, sin interrupción.</p>

IA. 29. Animales enfermos
<p>Definición: En el campo se detectan animales, en especial el ganado con enfermedades o bajo peso.</p>
<p>Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.</p>
<p>Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.</p>
<p>Funcionalidad: <u>Se requiere instrucción para el adecuado diagnóstico de enfermedades o equipo especial en una finca o hacienda, cooperativa, donde pesen al ganado.</u> Indicador complicado de vigilar sin la adecuada instrucción y herramientas. Fácil de vigilar si los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web.</p>

Todos los índices descritos anteriormente pueden ser vigilados por los Servicios Meteorológicos o Servicios Hidrológicos y los Ministerios de Agricultura, con una guía práctica y entrenamiento, también pueden ser vigilados por los técnicos de las oficinas de Protección Civil, nacional, municipal o local.

En las entrevistas todos los países indicaron el listado de indicadores mostrado en las tablas, pero la gran mayoría NO están documentados, ni están caracterizados adecuadamente o escritos en un procedimiento o protocolo, sino más bien indicaron que los utilizan a la hora de hacer reportes orales, tipo briefing a las autoridades de sus países, cuando durante el monitoreo se cumplen las características de los indicadores y notifican a sus superiores tempranamente la posibilidad de formación de sequía, pero sin que exista evidencia de la en-

trega de la información. El Salvador es el único que tiene protocolizado, escrito y oficializado la emisión de informes de PREAVISO, los que hacen por escrito para comunicar desde la parte técnica de la DOA hacia las máximas autoridades del MARN.

La cantidad de indicadores se muestran en el **Cuadro 15**, totalizando 29 Indicadores Propuestos por Tipo de Sequía para la emisión de PREAVISOS.

Tipo de Sequía	Número de Indicadores
Meteorológica	9
Climatológica	15
Hidrológica	2
Agrícola	3
Total	29

Cuadro 15. Registro total de Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de PREAVISO en los SMN y PC.

3.1.5.2. INDICADORES DE AVISO

Los indicadores utilizados principalmente por los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) son los mismos utilizados en la etapa anterior de PREAVISO, lo que se modifica es el umbral o el valor del índice. Algunos países como El Salvador tienen escrito su propio procedimiento, independiente del que usa el Sistema Nacional de Protección Civil; mientras que los otros países tienen procedimientos que coordinan en conjunto con los Sistemas de Protección Civil, tal como lo hace Honduras o Guatemala.

En el **cuadro 16** se muestran los indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, para emisión de **AVISO o ALERTAS VERDES** en los SMN y PC, los cuales aparecen reflejados en los manuales de procedimientos de dichos países. En específico el de COPECO en Honduras, contabiliza cerca de 27 indicadores, pues arranca la etapa de ALERTA VERDE, los cuales aparecen reflejados en su procedimiento, por eso en esta etapa el número de indicadores aumentaron respecto a la etapa anterior. En AVISO alcanzan los 38 indicadores.

En este nivel existe una fuerte coordinación entre los SMN, SHN, con la autoridad de Protección Civil de cada país para reportar cualquier anomalía de los indicadores vigilados.

El nivel de AVISO del diseño del SAT que recomendó el CRRH para usar por parte de los SMN puede coincidir con la misma **ALERTA VERDE** que manejan los Sistemas de Protección Civil a nivel nacional.

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES METEOROLÓGICOS						
1. Niño.	Warning (Alerta) de Desarrollo para 3 meses.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA-IRI
2. ATN frío.	Alta probabilidad de desarrollo en 3 meses.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
3. LLJ.	Pronóstico del viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.			X		Windy
4. Anticiclones.	Pronóstico de Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	X	X	X	X	NHC
5. Gradiente presión.	Pronóstico de Isobara de 1016 Hpas cruzando el Caribe interior.	X	X	X	X	NHC
6. TUTT.	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.		X	X		Windy, GOES 16.
7. Polvo del Sahara.	Pronóstico > 70 ug/m3.			X		Skiron
8. MJO.	Fase convergente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
9. GDI.	Convección suprimida.	X	X	X	X	WPC NCEP NOAA

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES CLIMÁTICOS						
10. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	X	X	X	X	INETER, DOA - MARN, FAO
11. SPI.	"-1.1 < Seco < -1.5.			X		SMN
12. Días Secos Consecutivos.	11 a 15.				X	SMN

13. Canícula (2°dec Jun- 1° dec Ago).	Déficit de lluvia mensual.	X	X	X	X	SMN (red propia, CMORPH, TRMM, CAFFG) Y CRRH (CHIRPS)
14. Anoma Lluvia %.	"-10% < Débil <-20% respecto al prom normal.			X		SMN
15. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.3.			X		SMN
16. Almacenamiento de agua.	ALM < 10 mm.				X	SMN
17. ETP.	< 50 MM /Década.				X	INETER
18. LLUVIA ACUMULADA.	< 1,700 MM/Anual.				X	INETER
19. LLUVIA ACUMULADA.	< 30 mm/péntada.	X	X	X	X	INETER
20. NDVI o EVI.	Negativo.	X	X	X	X	GEO CLIM, ONU spider
21. Años Análogos (PDO, NAO...)	Pronóstico fase positiva.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
22. Modelación Climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Escenarios de lluvia rango BAJO lo normal.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
23. Foro de Aplicaciones a la SAN.	Impactos negativos a SAN.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
24. Temperaturas.	Valores máximos.	X	X	X	X	SMN

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES HIDROLÓGICOS						
25. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.		X	X		SHN
26. Calidad de agua.	Baja calidad del agua.					SHN, Min de Salud
27. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.			X		SHN

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES AGRÍCOLAS						
28. Fenología de cultivos.	Marchitez, stress.	X	X	X	X	SMN O MAG
29. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.		X			SAG INFORAGRO
30. Pérdida de cultivos.	1% al 20%.		X	X	X	SAG INFORAGRO, MAG
31. Rendimiento de cultivos.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
32. Producción de leche.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
33. Producción pecuaria menor.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
34. Pérdidas de cobertura boscosa tipo ICF.	Cobertura por incendios, tala, plagas 1% al 5%.		X			SAG INFORAGRO
35. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.		X	X	X	SAG INFORAGRO, MAG

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
SAN						
36. Fases de la Inseguridad Nutricional.	% de familias en inseguridad alimentaria.		X			UTSAN
37. Canasta Básica, aumento.	> 5% al 10% promedio.		X			IHMA/ BANASUPRO
38. No. De meses con reserva de alimentos.	3 a 4 meses.		X			IHMA/ BANASUPRO

Cuadro 16. Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de AVISO o ALERTA VERDE en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia.

Los índices agrícolas extras en el AVISO son seis, los cuales se explican continuación. Se relacionan con pérdidas visibles o medibles en cultivos y en animales de granja o especies mayores como el ganado, en varios casos se requiere para identificarlos instrucción, en general es información que manejan los Ministerios de Agricultura.

IA. 30 Pérdida de cultivos.

Definición: Las pérdidas en producción de un cultivo como maíz o frijol en porcentajes entre el 1% al 20% se refiere a pérdidas del fruto durante la cosecha en este caso de los granos básicos.

Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada medición o estimación de pérdidas de la cosecha los cultivos. Fácil de vigilar si las unidades de agrometeorología de los SMHN o los extensionistas de los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar el registro adecuados.

IA. 31. Rendimiento de cultivos.

Definición: Las pérdidas en rendimiento de la producción de un cultivo como maíz o frijol en porcentajes entre el 10% al 20% se refiere a una disminución de la cantidad de sacos o toneladas de producto por unidad de área, ya sea manzanas o hectáreas, durante la cosecha en este caso de los granos básicos.

Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada medición o estimación de pérdidas de rendimientos. Fácil de vigilar si los extensionistas de los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar los registros adecuados.

IA. 32. Producción de leche.

Definición: Las pérdidas en producción de leche en el ganado es otro indicador de Sequía Agrícola o agropecuaria, disminuciones de los rendimientos entre el 10% al 20% en promedio.

Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada medición o estimación de pérdidas en el rendimiento de producción lechera. Fácil de vigilar si los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar el registro diario de producción sin interrupción.

IA. 33. Producción pecuaria de especies menores.

Definición: Las pérdidas en producción pecuaria de especies menores, se refiere a pérdidas de aves, porcinos, cabras, con baja en los rendimientos del 10% al 20% en promedio

Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Fácil de vigilar por las unidades de extensionistas de los Ministerios de Agricultura, siempre y cuando lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, y localmente los productores tienen experiencia en el manejo de dichos datos, llevando una bitácora con registros diarios, sin interrupción.

IA. 34. Pérdidas de cobertura boscosa tipo ICF.

Definición: Las pérdidas en cobertura boscosa, se refiere a disminución de áreas sembradas o dañadas por incendios, por tala, o por plagas, disminuciones del 1% al 5%.

Vigencia: Usado por años (> 30 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada medición o estimación de pérdidas de áreas de siembra. Fácil de vigilar si los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar el registro diarios zonas dañadas o con pérdidas.

IA. 35. Plagas en cultivos.

Definición: Las pérdidas, daños en cultivos también puede derivarse de plagas visibles en el desarrollo de cultivos en diferentes estados fenológicos.

Vigencia: Usado por décadas (> 50 años) y vigente se recomienda operativizar lo a todo nivel.

Aplicabilidad: A nivel regional, nacional y local.

Funcionalidad: Se requiere instrucción para la adecuada identificación de las plagas de los diferentes cultivos, que provoquen daños en hojas y frutos. Fácil de vigilar si las unidades de agrometeorología de los SMHN o los extensionistas de los Ministerios de Agricultura lo reportan, lo comparten, en sus páginas web gratuitas, donde tienen sus datos libres (open data) en la web, o localmente si los productores tienen la instrucción adecuada y llevan una bitácora para llevar el registro diarios fenológicos, sin interrupción.

En esta etapa de **AVISO o ALERTA VERDE** también hay 3 nuevos índices SAN o de Seguridad Alimentaria y Nutricional, solo usados por Honduras. Estos índices se refieren a pérdidas de alimentos almacenados por los productores, algún nivel de inseguridad alimentaria o incremento del precio de la canasta básica.

La cantidad de indicadores se muestran en el **Cuadro 17**, totalizando 38 Indicadores Propuestos por Tipo de Sequía para la emisión de AVISOS o ALERTAS VERDES.

Tipo de Sequía	Número de Indicadores
Meteorológica	9
Climatológica	15
Hidrológica	2
Agrícola	8
SAN	3
Total	38

Cuadro 17. Registro total de Indicadores oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, del monitoreo o para emisión de AVISO o ALERTA VERDE en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.3. INDICADORES DE ALERTA (AMARILLA)

Los 38 indicadores utilizados en la etapa de AVISO son utilizados en las siguientes etapas, modificándose poco los umbrales de los indicadores, subiendo ligeramente los umbrales como ejemplo El Niño y el ATN Frío ya están desarrollados o con aumentos en los porcentajes de pérdidas, daños, rendimientos, más días secos consecutivos y déficit cada vez mayores, más tangibles y obvios, los cuales son discutidos en las mesas de crisis de los Sistemas de Protección Civil, siendo la mayoría de estos indicadores reflejos de la persistencia de anomalías meteorológicas de larga duración, pero en especial de impactos y afectaciones.

Entre los principales cambios están las anomalías porcentuales de déficit de lluvia, que pasan de 21 a 40% por ejemplo.

Como la sequía es un desastre de evolución lenta con impacto en seguridad alimentaria y desarrollo económico local o nacional, implica información que deriva de varios sectores de la vida nacional de un país y de varios organismos gubernamentales, universidades u ONG, sobre y de otros organismos de toma de decisión entre población afectada y muchos actores. Estas actividades las coordina el Sistema de Protección Civil de cada país, los que en emergencias de gran proporción dividen la atención entre diferentes instituciones gubernamentales y otras entidades.

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES METEOROLÓGICOS						
1. Niño.	Warning (Alerta) ya presente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA-IRI
2. ATN frío.	Ya presente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
3. LLJ.	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.			X		Windy
4. Anticiclones.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	X	X	X	X	NHC
5. Gradiente presión.	Isobara de 1016 Hpas cruzando el Caribe interior.	X	X	X	X	NHC
6. TUTT.	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.		X	X		Windy, GOES 16.
7. Polvo del Sahara.	Densidad > 70 ug/m3.			X		Skiron
8. MJO.	Fase convergente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
9. GDI.	Convección suprimida.	X	X	X	X	WPC NCEP NOAA

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES CLIMÁTICOS						
10. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	X	X	X	X	INETER, DOA-MARN, FAO
11. SPI.	"-1.6 < Seco < -2.0.			X		SMN

12. Días Secos Consecutivos.	16 a 19.				X	SMN
13. Canícula (2°dec Jun- 1° dec 12 Ago).	Deficit de lluvia mensual.	X	X	X	X	SMN (red propia, CMORPH, TRMM, CAFFG) Y CRRH (CHIRPS)
14. Anoma lluvia %.	-21% < Débil <-40% respecto al prom normal.			X		SMN
15. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.3.			X		SMN
16. Almacenamiento de agua.	ALM < 10 mm.				X	SMN
17. ETP.	< 50 MM /Década.				X	INETER
18. LLUVIA ACUMULADA.	< 1,700 MM/Anual.				X	INETER
19. LLUVIA ACUMULADA.	< 30 mm/péntada.	X	X	X	X	INETER
20. NDVI o EVI.	Negativo.	X	X	X	X	GEO CLIM, ONU spider
21. Años Análogos (PDO, NAO...)	Pronóstico fase positivo.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
22. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Escenarios de lluvia rango BAJO lo normal.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
23. Foro de Aplicaciones a la SAN.	Impactos negativos a SAN.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
24. Temperaturas.	Valores máximos.	X	X	X	X	SMN

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES HIDROLÓGICOS						
25. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.		X			SHN
26. Calidad de agua.	Baja calidad del agua.		X			SHN
27. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.		X			SHN

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES AGRÍCOLAS						
28. Fenología de cultivos.	Marchitez, stress.	X	X	X	X	SMN O MAG
29. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.		X	X	X	SAG INFORAGRO
30. Pérdida de cultivos.	1% al 20%.		X	X	X	SAG INFORAGRO
31. Rendimiento de cultivos.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
32. Producción de leche.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
33. Producción pecuaria menor.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
34. Pérdida de cobertura boscosa tipo ICF.	Cobertura por incendios, tala, plagas 1% al 5%.					
35. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.	X	X			SAG INFORAGRO

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
SAN						
36. Fases de la Inseguridad Nutricional.	% de familias en inseguridad alimentaria.		X			UTSAN
37. Canasta básica, aumento.	10% al 20% promedio.		X			IHMA/ BANASUPRO
38. No. meses con reserva de alimentos.	2 a 3 meses.		X			IHMA/ BANASUPRO

Cuadro 18. Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de ALERTAS O ALERTA AMARILLA en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia.

3.1.5.4. INDICADORES DE EMERGENCIA (ALERTA ROJA)

Los mismo 38 indicadores utilizados en la etapa de AVISO (VERDE) o ALERTA (AMARILLA), son utilizados en la siguiente etapa, modificándose pocos de esos indicadores, subiendo los umbrales con aumentos en los porcentajes de pérdidas, daños, rendimientos, más días secos consecutivos y déficit cada vez mayores, más tangibles y obvios, los cuales son discutidos en las mesas de crisis de los Sistemas de Protección Civil, siendo la mayoría de estos indicadores reflejos de la persistencia de anomalías meteorológicas de larga duración, pero en especial de impactos y afectaciones. Entre los principales cambios están las anomalías porcentuales de déficit de lluvia, que pasan a valores altos de más del 41%.

Como la sequía es un desastre de evolución lenta con impacto en seguridad alimentaria y desarrollo económico local o nacional, implica información que deriva de varios sectores de la vida nacional de un país y de varios organismos gubernamentales, universidades u ONG, sobre y de otros organismos de toma decisión entre población afectada y muchos actores. Estas actividades las coordina el Sistema de Protección Civil de cada país, los que en emergencias de gran proporción dividen la atención entre diferentes instituciones gubernamentales y otras entidades.

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES METEOROLÓGICOS						
1. Niño.	Warning (Alerta) ya presente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA-IRI
2. ATN frío.	Ya presente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
3. LLJ.	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.			X		Windy
4. Anticiclones.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	X	X	X	X	NHC
5. Gradiente presión.	Isobara de 1016 Hpas cruzando el Caribe interior.	X	X	X	X	NHC
6. TUTT.	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.		X	X		Windy, GOES 16.
7. Polvo del Sahara.	Densidad > 70 ug/m ³ .			X		Skiron
8. MJO.	Fase convergente.	X	X	X	X	NCPC NCEP NOAA
9. GDI.	Convección suprimida.	X	X	X	X	WPC NCEP NOAA

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES CLIMÁTICOS						
10. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	X	X	X	X	INETER, DOA-MARN, FAO
11. SPI.	"> -2.0.			X		SMN
12. Días Secos Consecutivos.	> 20.				X	SMN
13. Canícula (2ºdec Jun- 1º dec 12.Ago).	Déficit de lluvia mensual.	X	X	X	X	SMN (red propia, CMORPH, TRMM, CAFFG) Y CRRH (CHIRPS)
14. Anoma lluvia %.	> -41 %.			X		SMN
15. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.3.			X		SMN
16. Almacenamiento de agua.	ALM < 10 mm.				X	SMN
17. ETP.	< 50 MM/Década.				X	INETER
18. LLUVIA ACUMULADA.	< 1,700 MM/Anual.				X	INETER
19. LLUVIA ACUMULADA.	< 30 mm/péntada.	X	X	X	X	INETER
20. NDVI o EVI.	Negativo.	X	X	X	X	GEO CLIM, ONU spider
21. Años Análogos (PDO, NAO...)	Pronóstico fase positivo.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
22. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Escenarios de lluvia rango BAJO lo normal.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
23. Foro de Aplicaciones a la SAN.	Impactos negativos a SAN.	X	X	X	X	SMHN-CRRH
24. Temperaturas.	Valores máximos.	X	X	X	X	SMN

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	CUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES HIDROLÓGICOS						
25. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.		X			SHN

26. Calidad de agua.	Baja calidad del agua.		X			SHN
27. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.		X			SHN

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
ÍNDICES AGRÍCOLAS						
28. Fenología de cultivos.	Marchitez, stress.	X	X	X	X	SMN O MAG
29. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.		X	X	X	SAG INFORAGRO
30. Pérdida de cultivos.	1% al 20%.		X	X	X	SAG INFORAGRO
31. Rendimiento de cultivos.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
32. Producción de leche.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
33. Producción pecuaria menor.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.		X			SAG INFORAGRO
34. Pérdida de cobertura boscosa tipo ICF.	Cobertura por incendios, tala, plagas 1% al 5%.					
35. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.	X	X			SAG INFORAGRO

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	GUA	HON	ELS	NIC	Fuente
SAN						
36. Fases de la Inseguridad Nutricional.	% de familias en inseguridad alimentaria.		X			UTSAN
37. Cansasta Básica, aumento.	> al 20% promedio.		X			IHMA/ BANASUPRO
38. No. meses con reserva de alimentos.	< 2 meses.		X			IHMA/ BANASUPRO

Cuadro 19. Indicadores oceánicos-atmosféricos del monitoreo o para emisión de EMERGENCIAS o ALERTA ROJA en los SMN y PC. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Comunicación, Difusión de las Alertas y Capacidad de Respuesta

Entre las cuatro principales etapas de los SAT, la parte de comunicaciones y difusión de respuesta ha evolucionado muchísimo, claramente hay mejores herramientas para llevar la información al usuario, al productor y a la población en general.

Los SMHN luego de realizar un gran esfuerzo en la vigilancia 24 horas, 7 días a la semana de los factores causantes de sequía, han desarrollado aplicaciones informáticas, herramientas y pronóstico de la sequía, lo cual se requiere informar con prontitud, con antelación, a fin de poder formular los preavisos, avisos y alertas a partir de los datos científicos, indicando los factores que influyen en la intensidad, magnitud, espacio a afectar y tiempo futuro de duración, para la preparación de acciones de mitigación y respuesta.

La difusión de información de las alertas, junto con el suministro de información de los posibles impactos, dirigida a las autoridades políticas y tomadores de decisión, para luego su entrega a la población amenazada, está siendo provista desde varios espacios gratuitos y públicos, entre las redes sociales y las páginas web con información gratuita de las entidades de gobierno, incluyendo las recomendaciones pertinentes para la adopción de medidas, en los tiempos modernos se requiere de buenas estrategias de comunicación, inclusive algunos usan campañas ocasionales educativas que incluyen material impreso, folletos, trípticos o revistas, que ya no son tan frecuentes como lo eran 20 a 30 años atrás.

En el **Cuadro 20**, se registra el uso de diferentes medios para la difusión de información, datos técnicos científicos, y los informes de los diferentes niveles del SAT, utilizando la mayoría la página web, las reuniones presenciales y el twitter institucional, también algunos usan el uso del correo electrónico masivo, el whatapp en grupos y otros las reuniones en el marco de las mesas agroclimáticas, estas últimas, coordinadas por los ministerios de agricultura, donde se acompañan de los Servicios Meteorológicos que presentan un briefing de las condiciones climáticas.

Protocolo de Comunicación o Divulgación de Pronósticos y Alertas.						
PAÍS	Correos	Pág. Web	Twitter	Whatapp	Reunión	Mesa agroclimática
Guatemala		X	X	X	X	X
El Salvador	X	X	X		X	X
Honduras		X	X		X	
Nicaragua		X	X	X	X	

Cuadro 20. Registro de medios de comunicación utilizados por los SMN y los Sistemas de Protección Civil.

La emisión de boletines, pronósticos, avisos o alertas a la población, la disseminación y puesta en práctica de acciones de prevención de impacto por los daños y pérdidas de cultivos, las acciones para contrarrestar sus efectos que tomen los organismos del estado como la diversificación de cultivos, entrega de semilla mejorada, resiembra, cosechas de agua, entre otras, pueden hacerse de forma efectiva por medio de las redes sociales, usando la información técnica científica, información de pérdidas y daños en el terreno, desde instituciones con mucho prestigio y respeto entre los usuarios tales como los SMHN, mientras que los informes, boletines o alertas públicas son responsabilidad de los Sistemas de Protección Civil.

Un cambio de paradigma esta promoviendo la OMM y la NOAA, con los pronósticos por impactos (Impact Based Forecasting-Weather Ready Nations), los cuales tienen los objetivos de mejorar la utilidad de los productos y servicios de los Servicios Meteorológicos para la toma de decisiones. Que los Servicios Meteorológicos puedan proveer información considerando los impactos potenciales para facilitar la toma de decisiones y la planificación, que los avisos se basen en los niveles de severidad de los impactos esperados y no únicamente en umbrales meteorológicos (¿qué significan 50 mm de pronóstico para los usuarios?), pero también implica un esfuerzo inclusivo de implementar estudios en conjunto con el Sistema de Protección Civil en cada país.

Las características de esta nueva metodología de difundir los pronósticos son:

- Predicciones que toman en cuenta el peligro, la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo.
- Dónde, cuándo y qué produce el factor meteorológico.
- Aportan valor agregado y se traduce en la toma de acciones para evitar riesgos.

- Este tipo de pronóstico no solo se basa en umbrales fijos, temporales y espaciales.
- Cruce de variables con otras instituciones.

Debe existir una matriz previamente definida de posibles impactos por cada fenómeno meteorológico, basado en la interacción entre los SMHN y PC.

- Centro de monitoreo, análisis y pronósticos de los SMHN en las áreas de Meteorología, Climatología, Agrometeorología, Hidrología y Geología.
- Protección Civil y unidades de Gestión de Riesgo.
- Ministerios que tienen competencias con el fenómeno de la Sequía.
- Las Unidades del Sistema de Información Geográfica de ambas instituciones.

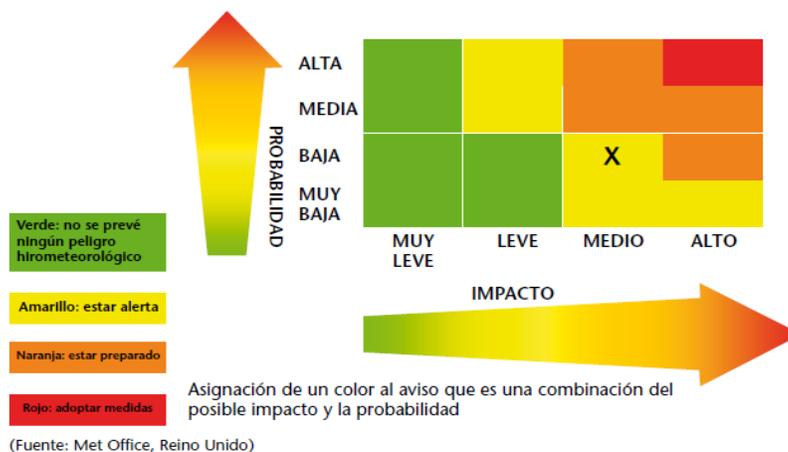


Figura 2. Matriz de riesgo

Figura 29. Matriz de riesgo para pronósticos por impactos y probabilidades.

La **Figura 29** explica que cada pronóstico emitido debe informar claramente los niveles de impacto esperados (gravedad del peligro) junto o al mismo tiempo con la probabilidad de ocurrencia, clasificándose estos rangos en diferentes colores para una fácil interpretación de los informes, color verde significa que no hay peligro, color amarillo significa estar atento o alerta, color naranja significa estar preparado y el color rojo significa adoptar medidas de emergencia.

También se requiere que estos colores de los impactos esperados se representen en un mapa, preferiblemente detallando a nivel municipal o local, los niveles esperados de posibles afectaciones.

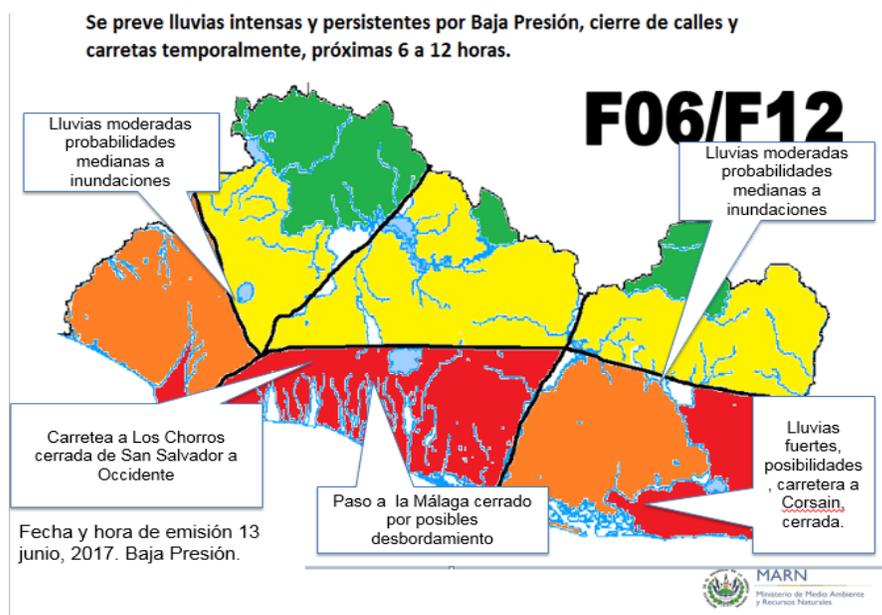


Figura 30. Ejemplo de colores de impacto en un territorio.

Implementar los pronósticos por impactos en dos países de la región: Guatemala y El Salvador, requirió de superar varios retos para los SMHN.

- Que los pronosticadores de los SMHN cambiaran sus paradigmas de los pronósticos tradicionales de amenazas a los fundamentados en impactos.
- Adaptar las capacidades de los SMHN para mejorar los pronósticos basados en impactos.
- Incorporar principios de ciencias sociales en los SMHN.
- Obtener los datos necesarios para evaluar amenazas, impactos y respuestas (para las matrices).
- Intensificar el trabajo coordinado entre los SMHN y PC.

A la vez que se emiten en conjunto pronósticos por impacto, se acompañan de mensajes claros, sencillos, de fácil interpretación por la población, quedando bajo responsabilidad del Sistema de Protección Civil la respuesta, activación del Centro de Operaciones de emergencia y la atención de la población.

La atención de la emergencia, la respuesta a las alertas por la población en riesgo, depende también de una coordinación con las unidades de Protección Civil departamentales y municipales, coordinados con las autoridades locales, a partir del adecuado conocimiento de la información, adecuada interpretación de los informes y la posterior aplicación de las medidas de protección bajo la responsabilidad de todo el Sistema de Protección Civil.

4. Directrices y Lineamientos Regionales para la Homologación y Armonización de Protocolos y Procedimientos Nacionales de SAT-Sequía



4.1 Lineamiento del Diseño Priorizado de Sistemas de Alerta Temprana ante Sequía

Los Sistemas de Alerta Temprana son manejados en algunos países de forma coordinada entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y las oficinas de Protección Civil quienes emiten las alertas oficiales del cada gobierno. En contados casos el SMHN depende de un ministerio diferente del que depende Protección Civil, por lo que tiene su propio protocolo, procedimiento y SAT, como el caso de El Salvador, pero la información de monitoreo, vigilancia, análisis y pronóstico es integrado con el de Protección Civil, para reducir los impactos de las amenazas, analizando la información del riesgo, pronosticando el desarrollo de los fenómenos, elaborando informes o boletines con sus características y evolución, para proveer datos al tomador de decisión que pueda oportunamente actuar y reducir las pérdidas de vidas o daños a la infraestructura y los medios de vida o el medio ambiente.

En el caso de las sequías, las oficinas que operan los SAT y emiten las alertas oficiales, integran la información de diferentes dependencias dentro de los gobiernos que vigilan la meteorología, la hidrología, el sector agrícola o la SAN, observando que algunos países de la región han usado un diseño de SAT a nivel regional, que integran cuatro elementos para su operación, usado para la vigilancia multi amenazas de fenómenos naturales incluyendo la sequía. Dicho diseño ha sido reconocido como la base de la gestión para la reducción de riesgos por desastres, propuesto en el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, de igual forma se homologa a lo que propone la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo por Desastres (UNDRR por sus siglas en inglés), iniciando con la vigilancia, pronóstico y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, y actividades o procesos de comunicación y preparación que permite a las personas, las comunidades, las instituciones, los gobiernos, las empresas y otras partes interesadas adoptar las medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres con antelación a sucesos peligrosos.

En el estudio regional sobre SAT-Sequía basado en la comunidad, Nuñez, 2021, resume y afirma que el sistema completo y eficaz de Alerta Temprana comprende cuatro elementos interrelacionados, que van desde el conocimiento de los riesgos y las vulnerabilidades hasta la preparación y la capacidad de respuesta, estos son: 1- Conocimiento del riesgo, 2- Seguimiento y pronóstico, 3- Comunicación y

difusión, 4- Capacidad de respuesta. Recordando que el SAT se diseña para emitir ALERTAS a tiempo a la ciudadanía, la comunidad o al municipio, que ayuden a activar las acciones específicas para brindar atención humanitaria inmediata para proteger la vida, los medios de vida y el medio ambiente con una temporalidad definida (EWC III, 2006).

Ya que la primera sequía en aparecer es la meteorológica y luego es probable se aumente el riesgo de sequías agrícolas o hidrológicas en un contexto comunitario de crisis hídrica y alta vulnerabilidad permanente, se deben investigar e inventariar las características de las sequías históricas, las naturales como la derivadas de la variabilidad climática, y luego estudiar las socioeconómicas que dependen del manejo del agua (factor antrópico).

La sequía y otras condiciones climáticas no son impredecibles (Magaña, Víctor 2015), por lo que con las nuevas tecnologías, la modelación para la mejora de los SAT, sumando a las coordinaciones de la autoridad gubernamental, y el uso de los conocimientos locales y las prácticas tradicionales pueden contribuir a aumentar la resiliencia de la sociedad y a propiciar unas decisiones más sólidas de planificación e inversión, destinadas especialmente a reducir las consecuencias de los efectos de la sequía (Nuñez, Alex, 2021).

La Alerta Temprana se define como la provisión de información oportuna y efectiva, a través de instituciones identificadas, que permite a las partes interesadas en riesgo de desastre tomar medidas para evitar o reducir su riesgo y prepararse para una respuesta efectiva (GWP CEE 2015), el SAT se concentra en cuatro elementos “end to end” o centrado en las personas: **1-** conocimiento del riesgo de desastres basado en la recopilación sistemática de datos y evaluaciones de riesgo de desastres, **2-** detección monitoreo análisis y pronóstico de los peligros y posibles consecuencias, **3-** difusión y comunicación por una fuente oficial de advertencias autorizadas, oportunas, precisas y procesables e información asociada sobre probabilidad e impacto, y **4-** preparación en todos los niveles para responder a las advertencias recibidas, ver **Figura 30**.



Figura 30. SAT “de extremo a extremo” y “centrados en las personas” pueden incluir cuatro elementos clave interrelacionados. Fuente: GWP, 2019

El diseño de SAT de la UNESCO en su diseño, planeación, implementación y evaluación tanto nacional como municipal y local o comunitaria, las cinco etapas operativas planteadas por la UNESCO en los SAT ante Tsunami y que es adaptable a cualquier amenaza o fenómeno.

1. Vigilancia
2. Emisión de la Alerta
3. Difusión de la Alerta
4. Activación de la respuesta
5. Cancelación de la alerta.

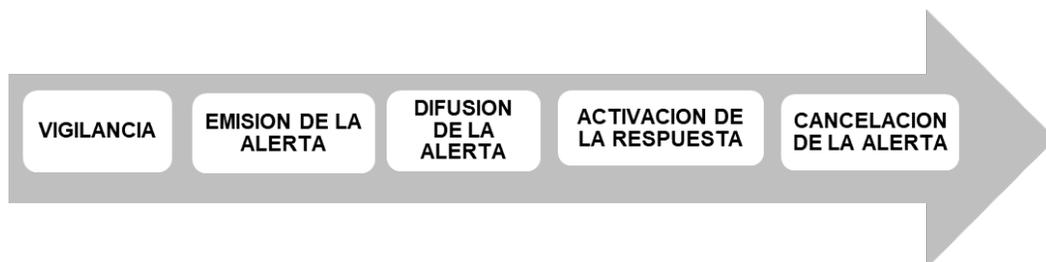


Figura 31. Diseño del SAT de la UNESCO, fuente, Diseño SAT-Sequía local, Municipio de El Triunfo, Alex Núñez 2021.

El SAT Piloto ante Sequía Meteorológica diseñado en el municipio de El Triunfo, Departamento de Choluteca, Honduras; propone el establecimiento de las 5 etapas del SAT utilizado por UNESCO, que sitúan en un orden lógico estas etapas y facilitan su uso para la revisión de las acciones contenidas para planificación, diseño y operación de los protocolos y procedimientos operativos, estas etapas se basan en los 4 componentes básicos de un SAT identificando y estableciendo los roles y funciones de todos los actores involucrados de principio a fin o de extremo a extremo (entes especializados SMHN, Sistemas Nacionales de Protección Civil, Organizaciones e Instituciones de Respuesta, Autoridades locales, Empresa privada y Población en general).

La Tabla siguiente resume cuál es la relación entre las diferentes etapas en los ciclos de gestión de desastres, componentes del SAT y los alcances de las etapas operativas en el marco de un SAT establecido en los entes especializados para la vigilancia y predicción y un Sistema de Alerta Temprana SAT centrado en las personas que incorpora los 4 componentes básicos de un SAT.

CICLO DE LOS DESASTRES	FASES	ANTES			DURANTE	DESPUES	
	ETAPAS	PREVENCION	MITIGACION	PREPARACION	ALERTA	RESPUESTA	REHABILITACION RECONSTRUCCION
CICLO DE GESTION DE LA SEQUIA	MONITOREO						
		MITIGACION		ALERTA	EMERGENCIA	RECUPERACION	
SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA	COMPONENTES SAT	CONOCIMIENTO DEL RIESGO	SEGUIMIENTO Y PRONOSTICO	DIVULGACION DE LAS ALERTAS	CAPACIDAD DE RESPUESTA		
	ETAPAS OPERATIVAS	VIGILANCIA		EMISION DE LA ALERTA DIFUSION DE LAS ALERTAS	ACTIVACION DE LA RESPUESTA	CANCELACION DE LAS ALERTAS	
ETAPAS DE EVOLUCION DE LOS FENOMENOS	COMPONENTES / PASOS SAT SMHN-OMM	VIGILANCIA / PREDICCION					
		PREAVISO / AVISO	ALERTA	EMERGENCIA / EVALUACION			

Figura 32. Ciclos de gestión de desastres, componentes del SAT. Fuente, Diseño de SAT-Sequía local en el municipio de El Triunfo, Honduras, Alex Núñez. 2021.

Esta tabla incluye:

1. El ciclo general de los desastres.
2. El ciclo de gestión de la sequía.
3. Esquema de Sistemas de Alerta Temprana (4 componentes y etapas operativas).
4. Etapas de Evolución de la sequía (Componentes/pasos del SAT en los SMHN).

En la región centroamericana solo El Salvador usa la propuesta de Sistema de Advertencias internas del Servicio Meteorológico basado en el diseño que sugirió el Comité Regional de Recurso Hídricos (CRRH), instancia técnica del SICA, en el año 2000, elaborados posterior a la sequía de los años 1997-1998 provocado por un fenómeno de El Niño muy fuerte, diseñado para los Servicios Meteorológicos de la región, el cual es un sistema de forma circular, indicando una operatividad muy dinámica, con revisiones permanentes para mejorar después de ocurrido un evento extremo. Típicamente se compone de 5 etapas o pasos, para saltar de una etapa a la otra existen umbrales para que los cambios no sean antojadizos o de orden político, sino más bien cuente con elementos técnicos científicos que respalden cada decisión y los cuales son documentados para poder realizar procesos de auditoría posterior a un evento. Ver **Figura 33**. Lo novedoso de este diseño es que inician con informes de PREAVISOS, para advertir oportunamente, por medio de datos y pronósticos elaborados desde los Servicios Meteorológicos hacia la institucionalidad nacional que maneja el tema de Gestión del Riesgo o Protección Civil.

La mayoría de los Servicios Meteorológicos abordados durante la fase de encuestas o reuniones virtuales no usan este diseño de SAT autónomo, sino que se acopla al diseño general de SAT que usan los organismos de Protección Civil, el cual se basa en colores, por lo que resultado de esta consultoría se sugiere usar un diseño que retome ambos diseños de SAT. La nueva propuesta de SAT inicia en su etapa 1 al centro, o en su base con el conocimiento del riesgo, el monitoreo, el análisis y el pronóstico, la llamada vigilancia; sigue la etapa 2, el Preaviso donde se emite un informe de uso interno sin salir a la luz pública; en la etapa 3, de Aviso o Alerta verde, arrancan la emisión de informes; etapa 4, la Alerta o alerta amarilla; etapa 5, emergencia o alerta roja; etapa 6, de Atención a la emergencia o Respuestas; y la etapa 7, de Evaluación de los procedimientos y protocolos.



Figura 33. Diseño de SAT de la Conferencia Internacional de Alerta Temprana. Fuente: elaboración propia.

El diseño propuesto como lineamiento para las instituciones de Protección Civil o los SMN de la región, pretende que cada etapa tenga indicadores lo más claros posible, y umbrales en su gran mayoría medibles o cuantitativos, para que los cambios de etapa tengan un sustento técnico, iniciando por un buen monitoreo o vigilancia permanente de todos los indicadores propuestos, subiendo o pasando a las etapas posteriores cuando se registre algún indicador o fenómeno atmosférico o climático con probabilidad de ser causante de la sequía.

El icono en la figura anterior entre cada etapa en forma de bocina indica que con cada etapa alcanzada se debe emitir un informe especial o boletín, que sirva para divulgar o informar a los socios, sectores, productores o instituciones. Solamente el preaviso o etapa 2, requiere de un correo electrónico o un mensaje corto por móvil para uso interno de la institución, a nivel de jefaturas o autoridades oficiales; prosigue la etapa 3 de AVISO, desde donde arranca la emisión de informes oficiales públicos, los cuales pueden enviarse masivamente por correo, por móviles, o subirse a una plataforma en la página web institucional; luego sigue la etapa 4 de ALERTA; luego la etapa 5 de EMERGENCIA donde se toman acciones de atención a las comunidades, en estas etapas, cambia la frecuencia con la que se emite informes, siendo cada vez más frecuentes; continúa la etapa 6 de atención o respuesta; y termina el sistema en la etapa 7 de EVALUACIÓN o retroalimentación, donde se revisa o verifica el adecuado funcionamiento de todo el sistema, se encuentran debilidades del procedimiento, protocolos o del sistema general, errores y se procede a hacer las modificaciones de mejora del mismo, emitiendo nuevos o actualizados procedimientos de ser necesarios.

En el diseño de SAT recomendado mantiene la estructura usada en la región por las oficinas de los Sistemas de Protección Civil o Las Comisiones de Gestión de Riesgo nacionales, se propone entonces que las etapas de colores coincidan con las etapas que usaría un Servicio Meteorológico, tal como vemos en la **Figura 34** del flujograma general del SAT.

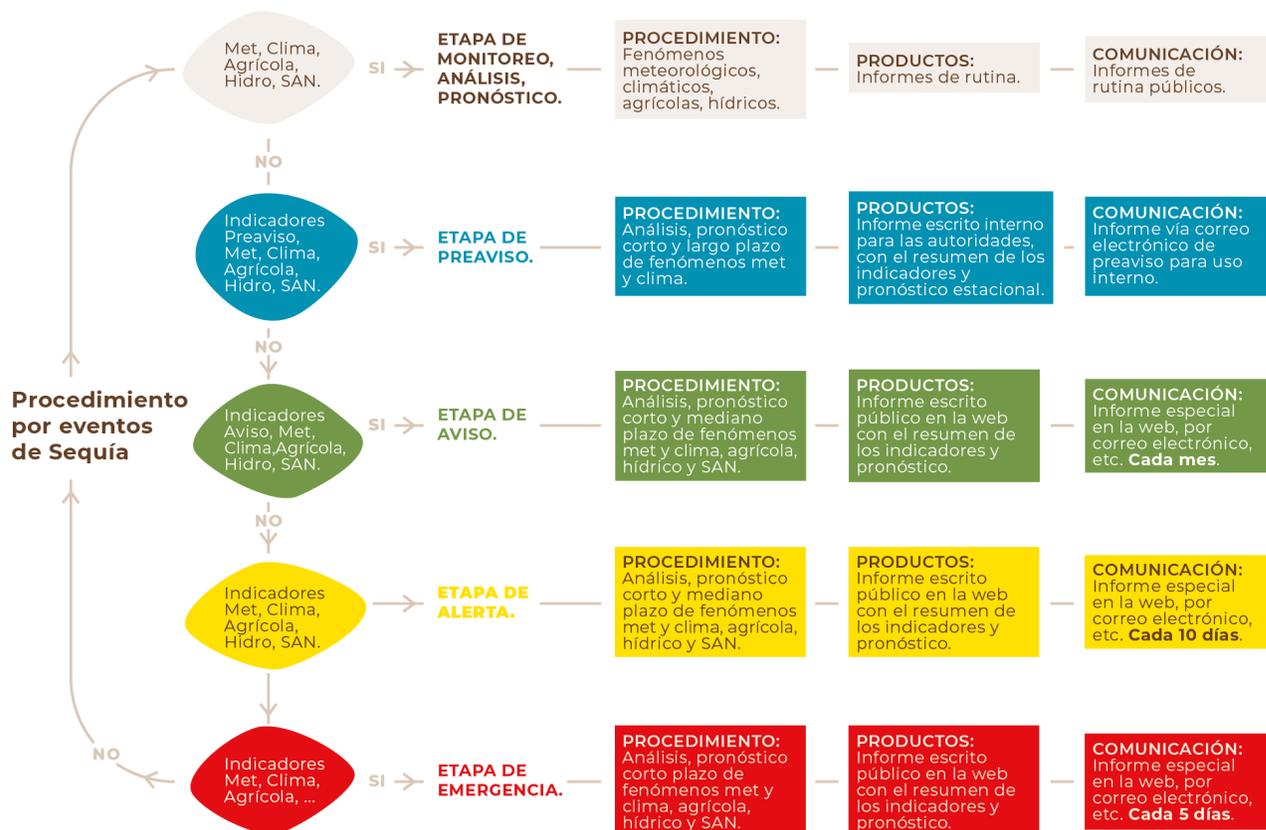


Figura 34. Diseño del flujograma del SAT propuesto por CORDES para lineamientos. Fuente: elaboración propia.

En el flujograma anterior, la base del sistema es el monitoreo, análisis y pronóstico climático, el cual va pasando por las etapas de revisión de umbrales, representados por los rombos, que significan una toma de decisión, donde cada uno tiene umbrales para ir subiendo a las siguientes etapas, de cumplirse con los umbrales de PREAVISO, dicha etapa no es utilizada actualmente por las oficinas de Protección Civil en la región, en el caso que iniciara su uso, pueden usar una ADVERTENCIA, siendo una alarma sin color, la cual es muy útil para incrementar el monitoreo ante la probabilidad baja del desarrollo de una sequía en el futuro.

Para cada etapa que cumple con los umbrales se debe ejecutar un procedimiento con actividades de análisis de la información, revisión de los umbrales, pronóstico futuro del tiempo meteorológico o del clima de corto o largo plazo. Posteriormente se elabora un producto concreto, como un informe o boletín, que explica las características del fenómeno, resumen del comportamiento de los indicadores, y futuro desarrollo del evento o intensidad esperada. Por último, se debe contar con un protocolo de comunicación que oriente hacia quienes deben ir dirigidos los informes

especiales o boletines, el tiempo sugerido de estos boletines en caso de sequía es de 5 días. A partir de la etapa de AVISO se debe subir a la página web, pero también se puede distribuir por correo electrónico o por medio de las redes sociales.

Como ejemplo, las declaratorias de alertas existentes; en el caso de Nicaragua, los tres niveles de colores son indicativos de niveles de preparación y atención, la alerta verde indica un nivel de información exhaustiva y una activación inicial o normal, la alerta amarilla significa un nivel de información de alerta o signos de alarma por la sequía, y una activación intermedia con preparación, y la alerta roja significa un nivel de información por impactos, con alerta máxima por la sequía y una activación de respuesta y de recuperación.

Relación entre activación de niveles de alerta establecidos por CD-SINAPRED y propuesta de activación ante el evento de sequía			
Nivel de alerta Art.No.26. Ley 337	Referencia de la Ley 337	Nivel de alerta propuesto: Clasificación integrada de la intensidad de la sequía	Referencia del ciclo del manejo de la sequía
Inicial / Verde	Información	Normal	Normal
		Anormalmente seco (D0)	
Intermedio	Preparación	Sequía moderada (D1)	Alerta – signos de alarma
	Alerta	Sequía severa (D2)	Emergencia
		Sequía extrema (D3)	
Máximo	Impacto	Sequía excepcional (D4)	Recuperación
	y respuesta	Recuperación	

Figura 35. Etapas de color del SAT de la Guía Metodológica para elaborar plan de respuesta municipal ante Sequía. Fuente: SINAPRED, NICARAGUA.

En el caso de El Salvador, la Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres del 2018, en su Capítulo II, en las declaratorias de alertas y clasificación, Artículo 22, indica que el Director General podrá declarar diferentes grados de alertas frente a la inminencia, eventualidad o acaecimiento de un desastre, basado en el monitoreo de los fenómenos naturales y la información técnica del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (DOA-MARN), la declaración de alerta debe ser clara, comprensible y asequible, vale decir, difundida por el máximo de medios, inmediata, sin demora, coherente, oficial o procedente de fuentes autorizadas. En el Art. 23, indica que las alertas se clasifican en verdes, amarillas, naranjas y rojas, según la gravedad del desastre esperado o consumado, cuyo contenido y oportunidad de emisión se detallarán reglamentariamente.

En el caso de Honduras, con alerta verde las estructuras del SINAGER a todo nivel desarrollan acciones de vigilancia y preparación con el fin de dar un seguimiento oportuno, y con ello buscar los mecanismos que les permitan reducir el impacto en los medios de vida de las familias. Cuando se declara alerta amarilla se reúne el Comité local de Emergencia (CODEL), El CODEM, y el comité interinstitucional de atención para sequía, para buscar estrategias de afrontamiento en los asuntos de manejo de agua, producción, SAN y para poner en marcha el Plan de Contingencia. Cuando hay alerta roja, la prioridad es la atención y respuesta a las necesidades de la población, agua y alimento, con el fin de salvar vidas humanas y evitar una crisis por inseguridad alimentaria. Todas las instancias del SINAGER a todo nivel deben estar activas y apoyando al plan de acción de atención a sequía.

Para Guatemala, la alerta verde implica hacer la evaluación y seguimiento según su protocolo, implementación de acciones de monitoreo y vigilancia permanentes, acciones de preparación y prevención por instituciones con presencia a nivel nacional. Al subir a Alerta Amarilla continua la preparación, revisión y disposición de todos los recursos considerados dentro del protocolo.

Para enfrentar el posible impacto de eventos relacionados con la sequía, aplicación de protocolos y revisión de listas de chequeo, implementación de acciones de mitigación por instituciones con presencia a nivel nacional, CONRED en Guatemala es el único que tiene una Alerta Naranja, en este caso se implementan acciones y tareas que conllevan movilización de recursos, monitoreo, evaluación de situación en determinadas áreas geográficas, aplicación de protocolos y revisión de listas de chequeo de acuerdo con el protocolo. En Alerta roja se da la movilización de todos los recursos considerados para la atención y apoyo de la población, aplicación de medidas drásticas para salvaguardar vidas, disposición total y priorización de acciones de atención a la emergencia por eventos relacionados con la sequía.

Basado en las alertas de color, el diseño de SAT sugerido en esta propuesta, indica que posterior al monitoreo, análisis y pronóstico; si se cumplen los umbrales de la siguiente etapa al preaviso, según el flujograma, se pasa a la etapa de AVISO o ALERTA VERDE, donde se inicia la emisión de informes públicos. En este caso las oficinas de análisis y pronósticos meteorológicos o climáticos por medio de los técnicos especializados de los SMN visita el Centro de Operaciones de Emergencia o al Director de Protección Civil, para hacer un briefing del resumen del informe sobre la amenaza. De parte de algunos países pilotos que trabajan con la metodología de pronósticos por impactos de la OMM y la NOAA, presentan mapas a color con los impactos esperados, luego Protección Civil, valora la información entre su personal técnico, tomando la decisión de activar la emisión de alertas de color, en ese caso inicia con la alerta VERDE, tomando la decisión también con base a informes que le pueden entregar la Comisión Técnica Científica o las mesas de

crisis, que es una reunión ampliada entre varias instituciones gubernamentales, organismos que interactúan dependiendo de sus competencias en relación con la Sequía Meteorológica, Agrícola, Hídrica o la seguridad alimentaria y universidades.

En tres países existe un Servicio de Meteorología integrado con el Servicio Hidrológico: Guatemala, El Salvador y Nicaragua; donde monitorean y pronostican las características o desarrollo de esas sequías, y todos los países tienen Ministerios de Agricultura quienes vigilan la Sequía Agrícola.

De continuar la persistencia de los indicadores mostrando una evolución o desarrollo de la sequía según el flujograma, se pasa a la etapa de ALERTA o ALERTA AMARILLA, donde se mantiene la emisión de informes públicos pero con mayor frecuencia, puede hacerse cada semana, y al subir a EMERGENCIA o ALERTA ROJA la frecuencia de emisión puede ser de cada 5 días, es recomendable que continúen las oficinas de análisis y pronósticos meteorológicos o climáticos de los SMN visitando el Centro de Operaciones de Emergencia o al Director de Protección Civil, para hacer un briefing del resumen del informe sobre la amenaza o los impactos.

4.2 Priorización de Indicadores del SAT

Durante el proceso de diagnóstico de las diferentes variables utilizadas para monitorear y pronosticar las sequías, entre las oceánicas-atmosféricas, climáticas, hídricas, agrícolas y SAN; los indicadores en las diferentes etapas del SAT, cuando se levantó el registro o inventario de estos indicadores, se contabilizaron un máximo de 32, en esta etapa de lineamientos finales, se han resumido y priorizado aquellos que son más comunes entre las instituciones y que además tienen vigencia, son aplicables y funcionales o factibles de monitorear, inclusive por organismos de la sociedad civil o desde las comunidades que operan SAT locales, pues buena parte de la información se encuentra en sitios públicos, reduciéndose a un aproximado de 22 indicadores para las etapas del SAT que también se han priorizado y pueden homologarse en toda la región, los que incluyen las etapas de preaviso (advertencia), aviso (verde), alerta (amarilla) y emergencia (roja).

Entre los diferentes indicadores, se han inventariado no solo la variable de monitoreo sino también el umbral para poder subir de etapa, en la mayoría de los casos las variables son predictivas, con algún modelo meteorológico o climático, además

de realizar el pronóstico de una probable sequía con antelación de días, semanas o de 3 a 6 meses. Algunos de estos indicadores predictivos son el fenómeno de El Niño en el Océano Pacífico o el índice del Atlántico Tropical Norte (ATN-frío), anomalías de las temperaturas del mar que son modeladas por centros mundiales del clima como la NOAA, los que lo ponen a disposición del público de forma gratuita en varias plataformas o páginas web de internet, siendo utilizado por organismos regionales como el CRRH, CCAD, CEPREDENAC, los organismos nacionales como los SMN y las oficinas de Protección Civil de los gobiernos, como también por organismos de la sociedad civil, municipalidades, comunidades locales, entre otros.

4.2.1. Caracterización de las Sequías

En los estudios previos al de este documento se encuentra la caracterización de la amenaza de la sequía, en la que se detalla el origen de ésta como la aparición del Fenómeno de El Niño y dicha caracterización en documentos anexos a este se basan en otros documentos sobre la caracterización preliminar de las sequías en el C.S.C., los que de forma general brindan una estimación sobre la frecuencia y recurrencia de eventos extremos de sequía, periodos secos de corta duración como la prolongación de las canículas, la entrada tardía de la época lluviosa, mal llamada invierno, los cuales tienen una relación de un 90% por efecto de la fase cálida del ENOS o El Niño o con la fase fría del ATN, no obstante existen otros indicadores o forzantes que intervienen en el cambio de patrones, flujos de vientos o masas de aire, como la TUTT, Low Level Jet, días secos consecutivos, que forman parte del índices o variables de monitoreo y registro de su comportamiento en la región.

4.2.2. Criterios para la Priorización de los Indicadores

De las consultorías para CORDES de los Ing. Alex Núñez y del Ing. Jun Enrique Reyes, además de los diferentes talleres en los que se han mostrado los resultados preliminares de los indicadores SAT, se han recibido diferentes criterios y sugerencias que deben reunir los indicadores.

Criterios	Características deseables
<p>Para tomadores de decisión: Funcionarios públicos técnicos de los SMHN y Sistemas de Protección Civil, municipalidades, productores o usuarios.</p>	<p>Indicadores claves, de preferencia una cantidad manejable, con información pertinente para tomadores de decisiones al nivel público, con énfasis en la predictibilidad de semanas o meses.</p> <p>Que sean manejables, fáciles de interpretar y que permitan mostrar tendencias temporales.</p> <p>Que tengan un umbral o valor de referencia contra el cual compararse.</p> <p>Que sean sensibles a los cambios ambientales y a las actividades humanas (Los datos se toman en fechas establecidas, definidas por periodos adecuados y que permiten registrar cambios sin desperdiciar recursos).</p> <p>Que se puedan aplicar en diferentes lugares y sean comparables entre si entre los diferentes territorios, regiones o comunidades.</p> <p>Que se puedan desarrollar a nivel regional, nacional, departamental, municipal, comunal o local.</p>
<p>Robustos y Consistentes: desde el punto de vista técnico - científico o análisis de la experiencia local.</p>	<p>Que teóricamente estén bien fundamentados con bases científicas y técnicas.</p> <p>Que se basen en estándares internacionales reconocidos y adoptados o consensos sobre su validez.</p> <p>La medición repetida en condiciones similares debe producir información comparable.</p> <p>Se considera que tanto los indicadores cuantitativos como cualitativos son verificables, con un protocolo adecuado.</p>
<p>Medibles y Alcanzables: en función de los propósitos y alcances del SAT.</p>	<p>Que los datos del indicador estén disponibles en oficinas públicas o se puedan obtener fácilmente.</p> <p>Que los datos del indicador tomados por centros internacionales estén asequibles desde otras oficinas regionales o nacionales.</p> <p>Que los datos sean confiables y estén documentados de manera correcta.</p>
<p>Trazabilidad y Relación Causa Efecto: en función de permitir visualizar la incidencia de la sequía en la vida las personas</p>	<p>El conjunto de indicadores debe permitir entender las relaciones entre los procesos del cambio del clima, sus efectos en las condiciones sociales, económicas y ambientales.</p> <p>El conjunto debe incluir indicadores de resultados e impactos interrelacionados en forma lógica.</p> <p>El conjunto debe incluir indicadores de contexto, sobre todo de las condiciones que pueden ser barreras para enfrentar o vulnerabilidades ante la sequía y niveles de resiliencia.</p>

Escalable y Comparables.	<p>Los indicadores o datos se pueden desagregar a diferentes niveles administrativos (escala nacional a escala local).</p> <p>Los resultados se pueden comparar entre diferentes espacios geográficos.</p> <p>Los datos son accesibles, confiables y están documentados siguiendo un protocolo establecido.</p>
Sostenibilidad del Sistema de Indicadores: Capacidad de mantenerse en el tiempo con los ajustes y calibraciones necesarias.	<p>Que sea viable la transferencia o adquisición de capacidades a niveles nacionales o locales para mantener o gestionar los indicadores.</p> <p>Que los datos se puedan obtener a un costo razonable en una relación adecuada de costo/beneficio.</p> <p>Fácilmente intercambiables entre organismos locales y nacionales.</p> <p>Que la utilidad de los indicadores sea la clave para la apropiación de los usuarios y su compromiso con la sostenibilidad del sistema.</p>
Transversalización del Sistema de Indicadores: incorporar enfoques transversales en los indicadores.	<p>Sistémico: que aborde la Inter institucionalidad, intersectorialidad y los multiniveles que deben comprender un sistema nacional de indicadores.</p> <p>Formación y comunicación: base de la sostenibilidad y la utilidad.</p> <p>Género e interculturalidad: fundamentales para la inclusión y garantizar la diversidad de intereses.</p> <p>Participación comunitaria: llave de la apropiación y sostenibilidad.</p>

Cuadro 21. Características deseables y criterios para priorizar los indicadores. Fuente modificado de Alex Núñez y Juan Henrique Reyes.

A continuación, en el **Cuadro 22** se muestran los indicadores priorizados para la etapa de PREAVISO, en la primera columna se observan los indicadores priorizados, en la segunda columna una muy breve descripción o el umbral del indicador, en la tercera columna se observa si dicho indicador de sequía es Predictivo (P), quiere decir que existe un modelo o software que disponga de dicho valor con días, semanas o meses de anticipación, si el indicador es de Verificación (V), significa que es utilizado para monitorear la aparición o desarrollo de la sequía por la magnitud alcanzada por el indicador, si el indicador es de Impacto (I), significa que la sequía ya se está presentando y ya es observable algún efecto de ésta. En la cuarta columna se indica cual es la fuente de donde consultar el indicador, entre las que se incluyen instituciones internacionales como el Centro de Predicción Climática o el Centro Nacional de Predicción del Ambiente (NCEP) de la Administración del Océano y la Atmósfera (NOAA) o el Centro Nacional de Huracanes de los EUA, la mayoría de la información está disponible en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de cada país. En la quinta columna se clasifica el indicador, si es

meteorológico, climático, hidrológico o agrícola. En la última columna se escribe una letra para clasificar la prioridad que tiene el indicador en la lista, al tener la mayor prioridad o Alta (A), este asegura que la vigilancia por medio de ese indicador o variable garantiza descubrir la posible presencia futura de una sequía. De hecho, se le ha dado la mayor prioridad a los indicadores predictivos, los cuales apoyan mejor la toma de decisiones oportunas, anticipadas o preventivas, mientras que en los indicadores de las sequías de lento desarrollo como la hidrológica o la agrícola la prioridad es Baja.

PREAVISO	Variable, umbral	Predictivo, Verificación, Impacto.	Fuente	Índice	Prioridad
1. Niño.	Pronóstico para 2 a 3 meses.	P	CPC NCEP NOAA-IRI.	Meteorológico	A
2. ATN frío.	Pronóstico para 2 a 3 meses.	P	CPC NCEP NOAA.	Meteorológico	A
3. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	P	SMN, CRRH.	Climático	A
4. Anticiclones.	Pronóstico 15 días Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N y/o Golfo México.	P	NHC, Windy.	Meteorológico	A
5. SPI.	"-0.5 < Seco < -1.	V	SMN Y CRRH.	Climático	A
6. Chorro de Bajo Nivel (LLJ).	Pronóstico viento en 925mb sobre el Caribe > 15 m/s, de 7 a 15 días.	P	Windy, WPC NCEP NOAA.	Meteorológico	M
7. Días Secos Consecutivos (DSC).	Pronóstico de DSC '5 a 10.	V	Pluviómetros locales y SMN.	Climático	M
8. Vaguada Tropical Troposférica de Capas Altas (TUTT).	Pronóstico del Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras, de 7 a 15 días.	P	Windy, GOES 16..	Meteorológico	M

9. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.5.	V	Pluviómetros locales y SMN.	Climático	M
10. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.	V	SHN.	Hidrológico	B
11. Fenología de cultivos.	Stress o Marchitez.	I	SMN.	Agrícola	B

Cuadro 22: Indicadores priorizados para la etapa de PREAVISO.
Fuente: elaboración propia.

Los indicadores predictivos, pueden ser monitoreados o pronosticados con semanas o meses de antelación, por lo que tienen la utilidad de funcionar como alarmas con bastante tiempo de antelación a la aparición de una sequía, la mayoría son indicadores meteorológicos, fácil de monitorear o vigilar por los Servicios Hidro Meteorológicos Nacionales (SMHN), incluyendo los boletines emitidos por el Comité Regional de Recurso Hídricos (CRRH), en el marco del Foro del Clima de América Central (FCAC), el cual incluye la modelación y pronóstico de lluvia por correlaciones canónicas que hace el software CPT, igualmente el Next Gen, ambos del IRI, los pronósticos sub-estacionales (S2S), y la modelación climática ensamblada, del modelo mesoescalar WRF, entre otros; por lo que hay abundantes variables que fortalecen esta primera etapa del SAT, la cual implica el envío de un mensaje por correo electrónico o por otra vía entre los técnicos que hacen el monitoreo y las autoridades de dichas oficinas.

A continuación, en la **Cuadro 23** se muestran los indicadores priorizados para la etapa de AVISO, la cual puede utilizar un SMHN o ALERTA VERDE en el caso que lo operativice el Sistema de Protección Civil, observándose además de los 11 indicadores de la etapa previa, el PREAVISO y sumando 8 indicadores más, totalizando 19, la mayoría del tipo Impacto (I), pues a partir de esta etapa ya existe una certeza mayor de la aparición de la sequía o ya existen impactos incipientes de la sequía, la cual ya puede estar pasando de ser una Sequía Meteorológica a Sequía Agrícola. Además, los umbrales de los indicadores meteorológicos se han incrementado, quiere decir que el fenómeno se está extendiendo o aumentado su magnitud o tiempo de presencia, por lo que el monitoreo permanente permite que al registrarse un aumento de los umbrales se pueda emitir una alerta superior.

AVISO o ALERTA VERDE	Variable, umbral	Predictivo, Verificación, Impacto.	Fuente	Índice	Prioridad
1. Niño.	Warning (Alerta) de Desarrollo para 1 mes.	P	NCPC NCEP NOAA-IRI.	Meteorológico	A
2. ATN frío.	Alta probabilidad de desarrollo en 1 mes.	P	NCPC NCEP NOAA.	Meteorológico	A
3. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	P	SMN, CRRH.	Climático	A
4. Anticiclones.	Presencia de Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	P	NHC.	Meteorológico	A
5. SPI.	"-1.1 < Seco < -1.5.	V	SMN.	Climático	A
6. Anomalía de lluvia %.	"-10% < Débil < -20% respecto al prom normal.	V	SMN.	Climático	A
7. Chorro de Bajo Nivel (LLJ).	Pronóstico del viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 7 días.	P	Windy.	Meteorológico	M
8. Días Secos Consecutivos (DSC).	Pronóstico de DSC 11 a 15.	V	Pluviómetros locales y SMN.	Climático	M
9. Vaguada Tropical Troposférica de Capas Altas (TUTT).	Pronóstico del Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras, de 7 a 15 días.	P	Windy, GOES 16.	Meteorológico	M
10. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.5.	V	Pluviómetros locales y SMN.	Climático	M
11. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.	V	SHN.	Hidrológico	B
12. Fenología de cultivos.	Stress o Marchitez.	I	SMN.	Agrícola	B
13. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	V	INETER, DOA-MARN, FAO.	Climático	B

14. NDVI o EVI.	Negativo.	V	GEO CLIM, ONU spider.	Climático	B
15. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.	V	SHN.	Hidrológico	B
16. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
17. Pérdida de cultivos.	1% al 20%.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
18. rendimiento de cultivos.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
19. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B

Cuadro 23. Indicadores priorizados para la etapa de ALERTA VERDE o AVISO.
Fuente: elaboración propia.

Dentro de los nuevos indicadores que se suman en la etapa de AVISO, encontramos tres de verificación o comprobación, como los mapas de salida del sistema ASIS de la FAO, que sirven para descubrir la posibilidad de afectaciones negativas en los cultivos, otro índice es el NDVI o EVI el cual es un indicador de salud vegetal de las plantas; también el indicador de verificación de anomalías de caudales muestra de forma numérica o cuantitativa los efectos preliminares de la sequía.

En esta etapa de AVISO se agregan cuatro indicadores de impacto, donde se puede registrar en diferentes sectores daños o pérdidas, como el indicador de enfermedad en los animales, la cual debe registrarse en porcentajes bajos, no se indican los valores porcentuales con precisión pues en cada finca o hacienda los problemas de enfermedad en el ganado varían dependiendo del tamaño del hato disponible o de la raza, para un productor que tiene solo un animal, de ocurrir alguna enfermedad podría representar un grave problema de disminución de la leche o derivados de esta para comercialización o consumo de la familia. En el caso del porcentaje de pérdidas de los cultivos, aplican de la misma manera los porcentajes de daños o pérdidas, depende del tamaño o área de siembra, pero en Honduras, COPECO utiliza del 10 al 20%, lo cual para este y el resto de los indicadores debe ser calibrado. Para el porcentaje de pérdidas de rendimientos de cultivos aplica de la misma manera el tiempo de cultivo, área de siembra o la aparición de plagas en cultivos.

Del **Cuadro 23**, en la quinta columna se clasifica el indicador si es meteorológico, climático, hidrológico o agrícola, en la última columna se asigna una letra para

clasificar la prioridad que tiene el indicador en la lista, al tener la mayor prioridad o Alta (A), este asegura que la vigilancia por medio de ese indicador o variable garantiza descubrir la posible presencia futura de una sequía, de hecho se le ha dado la mayor prioridad a los indicadores predictivos, los cuales apoyan mejor la toma de decisiones oportunas, mientras que los indicadores de las sequías de lento desarrollo como la hidrológica o la agrícola la prioridad en Baja.

A continuación, en el **Cuadro 24** se muestran los indicadores priorizados para la etapa de ALERTA el cual puede utilizar un SMHN o ALERTA AMARILLA en el caso que lo operativice el Sistema de Protección Civil, observándose los 19 indicadores de la etapa de AVISO y 2 indicadores extra, totalizando 21, con la diferencia de que muchos de ellos han aumentado su presencia o vigencia, también se puede haber expandido geográficamente la sequía, en especial se aumentaron en dos indicadores de Impacto (I), como el caso de las Fases de la Inseguridad Alimentaria y Nutricional, la cual monitorea y vigila las secretarías de Seguridad Alimentaria y Nutricional de cada país, también se sumó el indicador del aumento al precio de la Canasta básica, en un rango de porcentajes del 10% al 20%. De nuevo se observan indicadores de verificación, o sea que numéricamente se registran efectos, pues a partir de esta etapa ya está presente y desarrollada la sequía, además de que ya existen impactos incipientes de la sequía, la cual ya puede estarse convirtiendo en una importante Sequía Agrícola y de forma incipiente Hidrológica.

En esta etapa los umbrales de los indicadores han seguido aumentando en intensidad, de la misma manera la Sequía Meteorológica está durando bastante tiempo, se está extendiendo o aumentado su magnitud, por lo que el monitoreo permanente permite que al registrarse un aumento de los umbrales se pueda emitir una alerta superior.

ALERTA O ALERTA AMARILLA	Variable, umbral	Predictivo, Verificación, Impacto.	Fuente	Índice	Prioridad
1. Niño.	Warning (Alerta) ya presente.	P	NCPC NCEP NOAA-IRI.	Meteorológico	A
2. ATN frío.	Ya presente.	P	NCPC NCEP NOAA.	Meteorológico	A
3. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	P	SMN, CRRH.	Climático	A

4. Anticiclones.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	P	NHC.	Meteorológico	A
5. SPI.	"-1.6 < Seco < -2.0.	V	SMN.	Climático	A
6. Anomalía de lluvia %.	-21% < Débil < -40% respecto al prom normal.	V	SMN.	Climático	A
7. Chorro de Bajo Nivel (LLJ).	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.	P	Windy.	Meteorológico	M
8. Días Secos Consecutivos (DSC).	16 a 20.	V	SMN.	Climático	M
9. Vaguada Tropical Troposférica de Capas Altas (TUTT).	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.	P	Windy, GOES 16.	Meteorológico	M
10. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.3.	V	SMN.	Climático	M
11. Nivel de ríos y quebradas.	Descenso de nivel.	V	SHN.	Hidrológico	B
12. Fenología de cultivos.	Stress o Marchitez.	I	SMN.	Agrícola	B
13. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	V	INETER, DOA-MARN, FAO.	Climático	B
14. NDVI o EVI.	Negativo.	V	GEO CLIM, ONU spider.	Climático	B
15. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.	V	SHN.	Hidrológico	B
16. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
17. Pérdida de cultivos.	1% al 20%.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
18. Rendimiento de cultivos.	Rendimiento 10% al 20% < promedio.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
19. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B

20. Fases de la Inseguridad Nutricional.	% de familias en inseguridad alimentaria.	I	UTSAN, CONASAN.	SAN	B
21. Canasta básica, aumento.	10% al 20% promedio.	I	IHMA/MIN ECONOMÍA.	SAN	B

Cuadro 24. Indicadores priorizados para la etapa de ALERTA AMARILLA o solamente ALERTA. Fuente: elaboración propia

La quinta columna de la tabla sirve para indicar como se clasifica el indicador si es meteorológico, climático, hidrológico o agrícola, en la última columna se escribe una letra para clasificar la prioridad que tiene el indicador en la lista, al tener la mayor prioridad o Alta (A), este asegura que la vigilancia por medio de ese indicador o variable garantiza registrar la sequía, de hecho se le ha dado la mayor prioridad a los indicadores predictivos, en especial los meteorológicos, los cuales apoyan mejor la toma de decisiones oportunas, mientras que los indicadores de las sequías de lento desarrollo como la hidrológica, la Sequía Agrícola o las SAN, tienen una prioridad Baja (B).

A continuación, en el **Cuadro 25** se muestran los indicadores priorizados para la etapa de EMERGENCIA el cual puede utilizar un SMHN o ALERTA ROJA en el caso que lo operativice el Sistema de Protección Civil, observándose los 21 indicadores de la etapa de ALERTA, notando el incremento en muchos de ellos la intensidad, también se puede haber expandido geográficamente la sequía o ya es crítica, pues se registra un SPI negativo, mayor a dos veces la desviación estándar (-2.0), lo que indica una sequía excepcionalmente seca, lo mismo pasa con la anomalía de lluvia porcentual, mayor a -41% respecto al promedio normal, lo que representa un déficit de lluvia o una sequía muy fuerte, otros índice con un aumento grande de su magnitud es el del número de Días Secos Consecutivos (DSC) > 21, casi alcanzando el mes sin lluvias. Otro indicador extremo es el Índice de Humedad en suelo, el IH, que representa un balance hídrico sencillo, al obtener la razón de la lluvia sobre el valor de ETP de la zona, cuando cae por debajo de 0.3 ($LLUVIA/ETP = IH < 0.3$), es indicativo que a un metro de profundidad en el suelo la cantidad de humedad sea menor a los 30 cm, casi se queda sin agua para las raíces ese punto, otro indicador de impacto (I) es el descenso de nivel de ríos y quebradas o en el caso del indicado #12 de Stress o Marchitez cuando se hace fenología de cultivos.

Se mantienen los indicadores de impacto como las Fases de la Inseguridad Alimentaria y Nutricional, la cual monitorea y vigilan las Secretarías de Seguridad Alimentaria y Nutricional de cada país, también se incrementa el déficit en el indicador del aumento al precio de la Canasta básica, con valores mayores al 21%. De la misma manera otros indicadores de verificación se mantienen como el NDVI o el ASIS,

pues numéricamente se registran efectos de la sequía, ya no solo es una Sequía Meteorológica, sino también una Sequía Agrícola y hasta una Sequía Hidrológica.

EMERGENCIA O ALERTA ROJA	Variable, umbral	Predictivo, Verificación, Impacto.	Fuente	Índice	Prioridad
1. Niño.	Warning (Alerta) ya presente.	P	NCPC NCEP NOAA-IRI.	Meteorológico	A
2. ATN frío.	Ya presente.	P	NCPC NCEP NOAA.	Meteorológico	A
3. Modelación climática (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	P	SMN, CRRH.	Climático	A
4. Anticiclones.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	P	NHC.	Meteorológico	A
5. SPI.	"> -2.0.	V	SMN.	Climático	A
6. Anomalía de lluvia %.	> -41% respecto al prom normal.	V	SMN.	Climático	A
7. Chorro de Bajo Nivel (LLJ).	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.	P	Windy.	Meteorológico	M
8. Días Secos Consecutivos (DSC).	> 21.	V	SMN.	Climático	M
9. Vaguada Tropical Troposférica de Capas Altas (TUTT).	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.	P	Windy, GOES 16.	Meteorológico	M
10. IH (LLUVIA/ETP).	IH < 0.3.	V	SMN.	Climático	M
11. Nivel de ríos y quebradas	Descenso de nivel.	V	SHN.	Hidrológico	B
12. Fenología de cultivos.	Stress o Marchitez.	I	SMN.	Agrícola	B
13. ASIS - FAO.	Índice stress agrícola valor negativo.	V	INETER, DOA-MARN, FAO.	Climático	B

14. NDVI o EVI.	Negativo.	V	GEO CLIM, ONU spider.	Climático	B
15. Anomalías de Caudales.	Reducción de caudales.	V	SHN.	Hidrológico	B
16. Animales enfermos, ganado.	Enfermedades o bajo peso.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
17. Pérdida de cultivos.	> 21 %.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
18. Rendimiento de cultivos.	Rendimiento <21% DEL promedio.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
19. Plagas en cultivos.	Plagas visibles en el desarrollo de cultivos.	I	SAG INFORAGRO, MAG.	Agrícola	B
20. Fases de la Inseguridad Nutricional.	% de familias en inseguridad alimentaria.	I	UTSAN, CONASAN.	SAN	B
21. Canasta básica, aumento.	> 21% promedio.	I	IHMA/ MIN DE ECONOMÍA.	SAN	B

Cuadro 25. Indicadores priorizados para la etapa de EMERGENCIA O ALERTA ROJA.
Fuente: elaboración propia

Para cada zona, dependiendo de los medios de vida, tipos de suelos o la economía local, entre muchas otras, con la información técnica disponible del monitoreo de los indicadores, en una mesa de crisis se irán ejecutando los planes de mitigación según mandate la normativa vigente, tomando acciones de atención a la emergencia muy variadas para atender de inmediato a la población que tenga impactos originados por la sequía, en especial cuando se ha pasado de una Sequía Meteorológica a una agrícola o hidrológica. La cantidad de indicadores sugeridos priorizados para la toma de decisión se muestran en el **Cuadro 26**, totalizando 21.

Tipo de Sequía	Número de Indicadores
Meteorológica	5
Climatológica	7
Hidrológica	2
Agrícola	5
SAN	2
Total	21

Cuadro 26. Registro total de Indicadores priorizados oceánicos-atmosféricos, climáticos, hídricos, agrícolas, para la emisión de alertas.
Fuente: elaboración propia.

En resumen, en la **Cuadro 27**, se observan los principales indicadores predictivos, que serán útiles para una alerta oportuna, especialmente en la etapa inicial de PREAVISO, suman seis, y cada uno de ellos evoluciona en las siguientes etapas con umbrales cada vez más intensos o acortando el tiempo de pronóstico y están presentes en todas las etapas hasta la emergencia.

El Niño es pronosticado por NOAA, para más de seis meses, sin embargo, estadística y matemáticamente para 2 a 3 meses existe una alta correlación entre su ocurrencia y los déficits de la lluvia, o sea la sequía, por lo que tiene una alta predictibilidad y con meses de antelación. La fase fría de las anomalías de la superficie del mar en el Atlántico Tropical Norte, el ATN, es pronosticado hasta con seis meses de antelación por varios centros de vigilancia mundial, siendo de alta predictibilidad. La modelación climática hecha por los SMN en el Foro del Clima que coordina el CRRH, se basa en las herramientas como el CPT del IRI, el Next Gen, el S2S, los modelos ensamblados NMME, el modelo Europeo y el modelo mesoescalar WRF, discutiendo los pronósticos de todas ellas, elaborando cada 3 meses un Boletín finalizado cada Foro del Clima, que muestra los pronósticos de escenarios trimestrales de lluvia, en los rangos normales, bajo lo normal y arriba de lo normal, también con alta predictibilidad pues se hace con meses de antelación. Por último, la aparición de los Anticiclones en el Atlántico y el Golfo de México, lo cual puede pronosticarse hasta con 15 días de antelación, observándose en los modelos si los anticiclones semipermanentes se ubican en los 25°N a 30°N, los cuales provocan una atmósfera estable, por lo que tiene una alta predictibilidad con semanas de antelación.

LINEAMIENTOS DE INDICADORES PRIORIZADOS PREDICTIVOS				
UMBRAL	TIPO DE ALERTAS			
	PREAVISO	ALERTA VERDE	ALERTA AMARILLA	ALERTA ROJA
1. Niño.	Pronóstico para 2 a 3 meses.	Warning (Alerta) de Desarrollo para 1 mes.	Warning (Alerta) ya presente.	Warning (Alerta) ya presente.
2. ATN frío.	Pronóstico para 2 a 3 meses.	Alta probabilidad de desarrollo en 1 mes.	Ya presente.	Ya presente.

3. Modelación climática CRRH (FCAC, CPT, Next Gen, S2S, NMME, EUR, WRF).	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.	Pronóstico de Escenarios trimestrales de lluvia rango BAJO lo normal.
4. Anticiclones.	Pronóstico 15 días Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N y/o Golfo México	Presencia de Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.	Alta presión semipermanente entre 25 a 30°N.
5. Chorro de Bajo Nivel (LLJ).	Pronóstico viento en 925mb sobre el Caribe > 15 m/s, de 7 a 15 días.	Pronóstico del viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 7 días.	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.	Viento en 925mb sobre el Caribe > 16 m/s en 5 a 7 días.
6. Vaguada Tropical Troposférica de Capas Altas (TUTT).	Pronóstico del Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras, de 7 a 15 días.	Pronóstico del Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras, de 7 a 15 días.	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.	Eje o vórtice ciclónico en El Caribe de Honduras.

Cuadro 27. Registro de Indicadores priorizados predictivos para una alerta oportuna. Fuente: elaboración propia.

Un flujograma abreviado a continuación en la imagen de la **Figura 36**, resume los pasos a seguir, al pasar de una etapa a la otra, básicamente se puede justificar que el peligro o la amenaza de sequía pasa de ser latente a inminente, luego a peligro declarado y luego evoluciona hacia una emergencia, finaliza en el cierre del evento de sequía y por último la evaluación de todo el proceso para su mejora, este diseño de SAT es dinámico pues la evaluación con cada evento implica actualizar los procedimientos, calibrar los indicadores y la mejora continua de sus procesos.

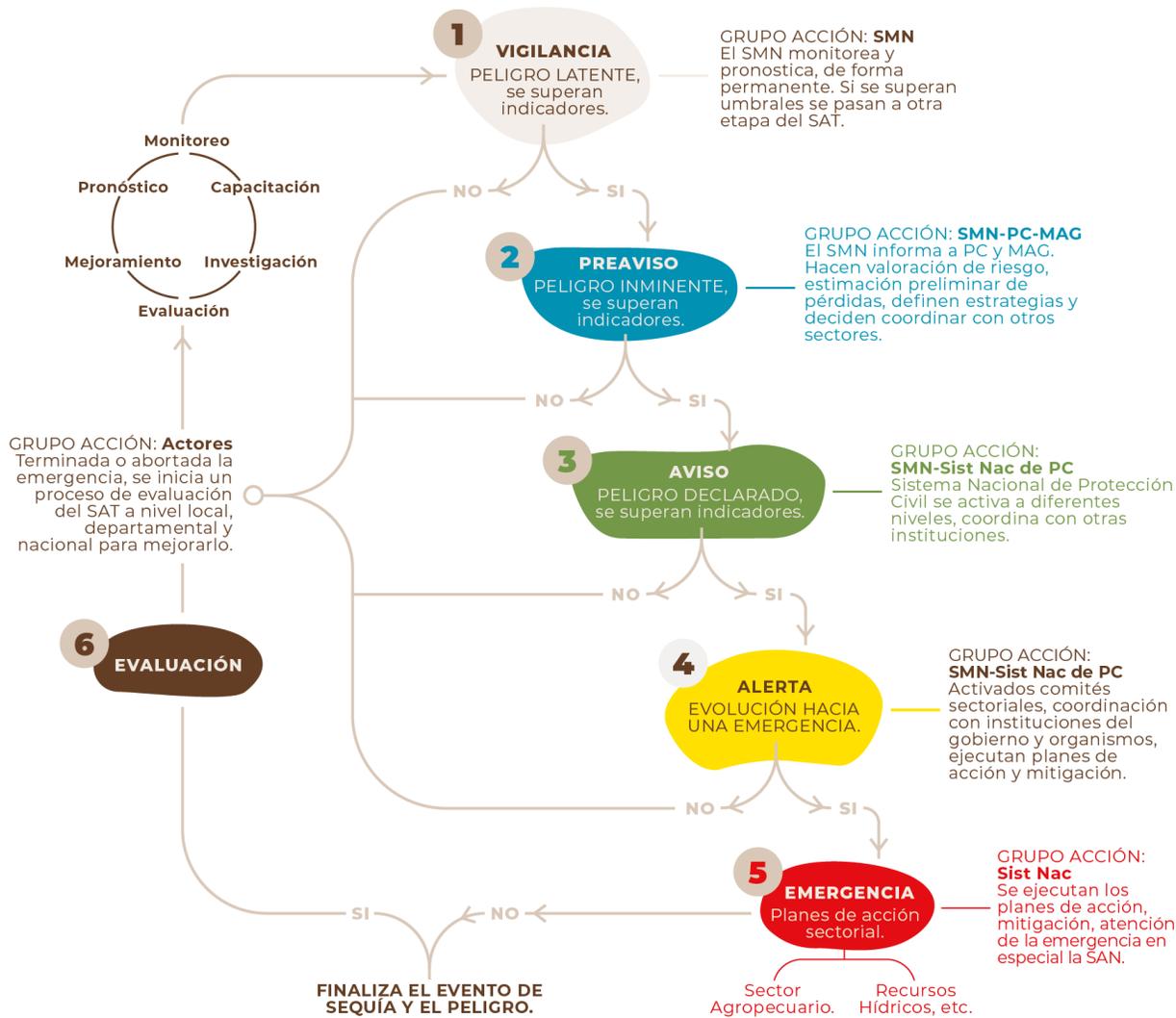


Figura 36. Flujograma abreviado de las etapas de color del SAT.

Fuente: elaboración propia.

4.3 Comunicación, Difusión de las Alertas

Como lineamiento en la nueva propuesta de SAT la fase de comunicaciones y difusión está presente en todos los cambios de etapa, con el objetivo de masificar-se el envío de los boletines o informes especiales que caracteriza el fenómeno, en específico las recomendaciones o acciones de mitigación de respuesta para los diferentes impactos que estén ocurriendo en los territorios con sequía. En la actualidad las formas de difusión han evolucionado muchísimo, claramente hay mejores técnicas y herramientas para llevar la información al usuario, productor y población en general.

Los SMHN y los Sistemas Nacionales de Protección Civil han desarrollado aplicaciones informáticas, herramientas y pronóstico de la sequía, lo cual se requiere informar con prontitud, a fin de poder formular los preavisos, avisos y alertas a partir de los datos científicos, indicando los factores que influyen en la intensidad, magnitud, espacio a afectar, tiempo futuro de duración, para la preparación de acciones de mitigación y respuesta.

La difusión de información de las alertas, junto con el suministro de información de los posibles impactos, dirigidos a las autoridades políticas y tomadores de decisión, para luego su entrega a la población amenazada, está siendo provista desde varios espacios gratuitos y públicos, entre las redes sociales y las páginas web con información gratuita de las entidades de gobierno, incluyendo las recomendaciones pertinentes para la adopción de medidas. En los tiempos modernos se requiere de buenas estrategias de comunicación, inclusive algunos usan ocasionalmente campañas educativas que incluyen material impreso, folletos, trípticos o revistas, que ya no son tan frecuentes como lo eran 20 a 30 años atrás.

Entre los medios para la difusión de información, datos técnicos científicos, y los informes de los diferentes niveles del SAT, la mayoría utiliza la página web, las reuniones presenciales y el twitter institucional u otras redes sociales; también algunos usan el correo electrónico masivo, el whatsapp en grupos y otros usan las reuniones en el marco de las mesas agroclimáticas. Estas últimas, coordinadas por los Ministerios de Agricultura, donde se acompañan de los Servicios Meteorológicos quienes presentan un briefing de las condiciones climáticas.

La emisión de boletines, pronósticos, avisos o alertas a la población, la disseminación y puesta en práctica de acciones de prevención de impacto por los daños y pérdidas de cultivos, las acciones para contrarrestar sus efectos que tomen los

organismos del estado como la diversificación de cultivos, entrega de semilla mejorada, resiembra, cosechas de agua, entre otras; puede hacerse de forma efectiva por medio de las redes sociales, usando la información técnica científica, información de pérdidas y daños en el terreno, desde instituciones con mucho prestigio y respeto entre los usuarios tales como los SMHN, mientras que los informes, boletines o alertas públicas son responsabilidad de los Sistemas de Protección Civil.

Entre algunos países de Centroamérica han estado utilizando recientemente la metodología de pronósticos por impacto, los cuales emiten productos, como mapas identificando las zonas con afectaciones para la toma de decisiones y la planificación, estos informes de avisos se basen en los niveles de severidad y probabilidad de los impactos esperados y no únicamente en umbrales meteorológicos, además de que el esfuerzo se hace en conjunto con el Sistema de Protección Civil en cada país.

Es importante destacar que existen ahora varias herramientas o plataformas de interface, para proveer datos, información, mapas y estadísticas a los tomadores de decisión y usuarios sectoriales, mejorando la disseminación, educación y concientización. Además se debe contar en esas plataformas con los datos meteorológicos e hidrológicos, reconociendo que durante el tiempo sin un adecuado mantenimiento a las redes de monitoreo estas pierden la densidad adecuada, a la vez se pierden datos en el tiempo, mostrando lagunas, lo que dificulta los estudios y caracterizaciones de cada evento. Para resolver algunos de estos problemas deben haber protocolos de intercambio de información eficiente entre las instituciones, la información proporcionada mediante los Sistemas de Alerta Temprana suele ser demasiado técnica y detallada, de manera que los responsables de decisiones ven limitadas sus posibilidades de aplicarla.

Los sistemas de vigilancia de la sequía deberían ser integrales combinando múltiples parámetros climáticos, hídricos y edafológicos e indicadores socioeconómicos para caracterizar completamente la magnitud de la sequía, su extensión geográfica y sus posibles consecuencias; por ello la información a divulgar debe ser lo más clara, sencilla de comprender y de ser posible “digerible”, o sea, de fácil entendimiento por toda la población.

4.4 Atención o Respuesta

Típicamente durante la etapa de emergencia se inician las acciones de mitigación en zonas con afectaciones o impactos, los gobiernos nacionales y los gobiernos municipales activan sus planes de contingencia, todo el recurso humano se dedica de lleno a atender a la población en riesgo, por ello es importante considerar hacer un cierre o cancelación de alertas cuando el fenómeno está finalizado, para proceder y dedicar todos los esfuerzos de atención y respuesta a las zonas más vulnerables, con su población sufriendo el embate de la sequía, traducido en peligro a la SAN.

Previo a llegar a esta etapa los organismos de la Protección Civil deben haber ejecutado campañas de educación y concientización para que la población previamente este capacitada y conozca las acciones que debe desarrollar ante las emergencias por sequía, esto incluye conocer todas las etapas del SAT, la adecuada interpretación de pronósticos, boletines e informes especiales. Entre algunas medidas generales de mitigación que se han recopilado podemos dividirlos por sectores.

Actividad	Area	ACCIONES GENERALES
Agrícola	Planificación	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción de áreas nuevas de siembra en época de sequía -Siembra en zonas cercanas a fuentes de agua -Uso de variedades de ciclo corto -Uso de variedades resistentes a la sequía -Siembra escalonada en el tiempo para variedades de ciclo largo -Habilitar proyectos de mini-riego -Supervisar y controlar autorizaciones de extracción de aguas -Diversificación agrícola -Realizar pronóstico de cosechas de granos básicos -Ajustar fechas de siembra de acuerdo a valoraciones climáticas -Promover el uso de seguros de cosecha -Disposición de una línea de crédito agil para los productores -Disposición de buena semilla -Reforestar cuencas hidrográficas
	Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> -Construcción de embalses de aguas y escorrentías -Construcción de rompevientos -Almacenamiento y canalización de aguas de lluvia en finca -Evaluar técnicamente las perforaciones nuevas de pozos -Estudios de capacidad de fuentes de agua subterránea -Determinar las necesidades de agua por comunidad y cultivo -Construir y mejorar drenajes en fincas -Construcción de obras físicas del suelo donde amerite
	Fitosanitaria	<ul style="list-style-type: none"> -Monitoreo permanente de plagas como la langosta -Aumentar medidas de control de plagas y enfermedades como roya -Promover el registro o conteo de plagas -Reforzar el combate de malezas
	Agricultura conservacionista	<ul style="list-style-type: none"> -Práctica de conservación de suelos y aguas subterráneas -Investigación y transferencia sobre sistemas agrícolas de bajo costo -Impulsar sistemas de producción de mínima labranza -Diseño e implementación de maquinaria conservacionista

Ganadería	Planificación	-Monta controlada -Inventario de población bovina en zonas críticas. Actualización -Identificar en la región las zonas con disponibilidad de pasto de corta -Siembra de bancos de proteína (caña, sorgo, maíz) -Coordinar con ingenios cantidad de melaza necesaria durante crisis -Estudiar la posibilidad de importar melaza de Nicaragua -Actualizar equipo de henificación -Elaboración de pacas de arroz (propuesta de SENARA) -Reforestar cuencas hidrográficas -Racionalizar la carga animal -Plan de rehabilitación del hato reproductivo (vitaminas y minerales) -Plan de rehabilitación nutricional (sueros, reemplazadores de leche) -Plan de sanidad animal (vacunación y desparasitantes) -Uso de sistemas agrosilvopastoriles
	Ingeniería	-Uso de sombras naturales y artificiales en los potreros -Construcción de techos en los corrales -Almacenamiento y canalización de aguas de lluvia en finca -Construir centros de acopio para almacenar productos alimenticios
	Nutrición	-Mejorar calidad de pasturas (Brachiaria, Panicum, etc) -Incrementar áreas de pasturas mejoradas -Uso de cercas vivas y cultivos en pie y ensilajes -Uso de melaza, heno, pollinaza, residuos de cosecha, frutas -Establecer las necesidades nutricionales del hato por cantón

Cuadro 28. Acciones generales de mitigación ante sequías. Fuente: Informe El Niño 97-98, IMN, CRRH.

Entre algunas medidas específicas de mitigación que se han recopilado podemos dividir las por sectores.

4.4.1. Recomendaciones al Sector Agrícola

- Fortalecer la coordinación y organización para preparar a la población del Sector Agropecuario de las áreas críticas de cada país propensas a ser afectadas por el fenómeno de El Niño.
- Que el SMN junto con el Sistema de Protección Civil desarrollen las campañas de divulgación y educación ciudadana por la radio y la TV sobre las medidas a tomar ante la presencia cercana o de hecho del fenómeno El Niño y que los Productores Agropecuarios inicien las acciones para minimizar los efectos o impactos del evento.
- Iniciar siembra de granos básicos hasta que el SMN y el MAG lo recomiende, típicamente se utiliza como criterio durante el mes de mayo que se observen al menos 15 días con lluvias casi constantes y de forma aisladas tormentas moderadas o fuertes, mantener buenos drenajes, siembra de variedades de ciclo corto. Se debe estar pendiente del pronóstico del tiempo por cambios en los patrones climáticos.
- Uso de semillas con características de tolerancia a la sequía y a la acción del viento. Algunos cultivos tienen la particularidad de requerir cantidades mínimas de agua para poder desarrollar y complementar su ciclo vegetativo, Ej. El Girasol para complementar su ciclo vegetativo se necesita 250 mm de agua, otro cultivo es la Piña.

- Reprogramación de actividades, como por ejemplo el ajuste de épocas de siembra (adelantar o atrasar según convenga). Si fuera necesario, la suspensión de siembras en zonas muy críticas o reubicación geográfica de las áreas destinadas a la siembras de semillas, almácigos y viveros.
- Mantener y mejorar las estadísticas llevadas por los Ministerio de Agricultura acerca de áreas de siembra, áreas cosechadas, rendimiento agrícola, áreas perdidas o disminución de rendimiento bajo efectos de El Niño, con el objetivo de aumentar los estudios de correlación de impactos, pronósticos de cosechas, gestiones de ayuda, etc.
- Seguir prácticas de conservación de suelo, no hacer quemas para evitar pérdida de materia orgánica y fragilidad del suelo a la erosión; para evitar el arrastre del suelo usar barreras vivas utilizando pasto vetiver, uso de Mulch o cobertura de cultivos para evitar pérdida de agua como leguminosas o rastrojos de cosecha que además aumentan la infiltración de agua lluvia, favoreciendo la humedad del suelo y reduciendo la evaporación.
- Incrementar el uso de abonos orgánicos utilizando mezclas de abono de origen animal y de origen vegetal y abonos químicos. Vigilancia de plagas y enfermedades.
- Otras prácticas físicas de conservación de la humedad e infiltración de agua o para la captación de aguas lluvias para riego suplementario serían la construcción de acequias para retener, acumular y mejorar la infiltración de agua. Pueden ser las acequias de laderas tipo Bancal, las fosas de infiltración o terrazas individuales, que son pequeños bancos de forma redonda y ovalada que se construyen en terrenos inclinados, para establecimientos de árboles frutales, forestales, etc. Además, se debe facilitar la rehabilitación de infraestructura de riego en aquellas áreas productivas con potencial hídrico.
- En lugares propensos a desbordes, construir barreras con especies recomendadas como el jocote, jiotte, madrecaao, bambú, etc.
- Establecimiento de sistemas agroforestales, combinación con actividades forestales y pastoriles para lograr sistemas menos vulnerables (ganado, caña de azúcar y bosque), siembra de árboles para producción maderera o frutas en tierras inclinadas.
- Si se cuenta con Frutales, sembrar estos en terrenos con pendiente.
- Monitorear la aparición de enfermedades como: Gomosis por hongos, Antracosis, Sigatoka y punta de cigarro, Pestalotia, Cercospora.

- Fomentar el establecimiento de huertos familiares, que contemplen sistemas hidropónicos artesanales para la producción de hortalizas y vegetales, además de utilizar sistema de semillero en bandejas. También sembrar hortalizas en terreno con buen drenaje, en terrenos con pendiente mayores a 12%, construir acequias y sistema de drenaje, hacer mayor espaciamiento entre surcos, al aplicar fungicidas mezclarse con adherente, contrarrestar el estrés con fertilización cada 10 días.
- Para mantener la seguridad alimentaria, utilización de los seguros de cosechas para inducir decisiones tendientes a evitar pérdidas. Darle seguimiento al comportamiento de los mercados local, regional e internacional de los productos afectados relevantes, creación de reservas de contingencia de productos básicos, canjes de alimento por trabajo, asistencia alimenticia en casos muy calificados y generación de empleos en las zonas deprimidas. Coordinar con el Sistema Bancario y Cooperativas del sector agrario para que ayuden a los productores que inviertan en reducir los efectos del Niño, refinanciando a plazos largos y bajos intereses.
- Como medida preventiva ante la futura presencia de la sequía, se puede fomentar políticas arancelarias de excepción para favorecer el abasto de productos básicos y ampliar las cuotas de los importadores de granos básicos o de insumos para reactivar la producción.

4.4.2. *Recomendaciones al Sector Café*

Para prevenir y reducir los impactos de la sequía en el cultivo del Café.

- Lluvias extemporáneas al final de la época en especial con el fenómeno de El Niño, provocan durante el periodo de cosecha y maduración del café, disminución de peso de los frutos, ocasionado por las rajaduras en la cáscara (pulpa) y la pérdida de mucílago (miel), este efecto puede tener dos consecuencias, los frutos se secan en el cafeto o caen por leve movimiento del cortador y el viento.
- Debido a que algunas sequías están íntimamente relacionadas con El Niño, éste provoca Frentes Fríos intensos, con una vaguada prefrontal que provoca lluvias durante el inicio de la época seca, lluvias que acumulen 50 mm, es probable que al cabo de 20 a 25 días se presenten problemas con la Roya, principalmente en cafetales viejos, en tal caso se debe realizar su combate con oxiclورو de cobre 50% metálico a razón de 5 lbs/m².

- Se debe combatir la maleza por la posible presencia de lluvias asociadas a frentes fríos en el mes de noviembre y diciembre, donde el cafetal se invade de malezas, durante la época seca debe controlarse para evitar competencia de humedad.
- Debido a las lluvias ocurridas al iniciar la época seca por el fenómeno de El Niño, producirá la formación de yemas florales prematuras, las cuales, de ocurrir una prolongada época seca, en el segundo año del evento podrían sufrir purga o quemaduras, para minimizar el efecto, se debe hidratar. Para un galón de agua agregar 150 cc de miel de purga o 7 onzas de azúcar, 15 cc de insecticida de toxicidad moderada para prevenir la presencia de hormigas, 25 gramos de oxiclورو de cobre metálico, 20 gramos de urea y 1 cc de adherente.
- Respecto a la caída de las flores y frutos del preparo de la cosecha durante el inicio de la estación seca, en plena madurez del evento El Niño, donde el cultivo se ve afectado por el viento y altas temperaturas, para contrarrestar estos efectos se sugiere: recolección de frutos después de ocurrida la lluvia, la pepena debe ser rigurosa a iniciarse junto con la recolección de la cosecha, de no hacerlo se tendrá proliferación de la broca.
- Ante el retardo del inicio de la época lluviosa en el segundo año de un evento El Niño, deberán de abstenerse de podar sombra en los meses de enero a marzo/abril, y efectuarla en los meses de mayo y junio, manejando una relación de 60% de luz y 40% de sombra.
- Al iniciar la estación lluviosa del segundo año de aparición del fenómeno El Niño, el caficultor debe preocuparse por dar al cafetal una adecuada Nutrición, ello le dará resistencia a la purga del fruto en los primeros estadios.
- Realizar análisis de suelo para determinar las necesidades nutricionales y aplicar fertilizantes.
- Monitorear enfermedades claves: Roya, Broca, Antracnosis, Fusarium, Rosellina.
- Reforzar cauces de aguas superficiales, Limpiar diques y ojos de agua, Realizar obras de conservación de suelos.

4.4.3. Recomendaciones al Sector Pesquero

Durante un evento El Niño, el calentamiento anormal en las aguas superficiales del Océano Pacífico hace que la pesca se reduzca con respecto a las condiciones normales, hasta en un 23 % para los camarones. Debido a que El Niño produce una reducción de los totales anuales de precipitación, disminuye el caudal de los ríos, favorece el aumento de la evaporación de los cuerpos de aguas y aumenta la salinidad en las zonas costeras, incidiendo negativamente en la pesca artesanal y acuicultura de agua dulce, por lo que se recomienda:

- Incrementar los estudios estadísticos con inventarios de capturas de las diferentes especies para consumo humano, que servirán para analizar su relación con los eventos El Niño.
- La reducción en la pesca de algunas especies como el camarón debe servir para establecer planes de regulación a la pesca o inclusive de veda, para proteger a dichas poblaciones.
- Participar en los Foros de Aplicaciones de las perspectivas climáticas para analizar la relación entre los escenarios climáticos y el impacto en el sector pesquero (reproducción y distribución).
- Desarrollar y capacitar a técnicos meteorólogos y técnicos en gestión de riesgo en el área de la oceanografía aplicada a la pesca.

4.4.4. Recomendaciones en la Ganadería Bovina

Debido a las sequías, en ocasiones muy intensas y prolongadas se recomienda:

- Conservación de forrajes para las épocas de estrés.
- Usando el ensilaje (conservación de forraje verde por la fermentación anaerobia), en zonas donde se presente canícula se recomienda el uso de sorgo para ensilaje.
- La henificación es el proceso por medio del cual se extrae un 85 a 88% de humedad del pasto, con el objetivo de almacenarlo por un tiempo determinado. De preferencia hay que henificar siguiendo el orden siguiente: Suazi, Callie, Pangola, Transvala, Estrella mejorado, Estrella africana, Jaragua.
- Para henificar se debe conocer en primer lugar, cantidad de animales y sacar un promedio de cuantas libras se comen al día. Es bueno aprovechar

la época lluviosa en la cual hay más pasto para que los animales pueden consumir y para ello se debe evitar el sobre pastoreo y hacer tanto de heno como sea posible unos 4 o 5 cortes de pasto cada 30 – 35 días.

- Hacer un uso adecuado de sombras.
- La sequía en especial con la presencia del Fenómeno de El Niño se manifiesta con incrementos de temperatura ambiental y radiación solar, creando periodos de gestación menor (10 – 15 días) y el nacimiento de terneros débiles, y en algunos casos retención de placentas.
- Para reducir las probabilidades del efecto de la temperatura alta se recomienda el uso de sombras, llevando las vacas horras y novillas preñadas a lugares sombreados y frescos entre las 10 am y 2 pm. Las sombras pueden ser con techo de lámina, teja o asbesto, de palma o pajas, arboles frondosos.
- Uso de urea en residuos fibrosos (amoniación), los residuos fibrosos se caracterizan por bajo nivel de utilización en el aparato digestivo de los bovinos, por tal sentido permite mejorar la calidad utilizando 100 Kg, de material fibroso picado, agregar 3 a 5 kg de urea disolviéndola en 50 lts de agua.
- Cuando se alimenta a los animales con residuos se debe agregar forraje verde, como pasto o caña de azúcar, u hojas de árboles forrajeros.
- Alimentación complementaria, se puede utilizar bagazo amoniaco (15%), melaza (20%), sémola de maíz (25%), soya (5%), afrecho de trigo (20%), mezcla mineral (1%), sal común (2%), rastrojos (12%), se recomienda ofrecer 2 veces diarias en nivel de 4 libras cada vez.
- Manejar los reservorios de agua tanto para consumo humano como para el suministro del sector ganadero.
- Organizar la exportación de carne vacuna para reducir la carga por la escasez de pastos o mover el ganado a zonas no afectadas por la sequía.
- Programación de la salida al mercado del ganado para evitar impactos innecesarios sobre los precios.

4.4.5. Recomendaciones al Sector Forestal

El aumento de la temperatura y la prolongación de sequías provoca mayor mortalidad en plantaciones de árboles de poca vida y esto facilita los incendios forestales, atrasos en el desarrollo de los programas de reforestación y aumento en los

costos de ésta, por lo que se recomienda:

- 1-** Incrementar los estudios para analizar la relación entre los escenarios climáticos y el impacto en el sector forestal (aparición y distribución de enfermedades y plagas).
- 2-** El estudio debe identificar las áreas forestales más afectadas y propensas a incendios debido a los eventos de sequía por el Niño.
- 3-** Establecimiento de viveros para los sistemas agroforestales, desarrollar planes de reforestación en especial con especies forestales resistentes a la sequía.
- 4-** Diseñar y agregar a los SAT por sequía y el Niño un sistema de monitoreo y prevención contra incendios forestales usando imágenes de satélite.
- 5-** Estricto control y supervisión de quemas agrícolas.
- 6-** Fortalecer instituciones como el cuerpo de bomberos para mejorar los planes de combate a los incendios forestales, aumentar las campañas de comunicación sobre prevención y control de incendios que incluyan la formación de brigadas contra incendios en las cuales se involucre a la sociedad civil.

4.5 Evaluación

La última fase o etapa del SAT diseñada y propuesta en este documento es la de evaluación, y se refiere a verificar el funcionamiento de todas las etapas, procedimientos y protocolos de comunicación; por medio de una retroalimentación del propio receptor de las alertas, o sea el productor, por medio de encuestas y reuniones o talleres de trabajo con el personal técnico, que verifique el nivel de comprensión que tuvieron los usuarios de toda la información emitida y que se aplicó adecuadamente para tomar decisiones oportunas.

Después de finalizada y declarado oficialmente la finalización del evento de sequía, se procede a reunir toda la información posible a diferentes niveles, nacional, departamental, municipal y local; para iniciar una etapa de evaluación que pretende realimentar el sistema. A nivel de cada comisión de Protección Civil, incluyendo los organismos del gobierno, civiles y privados o agrupado por sectores, agropecuario, SAN, recursos hídricos, salud, infraestructura, etc., analizarán y evaluarán

las acciones emprendidas para prevenir y mitigar los efectos de la sequía. Esta evaluación puede hacerse por medio de talleres que integren a todos los actores que participaron en la organización y ejecución del SAT. La evaluación debe calificar las actividades, acciones de los planes de acción, de forma tal, que se pueda crear una base de datos que se actualizará con cada evento de sequía que se presente.

Los resultados de la evaluación a nivel local, municipal, departamental, nacional y sectorial deben remitirse a un centro de acopio centralizado, para ser analizados estadísticamente y emitir un informe en un tiempo prudencial, que contenga la evaluación del SAT junto a un reporte nacional de pérdidas a consecuencia del evento. Se sugiere una breve encuesta, como se ve en el **Cuadro 29** Con un formato de calificación de las etapas y evaluación del SAT.

Evaluación del SAT	Comisiones de Protección Civil que aglutinan al estado, privados y productores			
	Nacional	Departamental	Municipal o local	Sectorial
1. organización	Calificar de 1 a 10 las actividades realizadas, la calificación 1 es la peor calificación y 10 la mejor calificación.			
2. comunicación				
3. mensaje				
4. liderazgo				
5. efectividad				
6. problemas	Listado de problemas encontrados en cada comité de acción.			
7. soluciones	Listado de soluciones para cada problema encontrado en los comités de acción.			
8. observaciones	Propuesta de mejoras al SAT, comentarios extras.			

Cuadro 29. Formato de encuesta para evaluación del SAT.

Los resultados cuantificables de todos los resultados de las encuestas deben ser expresados en términos de porcentajes, pues es fácil interpretar las mediciones y la evolución del SAT en el transcurso del tiempo. Los resultados cualitativos de la evaluación deben de ser incorporados dentro del sistema para poder encontrar debilidades y fortalezas. La discusión y análisis de los resultados debe hacerse en la Comisión Nacional o el organismo que por ley coordina las actividades SAT y de Gestión de riesgo, para obtener un panorama claro de la utilidad de la información emitida, la eficiencia en la toma de decisión y las correcciones futuras que deben hacer en el uso del SAT.

4.6 Lineamientos de Mejora por País

En todos los países los organismos científicos responsables del monitoreo y el suministro de información técnica como lo son, CENAOS, IHCIT/UNAH, INSIVUMEH, DOA-MARN, INETER y los entes rectores nacionales como lo son COPECO, CONRED, DGPC, SINAPRED pueden agregar a sus protocolos SAT la etapa de PREAVISO, el cual sería un paso inicial del SAT para generar una alerta oportuna, de uso interno, no pública, pero que exige aumentar el monitoreo por la posibilidad de formación y desarrollo de una sequía.

En la región, la experiencia señala que somos reactivos ante las sequías, por lo que un indicador importante son los resultados del Foro del Clima, cada 3 meses, donde se puede obtener información con antelación a la ocurrencia de esta amenaza, para que no atendamos solo las emergencias de la sequía, o los graves problemas en los sectores económicos, sociales y ambientales. Las oficinas meteorológicas han adquirido gran experiencia y conocimientos, por lo que se debe identificar las plataformas existentes entre los organismos donde se puede sumar e integrar, para contar con insumos al SAT y tener una efectiva operatividad, alertas oportunas y atención de los procedimientos y protocolos.

Se debe considerar una adecuada coordinación entre las instituciones regionales, para darle sostenibilidad a un sistema de vigilancia y alerta temprana por sequía, para proporcionar información oportuna a las instancias decisorias, de igual forma se pueden armonizar u homogenizar los indicadores y umbrales de alertas, planes de prevención para aumentar la capacidad de adaptación y programas eficaces de respuesta en casos de emergencia para reducir los efectos de las sequías.

Ya que el Cambio Climático está volviendo las sequías más generalizadas en el ámbito territorial, más intensas y frecuentes, además de no respetar las fronteras nacionales, se requiere de una respuesta desde lo regional a lo nacional y luego al nivel local; pasando de la gestión de las crisis y emergencias a la prevención de las sequías y el fomento de la resiliencia, siguiendo las diferentes estrategias internacionales, convenios y tratados como La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), las Guías para Alerta Temprana de la OMM, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), entre otros.

El desconocimiento de varios factores meteorológicos o climáticos que producen

la sequía, los que hemos llamado indicadores en este documento, entre el personal técnico operativo en varias instituciones, obliga a implementar una línea de trabajo en el sentido de capacitar, instruir y concienciar sobre las variables físicas involucradas en la sequía, entre ellos sus efectos.

Un cambio importante está ocurriendo en las entidades técnicas científicas, un cambio de paradigma, al mejorar sus herramientas de divulgación de alertas, como la metodología de pronósticos por impacto, para mejorar las advertencias oportunas, con mensajes breves y claros, acciones preventivas para reducir la vulnerabilidad, construyendo instrumentos con mejores lineamientos, directrices y protocolos que faciliten su implementación en la toma de decisiones.

Al homogenizar el diseño de SAT propuesto en este documento y usar en la región, se crea mayor certidumbre en la toma de decisiones para evolucionar en el paso de etapas del sistema de alerta, arrancando desde el PREAVISO ante la posibilidad de aparición y desarrollo de una sequía. No se debe obviar que es fundamental también mejorar las aplicaciones de estrategias o programas de desarrollo, para reducir la vulnerabilidad y corregir factores estructurales asociados a los modelos económicos.

Debido a que la sequía afecta negativamente en diversos sectores como la agricultura, SAN, recursos hídricos, salud humana y animal y la seguridad de los medios de subsistencia; el monitoreo y la vigilancia de los indicadores será diferente en las zonas de los países, es importante por tanto fortalecer las herramientas de vigilancia de una sequía específica por regiones para una eficiente emisión de alertas.

4.6.1. Nicaragua

- ☀ De las encuestas y reuniones virtuales se ha encontrado que las instituciones generan una buena cantidad de datos, mapas e información; sin embargo, existen brechas de acceso a estos datos entre instituciones y particularmente para el sector público, ya sea el académico, consultores y otros.
- ☀ La información generada por instituciones de forma individual e independiente, sin una adecuada coordinación genera atomización de esfuerzos, cada informe lleva el enfoque interno institucional lo que podría representar un desafío si se dan malas interpretaciones, la no comprensión de los indicadores dificulta subir en las etapas, es por ello necesario armonizar entre las instituciones los umbrales a utilizar para cambiar de fase en el SAT.

- ☀ Una herramienta muy utilizada por varias instituciones en Nicaragua es el ASIS de la FAO, pero también ellos indicaron que hace falta calibración, o sea pruebas precisas con datos en tierra, datos locales.
- ☀ Resulta entonces importante, ampliar el monitoreo y registro electrónico de la red de estaciones meteorológicas, hidrológicas, fenológicas, agroclimáticas, SAN, con observaciones in situ, foto de los cultivos, así como implementar nuevas tecnologías, con participación comunitaria que apoye en la medición de las variables y contribuir en la calibración de herramientas y con los insumos de las operaciones del SAT, orientados a un manejo integral de la sequía.
- ☀ Es crítico fortalecer la coordinación interinstitucional, principalmente en lo relacionado a compartir información entre estas, para contribuir a la definición y análisis de la amenaza, la vulnerabilidad y sus riesgos, preferiblemente pudiendo crear una plataforma con una base de datos, informes y mapas, para la consulta y planificación a nivel local, nacional, institucional y de otros actores relevantes.
- ☀ Al realizar campañas educativas con la población, se debe estandarizar el lenguaje a utilizar, la caracterización de la amenaza, los indicadores y los umbrales para cambiar de etapa, los procesos de generación, sistematización y publicación de datos de las instituciones, procurando un lenguaje amigable para la población, que facilite su interpretación y aplicación para priorización de acciones para reducir la vulnerabilidad ante la sequía.
- ☀ Fortalecer la gobernanza para la gestión de la sequía, incluyendo la participación en las fases de monitoreo del SAT a la academia, expertos civiles y otros actores relevantes; en lo posible buscar la cooperación entre instituciones y con el exterior, que apoye en el crecimiento de redes de monitoreo con un adecuado intercambio de la información.
- ☀ Continuar con la modelación o pronóstico de la sequía, como el caso de ASIS de la FAO, deben calibrarse sus salidas y fortalecer la investigación en pronósticos climáticos extendidos a semanas y meses, almacenar en bases de datos sus productos y poner a disposición de los usuarios dicha información, en especial la que se relaciona a los indicadores propuestos en este documento; analizar la vulnerabilidad e impacto, registrar y documentar las acciones de mitigación, las lecciones aprendidas y las buenas prácticas.
- ☀ Sumar al Plan Nacional de Gestión del Riesgo de 2015, de SINAPRED, otros mecanismos y estrategias, para fortalecer la gestión integral del riesgo en los planes de gobierno de largo plazo y continuar reduciendo los niveles de pobreza.

- ☀ Fortalecer la participación de organismos no gubernamentales, representantes de asociaciones de personas con discapacidad y de las mujeres que representan procesos integrales en la gestión de riesgos con enfoque participativo y de derechos.

4.6.2. Honduras

- ☀ De las encuestas y reuniones virtuales se ha encontrado que las instituciones generan una buena cantidad de datos, mapas e información; como en otros países, la brecha es la del acceso a esta información por parte de los usuarios potenciales y productores. La información de los recursos hídricos es una demanda importante, y crear una plataforma donde se muestre la información de la calidad y cantidad del recurso hídrico.
- ☀ Reenfocar el manejo de emergencias y de crisis al de prevención, usando los indicadores sugeridos en este documento, en especial el PREAVISO, pues ya se tienen hasta 18 en uso para las alertas verde hasta la roja; pero la advertencia previa a la verde vendrá a fortalecer la operatividad del SAT y la gestión integral del riesgo de sequía que permita prevenir dichos impactos.
- ☀ Siempre será oportuno revisar y mejorar los mecanismos de coordinación interinstitucional e intersectorial, igual que compartir e integrar la información disponible por cada uno, para fortalecer la gobernanza.
- ☀ Ampliar el monitoreo y registro electrónico de la red de estaciones meteorológicas, hidrológicas, fenológicas, agroclimáticas y SAN, con observaciones in situ y fotos de los cultivos; así como implementar nuevas tecnologías, con participación comunitaria para que apoyen en la medición de las variables, contribuir en la calibración de herramientas y para los insumos de las operaciones del SAT, orientados a un manejo integral de la sequía, asegurando los recursos para el mantenimiento y la operación.
- ☀ Fortalecer las capacidades técnicas del personal de los SMHN y los Sistemas de Protección Civil, con capacitación e instrucción, para mejorar el monitoreo, pronóstico, realización de estudios técnicos para la evaluación de amenazas, la caracterización del recurso hídrico superficial y subterráneo e identificar nuevos índices y calibrar los existentes.
- ☀ Sistematizar e integrar la información existente en una plataforma, identificar impactos históricos de sequías, para ampliar o mejorar los indicadores existentes de los diferentes pasos del SAT, desarrollar ejercicios para construir mapas de riesgos y desarrollar simulacros.

- ☀ Incrementar la vigilancia y la alerta preventiva o PREAVISO es un avance en la gestión de crisis o emergencista a la gestión de riesgo, priorizando acciones preventivas y alertas oportunas, que permitan reducir los impactos directos e indirectos de las sequías.
- ☀ Es oportuno que las entidades integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER), del Sector Gubernamental y No Gubernamental, aumenten la coordinación e intercambio de datos, además de incorporar en sus planes, programas y estrategias institucionales y territoriales acciones concretas de Gestión de Riesgos.
- ☀ Con el Plan Nacional de lucha contra la desertificación y sequía, 2005-2021 y la Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER), 2010, de COPECO, hay una fortaleza importante cuando desde las municipalidades pueden emitirse alertas, las cuales deben discutirse con la oficina central de COPECO, para que ambas instancias, la local y la nacional, emitan informes coordinados y homogenizados; se requiere que todos los indicadores tengan umbrales claros, y calibrados para cada zona de Honduras. Las comunidades y gobiernos locales indicaron un buen ejemplo de trabajo realizado durante la Canícula de 2018, la cual debe ser documentada para repetir las acciones ejecutadas en el futuro.
- ☀ El Sistema Nacional de Alerta Temprana Y Protocolo de Respuesta ante Sequía y Seguridad Alimentaria, considera de forma detallada los 4 elementos o componentes de un SAT, Gestión de Información, Vigilancia, Comunicación de Alertas y Capacidad de Respuesta, vale la pena desarrollar la ampliación a más indicadores meteorológicos de advertencia oportuna, como los mostrados en el documento.

4.6.3. Guatemala

- ☀ De las encuestas y reuniones virtuales se ha encontrado que las instituciones generan una buena cantidad de datos, mapas e información, como en otros países la brecha es la del acceso a esta información por parte de los usuarios potenciales y productores. Se conoció de la existencia del Plan Nacional contra la Degradación, Desertificación de Tierras y Sequías (PLANDYS) sin aprobar o de otros estudios sobre SAT y programas de acciones de mitigación a la sequía, pero que no han sido divulgados apropiadamente o no son conocidos en detalle.

- ☀ Para integrar adecuadamente la información producida por diversas instituciones se necesita mejorar la coordinación interinstitucional, inventariar y sistematizar la información y estudios existentes, compartir e integrar para ponerla a disposición de todos, incluyendo la academia; facilitando así el desarrollo de investigaciones en el ámbito de la vulnerabilidad y riesgos a nivel nacional, departamental y municipal.
- ☀ Fortalecer la red de medición o monitoreo, registro electrónico de la red de estaciones meteorológicas, hidrológicas, fenológicas, agroclimáticas, SAN, ampliándola y asegurando los recursos para su mantenimiento y operación, así como incrementar el uso de tecnologías satelitales, para incorporar nuevos indicadores para caracterizar, pronosticar y alertar mejor por la sequía a nivel local y departamental, previa validación a través de la participación de observadores en el terreno.
- ☀ Aprovechar la información existente del PLANDYS y articularla con las prioridades nacionales coordinadas por SEGEPLAN para actualizar las acciones operativas anuales, tanto preventivas, como de mitigación, para que logren reducir la vulnerabilidad ante la sequía.
- ☀ Fortalecer el sistema de seguimiento y evaluación de los programas y acciones contra la sequía y luego de superada una emergencia, con la participación informada de los actores, las comunidades y la articulada coordinación de las instituciones; identificando lecciones aprendidas, divulgando sus resultados y para mejorar el SAT.
- ☀ Fortalecer la gestión de información para las alertas y la gestión de la sequía, incluyendo el desarrollo de plataformas, para que sean utilizadas por los distintos usuarios en la toma de decisiones y priorización de acciones.
- ☀ La Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional del 2005, abre la posibilidad a generar su propio monitoreo, vigilancia, y alertas dentro de un SAT específico a Sequía y SAN.
- ☀ El Protocolo Nacional para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres por Canícula Extendida, de CONRED del 2015, establece muy bien los niveles de Alerta, las responsabilidades por institución y los flujos de Comunicación, sin embargo se requiere precisar mejor los indicadores, los umbrales por zonas y en especial añadir la alerta preventiva o PREAVISO, la cual puede delegarse al INSIVUMEH, pues este tiene las competencias para el monitoreo meteorológico y climático, y a la fecha no tiene un protocolo específico, pues solo se encarga de proveer información a la CONRED.
- ☀ Es recomendable mantener simulacros periódicos y continuos en el uso del

protocolo, con propósitos de mantenerlo vigente, y de empoderar a las instituciones sobre la importancia de reforzar el SAT-Sequía, debido a que el fenómeno de sequía es de lenta evolución y requiere de atención temprana a fin de tomar las mejores medidas de prevención.

4.6.4. El Salvador

- ☀ De las encuestas y reuniones virtuales se ha encontrado que las instituciones generan una buena cantidad de datos, mapas e información, como en otros países la brecha es la del acceso a esta información por parte de los usuarios potenciales y productores. Se conoció del Plan Nacional de Contingencia ante la Sequía, 2019, el cual al parecer no es considerado aún el plan oficial y no existe un protocolo SAT, a pesar de que dicho documento fue construido por varias instituciones que integran el Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, parece que no ha sido divulgado efectivamente entre sus miembros,
- ☀ También se tiene el Plan Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, el cual delimita claramente competencias entre instituciones para atender las emergencias, por lo que se atiende de forma inmediata y oportuna a la población en riesgo, de acuerdo con los protocolos y procedimientos.
- ☀ La Comisión Nacional de Protección Civil, convoca a las comisiones técnicas científicas o sectoriales, para atender los efectos adversos causados por los eventos de sequía, por medio de áreas de intervención dirigidas a proporcionar una respuesta eficaz y eficiente. Una fortaleza es que la DOA-MARN tiene un protocolo interno para vigilar las sequías, sin llegar a ser un protocolo oficial o SAT dentro del gobierno, pero brinda información, productos, mapas, boletines con la caracterización de las sequías, el pronóstico de su desarrollo y evolución.
- ☀ La DOA-MARN, es la única institución en Centroamérica que, en su protocolo de vigilancia de la sequía interna, usa la metodología propuesta por el CRRH en el 2000, donde se usa el PREAVISO, con el que se emiten informes de uso interno, advirtiendo del futuro desarrollo de una sequía, según los indicadores del fenómeno de El Niño, el ATN frío, los días secos consecutivos, entre otros.
- ☀ A pesar de no tener en El Salvador un SAT por sequía, las instituciones que

componen el Sistema Nacional de Protección Civil han promovido una transición progresiva de un sistema de protección reactivo a uno de carácter preventivo, promoviendo la investigación y la articulación de políticas, planes y acciones de los diferentes sectores y actores; por lo que DOA-MARN es el responsable de la Comisión Técnica Científica, y se encarga de suministrar información especializada con anticipación, útil para reducir los daños y pérdidas de vidas, propiedades y bienes causados por el impacto de posibles situaciones de desastre.

5. Conclusiones

La sequía en Centroamérica es causada por una compleja interacción de fenómenos meteorológicos, oceanográficos y climáticos; entre los más conocidos con ejemplos históricos se encuentran el fenómeno de El Niño (caso 1997-1998), ATN frío (2001), la TUTT (2022), y muchas otras variables que se estudian en este documento.



Un Sistema de Alerta Temprana por sequía, bajo las consideraciones con que se propone en este estudio, tiende a mejorar la operatividad existente en cada país. Uno de los puntos principales de este SAT y que concuerda con la línea internacional de aplicación de medidas de mitigación, es la incorporación de indicadores preventivos desde una etapa anterior a la alerta verde, la que hemos llamado PRE-AVISO, además de la difusión entre etapas, para la facilitación a los funcionarios del más alto nivel gubernamental en la toma de decisión.



Existen excelentes políticas, planes, protocolos y procedimientos de SAT operando en Centroamérica, en este documento se han planteado algunos lineamientos de mejora, luego de elaborar los diagnósticos de lo utilizado en cada país.



Se han inventariado alrededor de 38 indicadores en total para las diferentes etapas de un SAT utilizados en la región y se han priorizado o acortado en 21 como lineamientos que pueden ser adoptados por los países.



En buena parte de los indicadores promovidos en esta consultoría se han encontrado umbrales para utilizar gradualmente en el desarrollo o intensificación de una sequía y las correspondientes alertas.



Se sugiere un diseño de ocho pasos o etapas en el SAT, el monitoreo, el preaviso, el aviso o alerta verde, alerta o alerta amarilla, emergencia o alerta roja, atención, difusión y evaluación, con el cual se mejora sustancialmente el cambio entre cada etapa.



Se requiere fortalecer las redes de monitoreo meteorológicas, hidrológicas, fenológicas, agroclimáticas, SAN, ampliándolas y asegurando los recursos para su mantenimiento y operación; así como incrementar el uso de tecnologías satelitales, para incorporar nuevos indicadores para caracterizar, pronosticar y alertar mejor por la sequía a nivel local y departamental.



Existen brechas de acceso a los datos de monitoreo entre instituciones del gobierno y particularmente para el sector académico, además, la información es diferente entre instituciones, lo que genera atomización de esfuerzos; por lo que se debe mejorar la coordinación y creación de plataformas donde se comparta información y se integre.



Para pasar de una política de atención reactiva a una política preventiva de la sequía, se requieren sistemas de vigilancia y de alertas oportunas para la toma de decisiones, por ello, el SAT arrancando desde el PREAVISO apoyará mejor la gestión del riesgo y la reducción de los efectos de las sequías.



Los países muestran debilidades en torno a la evaluación de vulnerabilidad e impacto, lo cual es la base para el establecimiento de medidas de mitigación eficaces, lo que demanda incrementar el fortalecimiento del personal de las diferentes instituciones que permitan atacar las causas de raíz y reducir los impactos futuros de las sequías.



Se requiere fortalecer la divulgación de la información, integrada entre instituciones que son parte del Sistema Nacional de Protección Civil, aprovechando al

máximo las herramientas y recursos existentes e identificando vacíos; y acordar un plan de acción nacional, que sea implementado de forma coordinada y conforme a los roles institucionales.

El desarrollo de instrumentos en política de sequía a nivel nacional es un paso necesario para contribuir a la aplicación de un enfoque proactivo hacia la gestión de este fenómeno, por lo que los resultados obtenidos a través del proceso de capacitación ofrecen un punto de partida que puede ser utilizado para la formulación de una hoja de ruta que permita finalizar la elaboración, aprobación y divulgación de dichos instrumentos.

El Corredor Seco Centroamericano es un amplio territorio, requiere esfuerzos de gobernanza en los niveles locales, departamentales, nacionales y a nivel de regional centroamericana, involucrando a la diversidad de actores que inciden en las condiciones de vulnerabilidad y que a su vez son claves para generar resiliencia, entre organismos de productores rurales, población indígena, organizaciones de mujeres, empresas privadas, entre otros.

Se han registrado avances en la gestión y SAT a sequía, desde los organismos regionales, tales como el CEPREDENAC, como institución especializada del SICA, en materia de prevención, mitigación, preparación y respuesta a la ocurrencia de los desastres naturales, como la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, CCAD, y el Comité Regional de Recursos Hídricos, CRRH, quienes han venido fortaleciendo sus agendas de la temática SAT-Sequía e Impacto en la SAN, construyendo diferentes plataformas que proveen información desde lo regional hacia lo nacional, que deben ser explotadas por los Servicios Meteorológicos Nacionales en la operatividad diaria.

Organismos del SICA como el CRRH y PROGRESAN, han ido construyendo estrategias, manuales y protocolos de indicadores regionales para el desarrollo y fortalecimiento de los programas nacionales de Sistemas de Alerta Temprana por SAN de la región centroamericana, en especial emiten información cada 3 meses a través de los Foros del Clima y foros de aplicaciones, empujando la Institucionalidad regional en cuanto a la vigilancia, pronóstico y seguimiento de impacto en la SAN.

Algunos indicadores se han estandarización a nivel regional, como el Índice Nor-

malizado o Estandarizado de Precipitación (SPI), adoptado por la OMM, a nivel de sequía agropecuaria, se destaca el Índice de Estrés Agrícola (ASIS), indicador impulsado por la FAO, la fase cálida del ENOS o El Niño, que vigila la NOAA, por lo que se ha vuelto información confiable y permanente de gran utilidad.

A pesar de que se ha alcanzado un nivel alto de experiencia a nivel general en la región, en cuanto a indicadores para el análisis del fenómeno de la sequía y otros eventos extremos, se debe gestionar la capacitación entre el personal operativo, en especial en la búsqueda o mejora en la aplicación de estos indicadores y calibración de los existentes, mejorando el conocimiento técnico-científico.

Ante la falta de suficiente personal científico experimentado se requiere la formación de profesionales dedicados al estudio de las ciencias atmosféricas, de la tierra o geociencias, como de políticas de capacitación que motive a la juventud a estudiar las carreras cortas técnicas y universitarias afines a la ciencia de la tierra; pero también, es necesaria una política de retención de profesionales y técnicos ya existentes, garantizando el incremento en el área de la investigación climatológica, agrometeorológica, hidrológica y otras.

6. Recomendaciones

- Ampliar la red de monitoreo de indicadores meteorológicos, así como implementar nuevas tecnologías, con participación comunitaria que apoye en la medición de las variables y a contribuir a los SAT, orientados a un manejo integral de la sequía.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional, principalmente en lo relacionado a compartir información, para contribuir en los estudios o análisis de las amenazas, la vulnerabilidad y riesgos, pudiendo crearse una base de datos para la consulta y planificación a nivel institucional y de otros actores relevantes.
- Continuar el estudio y calibración de indicadores que mejor representen la sequía en sus diferentes fases, mejorando los umbrales de estos.
- Aprovechar al máximo los recursos de información satelital disponible, para las etapas de monitoreo, vigilancia y pronóstico de sequía, con la cooperación interinstitucional.
- El uso operativo de un SAT, no hay que esperar a tener el sistema perfecto, hay que iniciar, calibrar, mejorar en la marcha, para beneficio de cada país y sus comunidades más vulnerables.
- Estandarizar los procesos de generación, sistematización y publicación de datos de las instituciones, incluyendo informes o boletines utilizando lenguaje amigable para la población de los territorios, que facilite su interpretación y aplicación para priorización de acciones para reducir la vulnerabilidad ante la sequía.
- Con menores y amplias redes nuevas de monitoreo, en especial con datos diarios o horarios, los próximos eventos pueden ser investigados con mayor precisión sobre los efectos en pequeñas áreas de las diferentes regiones de cada país.
- Las instituciones del Sistema de Protección Civil de la región incluyan dentro de sus programas operativos anuales fortalecer la adquisición o capacitación en el uso de nuevas herramientas tecnológicas, tales como modelos numéricos de pronóstico, que permitan hacer alguna simulación de pará-

metros que se alteran en presencia del fenómeno o hacer pronósticos de mediano y largo plazo para detectar diferentes indicadores de la sequía.

- Darle continuidad al trabajo regional y operativo, como las reuniones periódicas de técnicos especialistas de la región, tal como lo ha auspiciado el CRRH en los Foros del Clima para evaluar futuros eventos de sequía y los Foros de aplicaciones de impactos a la SAN que coordina PROGRAS del SICA, donde pueden alertar oportunamente el desarrollo de una sequía.
- Gestionar la continuidad del programa de ASB y CORDES para realizar una segunda fase del proyecto, que apoye a las instituciones nacionales en la adopción de la propuesta de mejoras que han resultados de las consultorías y documentos como este.
- Aprovechar la ayuda internacional para mejorar y aumentar la adquisición de nuevas herramientas, plataformas, programas computacionales y capacitar a los diferentes técnicos de las instituciones nacionales en diversos temas relacionadas con la sequía.

7. Bibliografía

Alfaro, E., (2000). **Eventos Cálidos y Fríos en el Atlántico Tropical Norte**, *Atmósfera*, No. 13, Costa Rica.

Alfaro, E., Cid L., (1999). **Análisis de las anomalías en el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y su relación con los océanos Pacífico y Atlántico Tropical**. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, Costa Rica.

Aguilar, Y. (2011). **Impactos del cambio climático en la agricultura de America Central y en las familias productoras de granos básicos**. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN40I34.pdf>

Arce B. J. (1982). **La Agricultura de Regiones con sequía interestival en El Salvador**, CATIE, Turrialba, C. R.

Bonilla, A. (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**. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/patrones-de-sequia_fin.pdf

CENTA FAO, (1998). **Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera, Proyecto GCP-ELS-004-NET**, San Salvador, E. S.

CEPAL-CCAD, (2002). **El Impacto socioeconómico y ambiental de la sequía de 2001 en Centroamérica**.

CEPAL, (2010). **La economía del cambio climático en Centroamérica: Síntesis**, Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/26058-la-economia-cambio-climatico-centroamerica-reporte-tecnico-2011>

Conde M. y Guerrero R., (1972). **Estudio Preliminar sobre las sequías en El Salvador**. San Salvador, E. S.

CRRH, Ramirez P., Brenes A. (2001). **Informe sobre las condiciones de sequía observadas en el Istmo Centroamericano en el 2001**, San José, C. R.

CRRH-DGRNR-MAG et al., (2002). **Estudio Técnico Mejoramiento de la Capacidad Técnica para Mitigar los Efectos de Futuros Eventos de la Variabilidad Climática en El Salvador, El Niño '97-'98**, San Salvador, E. S. Fondos BID. <https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00205/doc00205.htm>

FAO. (2016). **Corredor Seco América Central. Informe de Situación. OCHA.** https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/CA_CorredorSeco-Informe%20Junio_2016_FAO.pdf

García L., Fernández W., (1996) a: **Distribución estacional e interanual de la lluvia en El Salvador**, Revista Geofísica, México. # 45, 5-42.

García L., Fernández W., (1996) b: **Un análisis de la lluvia diaria en El Salvador: La Canícula y el comienzo y final de la estación lluviosa.** Revista Geofísica, México, # 45, 5-42.

García L., (2000). **Variability of the Rainfall anomalies in July and August in El Salvador, related to ENSO, Tropical SST in the Atlantic, developing a Empirical Forecast for the two month. And Diagnostic of Wind Field and other parameter in Jul/Aug**”, Second Workshop, Oklahoma University, USA,

Guzmán, G., (1990). **Efectos de El Niño en la Agricultura de El Salvador**, SMHN-MAG. San Salvador, El Salvador.

García, L., Rivas, P. T., Fernández W. (2002). **Aspectos generales de la Canícula y sus impactos en El Salvador**, *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 10 (2) 63-68, 2003, Costa Rica.

Guevara J., et all, (1985). **El Salvador, Perfil Ambiental estudio de campo, USAID.** San Salvador, E. S.

Guzmán G., (1990). **Efectos de El Niño en la Agricultura de El Salvador**, SMHN-MAG. San Salvador, E. S.

Guzmán, G.T., (1971). **Meteorología sinóptica y climatología de Centroamérica, especialmente de El Salvador**, publicación técnica N° 10, Servicio de Meteorología e Hidrología, El Salvador.

GWP (Global Water Partnership). (2014). **Sequía en Centroamérica.** Integrated Drought Management Programme. http://www.droughtmanagement.info/literature/GWPCA_InfoNote_Drought_Central_America_2014.pdf (consultado 28 set. 2017).

Hastenrath, S., (1967): **Rainfall distribution and regime in Central America.** Arch. Meteor. Geophys. Bioklimatol., 15b, 210-241.

Larios, J., G. Guzmán y R. Sánchez, (1982). **Agricultura en zonas afectadas por canícula interestival en El Salvador.** CATIE, Costa Rica.

Magaña V., J. Amador and S. Medina, (1999). **The Midsummer Drought over Mexico and Central America.** *J. of Climate*, 12, 1577- 1588.

MAG-PNUD, (1998). **Primera Jornada de Concientización de la Lucha contra la Desertifi-**

ficación en El Salvador.

MAG-DGRNR-FAO, (1975). **Zonas de vida ecológicas de El Salvador, Desarrollo Forestal y Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas**, Documento de trabajo No. 6.

MARN a. (1999). **Escenarios de Cambio Climático para la evaluación de impactos en El Salvador**. Oficina de Cambio Climático.

MARN (2013), **Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de El Salvador, con énfasis en Zonas Prioritarias**. AECID.

OEA. **Manual sobre Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado**. <http://www.aos.org/usde/publications/Unit/oea65s/>

OMM #1006, (2006). **Vigilancia y Alerta Temprana de la Sequía**.

OMM #1090, (2012). **Guía del usuario del Índice de Lluvia Estandarizada**.

OMM #1164, (2014). **Directrices de política nacional para la gestión de sequías: Modelo para la adopción de medidas**.

OMM-GWP #1173, (2016). **Manual de indicadores e índices de sequía**. (M. Svoboda y B.A. Fuchs). Programa de gestión integrada de sequías, Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequías. Ginebra. https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP_Manual-de-indicadores_2016

Peña Paz T. Et al. (2016). **Monitoreo y Evaluación de las Sequías en América Central. Estudio de Caso: Corredor Seco de El Salvador, Honduras y Nicaragua**. Serie de Estudios Temáticos EUROCLIMA – acción en desertificación, degradación de tierras y sequía (DDTS). https://euroclimaplus.org/images/Publicaciones/LibrosEUROCLIMA/JRC_Monitoreo-Evaluacion-Sequias_AmericaCentral.pdf

Polzin, D., García L., Hastenrath S., (2014). **Climatic variations in Central America: further exploration, International Journal of Climatology**. Royal Meteorology Society.

Rao, G.Appa., (1986). **Mapas de Probabilidad de Sequías**, CMAg Reporte – 24, Ginebra, Suiza.

Reyes L., (1970). **Seminario Internacional de Meteorología Tropical**, 195-220. Campinas, Brasil.

Salvador, E., Luis Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (n.d.). **Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)** · Sede Subregional en México. Retrieved April 22, 2021, <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/25919/lcmex1969.pdf>

Schmidt, A., Eitzinger, A., Sonder, K., Sain, G., Rizo, L., Rodriguez, B., Hellin, J., Fisher, M., Läderer, M., & Challinor, A. (2013). **Assessing the impact of climate change on crop yields in the tropics**. *Journal of Agricultural Science*, 151(1), 1-11.

rach, P., San Vicente, F., & Robertson Acknowledgements, R. (2012). **Tortillas on the roaster, Central American Maize-Bean System and the changing climate full technical report.** https://www.crs.org/sites/default/files/tools-research/tortillas-on-the-roaster-full-report_0.pdf

Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe (ALC). CAZALAC-PHI UNESCO. 2006.

Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala. MAGA, INSIVUMEH con apoyo de PMA y CEPREDENAC. Junio 2002.

Monitoreo y Evaluación de las Sequías en América Central. Estudio de Caso: Corredor Seco de El Salvador, Honduras y Nicaragua. EUROCLIMA. 2016.

Piuzzi Miranda, B; Alvear Buccioni, N & Oyarzo Baez, M. (2013). **Las condiciones de sequía y estrategias de gestión en Chile.** En: Iniciativa de la ONU-Agua para el "Desarrollo de Capacidades en apoyo a las Políticas Nacionales de Gestión de Sequías" (OMM, CNUCLD, FAO y UNW-DPC). https://www.droughtmanagement.info/literature/UNW-DPC_NDMP_Country_Report_Chile_2013.pdf

Plan Nacional de Contingencia ante Sequía. Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, Agosto de 2018.

Programa de fortalecimiento de la resiliencia ante el riesgo de desastres en el Corredor Seco Centroamericano. El Salvador-Guatemala-Honduras-Nicaragua, 2015-2018. FAO.

Protocolo de actuación por Sequía Meteorológica en la estación lluviosa, El Salvador. DOA-MARN. Noviembre 2016.

Protocolo Nacional para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres por Canícula Extendida en La Republica de Guatemala. CONRED-Acción contra el hambre, enero 2015.

Sistema Nacional de Alerta Temprana Y Protocolo de Respuesta ante Sequía y Seguridad Alimentaria. COPECO. 2015.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). **Estudio de Caracterización del "Corredor Seco" Centroamericano.**

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA). (2005). **Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía.** 71p.

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA). (2013). **Reporte de Buenas prácticas en Manejo Sostenible de Tierras.** Disponible en <http://www.unccd-prais.com/>.

Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar). (2010). **Inventario de desastres y pérdidas de Honduras.** Disponible en línea <http://online.desinventar.org/>

T. Peña. (2012). **Estudio de la Severidad de la Sequía.**

Varela Ledesma, N., Oquendo Ferrer, H. M., & Romero Suárez, P. L. (2020). **Gestión del riesgo por sequía hacia un enfoque integral.** *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 377-382.

<https://www.fao.org/giews/earthobservation/country/index.jsp?code=SLV&lang=es>

<http://www.snet.gob.sv/ver/riesgo/pronostico+de+impacto/sobre+pronostico+basa-do+en+impacto/>

<http://galileo.imta.mx/Sequias/moseq/mapaGob.html>

<https://twitter.com/MedioAmbienteSV/status/1457055784894976004?t=FpzOsD9gU-FuOOGrmCrD3Lw&s=08>

<http://perspectiva.centroclima.org/perspectiva/viewCurrent>

http://dl.insivumeh.gob.gt/maproom/Cuarto_Mapas_Climatologia/Estacional/Next-Gen_Precip.html?season=Apr-Jun&bbox=bb%3A-98%3A6%3A-76%3A21%3Abb®ion=bb%3A-91.64999999999999%3A14.45%3A-91.55%3A14.54999999999999%3A-bb®ion=bb%3A-92.55%3A14.04999999999999%3A-91.45%3A15.14999999999999%3Abb&field=Anomaly

http://srt.snet.gob.sv/web_snet/MapaDinamico_Ver.php

<https://understandrisk.org/reporte-ur-centroamerica/>

https://www.meted.ucar.edu/wrn_sims/

https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=%20%2017257#.YEyvkZ1KiMo

Otra característica que debe agregarse, describir:

Agregar SPI. A nivel comunitario se planea agregar datos de caudales, datos de lluvia de pluviómetro y temperatura, combinadas mecánicas y electrónicas con transmisión satelital para alcanzar Tegucigalpa, NDVI: herramienta FAO ASIS, CSC se reevaluar los municipios afectados.!

17. Como típica la intensidad, severidad o grado de la sequía (débil, moderado, fuerte, muy fuerte, extrema) si cumplirse los siguientes criterios:

5 a 10 días secos consecutivos: _____
 11 a 15 días secos consecutivos: _____
 16 a 20 días secos consecutivos: _____
 21 a 25 días secos consecutivos: _____

Otro rango de DSC: _____

Anomalía de la lluvia mensual en estación meteorológica superior al -10% X _____
 Anomalía de la lluvia mensual en estación meteorológica superior al -20% _____

Otro rango de anomalía de la lluvia mensual: _____

Anomalía Estandarizada de la lluvia (SPI) alcanza el valor de -1: En Estudio _____
 Anomalía Estandarizada de la lluvia (SPI) alcanza el valor de -2: _____

Otro rango de SPI: _____

Otro índice de humedad: _____

Otro factor: NDVI _____

18. Sequía agrícola: Es generada por la evaporación provocada por la sequía meteorológica con un desplazamiento en el tiempo, o sea posterior a la meteorológica, con daños en el rendimiento de la producción agrícola o pérdidas totales de la producción, dependiendo de la capacidad de retención de humedad edáfica y el tipo de cultivo con el que se está tratando.

Alguna característica física o meteorológica no es correcta, cual: ?? _____
 Indicar otra definición que usted utiliza: ?? _____

Para declarar la sequía agrícola reúne una o varias de las siguientes condiciones, marque con una X si es correcto:

Rendimientos menores a, 20% _____ 25% _____ otro: _____
 Pérdidas de cultivos, producción menor a 30% _____ 70% _____ 90% _____
 Otra: _____

19. ¿Su institución hace el monitoreo hidrológico? X _____

20. Si dicho monitoreo lo hace otra dependencia indique el nombre: CENAOs Gestión de Riesgo de Inundaciones, con apoyo de MIAMBIENTE, Empresa de Generación de Hidroelectricidad, Proyectos de Mancomunidades en proceso de solicitar la información de monitoreo _____

21. Que definición usa su institución para Sequía hidrológica: Porcentaje de déficit >7777 _____

I. DATOS DEL CONTACTO

1. N.º Registro _____ (Para uso interno)

2. Datos de identificación y contacto de los informantes

3. Nombre del consultor: Luis Guirola y Guillermo Morán. / CORDES

4. Fecha de levantamiento de la información: 14 / Mayo / 2021

5. Nombre del informante: Francisco Argeñal, Estefana Velasquez, Mirna Zavala, Juan José Reyes.

6. Institución a la que pertenece: CENAOs, COPECO.

7. Cargo que desempeña: Director de CENAOs

8. Tiempo de trabajo: 28 años 9. Teléfono fijo y celular: 504 3325 9781

10. Dirección electrónica: _____ 11. plataforma de comunicación: _____

12. País: Honduras 13. Ciudad: Tegucigalpa

14. Dirección de la Institución: _____

II. DEFINICIONES

15. De las siguientes definiciones que características son más usadas en su institución u organización.

Sequía meteorológica: se caracteriza por las escasas de precipitaciones en una gran extensión del territorio Presentando temperaturas altas, vientos secos, poca humedad, insolación, menor escurrimientos y recarga de aguas subterráneas.

Agregar alguna característica física o meteorológica que haga falta: se esta trabajando en validas, actualizar los índices, % de lluvia por ahora y se usará SPI

Indicar otra definición que usted utiliza (socioeconómica): _____

16. La disminución de luvios para declararse sequía meteorológica reúne una o varias de las siguientes condiciones, marque con una X si es correcto:

Varios días secos consecutivos (día seco menor a 1 mm), rango: NO _____
 Anomalía de la lluvia mensual por estación superior al 10 % X 20 % X 30 % X _____
 Anomalía Estandarizada de la lluvia mensual (SPI) alcanza el valor de -1 -2 otro: escala OMM _____
 Disponibilidad de humedad en el suelo, menor a 30 mm NO menor a 50 mm NO otro: _____

III. DISEÑO BÁSICO DE SAT.

Algunos organismos usan un diseño básico de SAT, como el mostrado en la figura a continuación.

El sistema es concéntrico en el paso 1 de vigilancia

Antes de cambiar de paso se debe de juzgar la pertinencia del cambio de acuerdo al pronóstico y la realidad reportada por los sectores que eventualmente se afectan

Si el pronóstico indica que el fenómeno no se desarrollará como se previó en un principio, se aborta el nivel y se devuelve el sistema a la fase de vigilancia

La evaluación se produce cuando se acaba la emergencia y los resultados se incorporan como insumos

El diseño circular del SAT indica un sistema dinámico, no estático, no está escrito en piedra, sino más bien cada fenómeno, evento o emergencia debe ser revisado, calibrado el SAT y mejorado.

Lo conforman 5 pasos o etapas, al centro y de forma permanente esta la etapa de monitoreo o vigilancia-pronóstico, 24 horas, 7 días a la semana, 365 días, en las siguientes etapas se va subiendo y advirtiendo con mayor seguridad a la población, si el fenómeno cambia de curso o se debilita, permite en cualquier etapa suspenderse y regresar al monitoreo en cualquier momento.

Para explorar los diferentes formatos de protocolos y procedimientos de SAT que tienen los organismos en la región, se comparte esta encuesta para levantar información preliminar, la cual será complementada con una reunión virtual para explicar con detalles el proyecto, sus objetivos y requerimientos de información que pueda suministrar su organización.

22. Su institución usa otro esquema de SAT, favor enviar el esquema a los correos de CORDES y consultores, junto con una descripción de su uso. No hay PREAVISO, se usa información de campo basado en informes de Alcalde del Municipio, coordina CODEM, local según la SINAGER, sugiere alertas, se discute en COPECO, Comité Interinstitucional de la Sequía, varias instituciones del gobierno.

MONITOREO. HERRAMIENTAS TÍPICAMENTE UTILIZADAS

23. En su organización Servicio Meteorológico o Protección Civil vigilan las condiciones climáticas siguientes:

a. SST Región Niño 3.4 > + 0.3, 40.4 y Región Niño 1+2 durante 3 meses X 4 meses X 5 meses _____ Pronóstico de las SST

b. Fenómeno ENSO fase cálida o El Niño, declarado por la NOAA X _____

c. SST del Atlántico Tropical Norte. fase fría - La fase + se vigila para la temporada ciclónica activa.

d. Anticiclón del Atlántico fortalecido en el Caribe o en el Golfo de México _____

e. Chorro de Bajo nivel o LLI: X _____

f. Vagueda troposférica de altura sobre C. A.: X Tropical o Polar.

g. Datos de lluvias de algún sitio de internet, compartir enlace: Solo para verificar _____

h. Datos de anomalía de lluvia de algún SMN, compartir enlace: Hidroestimador CMORPH, TRMM, Radars, Hidroestimador del CAFFG (Inundaciones, desplazamientos) _____

i. Datos de anomalía de lluvia de otro sitio de internet: Pronostico mediano plazo, CPC, NOAA, ECMWF. _____

j. Índices de algún otro organismo en línea: ASIS-FAO-NDVI, USGS-AID (FEWSNET) _____

k. Otras variables: NAO _____

l. Que link utiliza para el monitoreo:

Enlace	SI	NO
https://ri.columbia.edu/bun-experts/climate/forecasts/ensoi/current/?ensoi-tab=ensoi-quicklook	X	
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensoi_advisory/ensoidoc_3p.shtml	X	
https://portal.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensoshift/DRI_v3.php	X	
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensoi/ensoi_evolution-status-fcst-web.pdf	X	
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/stoi_atl_indices	X	
http://nioc.centrorlima.org/		X

Otro: CPC

PRONOSTICOS, HERAMIENTAS TÍPICAS

24. El Calendario Climático en C. A. básico podría representarse en el siguiente cuadro.

¿Considera usted que cada país o región debe contar con un calendario climático básico y que este debe ser actualizado periódicamente?

En qué mes su organización realiza el monitoreo o vigilancia y pronóstico-alertas de la Sequía para el público En El Corredor Seco C. A.: _____

Temperadas y fenómenos climáticos	Calendario Climático											
	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Estiaje												
Transición												
Época Lluviosa												
Veranillo de San Juan							X	X	X			
Canicula												
Impacto en agricultura												
Temporales/Huracanes												
Transición												

25. Cuáles de las siguientes herramientas, boletines, informes, foros, utiliza su organización para pronosticar la sequía:

<p>A- Años análogos del FCAC-CRRH <u>Poco</u> ___</p> <p>B- Predicción estacional del CPT de <u>CENAGOS X</u>, del ICE, y del CRRH <u>X</u> ___</p> <p>C- Predicción estacional del IRI <u>NMME mejorado y Europeo</u> ___</p> <p>D- Informes de El Niño del IRI <u>X</u> ___</p> <p>E- Fenómeno El Niño, declarado por la NOAA <u>X</u> ___</p> <p>F- Boletín semanal de FEWS NET <u>X</u> ___</p> <p>G- Condiciones actuales de CA. ASIS de FAO <u>X</u> ___</p> <p>H- Modelación climática de lluvia o terciles de la NOAA ___</p> <p>I- Modelación climática lluvia o terciles de la OMM ___</p> <p>J- Modelación climática propia de su organización ___</p> <p>K- Perspectiva trimestral del Foro del Clima del CRRH: <u>X</u> ___</p> <p>L- Foro de Aplicaciones a la SAN coordinado por el CRRH-PROGRESAN. ___</p> <p>M- Monitor de Sequía de México. ___</p> <p>N- Otro monitor de sequía, enlace: _____</p> <p>O- Otro índice de pronóstico, enlace: <u>Secretaría de Agricultura de Honduras</u> ___</p> <p>PREAVISO, NO ESTÁ DESCRITO EN EL MANUAL PERO SI SE HACE BRIFING CON EL MINISTRO</p> <p>26- Que indicadores suele usar para emitir la primera advertencia (PREAVISO) a sus autoridades o instancia superior directa, marque con una X si es correcto:</p> <p>a- El Niño pronosticado por la NOAA. ___</p> <p>b- ATN pronosticados en fase fría: ___</p> <p>c- Informe del Foro del Clima del CRRH: ___</p> <p>d- Varios días secos consecutivos. 5 a 10 ___ 10 a 15 ___ más de 15 días ___</p> <p>e- Anomalía de la lluvia mensual por estación superior al 15 % ___ 20 % ___</p> <p>f- Anomalía Estandarizada de la lluvia mensual (SPI) alcanza el valor de -1 ___</p> <p>g- Anomalía Estandarizada de la lluvia (SPI) alcanza el valor de -2. ___</p> <p>h- Disponibilidad de humedad en el suelo, menor a 30 mm ___ menor a 30 mm ___</p> <p>i- Otra variable: _____ Que magnitud: _____</p> <p>AVISO. = ALERTAS DE COLORES DEL MANUAL DE SAT DE SEQUIA DE COPECO</p> <p>27- Que indicadores suele usar para emitir la segunda fase del SAT, AVISO a sus autoridades o instancia superior directa, marque con una X si es correcto:</p> <p>a- El Niño declarado por la NOAA. ___</p>	<p>b- ATN declarado en fase fría: ___</p> <p>c- Informe del Foro del Clima del CRRH: ___</p> <p>d- Varios días secos consecutivos. 5 a 10 ___ 10 a 15 ___ más de 15 días ___</p> <p>e- Anomalía de la lluvia mensual por estación superior al 15 % ___ 20 % ___</p> <p>f- Anomalía Estandarizada de la lluvia mensual (SPI) alcanza el valor de -1 ___</p> <p>g- Anomalía Estandarizada de la lluvia (SPI) alcanza el valor de -2. ___</p> <p>h- Disponibilidad de humedad en el suelo, menor a 30 mm ___ menor a 30 mm ___</p> <p>i- Chorro de bajo nivel acelerado, más de 30 kt en 850 mb. ___</p> <p>j- Otra variable: <u>Revisando el manual y los umbrales, mas específico por municipios o departamentos</u> ___</p> <p>Que magnitud: _____</p> <p>ALERTA o EMERGENCIA.</p> <p>28- Que indicadores suele usar para emitir la tercera o cuarta fase del SAT, ALERTA o EMERGENCIA a sus autoridades o instancia superior directa, marque con una X si es correcto:</p> <p>a- Intensidad de El Niño moderado ___ o fuerte ___</p> <p>b- ATN en fase fría: ___</p> <p>c- Perspectiva del clima por debajo de lo normal, CRRH: ___</p> <p>d- Varios días secos consecutivos. 10 a 15 ___ 15 a 20 ___ más de 25 días ___</p> <p>e- Anomalía de la lluvia mensual por estación superior al 20 % ___ 25 % ___</p> <p>f- Anomalía Estandarizada de la lluvia mensual (SPI) alcanza el valor de -2 ___</p> <p>g- Disponibilidad de humedad en el suelo, menor a 30 mm ___ menor a 20 mm ___</p> <p>h- Chorro de bajo nivel acelerado, más de 30 kt en 850 mb. ___</p> <p>i- Otra variable: <u>Revisando impactos, días secos, déficit por cultivos, zonas climáticas, microclimas, suelos, tipo de granos, se sugiere investigar por regiones o sectores, umbrales diferenciados</u> ___</p> <p>Que magnitud: _____</p> <p>COORDINACIONES LUEGO DE EMITIR INFORMES DE PREAVISO, AVISO ALERTA O EMERGENCIA.</p> <p>29- ¿Cuándo se ha superado la magnitud de alguna variable (umbral) se procede a saltar a otras etapas del SAT. Al subir entre etapas, tienen un protocolo de comunicación donde explique a quien se le envía cada informe? Por medio reuniones frecuentes, a la autoridad de COPECO, al ministro, se avisa con anticipación, se hace briefing para pasar informes breves o escrito, para convocar al Comité (OCHA, cuencas, SAN, MAG, FAO, ONG, PMA) para luego hacer la declaración de ALERTAS. Alcalde o Gobernador emite alertas, sugeridas por el Comité de Emergencia Municipal puede emitir alertas coordinadas con el COMITÉ Interinstitucional, quienes tienen SAT locales, que monitorean la fenología, déficit lluvia, niveles de ríos.</p> <p>30- ¿Que medios de comunicación utilizan para el envío de informes? <u>COPECO, Unidad de Comunicación Social los disemina, Unidad de SAT.</u> ___</p>
<p>31- ¿Realizan reuniones presenciales o virtuales para explicar los informes? <u>Virtuales</u> _____</p> <p>ETAPA DE EVALUACION. BUENAS PRÁCTICAS.</p> <p>32- ¿Podría mencionar algunas sequías en la historia que afectaron su país: <u>2014 Sequía en Agosto, La presidencia declaro emergencia, se anticipó a otros países, se priorizo el apoyo a los municipios del país, organismos internacionales hicieron evaluación, se mitigo el impacto de la Sequía, NO se registraron problemas SAN, experiencia acumulada sirvió la Sequía 2019</u> _____</p> <p>33- ¿Los protocolos han sido verificados con cada evento? <u>Se han evaluación de la atención y respuesta a la Sequía, falta documentario.</u> _____</p> <p>34- ¿Los protocolos han sufrido cambios o actualizaciones? <u>Se planea mejorar los protocolos, actualizar.</u> _____</p> <p>35- Agregar comentarios extras: <u>Documentar mejor las buenas practicas se han documentado los indicadores de la amenaza en los manuales.</u> _____</p>	

“ELABORACIÓN DE DIRECTRICES
Y LINEAMIENTOS REGIONALES
PARA LA HOMOLOGACIÓN Y
ARMONIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y
PROCEDIMIENTOS NACIONALES SOBRE
SAT-Sequía
Y DE ATENCIÓN A LA GESTIÓN INTEGRAL
DEL RIESGO DE SEQUÍA”