



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE POSGRADO**

**Análisis de la Gestión de los Eventos de Sequía ante el Cambio Climático en los Sectores  
Agropecuario e Hídrico del Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica**

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y la Escuela de Posgrado como requisito  
para optar por el grado de

***MAGISTER SCIENTIAE***

**en Adaptación y Mitigación al Cambio Climático**

**José Joaquín Rodríguez Araya**

**Turrialba, Costa Rica**

**Junio, 2018**

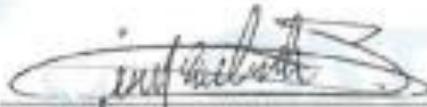
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN  
AL CAMBIO CLIMÁTICO**

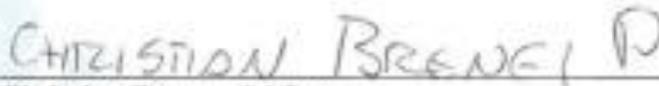
**FIRMANTES:**



\_\_\_\_\_  
Laura Benegas, Ph.D.  
Directora de tesis



\_\_\_\_\_  
Pável Hautista, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



\_\_\_\_\_  
Christian Brenes, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero



\_\_\_\_\_  
Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.  
Decana Programa de Posgrado



\_\_\_\_\_  
José Joaquín Rodríguez Araya  
Candidato

## **Dedicatoria**

A Dios, por tantas bendiciones que me brinda cada día y por dejarme culminar esta etapa de mi vida.

## **Agradecimientos**

A mis padres, a mis hermanos y a mis sobrinos, por su apoyo incondicional desde siempre.

A Nikole Porras, por su cariño durante estos años y su apoyo incondicional.

A mi profesora, Laura Benegas, por brindarme su mano amiga, su apoyo, conocimiento y por estar siempre dispuesta a colaborar.

Al profesor Christian Brenes y a Pavel Bautista, por su colaboración y consejos durante este proceso.

A la familia CATIE, en especial a mis compañeros de maestría y a los cuencólogos por acogerme como su invitado.

A las instituciones, organizaciones, acueductos comunales y productores agropecuarios del cantón de Hojancha.

Al proyecto “Fortalecimiento de la agricultura y el desarrollo rural mediante educación para el liderazgo”, que a través del fondo Henry A. Wallace Legacy Scholar, financiado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), me brindaron la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y al programa de posgrado en Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, por darme la oportunidad de continuar con mi formación académica de la mejor manera.

## Contenido

RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
3. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
3.1. Objetivo General .....	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
3.3. Preguntas Orientadoras.....	4
4. REVISIÓN LITERATURA.....	4
4.1. Cambio climático .....	4
4.2. Sequía.....	5
4.2.1. Sequía Meteorológica .....	5
4.2.2. Sequía Agrícola .....	5
4.2.3. Sequía Hidrológica .....	5
4.2.4. Sequía Socioeconómica .....	6
4.3. El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) .....	6
4.4. Riesgo.....	6
4.5. Gestión del riesgo de sequía.....	6
4.6. Vulnerabilidad .....	7
4.7. Estado de Emergencia .....	8
4.8. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).....	8
4.9. Planificación estratégica.....	8
5. PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	9
6. BIBLIOGRAFÍA .....	10
ARTÍCULO I. Análisis de las estrategias, prácticas y tecnológicas implementadas en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica, como herramientas para enfrentar eventos de sequía en el sector agropecuario e hídrico.....	13
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. METODOLOGÍA .....	15
2.1. Área de estudio.....	15

2.2.	Recolección y análisis de información.....	16
2.3.	Cálculo del Índice Normalizado de Precipitación (SPI) para la zona de estudio con el producto CHIRPS. ....	17
2.4.	Elaboración de mapas .....	18
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.	CONCLUSIONES.....	28
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	30
	ARTÍCULO II. Plan de gestión para la adaptación a sequía de los sectores Agropecuarios e Hídrico en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	33
	RESUMEN .....	33
	ABSTRACT .....	34
1.	INTRODUCCIÓN.....	35
2.	METODOLOGÍA .....	35
2.1.	Área de estudio.....	35
2.2.	Usos del suelo en el cantón de Hojancha.....	37
2.3.	Escenarios de precipitación y temperatura.....	38
2.4.	Recolección y análisis de información.....	38
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.	CONCLUSIONES.....	51
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	51
6.	ANEXOS.....	54

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Pérdidas provocadas por sequía en Hojancha para el año 2014. ....	3
Cuadro 2. Valores y clasificación de SPI. ....	17
Cuadro 3. Necesidades del sector agropecuario y acueductos comunales para enfrentar sequía.....	24
Cuadro 4. Valores de SPI para los distritos de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	26
Cuadro 5. Valores de SPI para los distritos de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Período 1984-2014.....	27
Cuadro 6. Análisis FODA del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	49
Cuadro 7. Grupos de actores locales de Hojancha para la gestión ante eventos de sequía. ....	50
Cuadro 8. Proyectos, programas o iniciativas implementados o en desarrollo en Hojancha. ....	54
Cuadro 9. Actividades desarrolladas en las unidades productivas. ....	58
Cuadro 10. Matriz de Valoración para la priorización de ingreso de fincas con bosque al programa de PSA. ....	59
Cuadro 11. Cantidad de hectáreas y número de árboles en el Programa de PSA para el cantón de Hojancha, Guanacaste. Periodo 1998-setiembre 2017. ....	60
Cuadro 12. Cantidad de insumos agrícolas y productores atendidos. ....	61
Cuadro 13. Cantidad de insumos pecuarios y productores atendidos. ....	62
Cuadro 14. Resumen productores atendidos y estimación de la inversión. ....	62
Cuadro 15. Acueductos comunales y cantidad de usuarios en el cantón de Hojancha. ....	71

## Índice de figuras

Figura 1. Factores de la vulnerabilidad al cambio climático. ....	7
Figura 2. Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	16
Figura 3. Afectaciones generadas por la sequía a productores agropecuarios y acueductos comunales en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	18
Figura 4. Actividades desarrolladas para enfrentar sequía por el sector agropecuario en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	20
Figura 5. Ganadería de engorde en unidad productiva con pasto <i>Brachiaria brizantha</i> (brizantha) y cerca viva de <i>Tectona grandis</i> (teca) en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	21
Figura 6. Reservorio de agua para uso agropecuario (agricultura y ganadería) en la comunidad de San Isidro de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	22
Figura 7. Medidas adoptadas en acueductos del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, para enfrentar problemas de sequía. ....	23
Figura 8. Índice de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés) para los de cantones de Hojancha, Nicoya y Nandayure de Guanacaste, Costa Rica. Período 1984-2014. ....	26
Figura 9. Ubicación de prácticas y tecnologías de adaptación para enfrentar la sequía e Índice de Precipitación Anual (SPI por sus siglas en inglés) para los distritos del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, durante el período 1984-2014. ....	27
Figura 10. Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	36
Figura 11. (a) Población del cantón de Hojancha según sexo y rango de edad en porcentaje y (b) nivel educativo de la población en porcentaje. ....	36
Figura 12. Mapa de uso del suelo para el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	37
Figura 13. Escenarios de precipitación (RCP 8.5) promedio para período 2061-2080 en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	40
Figura 14. Escenarios futuros de aumento de temperatura promedio para el período 2061-2080 en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	41
Figura 15. Arco Iris del Mapeo de Actores para cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, construida con actores locales en taller participativo, realizado el 29 de noviembre del 2017. ....	42
Figura 16. Mesa de trabajo con representantes de diferentes sectores durante taller Gestión ante eventos de sequía en Hojancha. Lugar: Salón de Sesiones del Concejo Municipal de Hojancha. ...	43
Figura 17. Cosecha de agua de lluvia en la escuela de Pilangosta de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. ....	63

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ADI	Asociación de Desarrollo Integral
ALIARSE	Alianzas Público- Privadas Para el Desarrollo
ASADA	Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CACH	Centro Agrícola Cantonal de Hojanca
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CB	Corredor Biológico
CCCI	Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
CEMRODECA	Centro de Promoción y Desarrollo Campesino
CHIRPS	Grupo de Datos de Estaciones de Amenazas Climáticas y Precipitación Infrarroja
CME	Comité Municipal de Emergencia
CNE	Comisión Nacional de Emergencia
CTP	Colegio Técnico Profesional
EBAIS	Equipos Básicos de Atención Integral en Salud
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GIRH	Gestión Integral del Recurso Hídrico
GWP	Asociación Mundial para el Agua
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IFAM	Instituto de Fomento y Asesoría Municipal
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMN	Instituto Meteorológico de Costa Rica
INEC	Instituto Nacional de Estadística Censo
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LCA	Liga Comunal del Agua
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEP	Ministerio de Educación Pública
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MS	Ministerio de Salud
NOAA	Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos
ONG	Organización no Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNAFOR	Unión Nacional Agroforestal
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SPI	Índice Normalizado de Precipitación
WMO	Organización Meteorológica Mundial
WGP	Global Water Partnership

## RESUMEN

La investigación se realizó en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. El objetivo fue analizar la situación actual de la gestión integral ante eventos de sequía en los sectores agropecuario e hídrico, identificando las actividades y estrategias de adaptación implementadas para enfrentar sequía. Además, elaborar un plan de gestión que permitirá reducir la vulnerabilidad del cantón ante eventos de sequía. La reducción de los caudales y niveles de las fuentes de agua, fue el problema más recurrente según la percepción de los productores agropecuarios y representantes de los acueductos comunales.

La protección de fuentes de recurso hídrico es la estrategia más implementada en el cantón de Hojancha con el objetivo de aumentar la oferta de agua y de esta manera, enfrentar eventos futuros de sequía. Con registros históricos diarios de precipitación de 1984 al 2014, se obtuvo el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) para Hojancha, resultando el distrito central, el de menor precipitación, seguido por los distritos de Huacas, Puerto Carrillo y por último Monte Romo, como el distrito más lluvioso. Además, con base en 4 modelos de circulación general, se elaboraron escenarios de emisiones futuras de precipitación y temperatura RCP 4.5 y RCP 8.5 al año 2070. Los modelos indican variación en las precipitaciones de entre -22.8 y 11.8% para RCP 4.5 y entre -37.6 y 30.5 para RCP 8.5, y aumentos de temperatura hasta de 3.01°C, lo que podría generar por ejemplo, disminución en producción agropecuaria e hídrica, aumento de costos y nuevas enfermedades.

Identificar los sectores del cantón de menor precipitación, además de conocer el comportamiento futuro tan variable de dos elementos climáticos que inciden en las actividades agropecuarias e hídricas, como lo son las lluvias y la temperatura, permitió elaborar un plan de gestión ante eventos de sequía, donde se detallan una serie de actividades y actores o responsables, que permitirá reducir la vulnerabilidad de los sectores agropecuario e hídrico en un eventual período de sequía.

**Palabras clave:** Sequía, gestión ante eventos de sequía, adaptación, escenarios, precipitación, temperatura.

## ABSTRACT

The research for this study was conducted in the county of Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. The objective was to analyze the current situation of integrated management techniques in the face of drought in the agricultural and water sectors, identifying activities and adaptation strategies implemented to combat drought along with the preparation of a management plan that will reduce the vulnerability of the county in the event of a drought. The reduction of water source levels and flow was the most recurrent problem according to the agricultural producers and representatives of the communal aqueducts.

The protection of water sources is the most implemented strategy in the county of Hojancha with the objective of increasing the supply of water and by these means, be more prepared for the future in the event of a drought. With historical daily records of precipitation from 1984 to 2014, the Standardized Precipitation Index (SPI) for Hojancha was obtained, with the results showing the central district to have the lowest rainfall, followed by the districts of Huacas, Puerto Carrillo and finally Monte Romo, as the rainiest district. In addition, based on four models of general circulation, scenarios of future emissions of precipitation and temperature RCP 4.5 and RCP 8.5 were prepared up to the year 2070. The models indicate variation in rainfall between -22.8 and 11.8% for RCP 4.5 and between -37.6 and 30.5 for RCP 8.5, and temperature increases up to 3.01°C.

Identifying the sectors of the lower rainfall county, in addition to knowing the future behavior of two climatic elements that affect agricultural and water activities, such as rainfall and temperature, made it possible to prepare a management plan for drought events, where a series of activities, actors or persons in charge are detailed, which will make it possible to reduce the vulnerability of the agricultural and water sectors in a possible drought period.

**Key words:** Drought, management of drought events, adaptation, scenarios, precipitation, temperature.

## 1. INTRODUCCIÓN

Centroamérica es una de las regiones de mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y ha sido reconocida mundialmente como una de las más afectadas por dicha problemática (Ordaz *et al.* 2010 y GWP 2011). Cambios en el clima, como el aumento de temperatura, está teniendo efectos negativos sobre algunos cultivos, minimizando su rendimiento (Ordaz *et al.* 2010).

En el Pacífico Norte de Costa Rica, los eventos de sequía y la variabilidad climática afectan la producción agropecuaria e hídrica. La sequía se genera a raíz de niveles de precipitación inferiores a lo esperado o a lo normal y que, cuando se prolonga, hace que las precipitaciones no sean suficientes para satisfacer las demandas de la sociedad y del medio ambiente. La sequía es un componente normal y se considera un fenómeno regional del clima, aunque su extensión geográfica y su gravedad varían a escala estacional o anual, según el régimen climático (WMO 2006). Es un peligro natural de aparición lenta, por lo que determinar cuándo inicia o finaliza es difícil. Sus efectos tienen repercusiones en gran cantidad de personas en diferentes regiones (Villagrán de León *et al.* 2013).

Respecto a variabilidad climática, se refiere a desviaciones temporales o espaciales de variables del clima con respecto a los promedios en periodos determinados (Amador *et al.* 2009), lo que puede provocar, por ejemplo, una reducción de las precipitaciones que pueden afectar la seguridad hídrica.

Para el año 2013, en el Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, declaró:

En el último cuarto de siglo, ha aumentado la propensión a la sequía en el mundo y se prevé que, como consecuencia del cambio climático, las sequías afectarán a más zonas y serán más intensas y frecuentes. Los efectos a largo plazo de la sequía prolongada en los ecosistemas son profundos y aceleran la degradación del suelo y la desertificación, lo que, entre otras consecuencias, conlleva el empobrecimiento y el riesgo de que se produzcan conflictos locales por el control de los recursos hídricos y las tierras productivas.

Un factor que se debe tener en cuenta en la sequía, por su influencia en la misma, es el fenómeno del Niño/Oscilación del Sur (ENOS) (WMO 2014). En Costa Rica durante los años 1997-1998, el 58% de las pérdidas y daños económicos provocados por ENOS, se reportaron en el sector agrícola (IICA 2016). Durante los años 2014 y 2015, el fenómeno ENOS tuvo efecto en la duración del veranillo de San Juan, donde diversas fuentes coincidieron con que El Niño fue el responsable directo de severas sequías en la Región Chorotega de Costa Rica (GWP 2016).

En octubre del 2014 el Gobierno de la República de Costa Rica declaró emergencia nacional por sequía en la provincia de Guanacaste, además de cinco cantones de la provincia de Puntarenas y tres cantones de la provincia de Alajuela, mediante Decreto 38642-MP-MAG (Decreto Ejecutivo 38642 MP-MAG 2014).

## 2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los efectos de la sequía pueden acumularse lentamente en el tiempo y demorar años después de finalizado el evento. Tradicionalmente, el enfoque de la sequía ha sido reactivo (Wilhite 2000, 2001), dependiendo de la gestión de crisis en el momento de la emergencia, cuando idealmente se debería trabajar con un enfoque de gestión del riesgo, que permita por ejemplo, planificar, preparar, generar capacidades y estrategias de mitigación y adaptación a eventos de sequía. Planificación que debe considerarse a corto, mediano y largo plazo (De Loë *et al.* 2001).

En Hojancha, hace más de 30 años, se vienen presentando problemas de sequía<sup>1</sup> generados en parte por el cambio de uso de la tierra de bosques a actividades agrícolas y ganadería extensiva (García y Méndez 2015), sin ningún control, y que llegaron a cubrir el 86% del territorio a inicio de los setenta<sup>2</sup>.

Una época crítica para Hojancha, se vivió entre el año 1990 y 1992, cuando el Río Nosara, la principal fuente de abastecimiento de agua para el cantón, se secó en la comunidad de Pilangosta, situación que dio origen a una iniciativa de parte de dos vecinos del cantón, donde plantearon la idea de crear una organización que se encargará de la compra de tierras degradadas en la cuenca superior del Río Nosara, con el objetivo de iniciar su restauración y con ello, producir y proteger el recurso hídrico (García y Méndez 2015).

Más recientemente, durante los años 2014 y 2015, el fenómeno ENOS afectó Costa Rica, ocasionó disminución de precipitaciones en el Pacífico Norte, afectando sectores como el agropecuario. A nivel nacional, el Plan General de la Emergencia contabilizó pérdidas económicas durante el año 2014, por un monto de diecinueve mil doscientos cuarenta y un millones doscientos setenta y tres mil colones, donde más del 80% corresponden a la provincia de Guanacaste (Brenes 2015, 2016).

En Hojancha, la oficina regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), reportó pérdidas para cinco actividades del sector agropecuario por más de trescientos treinta millones de colones.

---

<sup>1</sup> Méndez, JB. 3 abr 2017. Sequía en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica (entrevista), Hojancha, Costa Rica, MAG.

<sup>2</sup> Rodríguez, E. 6 mar. 2017. Gestión ante eventos de sequía en el cantón de Hojancha (entrevista), Hojancha, Costa Rica, MINAE.

**Cuadro 1.** Pérdidas provocadas por sequía en Hojanca para el año 2014.

<b>Actividad</b>	<b>Área afectada (ha)</b>	<b>Productores afectados</b>	<b>Pérdida estimada (¢)</b>
Granos básicos	56.8	98	187,240,000.00
Caña de azúcar	1.5	2	1,950,000.00
Ganadería	5000	150	50,000,000.00
Viveros Forestales	460 mil árboles	6	45,220,000.00
Café	300	63	46,000,000.00
Total	5358,3 ha y 460 mil árboles	319	330,410,000.00

A finales del mismo año, el Gobierno de la República de Costa Rica, con base en la información científico-técnica del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) referente a la temporada lluviosa del año 2014 y las proyecciones en la modelación científica para el primer trimestre del 2015, declaran emergencia nacional la situación generada por la sequía que afectó la provincia de Guanacaste y algunos cantones de Puntarenas y Alajuela (Decreto Ejecutivo 38642-MP-MAG 2014).

Con la firma de declaratoria y con la intención de reducir el impacto de la sequía en el sector agropecuario, el Estado costarricense invirtió un monto de ¢56 794,878.6 en insumos y materiales para los productores agropecuarios de Hojanca, esto sin contabilizar el costo de transporte y la planilla del personal necesario, público y privado, que atendió la emergencia.

Al panorama descrito anteriormente sobre los problemas que han generado los eventos de sequía en Hojanca, se le debe agregar dos elementos; primero, las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), basadas en modelos climáticos y escenarios futuros, estiman aumentos de temperatura y disminución de precipitación para el Pacífico Norte de Costa Rica (IPCC 2014), lo que podría generar sequías más intensas, déficit del recurso hídrico y diversos problemas asociados; y segundo, en el caso particular de Hojanca, se debe tener presente que la Cuenca Potrero–Caimital suministra agua para el cantón de Nicoya y alrededor del 50% de la población Hojancheña, lo que podría ser un tema que genere conflictos en el futuro por el posible déficit del recurso hídrico, como ya sucede en otras zonas de Guanacaste, donde se han reportado 65 conflictos formales de agua durante un periodo reciente de 10 años (Ramírez 2007).

El agua es escasa y probablemente lo será mucho más en el futuro próximo (Anderson *et al.* 2008), por lo que se torna importante identificar las prácticas, estrategias y tecnologías de adaptación ante la sequía y su efectividad, además de elaborar un plan de gestión para enfrentar la sequía, que permita planificar, preparar, generar capacidades para la adaptación, predicción y alerta temprana de eventos de sequía. Esto además de reducir la vulnerabilidad de sectores como el agropecuario e hídrico, que dependen del agua para el desarrollo de sus actividades, resulta más económico que atender la sequía en el momento de la emergencia y reduce problemas económicos, sociales, políticos y ambientales.

Es difícil evitar la sequía, pero sí se puede mitigar sus efectos. El precio de estar preparados es mínimo en comparación con el costo del socorro de emergencia. Así pues, en vez de concentrarnos en gestionar las crisis, demos prioridad a prepararnos para las sequías y aumentar la resiliencia (ONU 2013).

### **3. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Objetivo General**

Analizar la situación actual de la gestión integral de la sequía en los sectores agropecuario e hídrico en el Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar la efectividad de las estrategias de adaptación a la sequía en los sectores Agropecuario e Hídrico en el Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.
- Elaborar plan de gestión para la adaptación a la sequía de los sectores Agropecuario e Hídrico en el Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

#### **3.3. Preguntas Orientadoras**

Dado que Hojancha ha enfrentado períodos o eventos de sequía, los cuales han provocado pérdidas económicas y reducción en la disponibilidad de agua, y que además la variabilidad climática provoca que estos eventos sean cada vez más comunes e intensos, esta tesis plantea las siguientes preguntas: ¿Cuáles sectores se han visto afectados por la sequía? ¿Qué prácticas, estrategias, tecnologías y criterios han implementado para enfrentar la sequía? ¿Los sectores agropecuario e hídrico del cantón conocen sobre escenarios futuros del clima y la existencia o no de planes de gestión para enfrentar sequía?

### **4. REVISIÓN LITERATURA**

#### **4.1. Cambio climático**

Por cambio climático se entiende un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables (ONU 1992). Es una amenaza sin precedentes a los habitantes de los países en desarrollo, quienes luchan por mantener su sustento y conservar su alimentación. Debe ser reconocido como un problema de gestión de riesgo, en donde éste, es el resultado de combinar la amenaza (o peligro), la exposición y la vulnerabilidad a dicha amenaza (IPCC 2014).

El cambio climático es inequívoco y desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado (IPCC 2014).

La Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA), ha declarado el 2016 como el año con la temperatura promedio mundial más alta desde que se iniciaron los registros en 1880. Cabe destacar que desde inicio del siglo XXI, el récord mundial de la temperatura se ha roto cinco veces (2005, 2010, 2014, 2015 y 2016), los últimos tres años de manera consecutiva (NOAA 2017).

## **4.2. Sequía**

En términos generales, la sequía es una “ausencia prolongada o insuficiencia acentuada de precipitación”, o bien una “insuficiencia que origina escasez de agua para alguna actividad o grupo de personas”, o también “un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas y suficientemente prolongado, para que la ausencia de precipitación ocasione un importante desequilibrio hidrológico” (Heim 2002). Es uno de los desastres naturales de mayor complejidad y que perjudica a más personas en el mundo, afecta directamente la producción, el abastecimiento de agua para consumo humano, el desplazamiento de poblaciones e incluso, puede causar hambrunas y muerte. Además, las consecuencias de este evento pueden prevalecer por varios años, con efectos negativos en el desarrollo (Meza *et al.* 2010). Para el 2025, se prevé que 1800 millones de personas sufran por escasez de agua y dos tercios de la población mundial experimenten condiciones de estrés hídrico (FAO 2013).

La Organización Meteorológica Mundial (WMO 2006) clasifica y define los tipos de sequía de la siguiente manera:

### **4.2.1. Sequía Meteorológica**

Se define a partir de un umbral de déficit de precipitación que se alcanza durante un período de tiempo previamente determinado.

### **4.2.2. Sequía Agrícola**

Se define en términos de disponibilidad de agua en los suelos para el sostenimiento de los cultivos y para el crecimiento de las especies forrajeras.

### **4.2.3. Sequía Hidrológica**

Desviación de las pautas de flujo de agua en la superficie y en el subsuelo, tomando como referencia valores promediados en distintas fechas cronológicas.

#### **4.2.4. Sequía Socioeconómica**

Refleja la relación entre la oferta y la demanda de mercancías básicas, como lo son el agua, los piensos o la energía hidroeléctrica, que dependen de las precipitaciones.

#### **4.3. El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)**

El fenómeno ENOS es un patrón climático periódico que implica cambios en la temperatura de las aguas en las partes central y oriental del Pacífico tropical. Las aguas superficiales de una gran franja del Océano Pacífico Tropical se calientan o enfrían entre 1 y 3 °C en relación con la temperatura normal. Este patrón oscilante de calentamiento y enfriamiento afecta directamente la distribución de las precipitaciones en las zonas tropicales y puede ejercer una fuerte influencia sobre el clima en otras partes del mundo, lo que perjudica de un modo directo los sistemas de producción agropecuarios y pesqueros (IICA 2016). Para el Pacífico Norte de Costa Rica, el fenómeno ENOS se relaciona, en cierto grado, con disminución de precipitaciones y eventos de sequía en algunas regiones de Costa Rica, como lo es Guanacaste (Alfaro *et al.* 1996).

En Costa Rica durante el período 2014-2015 se presentó el último evento del Niño, siendo éste, uno de los tres eventos más intensos desde 1950, según la percepción de los productores agropecuarios. En el 2014, el Estado de Costa Rica decreta estado de emergencia la situación generada por la sequía en algunos cantones y la CNE destinó cinco mil millones de colones (₡5 000,000,000.00) para abastecer de agua, proteger la salud humana y animal de 12 500 productores agropecuarios y pesqueros (Brenes 2016).

#### **4.4. Riesgo**

De acuerdo con Merz y Thielen (2004), riesgo es la probabilidad de sufrir daños o pérdidas derivadas de efectos adversos en los procesos naturales, tecnológicos o industriales. La Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488 de Costa Rica, define riesgo como la probabilidad de que se presenten pérdidas, daños o consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un periodo definido. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. También se puede definir como un producto de la exposición a un fenómeno y de la vulnerabilidad social (WMO 2006).

#### **4.5. Gestión del riesgo de sequía**

La Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488 (2006), la define textualmente:

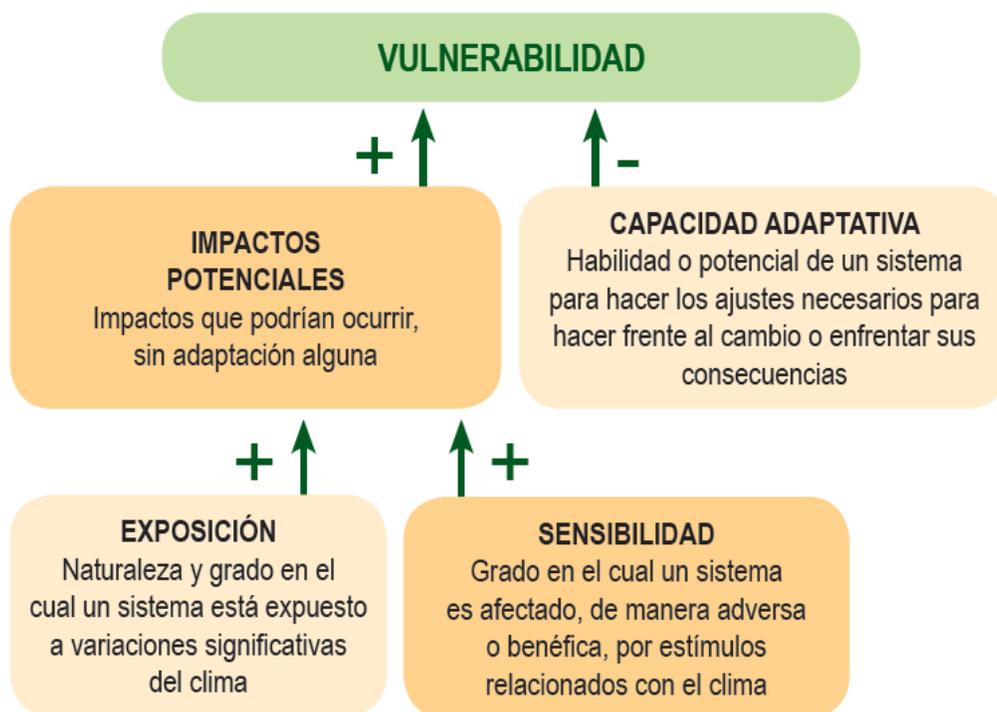
“proceso mediante el cual se revierten las condiciones de vulnerabilidad de la población, los asentamientos humanos, la infraestructura, así como las líneas vitales, las actividades productivas de bienes y servicios y el ambiente. Es un modelo sostenible y preventivo, al que incorporan criterios efectivos de prevención y mitigación de desastres dentro de la planificación territorial,

sectorial y socioeconómica, así como a la preparación, atención y recuperación ante las emergencias”.

La gestión del riesgo tiene como objetivo aumentar las capacidades de la sociedad para enfrentar la sequía según sea el tipo, sus afectaciones y reducir la dependencia de ayudas estatales o agentes externos de un sitio en particular. Dos elementos importantes en los procesos de gestión del riesgo de sequía son la vigilancia y alerta temprana (WMO 2006).

#### 4.6. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez de los cambios del clima a que esté expuesto un sistema, de su sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación (IPCC 2007). En Costa Rica, vulnerabilidad se define como la condición intrínseca de ser impactado por un suceso a causa de un conjunto de condiciones y procesos físicos, sociales, económicos y ambientales. Se determina por el grado de exposición y fragilidad de los elementos susceptibles de ser afectados, la población, sus haberes, las actividades de bienes y servicios, el ambiente y la limitación de su capacidad para recuperarse (Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488, 2006).



**Figura 1.** Factores de la vulnerabilidad al cambio climático.

**Fuente:** Locatelli, 2011.

Engle (2011) indica que es común que en estudios de vulnerabilidad se minimice el papel de la capacidad de adaptación, desviándola a la aplicación de políticas, apartando los componentes y procesos del sistema como la adaptación, el aprendizaje y las escalas múltiples.

Para reducir la vulnerabilidad, dentro del proceso de planificación de sequía, se deben identificar los impactos más significativos y evaluar sus causas subyacentes. Para ello es necesario establecer un comité para la evaluación de riesgos de aquellos sectores más vulnerables e identificar medidas de mitigación para enfrentar los riesgos (Sivakumar y Wilhite 2002).

#### **4.7. Estado de Emergencia**

La Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488 (2006), define Estado de Emergencia de la siguiente manera: “Declaración del Poder Ejecutivo, vía decreto ejecutivo, con fundamento en un estado de necesidad y urgencia, ocasionado por circunstancias de guerra, conmoción interna y calamidad pública. Esta declaratoria permite gestionar, por la vía de excepción, las acciones y la asignación de los recursos necesarios de manera ágil para atender la emergencia.

En el caso de declaratoria de Estado de Emergencia por sequía, permite la elaboración de planes de emergencia, asignar y enviar recurso humano y suministros entre otros, además de tomar todas las acciones necesarias para enfrentar la emergencia de manera inmediata.

#### **4.8. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)**

La Asociación Mundial para el Agua (GWP) define GIRH como un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada de los recursos hídricos, la tierra y los recursos asociados, con el objetivo de maximizar equitativamente el bienestar económico y social resultante y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas esenciales (GWP 2014).

La gestión de los recursos hídricos abarca el conjunto de prácticas que realizan las personas y las empresas privadas en los territorios de su propiedad o alquiler, así como las que realizan las entidades con responsabilidad pública, incluyendo las organizaciones de usuarios y las entidades del Estado, para la adecuada conservación y funcionamiento de los recursos hídricos. La gestión incluye todas las acciones que permiten el uso racional del agua, su ahorro y la preservación de su calidad (IICA 2015).

#### **4.9. Planificación estratégica**

La planificación estratégica es un instrumento participativo dentro de un proceso de desarrollo de comunidades que facilita la toma de decisiones (Imbach et al. 2006). Además, la planificación identifica entre otras cosas: estrategias, prioridades, actores y capital necesario para cumplir con los objetivos deseados. También permite hacer uso eficiente de los recursos, del tiempo y fortalecer el trabajo en equipo (Quintela y Phillips 2011).

## 5. PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De acuerdo con la percepción del 85% de los productores agropecuarios y el 94% de los representantes de los acueductos comunales, la sequía ha provocado reducción de los niveles de agua de las fuentes de abastecimiento, impactando negativamente las actividades que desarrollan, ya que disminuyen la producción agropecuaria y según el 64% de los productores, aumenta los costos de producción. Para el sector hídrico, la sequía ha provocado desabastecimiento de agua en comunidades como Pita Rayada, según la percepción del representante del acueducto.

Como medidas y estrategias de adaptación a la sequía, los productores agropecuarios han realizado esfuerzos para proteger las fuentes de agua (nacientes) ubicadas en sus fincas, establecer pastos mejorados y bancos forrajeros, construir o mejorar las condiciones de infraestructura para alimentar el ganado y el uso o construcción de infraestructuras para la cosecha y almacenamiento de agua durante la época lluviosa para usarla durante períodos de sequía. En el caso de los acueductos comunales, se han realizado actividades de protección de fuentes de agua, han implementado el uso de medidores para determinar el volumen de agua consumido por cada familia y el monto a pagar, brindan mantenimiento de infraestructura y tuberías para evitar fugas y desperdicio del agua.

Con respecto al SPI, los resultados indican que el distrito central de Hojanca presenta menor precipitación, seguida por Huacas, Puerto Carrillo y Monte Romo. Además, el SPI, ni ninguna otra métrica de monitoreo de la sequía, son utilizados en el cantón de Hojanca como criterios para determinar las zonas del cantón donde se debe fortalecer las actividades de gestión para enfrentar eventos de sequía.

Los escenarios de precipitación para Hojanca en el período 2061-2080, muestran variaciones que van de entre -22.8 y 12% para RCP 4.5; y entre -37.6 y 305% para RCP 8.5. En el caso de la temperatura, se prevén aumentos entre 0.23 y 1.7°C para RCP 4.5 y entre 1.03 y 3.01°C para RCP 8.5. Las variaciones que muestran estos escenarios demandan atención ya que, los sectores agropecuario e hídrico dependen de dichas variables climáticas para el desarrollo y éxito de sus actividades.

Luego de las visitas realizadas tanto a productores agropecuarios como a acueductos comunales y realizados el análisis de la información, se concluye que la gestión del sector agropecuario para enfrentar eventos de sequía ha sido oportuna y aceptable. Sin embargo, no se puede calificar de manera excelente, ya que en el último evento de sequía registrado el período 2014-2015, el Estado tuvo que invertir recursos económicos, materiales y humanos para disminuir los impactos de la sequía. Además, se concluye que es necesario elaborar e implementar un plan de gestión que permita generar capacidades y condiciones que permitan disminuir la vulnerabilidad ante la sequía.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, E; Cherrington, E; Flores, A; Pérez, J; Carrillo, R; Sempris, E. 2008. "Potential Impacts of Climate Change on Biodiversity in Central America, Mexico, and the Dominican Republic." CATHALAC / USAID. Panama City, Panama. 105 pp.
- Alfaro, E; Amador, J. 1996. El Niño-Oscilación del Sur y algunas series de temperatura máxima y brillo solar en Costa Rica. *Tópicos meteorológicos y oceanográficos* 31:19-26.
- Amador, J; Alfaro, E. 2009. Métodos de reducción de escala: aplicaciones al tiempo, clima, variabilidad climática y cambio climático. *Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica* 11:039-52.
- Brenes, A. 2015. Estado de la Nación. Informe final: Gestión del riesgo y vulnerabilidad. San José, Costa Rica. 48 p. Vigésimo primer informe.
- Brenes, A. 2016. Estado de la Nación. Informe final: Gestión del riesgo y vulnerabilidad en Costa Rica. San José, Costa Rica. 34 p. Vigésimo segundo informe.
- De Loë, R; Kreutzwiser, R; Moraru, L. 2001. Adaptation options for the near term: climate change and the Canadian water sector. *Global Environmental Change* 113:231-245.
- Decreto N° 38642-MP-MAG, 2014. Declara estado de emergencia la situación generada por la sequía que afecta cantones de provincia de Guanacaste, cantones de Aguirre, Garabito, Montes de Oro, Esparza y Cantón Central de provincia de Puntarenas, y cantones de Orotina, San Mateo y Atenas. *Diario Oficial La Gaceta*. Costa Rica. 10 oct.
- Engle, NL. 2011. Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change* 212:647-656.
- FAO. 2013. Access to clean water is one of the most fundamental human rights. Worldwide, more than one in six people still do not have access to safe drinking water and Approximately 80 percent of the global population live in areas where water resources are insecure. *Forests and Water International Momentum and Action*. Italy. 84p.
- García, J; Méndez. M. 2015. Zona Protectora Monte Alto. Una experiencia de manejo participativo Fundación Pro Reserva Forestal Monte Alto-SINAC/ACT. 33 p.
- GWP (Global Water Partnership). 2011. Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada Costa Rica. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 143 p.
- GWP (Global Water Partnership). 2014. Gestión Integral del Recurso Hídrico: Experiencias compartidas en Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala y Nicaragua. 168 p.
- GWP (Global Water Partnership). 2016. Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Costa Rica. Tegucigalpa, Honduras. 40 p.
- Heim, R. 2002: A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 83, págs. 1149-1165.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. Innovation and Water Management for Sustainable Development in Agriculture. San José, Costa Rica, 104 p.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. Boletín técnico El fenómeno de “El Niño” en la agricultura de las Américas.
- Imbrach, A; Gutiérrez, I; Bartol, P; Molina, L. 2006. Plan de Gestión de la Cuenca del Rio Coapa, Chiapas, México. Geolatina. Costa Rica. 75p.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Ginebra, CH, IPCC. 104 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). 2014. Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad. (AR5). Ginebra, Suiza.
- Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N° 8488. Art. 4. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 11 enero 2006.
- Locatelli, B. 2011. Synergies between adaptation and mitigation in a nutshell. Bogor, ID, CIFOR. 4 p
- Merz, B; Thielen, A. 2004. Flood Risk Analysis: Concepts and challenges. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 56 (3-4): 27-34.
- Meza, L; Corso, S; Soza, S; Hammarskjöld, AD; de Estudios, O; Agrarias-ODEPA, P. 2010. Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 114 p.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2017. 2016 marks three consecutive years of record warmth for the globe. Consultado 15 dic. 2016. Disponible en <http://www.noaa.gov/stories/2016-marks-three-consecutive-years-of-record-warmth-for-globe>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Art.1. 9 mayo 1992.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2013. Mensaje del Secretario General en el Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Consultado 20 nov. 2017. Disponible en <http://www.un.org/es/events/desertificationday/2013/sgmessage.shtml>
- Ordaz, JL; Ramírez, D; Mora, J; Acosta, A; Serna, B. 2010. Costa Rica: Efectos del Cambio Climático Sobre la Agricultura. México, D.F.: CEPAL. 72 p.
- Quintela, C; Phillips, S. 2011. Planificación Estratégica para los Fondos Ambientales: Proyecto de Capacitación de RedLAC para Fondos Ambientales. RedLAC. Rio de Janeiro, Brazil. 47p.
- Ramírez, A. 2007. Conflictos Socioambientales y Recursos Hídricos en Guanacaste; una descripción desde el cambio en el estilo de desarrollo (1997-2006). Anuario de estudios centroamericanos: 359-385 p.
- Sivakumar, M; Wilhite, D. 2002. Drought preparedness and drought management. Drought mitigation and prevention of land desertification (Proc. Intern. Conf., Bled, Slovenia), UNESCO and Slov. Nat. Com. ICID, Ljubljana, CD-ROM, paper 2:

- Villagrán de León, JC; Pruessner, I; Breedlove, H. 2013. Alert and warning frameworks in the context of early warning systems. Germany, UNU-EHS. 90 p.
- Wilhite, D. 2000. "Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions". University of Nebraska – Lincoln. Drought Mitigation Center Faculty. Publications 69. 22 p.
- Wilhite, D. 2001. Moving beyond crisis management. In, University of Tennessee, Energy, Environment and Resources Center. p. 28.
- WMO (World Meteorological Organization). 2006. Drought monitoring and early warning: concepts, progress and future challenges. WMO-No. 1006. 24 p.
- WMO (World Meteorological Organization). 2014. El Niño/Southern Oscillation WMO-No. 1145. 8p.

## **ARTÍCULO I. Análisis de las estrategias, prácticas y tecnológicas implementadas en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica, como herramientas para enfrentar eventos de sequía en el sector agropecuario e hídrico.**

### **RESUMEN**

Las sequías son cada vez más comunes y de mayor intensidad, lo cual afecta las actividades del ser humano. La implementación de métodos para reducir la vulnerabilidad ante la sequía es de utilidad y es por ello, que el objetivo de esta investigación es identificar prácticas, estrategias y tecnologías implementadas en el sector agropecuario e hídrico del cantón de Hojanca y su efectividad para enfrentar la sequía según la percepción de productores agropecuarios y representantes de los acueductos comunales.

Para el sector agropecuario, la disminución en la disponibilidad de agua o sequía, provocó entre otros efectos, la reducción en la producción dentro de sus actividades, impactando directamente la economía de las familias. Para enfrentar dicha problemática, han desarrollado una propuesta tecnológica que incorpora actividades como la protección de fuentes de agua, la siembra de pastos mejorados y de corta, el acondicionamiento de infraestructura de alimentación de animales y el uso de suplementos alimenticios, los cuales les ha permitido mantener sus actividades productivas en períodos de sequía. En los acueductos comunales, la reducción de precipitaciones y los eventos de sequía ha provocado disminución de la oferta del recurso hídrico, sin embargo, han realizado esfuerzos para fortalecer la protección de sus fuentes de agua.

Además, el uso de medidores ha incentivado en la población a reducir el consumo de agua, esto según los representantes de los acueductos. También se obtuvo el Índice Normalizado de Precipitación (SPI) para cada distrito, con el cual se identificaron los distritos de Hojanca y Monte Romo como el de menor y mayor precipitación respectivamente, y con ello, se constató que en Hojanca no se utilizan este u otro tipo de herramientas técnicas y científicas, como criterios para determinar el tipo de estrategias a desarrollar y la ubicación de las mismas dentro del cantón, con el fin de enfrentar eventos de sequía.

**Palabras clave:** Sequía, vulnerabilidad, gestión, adaptación, agropecuario, hídrico, SPI.

## **ABSTRACT**

Droughts are increasingly common and of greater intensity, which affects the activities of the human being. The implementation of methods to reduce vulnerability to drought is useful and it is for this reason that the objective of this research is to identify practices, strategies and technologies implemented in the agricultural and water sector of the county of Hojanca and its effectiveness to face the drought according to the perception of agricultural producers and representatives of the communal aqueducts.

For the agricultural sector, the decrease in water availability or drought, was responsible for, among other effects, the reduction in production within its activities, directly impacting the families' economy. To face this problem, they've developed a technological proposal that incorporates activities such as the protection of water sources, the planting of improved pastures and mowing of said pastures, the conditioning of animal feeding infrastructure and the use of food supplements, which have allowed them to maintain their productive activities in periods of drought. In the communal aqueducts, the reduction of rainfall and droughts have caused a decrease in the supply of water resources, however, efforts have been made to strengthen the protection of their water sources.

In addition, the use of meters has encouraged the population to reduce water consumption, according to the representatives of the aqueducts. The Standardized Precipitation Index (SPI) for each district was also obtained, with which the districts of Hojanca and Monte Romo were identified as the lowest and highest rainfall respectively, and with this, it was found that in Hojanca this is not used, nor were types of technical and scientific tools, such as criteria to determine the type of strategies to be developed at their location within the canton, in order to deal with droughts.

**Keywords:** Drought, vulnerability, management, adaptation, agricultural, water, SPI.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sequía es un evento climático complejo y una de las amenazas naturales más importantes para la disponibilidad y calidad del agua (Salem y Smith 2008), afectando la producción agropecuaria y las actividades diarias de las personas. Sus efectos se pueden acumular en el tiempo y tardar años luego de finalizado el evento (Wilhite 2000). Posiblemente por su complejidad, este problema normalmente se atiende ejecutando acciones en el momento del evento o la crisis, como lo menciona Wilhite (2001), lo que genera mayores costos (ONU 2013). La FAO (2013) estima que en menos de diez años, 1800 millones de personas sufrirán por escasez de agua en el mundo.

En Hojancha han sido varios los períodos que han generado eventos de sequía con afectaciones importantes. A inicio de los noventa, por ejemplo, su principal fuente de abastecimiento de agua (Río Nosara) se secó en algunos tramos (García y Méndez 2015) y para el período 2014-2015, solo el sector agropecuario reportó pérdidas por más de trescientos treinta millones de colones, provocando que además el Estado invirtiera más de cincuenta y seis millones de colones en insumos y materiales para atender la emergencia.

Debido a los efectos que ha generado la sequía a través del tiempo en el sector agropecuario, la Agencia de Servicios Agropecuarios del MAG en Hojancha, junto con la Cámara de Ganaderos, el Centro Agrícola Cantonal (CACH), la Cooperativa de caficultores y más recientemente UNAFOR Chorotega, han acompañado a los productores en la gestión e implementación de prácticas, estrategias y tecnologías de adaptación a la sequía. En el caso de los acueductos comunales, se han implementado estrategias para asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para la población, sin embargo, han sido esfuerzos sin coordinación con el resto del sector hídrico.

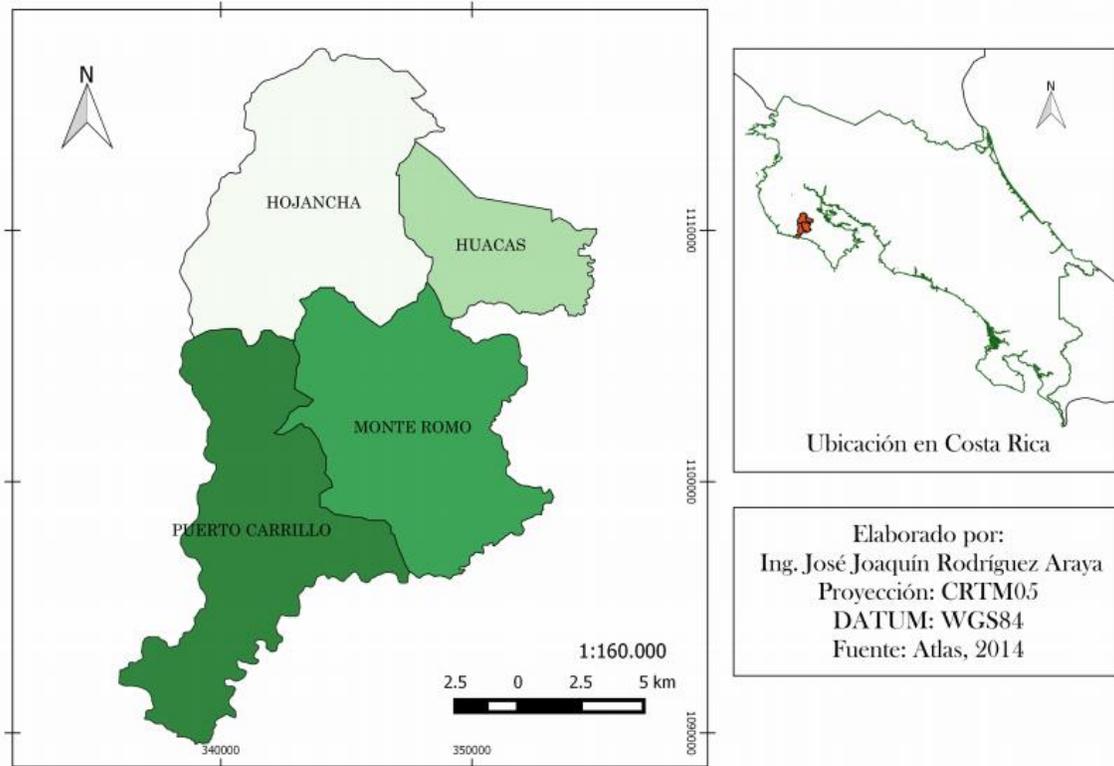
Ante esta situación, el objetivo de esta investigación es analizar la situación actual de la gestión de la sequía en los sectores agropecuario e hídrico del cantón de Hojancha. Este trabajo permite conocer las estrategias implementadas en ambos sectores, así como su utilidad para enfrentar eventos de sequía. Además, para identificar los distritos de Hojancha de menor precipitación y zonas de mayor necesidad hídrica, se obtuvo el Índice Normalizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés). Información importante para la toma de decisiones y el desarrollo de proyectos que permitan enfrentar eventos de sequía.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Área de estudio

Hojancha es el cantón número 11 de la Provincia de Guanacaste, Pacífico Norte de Costa Rica y forma parte del Área de Conservación Tempisque (ACT). Sus coordenadas geográficas están dadas por 09°58'38" latitud Norte y 85°24'39" longitud Oeste (IFAM 2011). El cantón de Hojancha está conformado por los distritos Hojancha, Monte Romo, Huacas y Puerto Carrillo (figura 2). La precipitación promedio anual de 2500 mm y temperaturas que oscilan entre 19.6 y 34°C (Serrano *et al.*

2005), con una época seca bien marcada de noviembre a abril. Limita al este y sur con el cantón de Nandayure y el Océano Pacífico y al oeste y norte con el cantón de Nicoya (Salazar *et al.* 2007). Su extensión es de 26.142 hectáreas (Castro 2016) y una población de 7197 personas (INEC 2011).



**Figura 2.** Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

## 2.2. Recolección y análisis de información

Se realizó una presentación de la investigación ante el Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional (CCCI) de Hojancha. Luego se visitaron las instituciones, organizaciones, fundaciones y entidades presentes en Hojancha y se elaboró un listado de 16 proyectos, programas e iniciativas implementadas en el cantón, los cuales tuvieran como objetivo principal enfrentar la sequía o que se beneficiaran dicho proceso de alguna manera (anexo 1).

Se visitaron 39 productores agropecuarios, con edades entre los 23 y 75 años, un promedio de 52.4 años, 89.7% hombres y 11.3% mujeres. Se seleccionaron todos los productores agropecuarios que estuvieran desarrollando proyectos cuyo objetivo fuese enfrentar eventos de sequía (muestreo no paramétrico por conveniencia). También se visitaron los 17 acueductos comunales del cantón, que brindan el servicio de acceso al agua en algunas comunidades. Se aplicó una encuesta en un tiempo aproximado de 30 minutos. La primera sección consistió en la presentación de la investigación, luego el consentimiento informado por parte del encuestado y datos del mismo. Por último, 15 preguntas para responder a los objetivos de esta investigación (anexo 2), según la percepción de los encuestados.

Con la información recolectada en las visitas, se trabajó estadística básica con Excel sobre las afectaciones generadas por la sequía y las estrategias de adaptación implementadas.

### 2.3. Cálculo del Índice Normalizado de Precipitación (SPI) para la zona de estudio con el producto CHIRPS.

Con el fin de identificar las zonas de menor precipitación en el cantón de Hojanca, se calculó el SPI por distrito. Este índice representa el número de desviaciones estándar en que el valor transformado de la precipitación se desvía del promedio histórico (el cual queda representado por cero) (WMO 2012). Se requiere una serie de datos de al menos 30 años (Hayes *et al.* 1999).

Para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones: (McKee *et al.* 1993)

$$\text{Anomalía} = \frac{\text{Promedio precipitación de cada mes evaluado} - \text{Promedio histórico de precipitación de cada mes evaluado}}{\text{Desviación estándar histórico de cada mes evaluado}}$$

$$\text{SPI} = \frac{\text{Anomalía de cada mes}}{\text{Desviación estándar histórico de cada mes evaluado}}$$

Se usaron datos de precipitación diaria de 1984 al 2014 del Grupo de Datos de Estaciones de Amenazas Climáticas y Precipitación Infrarroja (CHIRPS por sus siglas en inglés), obtenidos desde el sitio oficial de CHIRPS (<http://chg.ucsb.edu/>).

Los valores del SPI y la clasificación se presentan en la siguiente tabla.

**Cuadro 2.** Valores y clasificación de SPI.

Valor de SPI	Clasificación
2,0 y más	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo
-0,99 a 0,99	Normal o aproximadamente normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Severamente seco
-2 y menos	Extremadamente seco

**Fuente:** McKee *et al.* 1993

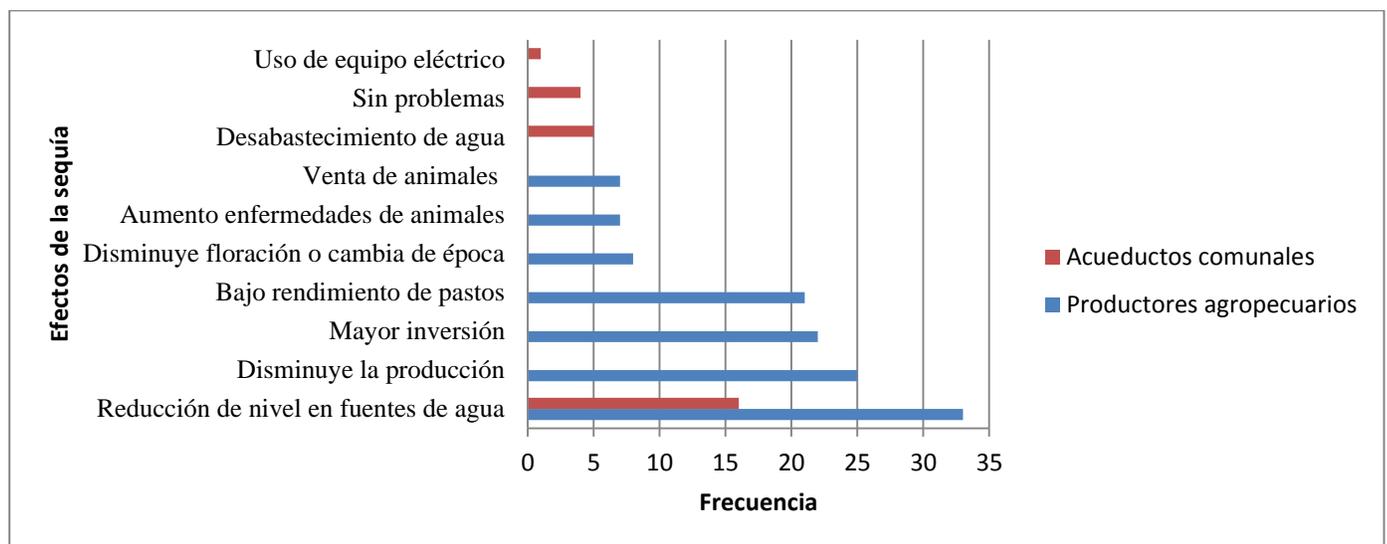
## 2.4. Elaboración de mapas

Se emplearon los programas ArcGIS 10.3 y QGIS 2.16 y capas del Atlas Digital 2014 para delimitar el área de estudio. Para identificar los puntos donde se han desarrollado prácticas e implementado estrategias de adaptación a la sequía, se utilizaron coordenadas geográficas facilitadas por los proyectos, programas e iniciativas desarrolladas en Hojancha y visitas de campo, y se agregó el valor del SPI para cada distrito.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Afectaciones por sequía

De las visitas a los 39 productores agropecuarios y 17 acueductos comunales, y de acuerdo con la percepción de los encuestados, se identificaron las afectaciones provocadas por la sequía en sus actividades.



**Figura 3.** Afectaciones generadas por la sequía a productores agropecuarios y acueductos comunales en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

El 100% de los productores entrevistados desarrolla actividades de ganadería, ya sea como actividad económica principal o complementaria, el 85% de ellos indica que la sequía ha provocado la reducción de los niveles de las fuentes de agua, el 64% han percibido disminución de su producción (leche, carne, agricultura, floración y miel por ejemplo) y un 54% observan menor rendimiento de pastos de pastoreo y de corta. Situación similar viven las comunidades ganaderas de la Costa de Chiapas en México y los productores de leche de Río Blanco y Paiwas en Nicaragua, donde indican que la sequía ha provocado disminución de la oferta de forraje y producción de leche por vaca (Chuncho 2011; Andrade 2012). Sayers *et al.* (2016), también menciona la disminución de la producción de leche y cultivos agrícolas como efectos de la sequía.

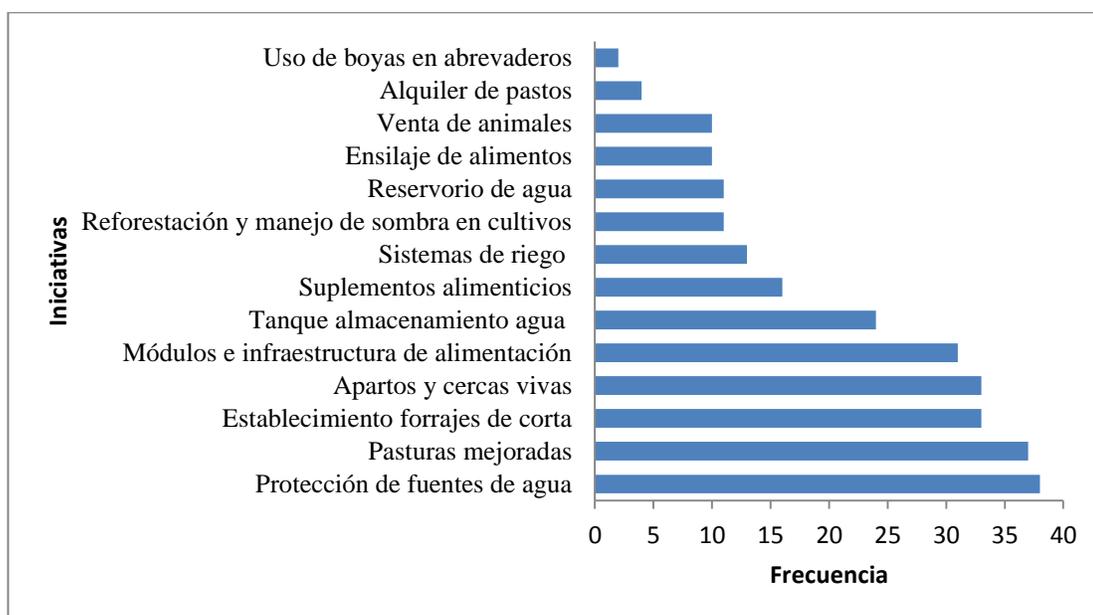
La escasez de precipitaciones o sequía empieza a manifestarse en la reducción de agua en los suelos, provocando disminución en el rendimiento de los pastos o forrajes, su contenido nutricional y la capacidad de carga en los potreros, afectando directamente la salud de los animales. Además, independientemente de la disponibilidad de alimento, la falta de agua afecta directamente en el peso de los animales, su producción y reproducción (WMO 2006; Salem y Smith 2008; Sepúlveda e Ibrahim 2009; Giner *et al.* 2011).

Durante la época seca los ganaderos, habitualmente, utilizan suplementos alimenticios como gallinaza y melaza, sin embargo, cuando han enfrentado eventos de sequía, el 56% de los productores indica que dicha práctica es más recurrente, lo que aumenta los costos de producción. En un porcentaje menor (18%), pero no menos importante, los productores indican un aumento de enfermedades y hasta la muerte de animales. Además, los productores optan por vender parte de su hato dedicado a la producción de carne para enfrentar los meses de época seca con un número menor de animales, resultados similares a las investigaciones de Andrade (2012) y Giner *et al.* (2011).

El 21% de los productores agropecuarios han notado la disminución de floración o cambios de los períodos de aparición en cultivos como café y especies forestales. El cambio climático afecta directamente los patrones de floración de plantas y además, las fuentes de alimentación de los polinizadores como murciélagos y abejas (Villers *et al.* 2009; Conesa *et al.* 2016). En Hojanca, los apicultores, cafetaleros y naranjeros se han visto afectados en la producción de sus actividades según ellos y entre otras cosas, porque la sequía ha afectado la floración de sus cultivos.

Los eventos de sequía provocan disminución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos (Sepúlveda e Ibrahim 2009). En el caso de los acueductos comunales, que brindan el servicio de agua en zonas rurales, el 94% perciben disminución de los niveles de agua de sus fuentes de abastecimiento, pero solamente el 29% han sufrido por desabastecimiento de agua durante la época seca, el 18% ha tenido incrementos en los costos para brindar el servicio ya que deben mantener las bombas de agua encendidas por más tiempo y un 24% de los acueductos dice no tener problemas con la sequía ya que la demanda nunca ha sido mayor que la oferta. Uno de los principales efectos de la sequía es la reducción de los niveles del recurso hídrico y la escasez de agua para uso doméstico (Sayers *et al.* 2016). En la zona de Sixaola ubicada en el Caribe costarricense, la ausencia de lluvia ha provocado reducción del recurso hídrico, provocando que los pozos se queden sin agua (Pinto 2012).

Para hacer frente a los diferentes problemas derivados de la sequía en el sector agropecuario, en Hojanca han desarrollado e implementado una serie de medidas de adaptación que se presentan en la Figura 4.



**Figura 4.** Actividades desarrolladas para enfrentar sequía por el sector agropecuario en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

El 97.4% de los productores indican realizar acciones para proteger las fuentes de agua que tienen dentro de sus fincas, como reforestación, cercado para no permitir el ingreso de animales y con ello, evitar el pisoteo, la contaminación y la erosión, nuevas o mejores captaciones de nacientes, entre otros. En las cuencas hidrográficas de América Central, la protección de fuentes de agua es de las principales estrategias para enfrentar la sequía (Benegas 2006).

El 94.9% ha establecido pastos mejorados, el 84.6% además ha incorporado forrajes de corta, caña de azúcar y han construido más divisiones de sus potreros utilizando cercas vivas. Acompañado a esto, el 79.5% ha construido o mejorado las condiciones de sus módulos e infraestructura de alimentación (ejemplo: corrales, comederos y abrevadero). En zonas de Nicaragua afectadas por la sequía, los ganaderos también han venido implementando medidas de adaptación como bancos forrajeros, pastos mejorados, protección de zonas de recarga, ríos y quebradas, fomento de la reforestación (Chuncho 2011). En Chile se recomienda al sector ganadero la introducción, adopción y reservas de especies forrajeras tolerantes a condiciones de sequía, además de proporcionar suplementos alimenticios agroindustriales y formación de nuevas capacidades en los productores (Meza *et al.* 2010).



**Figura 5.** Ganadería de engorde en unidad productiva con pasto *Brachiaria brizantha* (brizantha) y cerca viva de *Tectona grandis* (teca) en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

El uso de infraestructuras como tanques para el almacenamiento de agua proveniente de pozos y nacientes, se utilizan en 24 de las fincas visitadas (61.5%) y para fortalecer un uso más eficiente del agua, un 33% de los productores ha implementado sistemas de riego como lo recomienda la FAO (Meza *et al.* 2010; Sepúlveda e Ibrahim 2009). La implementación de prácticas de riego es una opción para enfrentar deficiencias de humedad asociadas al cambio climático y reducir el riesgo de pérdidas por sequía (Smit y Skinner 2002). Además, los suplementos alimenticios como melaza y pollinaza son utilizados por 41% de los productores, un 28% realizan actividades de reforestación y el 26% ensilan alimentos durante la época de lluvias y reducen el tamaño del hato para enfrentar la época seca en la zona de estudio.

También empieza a llamar la atención entre productores, la construcción de reservorios artificiales para el almacenamiento de agua de lluvia y nacientes, utilizando una geo membrana para la retención del agua. Un total de 11 reservorios se han construido en diferentes fincas y según los productores, éstos les han permitido desarrollar sus actividades en ganadería y agricultura durante los meses secos.



**Figura 6.** Reservorio de agua para uso agropecuario (agricultura y ganadería) en la comunidad de San Isidro de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

En países con zonas áridas, como India, la captación de agua de lluvia es vital, sin embargo, utilizan tecnología que permite la infiltración de agua en el suelo, generando un efecto regenerador de los acuíferos, lo que constituye un elemento clave en la lucha contra la desertificación y genera empoderamiento para los agricultores más pobres (We Are Water 2018).

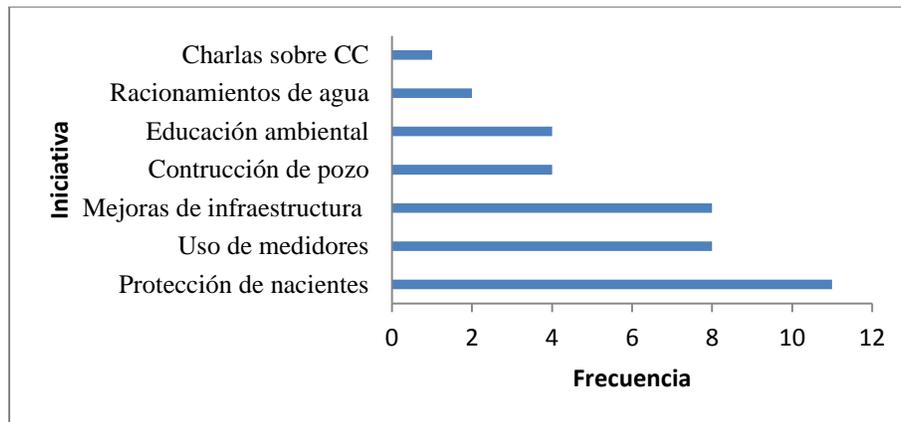
Es importante recalcar que el 100% de los productores indican que cada una de las estrategias desarrolladas en sus unidades productivas, les ha permitido de una u otra manera, enfrentar la sequía y reducir su vulnerabilidad ante la misma.

Las tecnologías para optimizar el uso del agua son primordiales, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, si para 2050 se adoptara tecnología para la captación de aguas, se podría reducir el 12% de la población en riesgo de padecer hambre; otras como riego por aspersión o goteo, reducirán 8.8% y 7.8% respectivamente (FAO 2016).

En Hojancha, los productores agropecuarios visitados hacen referencia en que el MAG, la Cámara de Ganaderos, el CACH y UNAFOR Chorotega, son entidades de las que han recibido apoyo económico, insumos, materiales, capacitaciones y asistencia técnica para implementar estrategias de adaptación y mejorar las condiciones productivas de sus fincas. Un 67% de los productores indica que de no recibir estas ayudas, no tendrían la capacidad económica y en algunos casos, técnica, para realizar las diferentes actividades. El restante 33% dice que si no reciben ayudas, tendrían que vender animales o limitarse en otros aspectos para mejorar las condiciones de sus unidades productivas, pero de manera más pausada. El 71.8% menciona que el MAG ha influenciado para que ellos implementen prácticas y estrategias de adaptación a la sequía y las ayudas recibidas les sirven de motivación para seguir mejorando las condiciones de las fincas para enfrentar eventos de sequía.

En el caso de los acueductos comunales (anexo 3), que brindan servicios de accesibilidad al agua potable, se torna difícil ejecutar acciones o implementar nuevas tecnologías que permitan enfrentar la sequía. La limitante principal es su tamaño, un 64.7% de estas entidades le brinda servicio a menos de

52 abonados o familias, un 23.5% tiene entre 70 y 130 abonados, lo que se considera como pequeño y solamente 11.8% (2 ASADAS) tienen entre 180 y 200 abonados, lo que es un tamaño aceptable que permite a la administración contar con recursos económicos generados por el mismo servicio, para invertir en mantenimiento y mejoras del acueducto. A pesar de esta limitante, los acueductos realizan esfuerzos por implementar una o varias estrategias que les ayude a proteger sus fuentes de agua y hacer un uso más responsable del recurso hídrico.



**Figura 7.** Medidas adoptadas en acueductos del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, para enfrentar problemas de sequía.

Un 64.7% de los acueductos realizan acciones de protección de sus fuentes de agua por recomendación de instituciones y organizaciones del sector agropecuario. El 47.1% ha realizado mejoras en infraestructura y tubería, y ha evaluado de excelente el uso de medidores para cobrar una tarifa de acuerdo al consumo de agua, ya que gracias a ellos se ha reducido el gasto o desperdicio de agua y han evitado tener que hacer racionamientos. El uso de medidores ha sido recomendación de otros acueductos. Se dice que el beneficio más importante del uso de medidores y las tarifas, son el control y reducción del desperdicio y gasto inútil del agua, ya que se incentiva el ahorro, uso eficiente y sostenible del agua (Sánchez y Blanco2012; López 2017).

Otra medida ejecutada por un 23.5% de los acueductos, ha sido las construcción de pozos como fuente de abastecimiento, además de generar conciencia en la población sobre ahorro y protección del agua, sin embargo, no cuentan con un programa de educación ambiental que les facilite mayor acercamiento a la sociedad y un mayor impacto. En dos acueductos (11.8%) tienen que hacer racionamientos de agua en época seca y por último, en un acueducto realizaron una charla sobre cambio climático en el año 2014.

Con respecto a las instituciones u organizaciones que brindan información sobre la sequía, así como asesoría y acompañamiento para enfrentarla, el 84.6% de los productores identifican al MAG, un 46.2% la Cámara de Ganaderos, al CACH lo mencionan un 25.6% de los productores y a UNAFOR un 20.5% a pesar que actualmente desarrolla el proyecto con la totalidad de productores entrevistados.

En los acueductos comunales, el 47% indica un acercamiento del AyA durante el último año para brindarles información, sin embargo, el 35% dice sentirse abandonado por dicha institución y un 29% menciona no recibir información de ninguna entidad.

Al consultarles a los productores agropecuarios y los representantes de los acueductos comunales que necesitan para enfrentar eventos de sequía en sus actividades, se elaboró la siguiente lista.

**Cuadro 3.** Necesidades del sector agropecuario y acueductos comunales para enfrentar sequía.

<b>Frecuencia</b>	<b>Necesidades del sector agropecuario según productores</b>
14	Capacitaciones/acompañamiento/información
12	Asegurar el abastecimiento del agua
12	Financiamiento – Dinero
12	Aumentar el área de pastos de corta
11	Estructuras para el almacenamiento de agua
6	Protección de los recursos naturales
5	Ensilar alimento para la época seca
3	Insumos del MAG
2	Captación de nacientes
1	Concientizar a las personas
1	Estabulación de ganado
1	Reducir el número de animales
1	Nuevas actividades productivas
	<b>Necesidades de los acueductos según sus representantes</b>
9	Financiamiento y recursos para el mantenimiento y mejoras de la infraestructura
8	Nuevas fuentes de abastecimiento de agua
4	Capacitaciones
3	Investigación
2	Ahorro de agua por parte del usuario
1	Reforestación

La respuesta más frecuente de los productores agropecuarios sobre sus necesidades para enfrentar eventos de sequía, fue capacitación, lo que podría estar evidenciando un sector agropecuario con una estructura organizativa liderada por el MAG, fuerte y consolidada, con alto grado de madurez, con claridad de que las ayudas primordiales que deben recibir son capacitaciones, acompañamiento e información que les permitan desarrollar habilidades, prácticas y tecnologías para enfrentar las diferentes condiciones cambiantes del clima. Además, indican aumentar y mejorar las acciones que ya han implementado, lo que demuestra más trabajo y con ello, no depender de las ayudas económicas que eventualmente podría brindar el Estado.

En otras investigaciones, aunque los productores ven necesario capacitarse, las necesidades más importantes que mencionan son la siembra de bancos forrajeros y la protección de fuentes de agua (Chuncho 2011).

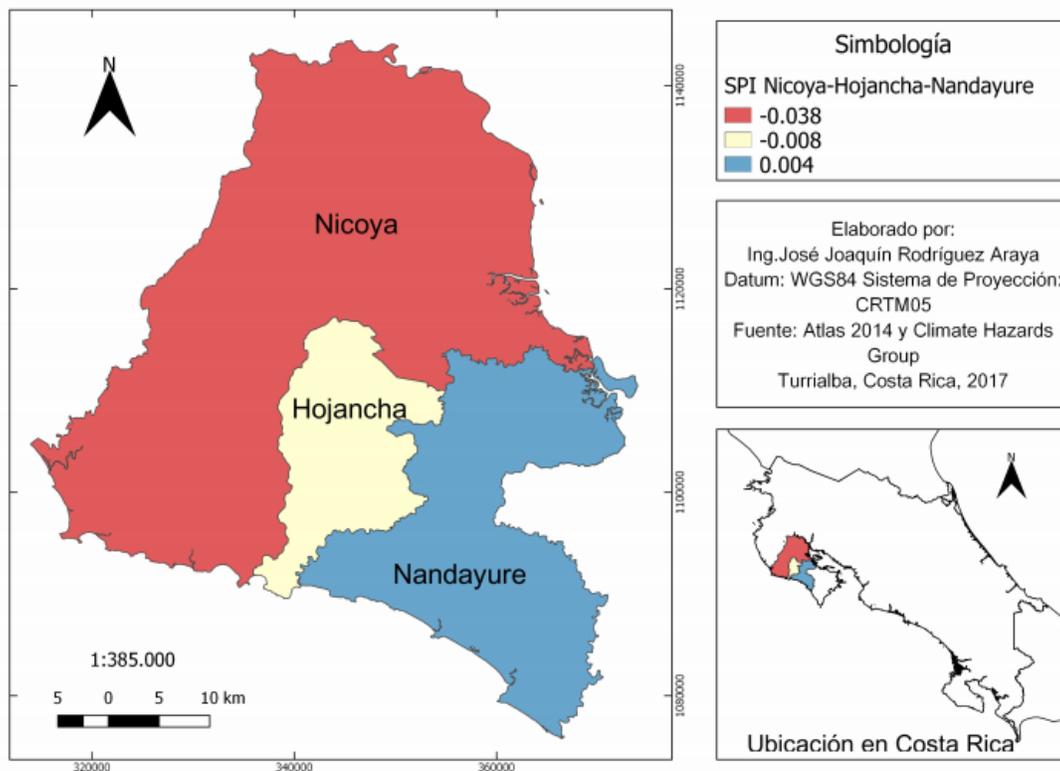
En las ASADAS y Comités de Agua, las realidades son diferentes con respecto al sector agropecuario, ya que los productores reciben apoyo por parte de instituciones como el MAG, que les facilitan capacitaciones, insumos y materiales en algunos casos. Los acueductos aparte de no recibir apoyo del Estado, tienen como limitante su tamaño antes ya explicado. Además han identificado como necesidades la falta de recursos económicos para el mantenimiento y mejoras de infraestructura, nuevas obras, la búsqueda nuevas fuentes de abastecimiento de agua, capacitación en el área administrativa y técnica, investigación y estudios en el tema hídrico y una mayor conciencia de la sociedad en el uso eficiente del agua y la importancia de la reforestación.

En cuanto a escenarios futuros del clima como precipitación y temperatura, y su utilidad para la toma de decisiones sobre estrategias y tecnologías a implementar para enfrentar sequías, los productores agropecuarios y los acueductos comunales de Hojanca, indican no contar con canales de comunicación que les brinde dicha información. Incluso, el 85% y 71% de los productores agropecuarios y acueductos comunales respectivamente, desconocen de los posibles escenarios en el comportamiento del clima futuro, y el porcentaje restante en ambos casos, indican que han escuchado sobre posibles efectos como temporadas secas más fuertes, disminución de lluvias y aumento de temperaturas, sin embargo, desconocen con certeza sobre los escenarios futuros.

Si bien es cierto existe desconocimiento sobre escenarios futuros, Hojanca es reconocido por su alto grado de coordinación interinstitucional y podría ser esto, una oportunidad para utilizar los escenarios como herramienta para mejorar la gestión ante eventos futuros de sequía y así, disminuir la vulnerabilidad de los sectores agropecuario e hídrico ante el cambio climático.

### **Índice de Precipitación Estandarizado (SPI por sus siglas en inglés)**

El cantón de Hojanca forma parte de la Península de Nicoya, se ubica entre los cantones vecinos de Nicoya y Nandayure, y el Océano Pacífico. De acuerdo con el valor de SPI anual, Hojanca es más lluvioso que Nicoya, pero menos que Nandayure, sin embargo, los valores del índice para los tres cantones los coloca en el mismo rango que los clasifica en una condición normal o aproximadamente normal; esto durante el período 1984-2014.



**Figura 8.** Índice de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés) para los de cantones de Hojancha, Nicoya y Nandayure de Guanacaste, Costa Rica. Período 1984-2014.

En la siguiente tabla se puede observar que el comportamiento de las precipitaciones según el SPI es el mismo sin importar si es promedio anual, para la época lluviosa o seca.

**Cuadro 4.** Valores de SPI para los distritos de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

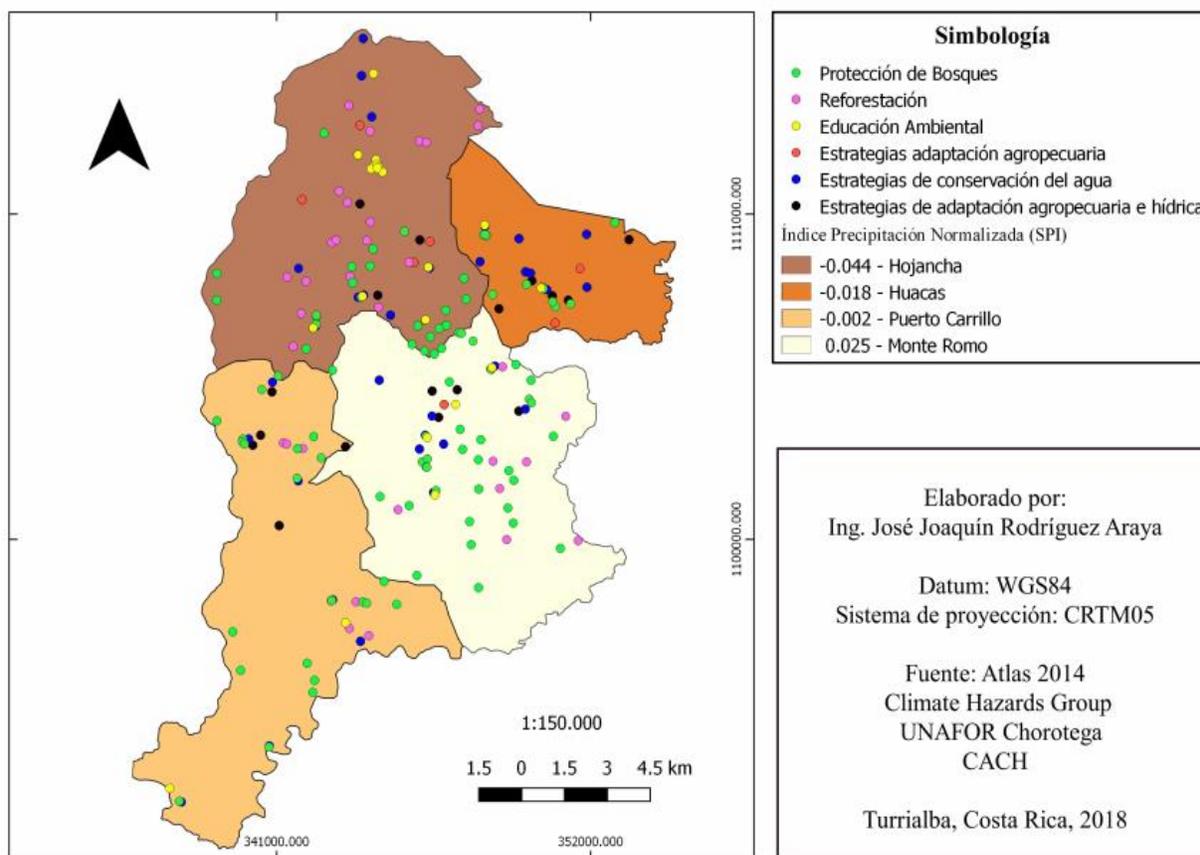
<b>Cantón</b>	<b>Promedio Anual</b>	<b>Mayo - Noviembre</b>	<b>Diciembre – Abril</b>
Nicoya	-0,038	-0,026	-0,054
Hojancha	-0,008	0,010	-0,034
Nandayure	0,004	0,011	-0,006

A escala del cantón de Hojancha, se obtuvieron los valores del SPI el cantón y para cada uno de los distritos, tanto para los 12 meses del año, como para los períodos de mayo a noviembre y de diciembre a abril que corresponden al período de lluvias y época seca respectivamente.

**Cuadro 5.** Valores de SPI para los distritos de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Período 1984-2014.

Área	Promedio		
	Anual	Mayo - Noviembre	Diciembre - Abril
Cantón Hojancha	-0,008	0,010	-0,034
Distrito Monte Romo	0,025	0,033	0,014
Distrito Puerto Carrillo	-0,002	0,03	-0,047
Distrito Huacas	-0,018	-0,01	-0,029
Distrito Hojancha	-0,044	-0,012	-0,088

Un valor mayor del SPI indica más precipitaciones, con lo que se observa en la tabla 5, que el distrito de Monte Romo es el de mayor precipitación y el distrito de Hojancha el más seco, sin importar el período evaluado. Entre los distritos Puerto Carrillo y Huacas, el promedio anual y el período mayo-noviembre, muestra mayores precipitaciones en Puerto Carrillo que en Huacas, pero para los meses de diciembre a abril, el comportamiento de las precipitaciones se invierte entre ambos distritos.



**Figura 9.** Ubicación de prácticas y tecnologías de adaptación para enfrentar la sequía e Índice de Precipitación Anual (SPI por sus siglas en inglés) para los distritos del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, durante el período 1984-2014.

Para el cantón de Hojanca y sus distritos, los valores del índice de precipitación se encuentran en un rango de entre -0.99 y 0.99, lo que es clasificado como condición normal o aproximadamente normal según Mckee y otros (1993). Sin embargo, se debe recalcar que los valores del índice se obtuvieron con una serie de datos diarios de precipitación promedio del año 1984 al 2014, período en el cual se presentaron tres eventos de sequía (1991-1992, 1997-1998 y 2014) considerados por los productores y actores del cantón como fuertes por las afectaciones sufridas e influenciados por el fenómeno ENOS.

Durante las entrevistas a los encargados de cada uno de los proyectos, programas o iniciativas identificadas, se constató que no se utilizaron herramientas como el SPI u otros criterios donde se evaluaran las condiciones climáticas como sequía, precipitación y temperatura, para identificar la ubicación geográfica donde se deberían ejecutar las medidas de adaptación. En la figura 9 se observa y de forma general, que en los 4 distritos se realizan una buena cantidad de actividades o buenas prácticas de adaptación ante la sequía. Más detalladamente, se observa que las actividades de protección de bosque se reparte en 44.4%, 35.2%, 18.5% y 1.9% para Monte Romo, Hojanca, Puerto Carrillo y Huacas, respectivamente. Las actividades de reforestación mencionadas por los productores agropecuarios se concentran en el distrito de Hojanca, con el 57.6%, seguido por Monte Romo con 24.2% y Puerto Carrillo un 18.2%. Estas actividades de reforestación se han realizado principalmente con *Tectona grandis* (teca), especie que por sus requerimientos para su óptimo desarrollo, no son utilizadas en el distrito de Huacas.

En cuanto a las capacitaciones que se brindan sobre educación ambiental, Puerto Carrillo es el menos favorecido con apenas 4.5%, seguido de cerca por Huacas con un 9%, Monte Romo el 22.7% y por último, el 63.6% de las actividades de educación ambiental se realizan en el distrito de Hojanca. Las estrategias implementadas para la adaptación agropecuaria y conservación del agua se dan en similar cantidad para cada distrito.

#### 4. CONCLUSIONES

La gestión ante eventos de sequía para la actividad ganadera ha sido positiva, ya que Hojanca tiene más del 90% del área dedicada a ganadería cubierta por pastos mejorados, el 97.4% de los productores ganaderos protegen las fuentes de agua, el 84.6% ha establecido bancos forrajeros y el 79.5% ha construido o mejorado la infraestructura para alimentar el ganado bovino. Estas acciones entre otras, les ha permitido a los ganaderos mantener sus actividades productivas durante eventos de sequía, sin embargo, la gestión no puede calificarse de excelente, ya que para el último evento de sequía, el Estado costarricense tuvo que brindar ayuda a los productores para reducir sus afectaciones. Las actividades del gobierno deben centrarse en una propuesta de prevención y no de atención.

En el caso de los acueductos comunales, los efectos generados por la sequía y sus limitantes económicas, se concluye que se deben identificar estrategias para fortalecer las ASADAS y Comités de Agua desde la parte administrativa, la gestión de recursos hídricos y las actividades técnicas que

permitan asegurar la oferta de agua a la sociedad en el tiempo. Además, todos los acueductos deben implementar el cobro de acuerdo con el consumo de agua medido, ya que es una estrategia que reduce el consumo y evita el desperdicio del recurso.

Se recomienda determinar la oferta y la demanda de agua del cantón, con el fin de aislar el efecto de demanda sobre la disminución del agua y no atribuir esa disminución a eventos de sequía.

Con respecto al SPI, es una herramienta que puede brindar información útil e importante para identificar las zonas de menor precipitación y con ello, dirigir esfuerzos que permitan generar capacidades de adaptación en dichas zonas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R. 2012. Alternativas de adaptación al riesgo climático en comunidades ganaderas de la Costa de Chiapas, México. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 110 p.
- Benegas, L. 2006. Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 160 p.
- Castro, M. 2016. Fichero Cantonal: Elecciones Municipales 2016. Instituto de Formación y Estudios en Democracia. San José, Costa Rica. 115 p.
- Chuncho, C. 2011. Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 186 p.
- Conesa, A; Brotons, J; Erena, M; Manera, F; Castañer, R; Porras, I. 2016. La floración de pomelo ante el cambio climático. En (En línea). Interempresasmedia. p. 12-20. Disponible en <http://www.interempresas.net/Flipbooks/HC/326/pdf/HC326%20libro.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Access to clean water is one of the most fundamental human rights. Worldwide, more than one in six people still do not have access to safe drinking water and approximately 80 percent of the global population live in areas where water resources are insecure. Forests and Water International Momentum and Action. Italy. 84p
- FAO. 2016. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. 28 p.
- García, J; Méndez. M. 2015. Zona Protectora Monte Alto. Una experiencia de manejo participativo Fundación Pro Reserva Forestal Monte Alto-SINAC/ACT. 33 p.
- Giner, RA; Fierro, L; Negrete, L. 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y agricultura de temporal. CONAZA, Saltillo, Coahuila.
- Hayes, M; Svoboda, M; Wilhite, D; Vanyarkho, O. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. Bulletin of the American meteorological society 803:429-438.
- IFAM (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal). 2011. Cantones de Costa Rica. (En línea) Consultado 20 nov. 2017. Disponible en <http://www.ifam.go.cr/index.php/menu-secundario/municipalidades/directorio-de-municipalidades/guanacaste/hojancha/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística Censo). 2011. X Censo Nacional de Población y XI de Vivienda 2011. Resultados generales. San José, Costa Rica, 142 p.
- López, A. 2017. Métodos y herramientas de evaluación y diseño de instrumentos económicos para gestión de sequías y adaptación al cambio climático. Doctorando. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. 210 p.
- McKee, T; Doesken, N; Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In, American Meteorological Society Boston, MA. p. 179-183.

- Meza, L; Corso, S; Soza, S; Hammarskjöld, AD; de Estudios, O; Agrarias-ODEPA, P. 2010. Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 114 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2013. Mensaje del Secretario General en el Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Consultado 20 nov. 2017. Disponible en <http://www.un.org/es/events/desertificationday/2013/sgmessage.shtml>
- Pinto, P. 2012. Adopción de sistemas diversificados de producción agropecuaria como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco del manejo y gestión de cuencas hidrográficas en Sixaola, Costa Rica. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 145 p.
- Salazar, M; Campos, J; Prins, C; Villalobos, R. 2007. Restauración del paisaje en Hojancha, Costa Rica. CATIE. 51p.
- Salem, B; Smith, T. 2008. Feeding strategies to alleviate negative impacts of drought on ruminant production. *Livestock and global change*: 139.
- Sánchez, V; Blanco, F. 2012. El uso sostenible del agua en núcleos urbanos: las tarifas como herramienta de control del consumo. *Observatorio Medioambiental*. 15:35.
- Sayers, P; Yuanyuan, L; Moncrieff, C; Jianqiang, L; Tickner, T; Xiangyu, X; Gang, L; Aihua, L; Speed, R; Bing, Q; Yu, W; Pegram, G. 2016. Drought risk management: A strategic approach. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, UNESCO: 215p.
- Serrano, M; Campos, J; Villalobos, R; Galloway, G; Herrera, B. 2005. Evaluación y planificación del manejo forestal sostenible a escala del paisaje en Hojancha, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico no. 363. Colección de Manejo Diversificado de Bosques no. 33. CATIE. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 162 p.
- Sepúlveda, C; Ibrahim, M. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 229 p.
- Smit, B; Skinner, M. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7:85-114.
- Villers, L; Arizpe, N; Orellana, R; Conde, C; Hernández, J. 2009. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia* 345:322-329.
- We Are Water. 2018. El poder de un pequeño embalse. (En línea). iagua. Consultado el 26 de enero 2018. Disponible en <https://www.iagua.es/noticias/fundacion-we-are-water/poder-pequeno-embalse>
- Wilhite, D. 2000. "Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions". University of Nebraska – Lincoln. Drought Mitigation Center Faculty. Publications 69. 22 p.
- Wilhite, D. 2001. Moving beyond crisis management. In, University of Tennessee, Energy, Environment and Resources Center. p. 28.

WMO (World Meteorological Organization). 2006. Drought monitoring and early warning: concepts, progress and future challenges. WMO-No. 1006. 24 p.

WMO (World Meteorological Organization). 2012. Standardized Precipitation Index: User Guide. WMO-No. 1090. 16 p.

## **ARTÍCULO II. Plan de gestión para la adaptación a sequía de los sectores Agropecuarios e Hídrico en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.**

### **RESUMEN**

La sequía a nivel mundial ha tenido un enfoque reactivo, de atención de crisis y adoptando medidas para reducir su impacto en el momento de la emergencia. Con el objetivo de adoptar un enfoque de planificación, preparación y adaptación ante eventos de sequía en Hojancha, se elaboró un plan de gestión, donde se identificaron como efectos de la sequía, menor disposición de agua potable para consumo humano, afectación de la seguridad alimentaria de los campesinos por la dificultad en la producción de alimentos y actividades agropecuarias en condiciones de sequía, disminución de zonas de recarga hídrica por aumento de obra gris, y reducción del área de conectividad efectiva para flora y fauna en los corredores biológicos.

Para cada efecto se identificaron una serie de medidas a implementar, los responsables a cargo y los resultados esperados. Además, se propuso establecer un comité local de gestión integrado por actores locales y liderado por las instituciones públicas del sector agropecuario. Para el desarrollo del plan se utilizaron insumos como información sobre uso del suelo y actividades agropecuarias desarrolladas dentro del cantón. También se utilizaron 4 modelos de circulación general para elaborar escenarios de emisiones futuras de precipitación y temperatura RCP 4.5 y RCP 8.5 al año 2070, generando resultados que indican variaciones de precipitación entre -22.8 y 11.8% para RCP 4.5 y entre -37.6 y 30.5 para RCP 8.5 y aumentos de temperatura entre 0.23 y 3.01°C al año 2070, información importante para la toma de decisiones, ya que permitió tener una idea real de los posibles comportamientos de ambas variables climáticas y con ello, identificar estrategias que permitan fortalecer los sectores agropecuario e hídrico ante eventos de sequía a través de la implementación del plan de gestión.

**Palabras clave:** sequía, emergencia, gestión, actores locales, escenarios, precipitación, temperatura, estrategias.

## ABSTRACT

Worldwide drought has had a reactive, crisis-focused approach and adopted measures to reduce its impact at the time of emergency. With the aim of adopting a planning, preparation and adaptation approach to drought events in Hojanca, a management plan was created, where the effects of the drought were identified. Less potable water was available for human consumption, crops was affected by the farmer's inability to produce food along with a drop in agricultural activities during drought conditions, a decrease in water recharge areas due to the increase in gray work, and reduction of the area of effective connectivity for flora and fauna in the biological corridors.

For each effect, a series of measures to be implemented were identified, those responsible and the expected results. In addition, it was proposed to establish a local management committee composed of local actors and led by public institutions in the agricultural sector. For the development of the plan, inputs such as information on land use and agricultural activities developed within the county were used. Four models of general circulation were also used to elaborate scenarios of future emissions of precipitation and temperature RCP 4.5 and RCP 8.5 to the year 2070, generating results that indicate variations of precipitation between -22.8 and 11.8% for RCP 4.5 and between -37.6 and 30.5 for RCP 8.5 and temperature increases between 0.23 and 3.01°C to the year 2070. Important information for decision-making allowed for a model of the possible behaviors of both climatic variables and with it, the ability to identify strategies that may strengthen the agricultural and water sectors before the event of drought through the implementation of the management plan.

**Key words:** drought, emergency, management, local actors, scenarios, precipitation, temperature, strategies.

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el cambio climático está provocando mayor escasez de agua y sequía en muchas partes (Ercin *et al.* 2016). En el futuro se espera un aumento en la presión por los recursos hídricos, afectando la disponibilidad del mismo y provocando que para el 2025, 1800 millones de personas vivan en regiones con escasez de agua y dos tercios de la población mundial experimenten condiciones de estrés hídrico (FAO 2013; GWP 2011). La falta de tan preciado líquido ha sido un factor determinante del desarrollo humano, sin embargo, las repercusiones de su escasez se deben más a la gestión, uso y manejo (Velasco *et al.* 2005).

La sequía es un componente normal del clima, considerado un fenómeno regional, causado por bajos niveles de precipitación en un periodo determinado con respecto a lo normal y que implica déficit de agua para satisfacer la demanda de la sociedad y el medio ambiente. A menudo, es asociada a otros factores climáticos como altas temperaturas, fuertes vientos y baja humedad relativa. Además, sus efectos pueden acumularse lentamente en el tiempo y demorar años después de finalizado el evento. Su extensión geográfica y su gravedad varían a escala estacional o anual, según el régimen climático (Wilhite 2001; Sivakumar y Wilhite 2002; WMO 2006; Villagrán de León *et al.* 2013).

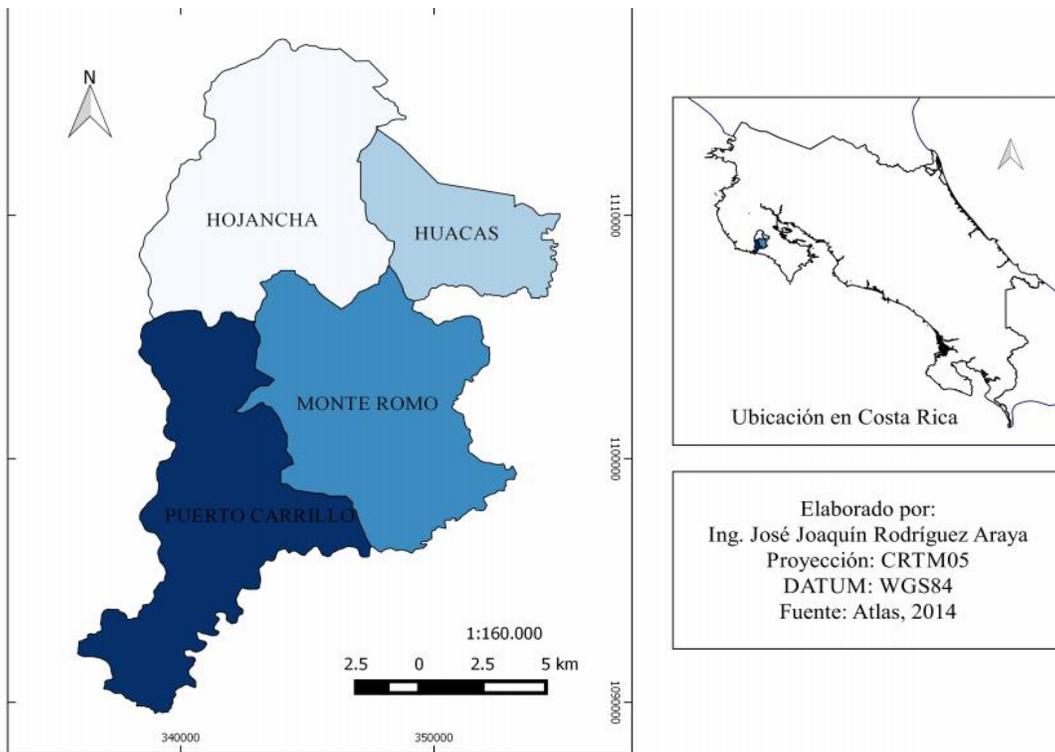
Tradicionalmente, el enfoque de la sequía ha sido reactivo (Wilhite 2001), dependiendo en gran medida de la gestión de crisis y con ello, ejecutando una serie de acciones en el momento de la emergencia para reducir los impactos y generando costos elevados cuando en realidad, debería tener un enfoque de gestión del riesgo, que preste atención a las medidas de planificación, preparación, mitigación, predicción y alerta temprana de sequía entre otros elementos, los cuales podrían reducir los impactos futuros y disminuir la necesidad de intervención del gobierno durante dichas emergencias.

Ante esta situación, se desarrolló un plan de gestión para enfrentar eventos de sequía en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica, considerando escenarios futuros de precipitación y temperatura según cuatro modelos de circulación general (MCG) RCP 4.5 y RCP 8.5 como herramienta que brinda información para la toma de decisiones.

## 2. METODOLOGÍA

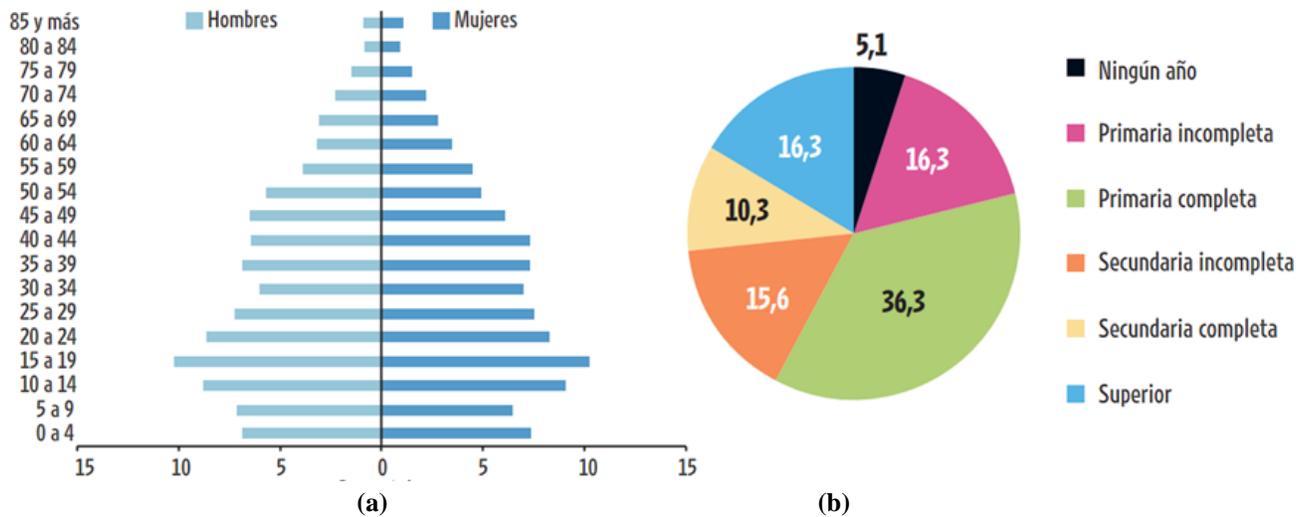
### 2.1. Área de estudio

El cantón de Hojanca se ubica en la Provincia de Guanacaste, en el Pacífico Norte de Costa Rica, con una población de 7197 (INEC 2011) personas en un área de 26142 hectáreas (Castro 2016), sus coordenadas geográficas están dadas por 09°58'38" latitud Norte y 85°24'39" longitud Oeste (IFAM 2011), con una precipitación promedio anual de 2500 mm y temperaturas que oscilan entre 19.6 y 34°C (Serrano *et al.* 2005) y una estación seca bien marcada desde noviembre hasta abril.



**Figura 10.** Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

De acuerdo con datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el 50.8% de la población de Hojancha son hombres y el 49.2% mujeres (INEC 2011).

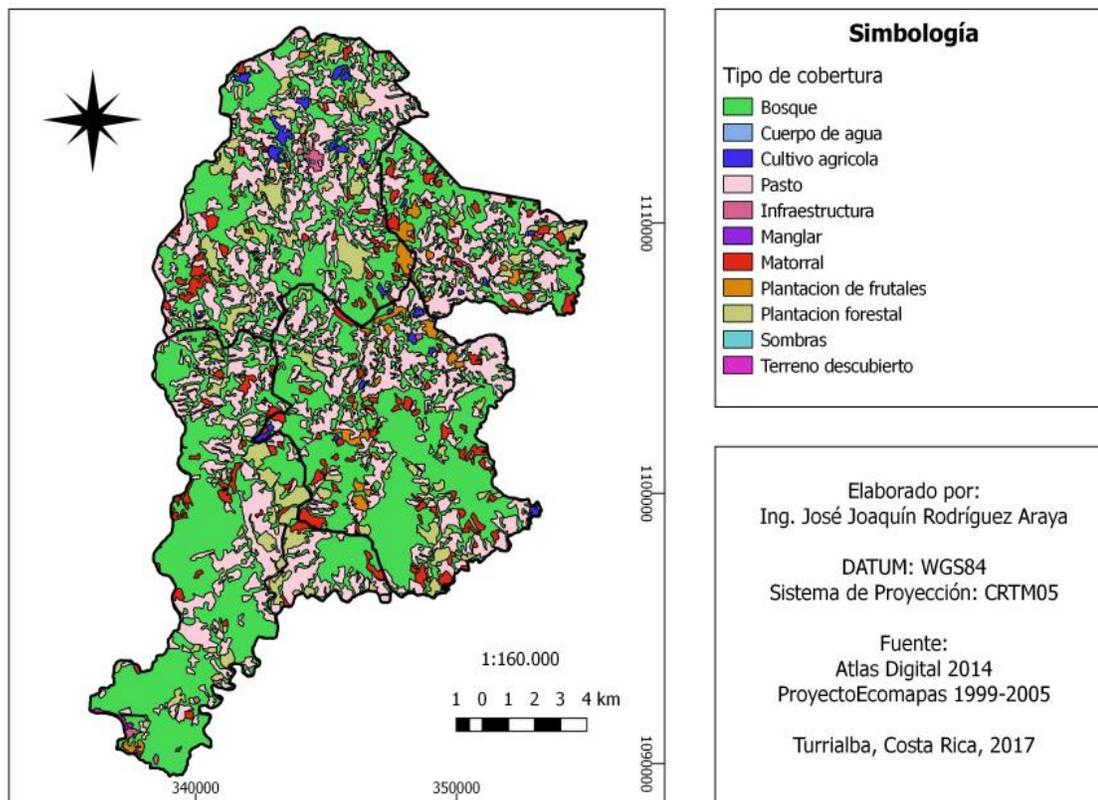


**Figura 11.** (a) Población del cantón de Hojancha según sexo y rango de edad en porcentaje y (b) nivel educativo de la población en porcentaje.

**Fuente:** INEC 2011

## 2.2. Usos del suelo en el cantón de Hojancha

En la siguiente figura se puede observar los usos del suelo según las capas elaboradas por el proyecto ECOMAPAS<sup>3</sup> utilizando imágenes satelitales y visitas de comprobación en campo, información utilizada como insumo para la elaboración del plan de gestión.



**Figura 12.** Mapa de uso del suelo para el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

De acuerdo con la figura 12, el 51.27% del uso de suelo de Hojancha corresponde a bosque, un 32.99% son pastos, las plantaciones forestales cubren el 7.6% y el restante 8.14% se distribuye entre matorral, cultivos agrícolas, infraestructura, cuerpo de agua, terreno descubierto, sombras y manglar.

<sup>3</sup> ECOMAPAS es un proyecto desarrollado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), con financiamiento del Gobierno del Reino de los Países Bajos (Holanda), dentro de la iniciativa "Desarrollo del Conocimiento y Uso Sostenible de la Biodiversidad". El proyecto utilizó imágenes de los años 1995, 1997, 1998, y comprobación de campo entre 1999 y el 2005. Según el ingeniero José Miguel Valverde Rodríguez, especialista en Sistemas de Información Geográfica del ACT, los resultados son los que más se acercan a la realidad actualmente.

### **2.3. Escenarios de precipitación y temperatura**

Para elaborar los mapas de escenarios de precipitación y temperatura, se utilizaron los programas ArcGIS 10.3 y QGIS 2.16 y capas del Atlas Digital 2014 para delimitar el área de estudio, además, valores promedio mensual de precipitación y temperaturas (período 2061-2080) de cuatro modelos de circulación general (MCG) RCP 4.5 y RCP 8.5, con 1km<sup>2</sup> de resolución espacial y que se pueden descargar en <http://www.worldclim.org>.

Los modelos fueron seleccionados con base al ranking elaborado por Hidalgo y Alfaro (2015), donde evaluaron la capacidad de los modelos de reproducir características básicas del clima de fines del siglo XX en América Central y utilizando parámetros de temperatura de la superficie, precipitación y fenómeno ENOS, las cuales son tres métricas que se encuentran entre las fuentes climáticas de variabilidad más importantes en América Central (Hidalgo y Alfaro 2015).

### **2.4. Recolección y análisis de información**

Se realizó un taller donde se invitaron a 22 personas representantes de instituciones, organizaciones, acueductos, productores agropecuarios, fundaciones y asociaciones del cantón de Hojanca. Participaron un total de 16 personas (11 hombres y 5 mujeres) representantes de 14 entidades y se realizaron cuatro actividades.

1. Presentación de resultados preliminares de la investigación.
2. Se identificaron actores para la gestión ante eventos de sequía a través del Arco Iris de Mapeo de Actores del cantón de Hojanca, donde además se categorizaron de acuerdo al nivel en que son afectados por la sequía y su nivel de influencia ante los sectores que representan y la sociedad.
3. Se elaboró un Plan de Trabajo para enfrentar cinco impactos de la sequía identificados por los participantes del taller. Para ello se hicieron cinco grupos de trabajo donde los integrantes de cada uno presentaban similitudes o relación en sus actividades (por ejemplo: MAG, Cámara de Ganaderos y productores agropecuarios) y cada grupo desarrolló el plan de trabajo para un impacto.
4. Se presentó un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (análisis FODA) del cantón de Hojanca para la gestión de eventos de sequía. Dicho análisis fue evaluado y reforzado por los participantes del taller.

Con la información recolectada en el taller, se agruparon los actores en dos grupos de trabajo de acuerdo a sus capacidades, competencias, experiencia y liderazgo. Para cada grupo se definió una lista de actividades y responsabilidades dentro del plan de gestión para enfrentar sequía.

La propuesta de gestión se basó en la metodología para la planificación propuesta por Sivakumar y Wilhite (2002) y la guía utilizada por la Unidad de Cuencas-CATIE para la elaboración de planes de manejo y gestión de cuencas.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

No existe una definición precisa y universalmente aceptada de sequía y por el contrario, hay centenares de definiciones, que generan confusión en torno a la realidad de la misma y su grado de severidad (WMO 2006). Los actores locales del cantón de Hojancha concuerdan con la Organización Meteorológica Mundial, la cual indica que la definición de sequía debería ser diferente para cada región y sus características particulares o tipos de efectos que se producen.

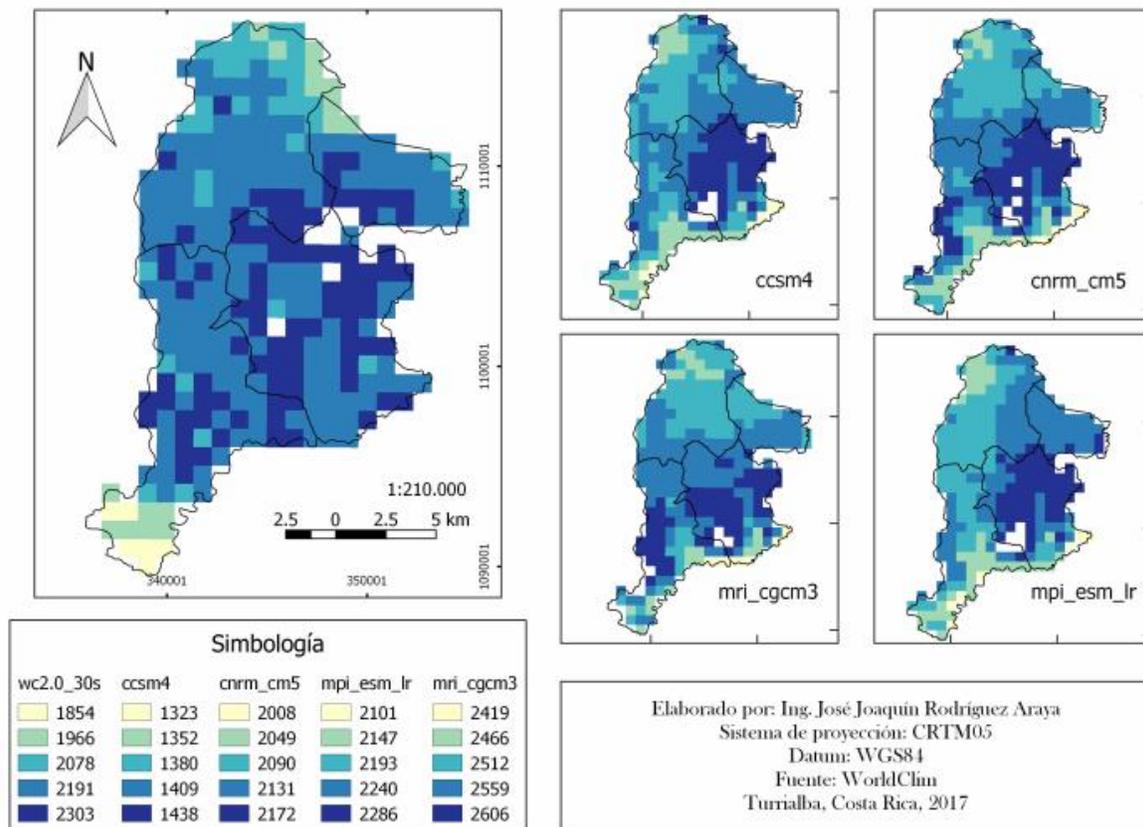
Con el fin de elaborar una definición de sequía para Hojancha y que los actores del cantón se apropien de un solo concepto que ayude a mejorar su gestión, se elaboró en conjunto con actores locales la siguiente definición: “La sequía es la prolongación de la estación seca y/o alteración de las condiciones normales durante el período de precipitación, provocando déficit del recurso hídrico que afecta las actividades productivas, humanas y ambientales”.

#### **3.1. Escenarios futuros de precipitación y temperatura**

De acuerdo con los informes del IPCC (2007), existe suficiente evidencia científica para afirmar de forma inequívoca que el cambio climático es una realidad. Escenarios climáticos evaluados señalan que durante el siglo XXI la temperatura en superficie seguirá en aumento y las precipitaciones variarán según la región (IPCC 2014).

Los escenarios brindan una serie de proyecciones sobre el comportamiento de las variables climáticas futuras en base a los registros históricos y modelación prospectiva, que se convierten en una herramienta de gran utilidad para elaborar el plan de gestión y la toma de decisiones.

A continuación se presentan escenarios de precipitación y temperatura al año 2070 en relación con el comportamiento actual de ambas variables. Mismos que se presentaron en el taller con actores locales como insumo para la elaboración del plan de gestión.



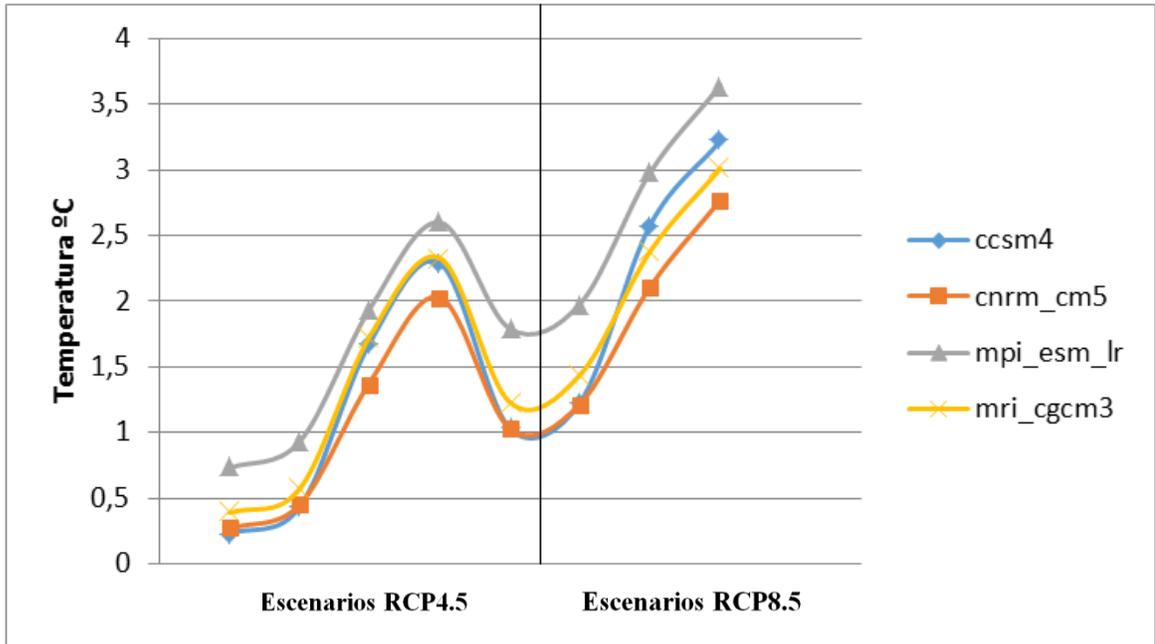
**Figura 13.** Escenarios de precipitación (RCP 8.5) promedio para período 2061-2080 en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

En el caso de las familias de escenarios RCP 8.5 y con respecto al escenario actual (wc2.0\_30s), las lluvias disminuirán entre un 28.8% y 37.6% según la familia ccsm4 y aumentarán entre 13.2% y 30.5% según la familia mri\_cgcm3. Para las familias de escenarios cnrm\_cm5 y mpi\_esm\_lr, las precipitaciones van a variar entre -5.7% y 8.3%, -0.7% y 13.3% respectivamente.

Bajo el escenario RCP 4.5 y con respecto al escenario actual, la precipitación anual en Hojancha, disminuirá entre un 11.2% y 22.8% según ccsm4. Para los escenarios cnrm\_cm5, mpi\_esm\_lr y mri\_cgcm3, las precipitaciones variaran entre -4.7% y 9.9%, -2% y 12%, -3,3% y 11,8% respectivamente.

De las familias de escenarios utilizados para realizar las proyecciones futuras, tanto RCP 4.5 y RCP 8.5, se muestran aumentos de precipitaciones en uno o más sectores del cantón de Hojancha, lo que podría indicar que no faltará el agua, sin embargo, se debe tener presente que los períodos e intensidades de las precipitaciones van a variar, más aún en los años que se presenten el fenómeno del Niño o la Niña y esto, podría generar problemas como por ejemplo, sequías, cambio en las fechas de floración y fructificación de los árboles y las plantas, mayor pérdida de agua por escorrentía y evaporación, etc.

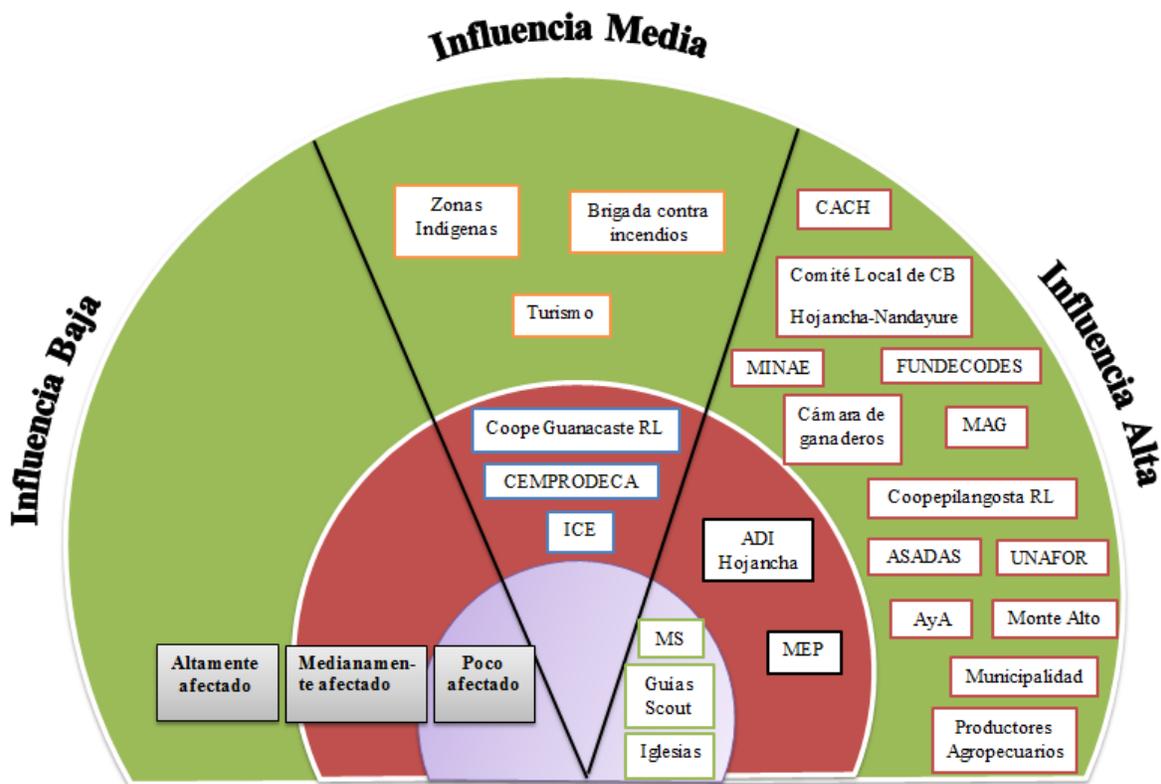
Para el caso de estimaciones futuras de temperatura, se utilizaron las mismas familias de escenarios, dando como resultado aumentos en todos los casos. Para los escenarios más favorables la temperatura aumentará entre 0.23 y 1.73°C, y para los escenarios menos favorables la temperatura tendrá aumentos entre 1.03 y 3.01°C.



**Figura 14.** Escenarios futuros de aumento de temperatura promedio para el período 2061-2080 en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica.

### 3.2. Mapeo de actores del cantón de Hojanca

En la figura 15 se muestran los actores identificados en el cantón de Hojanca, la afectación que sufren por la sequía y la importancia de su participación en la gestión ante eventos de sequía por su nivel de influencia ante la sociedad y diferentes sectores.



**Figura 15.** Arco Iris del Mapeo de Actores para cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, construida con actores locales en taller participativo, realizado el 29 de noviembre del 2017.

En total se identificaron 24 actores. Dentro de los más afectados por la sequía se encuentran las tres organizaciones de productores que han sido pilares en el desarrollo de Hojancha, a saber: Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, la Cámara de Ganaderos y la Cooperativa de caficultores; los acueductos, instituciones públicas y otros actores que desarrollan actividades con productores agropecuarios, mismos que son parte del 75% de actores identificados que ejercen mayor influencia ante los diferentes sectores de la comunidad.

Otros actores medianamente o poco afectados, pero con influencia alta son la Asociación Integral de Desarrollo (ADI), el Ministerio de Educación Pública (MEP), Ministerio de Salud (MS), los Guías Scout y las iglesias. Con influencia media se identificaron actores altamente y medianamente afectados, los cuales son las zonas indígenas, las brigadas contra incendios, el turismo y el Centro de Promoción Campesina (CEMPRODECA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la cooperativa de electricidad Coopeguanacaste RL, respectivamente.



**Figura 16.** Mesa de trabajo con representantes de diferentes sectores durante taller Gestión ante eventos de sequía en Hojancha. Lugar: Salón de Sesiones del Concejo Municipal de Hojancha.

Según Agrawal (2008), las alianzas, convenios, trabajo en equipo institucional y uso de información y herramientas tecnológicas, son esenciales en las prácticas de adaptación. Elementos positivos para Hojancha, por el alto grado de coordinación interinstitucional del cantón que permitirá su implementación y necesarios ya que al aumentar las intensidades en los cambios del clima y sus efectos, la vulnerabilidad institucional aumentaría y su capacidad de adaptación reduciría (Agrawal 2008), por lo que se hace fundamental que tanto aquellos actores que se ven altamente afectados como poco afectados por la sequía, participen de estos espacios y generen condiciones y capacidades que les permita reducir su vulnerabilidad.

### **3.3. Plan de gestión y trabajo para la adaptación a la sequía**

- a. **Impacto o efecto:** Menor disponibilidad de agua potable para consumo humano.

#### **Condición actual, medidas a implementar, responsables y resultados esperados:**

Actualmente, no existe información documentada o estudios técnicos y científicos de la totalidad de zonas de recarga hídrica, nacientes, pozos, ríos y quebradas, ni de la condición<sup>4</sup> de cada uno. Por tanto, se plantean las siguientes necesidades y actividades a desarrollar:

Identificar y censar con coordenadas geográficas las zonas de recarga hídrica y todas las fuentes de agua para diferente uso en el cantón de Hojancha.

- Elaborar lista de las actividades que se desarrollan alrededor de cada fuente de agua.
- Diagnóstico mediante investigación científica y técnica de la condición de cada fuente de agua.

---

<sup>4</sup> Condición: Se refiere por ejemplo a la oferta y calidad de agua, uso o demanda de agua de la fuente, población y actividades económicas que dependen de la fuente, área de protección.

- Reforestación y protección de las zonas de recarga y fuentes de agua que así lo requieran según su diagnóstico.
- Compra y recuperación de áreas degradadas mediante actividades como forestería análoga por ejemplo.
- Incentivos económicos como el PSA para propietarios de bosques.
- Desarrollar e implementar programas de educación ambiental para entre otras cosas, hacer uso efectivo y eficiente del agua, adoptar de prácticas de adaptación a la sequía, conocer sobre cambio climático y sus implicaciones.

Al realizar las actividades descritas y como principal objetivo, se pretende recuperar las fuentes de agua y asegurar su disponibilidad en el tiempo, respetando la normativa política y legal del país en el tema hídrico.

### **Responsables**

El Estado Costarricense a través del Ministerios de Ambiente (MINAE) y departamento Dirección de Aguas (DA), como órgano rector en materia de recurso hídrico de Costa Rica, el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), la Municipalidad como Gobierno local, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), la Liga Comunal del Agua (LCA) de Hojancha y acueductos comunales como entidad que brinda el servicio de agua potable a la población, el Ministerio de Educación Pública (MEP), incorporando en sus planes de estudio programas de educación ambiental y específicamente de sequía, y la academia como un actor generador de conocimiento a través de investigación científica.

### **Costo o financiamiento**

Realizar cada actividad planteada tiene un costo, mismo que en ocasiones es difícil de asumir por una sola entidad y por ello, se recomienda generar convenios con entidades, como las universidades, que con sus estudiantes puedan generar conocimiento técnico y científico, a través de tesis de investigación; el gobierno local, al destinar partidas económicas para el fortalecimiento de acueductos comunales, fuentes de agua y acompañamiento en los procesos de educación ambiental en conjunto con el MEP; el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) con su programa de donación de árboles nativos; las iglesias como medios de comunicación y acercamiento a la población; las ONG's, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y otras entidades nacionales e internacionales con financiamiento.

- b. **Impacto o efecto:** Menor disponibilidad de agua dificultando la producción de alimentos y afectando la seguridad alimentaria de las familias campesinas.

### **Condición actual, medidas a implementar, responsables y resultados esperados**

Las condiciones de sequía y variabilidad climática han marcado de alguna manera, los pasos a seguir en el sector agropecuario para disminuir los impactos de eventos de sequía, que sin duda alguna,

se ha logrado, sin embargo, las afectaciones del último evento de sequía en Hojancha superan los 330 millones de colones.

Actualmente, las estimaciones indican que el 20% de los ganaderos del cantón trabajan con el método semi-estabulado y únicamente el 1% de los agricultores trabajan bajo ambientes protegidos.

Dos prácticas o tecnologías a implementar son:

- Que el 80% de los ganaderos adopten y desarrollen el concepto de ganadería semi-estabulada y solo fincas grandes trabajen con áreas de pastoreo y rotación de potreros.
- Lograr al menos que un 20% de los agricultores trabajen en ambientes protegidos.

### **Responsables**

El MAG, la Cámara de Ganaderos, el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), SENARA, el Ministerio de Salud (MS), las organizaciones de productores y por supuesto, los productores agropecuarios, deben generar las condiciones para implementar estas prácticas y tecnologías.

### **Costo o financiamiento**

El costo de la infraestructura varía según el tamaño, el diseño, los materiales y la zona, sin embargo, el valor aproximado por metro cuadrado de un invernadero en Hojancha es de 32000 colones, esto utilizando madera y comprando los materiales en el cantón. El apoyo del MAG, las organizaciones de productores y entidades como la FAO y PNUD son indispensables para fortalecer a los productores agropecuarios y no poner en peligro la seguridad alimentaria del mundo.

- c. **Impacto o efecto:** Reducción de los niveles de fuentes de agua para uso agropecuario.

### **Condición actual, medidas a implementar, responsables y resultados esperados**

Se estima que:

- El 25% de las nacientes en fincas agropecuarias del cantón de Hojancha se encuentran protegidas.
- El 25% de fincas agropecuarias han implementado estrategias y tecnologías de captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia y otras fuentes, para desarrollar sus actividades en épocas secas o de sequía, incluyendo la construcción y puesta en funcionamiento de 11 reservorios artificiales de agua.

Con el fin de asegurar el abastecimiento del recurso hídrico para desarrollar las actividades agropecuarias se plantea:

- Tener el 100% de las nacientes con suficiente área de protección y cercas para evitar el ingreso de animales que contaminen la fuente de agua.

- Que el 100% de las fincas agropecuarias adopten e implementen estrategias de captación, almacenamiento y uso eficiente de agua como sistemas de riego por ejemplo.
- Construir 1 reservorio para la captación y almacenamiento de agua de lluvia en al menos el 50% de las fincas agropecuarias.
- Desarrollar sistemas de tratamientos de agua para su reutilización en tres niveles.
  - 1) Nivel Finca: actividades como la cría y desarrollo de cerdos consume hasta 4 m<sup>3</sup>/día de agua (según su tamaño) que puede y debe ser reutilizada.
  - 2) Nivel Comunidad: La ASADA de la comunidad de Huacas brinda servicio de agua potable a 120 hogares, con un consumo promedio mensual alrededor de 15 m<sup>3</sup>/casa, para un total de 1800 m<sup>3</sup>/mes de agua que puede ser tratada y eventualmente utilizada en actividades como agricultura, donde además de aprovechar el recurso, se generan fuentes de trabajo y desarrollo en las comunidades.
  - 3) Nivel Ciudad: es igual que nivel comunidad, pero en mayor dimensión por la cantidad de viviendas y población. En el distrito central del cantón la planta de tratamiento puede construirse en la finca agropecuaria del Colegio Técnico Profesional de Hojanca y ser aprovechada por la comunidad estudiantil.

### **Responsables**

En cuanto a las actividades a desarrollar en las fincas, las responsabilidades recaen principalmente sobre los productores agropecuarios, las organizaciones de productores y el MAG por sus competencias y experiencia. Con respecto al proyecto de sistemas de tratamiento de agua y debido a las dimensiones del mismo, se deben involucrar todas las instituciones y organizaciones del cantón.

### **Costo o financiamiento**

De acuerdo con la oficina del MAG en Hojanca, construir 1 km de cerca con alambre de púas, poste muerto y poste vivo, tiene un costo aproximado de 1 millón de colones. La instalación de tanque de almacenamiento de agua de 500 litros cuesta alrededor de 0.5 millones de colones y la construcción de un reservorio de agua con capacidad de almacenamiento de 500 m<sup>3</sup>, tiene un costo aproximado de 3 millones de colones. El financiamiento para estas actividades debe ser responsabilidad principal de los productores, organizaciones de productores y apoyo de entidades como las mencionadas en el punto a.

- d. **Impacto o efecto:** Disminución de zonas de recarga hídrica por aumento de obra gris.

### **Condición actual, medidas a implementar, responsables y resultados esperados**

Aunque no se cuenta con estudios sobre reducción o afectación para la infiltración de agua en el suelo por aumento de obra gris, principalmente en los centros de población, a futuro podría ser un problema, ya que el Gobierno local no cuenta con Plan Regulador de Ordenamiento Territorial para planificar el crecimiento de infraestructura y obra gris de manera que existan zonas que permitan la infiltración de agua en el suelo y la recarga hídrica de las fuentes de agua.

Desarrollar el Plan Regulador de Ordenamiento Territorial es una tarea pendiente y responsabilidad de la municipalidad de Hojancha. Es un proyecto a mediano e incluso largo plazo, ya que según funcionarios municipales, solo la tramitología del proyecto conlleva 2 años y tiene un costo mayor a los 100 millones de colones.

- e. **Impacto o efecto:** Reducción del área de conectividad efectiva para flora y fauna en los corredores biológicos.

### **Condición actual, medidas a implementar, responsables y resultados esperados**

La deforestación, la expansión de la zona agrícola o ganadera, la producción agropecuaria tradicional y obsoleta, la sequía y los incendios forestales, generan fraccionamiento de bosques, degradación de los servicios ecosistémicos, también pueden provocar pérdida de variabilidad genética en flora y fauna, reducir el hábitat de animales silvestres con poca capacidad de desplazamiento en áreas abiertas y pueden impactar negativamente las zonas de protección del recurso hídrico y la disponibilidad de agua.

Con el objetivo de fortalecer los corredores biológicos, recuperando cobertura boscosa en rutas de conectividad y aumentar la variabilidad genética de flora y fauna se propone:

- Realizar investigaciones y estudios ecológicos de flora y fauna para conocer el comportamiento de la migración de especies por ejemplo.
- Implementar Sistemas Agroforestales (SAF) con especies multifuncionales para la producción y conservación.
- Restaurar áreas degradadas de forma natural y forestería análoga.
- Generar capacidades sobre técnicas de producción agropecuaria amigable y sostenible con el medio ambiente.
- Fortalecer las capacidades de las brigadas en atención a incendios forestales (equipo, capacitación, sistema de alerta temprana).

### **Responsables**

Los Corredores Biológicos, el MINAE, FUNDECODES y FONAFIFO deben tener a cargo las actividades por el tipo de funciones que realizan y sus capacidades técnico-científicas, con el apoyo de las organizaciones de productores.

### **Costo o financiamiento**

La Academia, FONAFIFO, Costa Rica Por Siempre, y GIZ son algunas entidades con las que se pueden firmar convenios de cooperación que ayuden con el cumplimiento de las actividades y los objetivos.

## **Importancia de implementar las estrategias o actividades del plan de gestión**

La sequía es un problema complejo que podría afectar al mayor número de personas en el mundo (Meza *et al.* 2010) y todo un reto, ya que a nivel mundial, el agua es de los recursos naturales más degradados, debido a la disminución de cobertura forestal y cambio de uso del suelo, reduciendo su capacidad de captación y almacenamiento de agua en mantos acuíferos (Ríos *et al.* 2007). De acuerdo con Walling, citado por Ríos y otros (2007), la cobertura vegetal desempeña un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico.

La recuperación de área de bosques en el cantón de Hojancha ha incrementado significativamente en los últimos años, generando beneficios como, la recuperación de áreas degradadas y fuentes de agua. Los bosques brindan una serie de servicios ecosistémicos importantes para el bienestar humano, por ello la importancia de su restauración, protección y conservación en el tiempo (Pereira *et al.* 2005; Haines-Young y Potschin, 2010; Raudsepp-Hearne *et al.* 2010; Bullock *et al.* 2011; Feng *et al.* 2013).

Algunos métodos para la recuperación de cobertura boscosa son: la forestería análoga que es un proceso de restauración de bosques y sus funciones ecológicas simulando las condiciones naturales del bosque maduro, permitiendo la recuperación de zonas degradadas, la recuperación de la biodiversidad y el aumento de los servicios ecosistémicos, pero a su vez, respondiendo a los objetivos del propietario (CATIE 2010), el Pago Por Servicios Ambientales (PSA) que es un reconocimiento económico que brinda el Estado de Costa Rica a los propietarios de bosques o plantaciones forestales por los servicios ambientales que brindan y que protegen y mejoran el medio ambiente (FONAFIFO 2014) y la educación ambiental, que puede implementarse desde tempranas edades en centros educativos, ya que son los maestros los que realizan los primeros intentos de educación ambiental desde las bases educativas de asignaturas como las ciencias naturales (Novo 1996).

En el caso de la adopción de prácticas y tecnologías en actividades de ganadería y agricultura, Israel es un ejemplo a replicar. De acuerdo con el Ministerio de Relaciones Exteriores de Israel (MFAES) (2003), la precipitación anual oscila entre 700 mm en el norte y menos de 50 mm en el sur, y han logrado rendimientos de 9920 kg de leche anual por vaca en sistema estabulado. Luego de años de investigación, producen agricultura con sistemas de riego eficiente y variedades resistentes a climas cálidos y secos (Klein 2015).

**Cuadro 6.** Análisis FODA del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Alto nivel de coordinación inter-institucional referente y deferente de otros cantones.</li> <li>● Experiencia acumulada de líderes institucionales y comunales.</li> <li>● Red de caminos en buen estado durante todo el año.</li> <li>● Alto porcentaje de escolaridad o acceso a la educación.</li> <li>● Organizaciones de productores posicionadas y consolidadas (CACH, Cámara de Ganaderos, Coopepilangosta R.L, CEMPRODECA).</li> <li>● Hojancheños liderando las instituciones del cantón.</li> <li>● Idiosincrasia del hojancheño.</li> <li>● Organizaciones e instituciones presentes en el cantón.</li> <li>● Experiencia en manejo de sequía y restauración de áreas degradadas (Monte Alto).</li> <li>● Recuperación de cobertura boscosa del cantón.</li> <li>● Incidencia política (diputados del cantón).</li> <li>● Alta capacidad de gestión.</li> <li>● Hojancha es un centro de investigación para las academias.</li> <li>● Estudiantes de educación superior desarrollando investigación en el cantón.</li> <li>● Profesionales hojancheños en diversas áreas.</li> <li>● Existencia de acueductos y Liga Comunal del Agua.</li> <li>● Buena distribución de la tierra, el promedio de tamaño de finca es de 35 hectáreas</li> <li>● Hay alto nivel de cultura conservacionista y recolección de basura.</li> <li>● Programas de Bandera Azul consolidado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Financiamiento de entidades no gubernamentales nacionales e internacionales.</li> <li>● Tesistas de centros académicos en diferentes áreas (Manejo de cuencas hidrográficas, Cambio Climático, Geología, Geografía, Forestal, Ambiental, Agrícola, Agronomía, Economía, Social, Administración, Arquitectura, Civil, Turismo, etc.).</li> <li>● Fortalecimiento de zonas turísticas (ríos, cataratas, playas, fincas integrales, etc.).</li> <li>● Diversificación de actividades productivas.</li> <li>● Hojancha es reconocido a nivel nacional e internacional en temas ambientales.</li> <li>● Generar conciencia en el uso adecuado de los recursos naturales.</li> <li>● Fortalecer las relaciones entre sectores.</li> <li>● Acceso a Internet.</li> <li>● Voluntariado nacional e internacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comunidades de bajos recursos (Santa Lucía, Lajas, San Miguel, Invu Betania, San Gerardo, Cerrillos, Cuesta Roja, entre otros).</li> <li>● Cultura del no involucramiento en las fuerzas vivas y bajo nivel de organización en algunas comunidades de bajos recursos.</li> <li>● Infraestructura de Comités de agua en mal estado o inexistente.</li> <li>● Falta de canales de información adecuada.</li> <li>● Desconocimiento sobre escenarios de Cambio Climático por parte de instituciones, productores y acueductos.</li> <li>● Ley de Aguas de 1942 desactualizada.</li> <li>● Tamaño de los acueductos comunales.</li> <li>● Falta de recursos y financiamiento para acueductos comunales.</li> <li>● No contar con un Plan de Gestión para eventos de sequía.</li> <li>● No contamos con un sistema de alerta temprana para eventos de sequía.</li> <li>● Poco personal en instituciones que deben liderar estos procesos de gestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Envejecimiento de líderes institucionales y comunales y poco involucramiento de jóvenes.</li> <li>● Falta de compromiso ambiental.</li> <li>● Cambio Climático.</li> <li>● El agua para el centro de Hojancha proviene del Acuífero Río Potrero-Caimital ubicado en Nicoya, lo que puede generar conflictos a futuro.</li> <li>● Incremento o aparición de enfermedades.</li> <li>● Reducción en fuentes de trabajo por sequía (café y naranja, por ejemplo).</li> <li>● Incendios forestales.</li> <li>● Degradación de suelos.</li> </ul>

De acuerdo con el mapeo de actores y las competencias de los mismos, su experiencia en las actividades que desarrollan, liderazgo, representación que ejercen ante los diferentes sectores de la sociedad y la propuesta de planificación, se propone establecer dos grupos de actores. El primero lo conforma la comisión local de gestión ante eventos de sequía; el segundo integrado por los productores agropecuarios y las entidades que sirven de apoyo a la comisión local y a los productores.

**Cuadro 7.** Grupos de actores locales de Hojancha para la gestión ante eventos de sequía.

Grupos	Actividades y Responsabilidades
<p><b><u>Comisión Local</u></b></p> <p>Municipalidad Organizaciones de productores MAG MINAE CME AyA MS LCA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Elaborar registro de períodos o eventos de sequía y las afectaciones provocadas en el cantón de Hojancha años anteriores, así como registros históricos de precipitaciones, temperaturas y escenarios futuros de cambio climático.</li> <li>● Elaborar planes de trabajo donde se determinen las acciones y estrategias a desarrollar.</li> <li>● Apoyar la formulación de proyectos y programas de educación ambiental.</li> <li>● Búsqueda de financiamiento y convenios con la academia, organizaciones e instituciones públicas o privadas, nacionales e internacionales para el fortalecimiento de acueductos y sectores productivos del cantón (recursos económicos, capacitación, asesorías, giras para el intercambio de conocimientos, voluntariado, investigación, etc.).</li> <li>● Mantener fluida comunicación con instituciones del Estado relacionadas con el tema de la sequía (IMN, CNE, Dirección de Aguas, AyA, SENARA, etc.).</li> <li>● Servir como canal de comunicación de información pertinente, veraz, actualizada y en tiempo real sobre la sequía y las condiciones climáticas.</li> </ul>
<p>Cámara de Ganaderos Coopepilingosta RL UNAFOR Chorotega Acueductos comunales Productores agropecuarios Territorio Indígena Brigadas contra incendios ADI Hojancha FUNDECODES CEMPRODECA Comité CB Programa de Desarrollo Forestal del ACT Monte Alto Guías Scout MEP CACH y CME</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitorear constantemente las afectaciones que genera la sequía en los sectores que representan.</li> <li>● Elaborar diagnóstico actual sobre las condiciones de cada sector para enfrentar la sequía.</li> <li>● Identificar las necesidades para enfrentar la sequía.</li> <li>● Formular proyectos y programas para enfrentar la sequía.</li> <li>● Coordinar la ejecución de los proyectos o programas y mantener monitoreo constante de los mismos.</li> <li>● Facilitar el desarrollo de capacitaciones y días de campo.</li> <li>● Ejecutar los programas de educación ambiental.</li> <li>● Evaluar las estrategias y tecnologías implementadas en el pasado y en la actualidad para enfrentar la sequía.</li> <li>● Elaborar informes sobre los proyectos ejecutados.</li> <li>● Coordinar visitas de campo dentro del cantón y en otras zonas del país, para conocer experiencias exitosas en la gestión de la sequía.</li> <li>● Mantener apertura dentro de sus actividades para recibir visitas e intercambiar conocimientos.</li> </ul>

#### 4. CONCLUSIONES

Los escenarios de precipitación para Hojancha, en el período 2061-2080, indican variaciones de entre -22.8 y 12% para RCP 4.5 y entre -37.6 y 305% para RCP 8.5. En el caso de la temperatura, se prevén aumentos entre 0.23 y 1.7°C para RCP 4.5 y entre 1.03 y 3.01°C para RCP 8.5. Estos resultados confirman la necesidad de desarrollar capacidades y la búsqueda e implementación de nuevas estrategias de adaptación a la sequía y otros eventos climáticos.

Con la identificación de actores del cantón de Hojancha y la elaboración del plan de gestión o trabajo durante el taller participativo con representantes de diferentes sectores, se puede afirmar que Hojancha cuenta con una estructura institucional y organizativa fuerte y consolidada, siendo una fortaleza para ejecutar el plan de gestión para enfrentar sequía.

La sequía es un evento al que normalmente solo se le identifican los efectos negativos, sin embargo, también genera oportunidades que pueden generar condiciones de crecimiento y desarrollo para el cantón como por ejemplo, las zonas turísticas poco desarrolladas.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal, A. 2008. The role of local institutions in adaptation to climate change. Washington DC. 65 p.
- Bullock, JM; Aronson, J; Newton, AC; Pywell, RF; Rey-Benayas, JM. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in ecology & evolution* 2610:541-549.
- Castro, M. 2016. Fichero Cantonal: Elecciones Municipales 2016. Instituto de Formación y Estudios en Democracia. San José, Costa Rica. 115 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2010. Systemization of the Biodiversity Restoration and Community Development through Analog Forestry Project. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2010.
- Ercin, A; Chico, D; Chapagain, A. 2016. Dependencies of Europe's economy on other parts of the world in terms of water resources, Horizon2020 - IMPREX project, Technical Report D12.1, Water Footprint Network.
- IFAM (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal). 2011. Cantones de Costa Rica. (en línea) Consultado 20 nov. 2017. Disponible en <http://www.ifam.go.cr/index.php/menu-secundario/municipalidades/directorio-de-municipalidades/guanacaste/hojancha/>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Access to clean water is one of the most fundamental human rights. Worldwide, more than one in six people still do not have access to safe drinking water and approximately 80 percent of the global population live in areas where water resources are insecure. *Forests and Water International Momentum and Action*. Italy. 84p
- Feng, X; Fu, B; Lu, N; Zeng, Y; Wu, B. 2013. How ecological restoration alters ecosystem services: an analysis of carbon sequestration in China's Loess Plateau. *Scientific reports* 3:2846.

- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2014. Pago de Servicios Ambientales (en línea). Consultado 6 dic. 2017. Disponible en <http://www.fonafifo.go.cr/psa/index.html>
- Klein, A. 2015. 12 Maneras como Israel alimenta al mundo. (en línea). Revista ISRAEL21C UNCOVERING ISRAEL. Consultado 26 feb. 2018. Disponible en <https://es.israel21c.org/las-12-principales-maneras-en-que-israel-alimenta-al-mundo/>
- Haines-Young, R; Potschin, M. 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis* 1:110-139.
- Hidalgo, H; Alfaro, E. 2015. Skill of CMIP5 climate models in reproducing 20th century basic climate features in Central America. *International Journal of Climatology*. 35(12):3397-3421.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística Censo). 2011. X Censo Nacional de Población y XI de Vivienda 2011. Resultados generales. San José, Costa Rica, 142 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). Ginebra, Suiza.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). 2014. Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad. (AR5). Ginebra, Suiza.
- GWP (Global Water Partnership). 2011. Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada Costa Rica. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 143 p.
- Meza, L; Corso, S; Soza, S; Hammarskjöld, AD; de Estudios, O; Agrarias-ODEPA, P. 2010. Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 114 p.
- MFAES (Ministerio de Relaciones Exteriores de Israel). 12 marzo 2003. Agricultura en Israel (en línea). Consultado 26 feb. 2018. Disponible en <http://mfa.gov.il/MFA/MFAES/Facts%20About%20Israel/Pages/Agricultura%20en%20Israel.aspx>
- Novo, M. 1996. La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Iberoamericana de Educación* 11:75-102.
- Pereira, E; Queiroz, C; Pereira, HM; Vicente, L. 2005. Ecosystem services and human well-being: a participatory study in a mountain community in Portugal. *Ecology and Society* 102:
- Raudsepp-Hearne, C; Peterson, GD; Tengö, M; Bennett, EM; Holland, T; Benessaiah, K; MacDonald, GK ; Pfeifer, L. 2010. Untangling the environmentalist's paradox: why is human well-being increasing as ecosystem services degrade? *BioScience* 608:576-589.
- Ríos, N; Cárdenas, AY; Andrade, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:66-71.
- Serrano, M; Campos, J; Villalobos, R; Galloway, G; Herrera, B. 2005. Evaluación y planificación del manejo forestal sostenible a escala del paisaje en Hojanca, Costa Rica. Serie Técnica, Informe

Técnico no. 363. Colección de Manejo Diversificado de Bosques no. 33. CATIE. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 162 p.

Sivakumar, M; Wilhite, D. 2002. Drought preparedness and drought management. Drought mitigation and prevention of land desertification (Proc. Intern. Conf., Bled, Slovenia), UNESCO and Slov. Nat. Com. ICID, Ljubljana, CD-ROM, paper 2.

Velasco, I; Ochoa, L; Gutiérrez, C. 2005. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y sociedad* 1734:35-71.

Villagrán de León, JC; Pruessner, I; Breedlove, H. 2013. Alert and warning frameworks in the context of early warning systems. Germany, UNU-EHS. 90 p.

Wilhite, D. 2001. Moving beyond crisis management. In, University of Tennessee, Energy, Environment and Resources Center. p. 28.

WMO (World Meteorological Organization). 2006. Drought monitoring and early warning: concepts, progress and future challenges. WMO-No. 1006. 24 p.

## 6. ANEXOS

### Anexo 1.

**Cuadro 8.** Proyectos, programas o iniciativas implementados o en desarrollo en Hojancha.

Proyectos, programas o iniciativas	Actor / Desarrollador	Beneficiarios	Objetivos	Descripción de prácticas y tecnologías
Reconocimiento Beneficio Ambiental (RBA).	CACH MAG	Productores agropecuarios	Reconocer económicamente a aquellos productores que realicen actividades de mejora en sus unidades productivas y que además, sean amigables con el medio ambiente.	Protección de fuentes de agua, construcción de cercas vivas, reforestación, establecimiento de pastos mejorados y bancos forrajeros, entre otras.
Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA).	FONAFIFO CACH Regentes Forestales	Productores forestales y agropecuario	Reconocer económicamente a los (las) propietarios(as) y poseedores(as) de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.	Protección de Bosques, Protección de áreas en regeneración, Protección del Recurso Hídrico, Reforestación en bloque y Sistemas Agroforestales.
Fortalecimiento de Capacidades y contribución al Sector Campesino en los Cantones de Hojancha, Nicoya y Nandayure para la Aplicación de Tecnologías de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático	UNAFOR Chorotega	Productores agropecuarios	Fortalecer las capacidades de los productores agropecuarios para disminuir su vulnerabilidad ante el cambio climático.	<b>Componente Agropecuario</b> Módulos de alimentación, bancos forrajeros y proteicos, cercas vivas, protección cuerpos de agua <b>Componente Hídrico</b> Reservorios y cosechas de agua, protección de cobertura boscosa, abrevaderos, captación de nacientes y distribución evitando el ingreso de animales, huertos familiares

<b>Proyectos, programas o iniciativas</b>	<b>Actor / Desarrollador</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Descripción de prácticas y tecnologías</b>
Atención a emergencia nacional generada por la sequía de acuerdo al Decreto Ejecutivo 38642-MP-MAG 2014.	MAG	Productores agropecuarios	Permitirle al Estado elaborar planes de emergencia y asignar recurso humano e insumos de manera ágil e inmediata para atender la emergencia en aquellas zonas afectadas.	Insumos y materiales para que productores agropecuarios hicieran frente a la sequía y lograran mantener sus actividades productivas.
Plan estratégico/Plan de acción/emergencia/NAMA Ganadería.	MAG Cámara de Ganaderos	Productores agropecuarios	Contar con herramientas (Manual de oferta tecnológica para ganadería sostenible) que permita a los productores identificar las actividades y tecnologías que deben implementar para generar las condiciones adecuadas en sus unidades productivas y reducir los efectos negativos de las condiciones climáticas cambiantes.	Pastos mejorados, bancos forrajeros, protección fuentes de agua, infraestructura, suplementos alimenticios, asesoría y capacitación, etc.
“Vigilantes del Agua: promotores de la adaptación al cambio climático”.	ALIARSE AyA Funde cooperación CTP Hojanca Escuelas Públicas de San Rafael y Pilangosta	Sociedad civil	Reducir la vulnerabilidad del cantón de Hojanca frente al cambio climático.	Fomento de líderes comunales en adaptación al cambio climático Nuevas tecnologías para el uso eficiente de agua en centros educativos Cosecha de agua de lluvia.
Constitución de la Liga Comunal del Agua.	ASADAS Comités de Agua	ASADAS Comités de Agua	Agrupar y fortalecer las ASADAS y Comités de Agua.	Acompañamiento en la formulación y desarrollo de proyectos, búsqueda de financiamiento, representación ante diferentes entidades, capacitación en las diferentes áreas de trabajo (administración y operación, etc.).

<b>Proyectos, programas o iniciativas</b>	<b>Actor / Desarrollador</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Descripción de prácticas y tecnologías</b>
Inclusión de criterios para mejorar la conectividad entre fincas campesinas en los CB's Hojancha-Nandayure, Potrero-Caimital y Cerros de Jesús.	FUNDECODES	Fauna silvestre, servicios ecosistémicos de los bosques y la sociedad	Mejorar la conectividad entre fincas campesinas en los CB Hojancha-Nandayure, Potrero-Caimital y Cerros de Jesús.	Inventarios de productos no maderables del bosque, monitores de fauna participativos con propietarios de bosques, propuesta alternativa de manejo del bosque, reforestación con especies forestales no maderables en los corredores biológicos.
Inscripción al Régimen Forestal.	MINAE	Productores forestales	Exoneración de impuestos a propietarios de bosques y plantaciones como incentivo por los beneficios ambientales que generan.	Protección de bosques nativos y plantados.
Producción sostenible de café/NAMA café. Proyecto Impulsando la Adaptación de la Caficultura al Cambio Climático mediante la creación de capacidades y desarrollo de productos innovadores para el financiamiento de iniciativas de mitigación y adaptación con fondos de FUNDECOOPERACION.	Coopepilangosta R.L	Caficultores	Mejorar las condiciones y ofertas tecnológicas para la producción de café.	Sistemas agroforestales, fincas integrales de café con especies maderables y frutales que además sirven de sombra, nuevas especies más resistentes al cambio climático, disminución del uso de agroquímicos.
Programa de Bandera Azul	Cruz Roja AyA	Sociedad Civil	Promover la organización institucional y comunitaria, para buscar la conservación y desarrollo, proteger los recursos naturales, enfrentar el cambio climático, mejorar las condiciones higiénico-sanitarias y la salud pública.	Reducción de huella de carbono (control o reducción de consumo de energía, agua, hidrocarburos, etc.), acciones de educación ambiental, etc.

<b>Proyectos, programas o iniciativas</b>	<b>Actor / Desarrollador</b>	<b>Beneficiarios</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Descripción de prácticas y tecnologías</b>
Fortalecimiento de Corredores Biológicos mejorando la conectividad a través de sistemas agroforestales.	Corredor Biológico Río Nosara	Fauna silvestre y Sociedad Civil	Promover la conectividad entre áreas protegidas, a través de buenas prácticas y producción sostenible.	Desarrollo de actividades y prácticas productivas sostenibles y amigables con el medio ambiente dentro de los Corredores Biológicos.
Protección de la parte alta de la Cuenca del Río Nosara.  Programa de educación ambiental en escuelas públicas.	Fundación Reserva Natural Monte Alto SINAC-MINAE	Sociedad Civil  Estudiantes de 10 centros educativos de primaria	Proteger la Cuenca Alta del Río Nosara, la flora y fauna silvestre, recurso hídrico y los diferentes servicios ecosistémicos del bosque. Educar a los niños sobre los servicios que brindan los ecosistemas y la importancia de su protección	Restauración de bosques, control y protección de bosques, caza e incendios.  Charlas, giras y días de campo de educación ambiental para centros educativos de primaria.
Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	Municipalidad	Sociedad Civil	Un sistema adecuado, eficaz y sostenible para la correcta gestión de los residuos sólidos ordinarios.	Manejo adecuado de residuos sólidos
Educación ambiental.	Guías y scout	Sociedad Civil	Inculcar una serie de valores en los niños y niñas para forjar ciudadanos de bien para la sociedad y el medio ambiente.	Charlas, giras, campamentos, campañas ambientales, días de campo, donde se inculca el respeto por los demás y la importancia de los servicios que brindan los ecosistemas.

## Reconocimiento del Beneficio Ambiental

Este proyecto liderado por el CACH, donde se brindan incentivos económicos a productores agropecuarios no utilizó ningún criterio para seleccionar a los beneficiarios. Se convocó a reunión a productores agropecuarios de todo el cantón, donde se les informó del proyecto. Aquellos interesados en participar llenaron un formulario que sirvió de diagnóstico de la finca y otro donde indican que actividades o mejoras (de una lista previa establecida por el MAG en el cuadro 15) iban a desarrollar en sus fincas.

**Cuadro 9.** Actividades desarrolladas en las unidades productivas.

Actividades	No. fincas
Construcción de Reservoirio de Agua	2
Establecimiento de banco forrajero (caña de azúcar)	31
Establecimiento de banco forrajero (pasto de corta)	18
Establecimiento de pasto mejorado en sistema de ganadería sostenible	28
Cultivo de cobertura (abonos verdes)	2
Enmiendas orgánicas o químicas para corregir problemas de productividad	7
Construcción de gavetas de infiltración	7
Canal de desviación	4
Siembra de barreras vivas para control de erosión y mejorar la infiltración	1
Siembra de árboles para fines de sombra en café	1
Siembra de árboles para reforestación protectora sin fines de aprovechamiento	4
Cortina rompe vientos	2
Abonera orgánica	1
Infraestructura para el almacenamiento de forraje (pacas)	2
Picadora de forraje en sistemas de ganadería sostenible	12
Abrevaderos en sistemas de ganadería conservacionista	24
Construcción de saladeros en sistemas de ganadería conservacionista	17
Construcción e instalación de comedero para ganado	28
Construcción e instalación de Infraestructura para alimentación suplementaria de ganado en verano.	19
Establecimiento de cercas en sistemas de ganadería conservacionista (cerca eléctrica)	2
Construcción de Biodigestor	2
Construcción de vivero de biojardinera (plantas medicinales)	1
Equipo e implementos para manejo de coberturas del suelo (motoguadaña)	7
Compra de equipo para la aplicación uniforme y calibrada de agroquímicos (bomba de motor)	11
Construcción de terrazas en terrenos de pendiente pronunciada	1
Aperos de animales y equipos para tracción animal (Accesorios, chuzo, fajas)	2
Aperos de animales y equipos para tracción animal (Carreta para bueyes)	1
Infraestructura y equipo para la higiene de los trabajadores	2

Luego de un tiempo prudente, se visitaron todas las fincas para verificar que efectivamente, realizaron las actividades que indicaron cuando completaron los formularios, con el fin de reconocer económicamente un porcentaje que va del 20 al 30% de la inversión realizada. En total participaron un total de 70 productores agropecuarios, los cuales realizaron una o más actividades en sus fincas o unidades productivas. El monto total distribuido entre los productores fue de

diecinueve millones ochocientos cincuenta y cuatro mil setecientos setenta y seis punto cincuenta y ocho colones (C19,854,776.58).

### Programa de Pago Por Servicios Ambientales (PSA)

En el caso de este programa, ejecutado por FONAFIFO a través de organizaciones como el CACH y de regentes forestales, se utiliza una matriz para seleccionar aquellas fincas que van a ser beneficiarias del programa de protección de bosque, basada en criterios de priorización definidos por el SINAC y oficializado por el Poder Ejecutivo (Decreto ejecutivo 39871-MINAE).

**Cuadro 10.** Matriz de Valoración para la priorización de ingreso de fincas con bosque al programa de PSA.

Nº de criterio	Criterios de priorización	Puntaje
1	a) Bosques en fincas privadas que se ubican dentro de las Áreas Silvestres Protegidas	115
	b) Bosques dentro de los Territorios Indígenas del país.	
2	c) Bosques en fincas ubicadas en áreas definidas dentro de sitios de importancia para la conservación.	110
	d) Bosques en fincas ubicadas dentro de los Corredores Biológicos oficialmente establecidos.	
3	e) Bosques que protegen fuentes destinadas al abastecimiento de agua, principalmente para consumo de la población (basados en información suministrada por Acueductos y Alcantarillados, Asadas, o con nota de municipios que administren acueductos).	105
4	f) Bosques fuera de cualquiera de las prioridades anteriores.	55
I	g) Bosques para Protección que cumplan con lo establecido en los puntos anteriores, y que hayan suscrito contratos de pago de servicios ambientales de protección de bosque en años anteriores, también serán considerados para estos efectos los contratos que concluyan su periodo de vigencia.	10 Adicionales
II	h) Bosques en fincas ubicadas en los distritos con Índice Desarrollo Social (IDS) menor a 43,4% según la determinación realizada por MIDEPLAN (2013).	10 Adicionales
III	i) Bosques en cualquiera de las prioridades anteriores, con solicitud de ingreso al Programa de Pago por Servicios Ambientales en áreas menores a 50 hectáreas. Estos puntos sólo aplican si el área de la finca es igual o menor de 50 hectáreas.	25 Adicionales
IV	j) Bosques en cualquiera de las prioridades a, b, c, d, e y f, con solicitud de ingreso al PPSA que tengan menos de 100 hectáreas de folio real y un área de PSA propuesta de 50 hectáreas máximo, para proyectos de Protección de Bosque tramitados por organizaciones con convenio vigente con el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, que no estén incluidas en el inciso anterior.	10 Adicionales

**Fuente:** Decreto Ejecutivo 39871-MINAE

- a) La puntuación de los criterios 1, 2, 3 y 4 serán excluyente entre sí.
- b) El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal contratará las fincas con la calificación más alta, que cumplan con los requisitos establecidos en el Manual de Procedimientos para el Pago por Servicios Ambientales, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 46, del día 6 de marzo del 2009 y sus reformas, y/o hasta ejecutar el presupuesto aprobado.
- c) En caso de calificaciones iguales se tramitarán según el orden de presentación de las solicitudes.
- d) El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal pondrá a disposición las capas en formato digital (*shape file*), para ubicar las fincas que apliquen al Programa de Pago por Servicios Ambientales.

En Hojancha, desde el año 1998 a setiembre del 2007, el Programa de PSA ha beneficiado trece mil ciento dieciséis punto nueve hectáreas dentro de las diferentes modalidades y veinte cinco mil cuatrocientos quince árboles sembrados bajo la modalidad de sistemas agroforestales (SAF).

**Cuadro 11.** Cantidad de hectáreas y número de árboles en el Programa de PSA para el cantón de Hojancha, Guanacaste. Periodo 1998-setiembre 2017.

<b>Modalidad PSA</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>N° Árboles</b>
Protección Áreas Silvestres Protegidas	495,7	0
Protección de Bosques	10136,9	0
Protección Recurso Hídrico	685,6	0
Reforestación	1592,7	0
Reforestación con Especies de mediano crecimiento	74,1	0
Reforestación con Especies de rápido crecimiento	14,3	0
Reforestación Plantaciones	30	0
Reforestación segundas cosechas	61,5	0
Regeneración en Potrero	26,1	0
Sistemas Agroforestales (SAF)	0	25 415
<b>Total</b>	<b>13116,9</b>	<b>25 415</b>

**Fuente:** Consulta a FONAFIFO

#### **DECRETO EJECUTIVO 38642-MP-MAG 2014**

En octubre del 2014, el Gobierno de la República de Costa Rica, con base en la información científico-técnica del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) referente a la temporada lluviosa del año 2014 y las proyecciones en la modelación científica para el primer trimestre del 2015 donde se visualizaban déficit de precipitación a causa de fenómeno ENOS, mediante Decreto Ejecutivo 38642-MP-MAG, declaran emergencia nacional la situación generada por la sequía que afectó todos los cantones de la provincia de Guanacaste, además los cantones de Aguirre, Garabito, Montes de Oro, Esparza y el cantón central de la provincia de Puntarenas, Orotina, San Mateo y Atenas de la provincia de Alajuela (Decreto Ejecutivo 38642-MP-MAG 2014).

La firma de la declaratoria de emergencia por sequía en el 2014, le permitió al Estado elaborar planes de emergencia y asignar recurso humano e insumos de manera ágil e inmediata para atender la emergencia en las zonas afectadas.

En Hojancha, la oficina regional del MAG en conjunto con la Cámara de Ganaderos, convocaron a reunión a los productores agropecuarios y ASADAS, con el objetivo de que las personas realizaran reportes sobre las afectaciones que les estaba causando la sequía y así, conocer la situación del agua comunal y en la fincas de los productores.

Con la información recopilada, el MAG elaboró una base de datos sobre productores, sus actividades, impactos y pérdidas generadas por la sequía, donde se indican pérdidas económicas durante el año 2014 por más de trescientos treinta (¢330,000,000.00) millones de colones y más de trescientos productores afectados.

Esto permitió elaborar un plan de acción y se establecieron los siguientes parámetros para determinar el tipo y cantidad de ayuda que recibiría cada productor por parte del Estado.

- Productores que reportaron pérdidas en la Agencia de Extensión Agropecuaria de Hojancha, áreas de mayor afectación, productores de cría, tamaño del hato, disponibilidad de forrajes en la finca.

Según la Agencia de Extensión Agropecuaria del MAG de Hojancha, en este cantón se atendieron a 473 productores, con una inversión de ¢56, 794,878.6 entre insumos y materiales repartidos.

**Cuadro 12.** Cantidad de insumos agrícolas y productores atendidos

<b>Insumos agrícolas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>N° productores atendidos</b>
Fertilizante 10-30-10	Sacos 45kg	360	129
Urea	Sacos 45 kg	27	27
Nitrato de Amonio	Sacos 45 kg	47	47
Fertilizante para café	Sacos 45 kg	620	58
Semilla maíz Diamantes	Kg	246	49
Semilla maíz EJM2	kg	246	49
Semilla frijol Guaymí	kg	360	29
Semilla frijol Cabécar	kg	360	28
Semilla frijol Chirripó	Kg	360	29
Semilla frijol Brunca	Kg	360	27
Semilla lechuga	Paquetes	3	2
Semilla de chile 4212	Paquetes	1	1
Semilla chile Nathalie	Paquetes	3	2
Malla antiáfidos	Metros	100	3
Plástico	Metros	100	7
Tomate Milán	Paquetes	2	1

**Cuadro 13.** Cantidad de insumos pecuarios y productores atendidos.

Insumos pecuarios	Unidad	Cantidad	N° productores atendidos
Destilado de maíz	Sacos de 46 kg	64	32
Minelaza	Sacos de 25 kg	99	33
Citropulpa	Sacos de 46 kg	205	70
Minerales	Sacos de 20kg	86	81
Melaza	Kilogramos	25800	86
Concentrado bovinos	Sacos	1524	252
Azúcar crudo para apicultores	Sacos de 50kg	722	26

**Cuadro 14.** Resumen productores atendidos y estimación de la inversión.

Productores pecuarios atendidos	302
Productores agrícolas atendidos	209
Total de productores atendidos	473
Meta inicial	400
Superación de la meta	16%
Valor insumos agrícolas	¢18,057,282.65
Valor insumos pecuarios	¢38,737,596.00
Valor total	¢56,794,878.6

Sumando el monto de las pérdidas reportadas por los productores y la inversión en materiales e insumos que suministró el gobierno, se obtiene un monto de trescientos ochenta y siete millones doscientos cuatro mil ochocientos setenta y ocho punto seis colones (¢387, 204,878.6), esto sin contabilizar transporte de insumos, planilla funcionarios de diferentes instituciones u organizaciones, sector naranja, mano de obra sin trabajo, etc.

### **Acompañamiento al sector agropecuario**

De acuerdo con el ingeniero Juan Bautista Méndez Cruz, hace 20-22 años no se hablaba de cambio climático, sin embargo, las necesidades eran las mismas que hoy en día. Había problemas de agua, de sequía, de erosión de suelos, debido al mal manejo de las actividades agropecuarias.

Para 1994, en el caso de la ganadería, una actividad que abarca entre 38 y 40% del territorio del cantón según en ingeniero Méndez y debido a la crisis que enfrentaba, se hizo un diagnóstico de su situación y se definieron una serie de acciones que debían ejecutarse, luego se elaboró un plan de acción o de emergencia que consistía en mejorar las pasturas, sembrar bancos forrajeros para tener comida en el verano, mejorar la infraestructura básica de la finca, usar suplementos como la pollinaza y fundamentalmente, los productores debían respetar y proteger las fuentes de agua, ya que tenían serios problemas por la falta del recurso hídrico.

En el año 2007 aproximadamente se hizo un plan estratégico, donde se propuso hacer un manual de ganadería sostenible que se trabajó en Hojancha. Dicho manual fue publicado en el año 2009 bajo el nombre “Manual de Recomendaciones para el Manejo Sostenible de la Ganadería

Bovina de Carne en la Región Chorotega”, y contiene la oferta tecnológica para el desarrollo de la actividad ganadera.

Adicionalmente, en Hojancha la oficina del MAG también ha participado en el desarrollo de NAMA café y NAMA ganadería y en conjunto con la Cámara de Ganaderos, realiza constantemente actividades de capacitación en diferentes temas que benefician de manera directa o indirecta la gestión ante eventos de sequía.

### **Alianzas Público Privadas (ALIARSE)**

#### **“Vigilantes del Agua: promotores de la adaptación al cambio climático”**

ALIARSE es una organización que trabajó en cinco actividades en Hojancha gracias a los recursos del Programa de Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas.

1. Realizó capacitaciones donde recolectaron insumos que direccionaron principalmente hacia dos fines:
  - a. Recopilar el conocimiento previo de los participantes sobre cambio climático.
  - b. Conocer y recopilar las perspectivas, prioridades y propuestas respecto a elementos claves de estudio.
2. Apoyaron con recursos al Colegio Técnico Profesional de Hojancha para evaluar las condiciones de la red de abastecimiento de agua para los diferentes usos y además, realizaron las mejoras correspondientes para hacer uso eficiente del agua, reducir el gasto y evitar el desperdicio.
3. Instalaron sistema de cosecha de agua de lluvia en las escuelas públicas de San Rafael y Pilangosta para usarla en las actividades de limpieza y servicios sanitarios.



**Figura 17.** Cosecha de agua de lluvia en la escuela de Pilangosta de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

4. Pintaron dos murales en el centro del cantón, representando temas alusivos al cambio climático y la protección del recurso hídrico.
5. Concurso de dibujo en centros educativos de primaria con el tema de cambio climático y protección del agua.

Cabe destacar que inicialmente se quisieron realizar capacitaciones en los cuatro distritos del cantón, sin embargo, únicamente en la comunidad de Monte Romo hubo participación de los pobladores para su desarrollo. En cuanto a la escogencia del Colegio, este fue seleccionado por ser el más grande y de mayor consumo del recurso hídrico. En el caso de las escuelas donde se estableció un sistema de cosecha de agua, el criterio utilizado fue que contaban con infraestructura en buen estado.

## **Anexo 2**

### **Entrevista a instituciones u organizaciones**

#### **Consentimiento informado**

Mi nombre es José Joaquín Rodríguez Araya, estudiante de la Maestría Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Me encuentro realizando mi trabajo de investigación con el nombre “Análisis de la Gestión de los Eventos de la Sequía ante el Cambio Climático en el Cantón de Hojancha”.

El objetivo general es analizar la gestión de la sequía y desarrollar una propuesta de plan de gestión que facilite la toma de decisiones para enfrentar dicha problemática en el futuro. Para el desarrollo de la investigación requerimos la participación de todos los actores de la comunidad, que permita identificar tanto los diferentes problemas derivados de la sequía y la escasez de agua, como las prácticas y tecnologías implementadas para enfrentar dicho problema.

La información brindada será utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación y de forma anónima. Además, solicito permiso para grabar la conversación de manera de que si se me pasa anotar algo pueda verificarlo sin tener que molestarle nuevamente. La grabación será destruida cuando la información que nos provea este transcrita en una base de datos. ¿Puedo tener su permiso para efectuar la entrevista? Gracias.

Lista de preguntas guía para desarrollar la entrevista a los encargados de los proyectos, programas e iniciativas desarrolladas en Hojancha para enfrentar la sequía.

1. Nombre de la Institución – Organización
2. ¿Hojancha ha enfrentado problemas de sequía?
3. Desde su institución u organización, ¿qué se hace para enfrentar la sequía?
4. Nombre del proyecto, programa o iniciativa que lideran para enfrentar la sequía y sus objetivos
5. ¿Quiénes participan y cuáles son sus funciones?
6. Ubicación y nombre de los beneficiarios del proyecto
7. Qué prácticas y tecnologías están desarrollando para enfrentar la sequía
8. Criterios utilizados para determinar las prácticas y tecnologías implementadas
9. Criterios utilizados para determinar los beneficiarios
10. Requisitos para ser beneficiario
11. ¿Se brinda seguimiento a través del tiempo?

12. Como califica las prácticas y tecnologías desarrollas
13. Necesidades del cantón para enfrentar la sequía
14. ¿Cuáles han sido las enseñanzas durante el desarrollo del proyecto y que cosas o elemento incorporaría para mejorarlo?

## Entrevista a Productores / Beneficiarios

### Consentimiento informado

Mi nombre es José Joaquín Rodríguez Araya, estudiante de la Maestría Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Me encuentro realizando mi trabajo de investigación con el nombre “Análisis de la Gestión de los Eventos de la Sequía ante el Cambio Climático en el Cantón de Hojanca”.

El objetivo general es analizar la gestión de la sequía y desarrollar una propuesta de plan de gestión que facilite la toma de decisiones para enfrentar dicha problemática en el futuro. Para el desarrollo de la investigación requerimos la participación de todos los actores de la comunidad, que permita identificar tanto los diferentes problemas derivados de la sequía y la escasez de agua, como las prácticas y tecnologías implementadas para enfrentar dicho problema.

La información brindada será utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación y de forma anónima. Además, solicito permiso para grabar la conversación de manera de que si se me pasa anotar algo pueda verificarlo sin tener que molestarle nuevamente. La grabación será destruida cuando la información que nos provea este transcrita en una base de datos. ¿Puedo tener su permiso para efectuar la entrevista? Gracias.

 <b>Información General</b>		Fecha de Entrevista	Coordenadas
Distrito	Comunidad	Hora Inicio	Hora Fin
Dirección/Señas			No. Entrevista
Nombre del beneficiario (a):			Edad:
Contacto			
Actividad que desarrolla:	Fecha de nacimiento:		
Práctica y/o tecnología:			
Fecha de implementación:			
Encargado del proyecto:			

1. ¿Qué problemas le ha generado la sequía en las actividades que usted desarrolla?

---

---

---

2. ¿Qué prácticas y tecnologías ha implementado para enfrentar la sequía?

- Construcción de reservorios de agua       Sistemas de riego
- Estructuras de almacenamiento de agua       Reforestación
- Establecimiento de pastos mejorados       Protección de nacientes
- Establecimiento de forrajes de corta       Ganadería semi estabulada
- Uso de especies/razas resistentes a la sequía       Apartos
- Venta de animales en época seca       Módulos de alimentación
- Otro \_\_\_\_\_

3. ¿Las prácticas y tecnologías implementadas le han permitido enfrentar la sequía? Si su respuesta es afirmativa ¿de qué manera? Si su respuesta es negativa ¿por qué?

---

---

---

4. ¿Cuál o cuáles han sido los beneficios de participar en el proyecto?

---

---

---

5. ¿Estas prácticas y tecnologías se siguen implementando en sus actividades?  
Sí ( ) No ( ) ¿por qué?

---

---

---

6. Si no hubieran recibido apoyo, ¿tendría la capacidad para implementar esas prácticas y tecnologías?

---

---

---

7. ¿Cuáles fueron los requisitos para ser beneficiario del proyecto?

8. ¿Cuántas personas y familias depende de su actividad? \_\_\_ Personas \_\_\_ Familias

9. ¿Cómo surgió la iniciativa de utilizar estas prácticas y tecnologías?

---

---

---

10. ¿Qué calificación le daría a las prácticas y tecnologías para enfrentar eventos de sequía? (1 es la calificación más baja y 10 la más alta).

1             3             5             7             9

2             4             6             8             10

11. Mencione otras prácticas y tecnologías que usted cree conveniente implementar para enfrentar la sequía y explique por qué.

---

---

---

12. ¿Cuáles son las necesidades que tiene usted, los demás productores y sectores para enfrentar eventos de sequía?

---

---

---

13. ¿Cuáles instituciones u organizaciones brindan información sobre la sequía, así como asesoría y acompañamiento para enfrentarla?

MAG             MUNICIPALIDAD             CNE             Otro \_\_\_\_\_

MINAE             MINISTERIO DE SALUD             CME

14. ¿Conoce sobre los posibles escenarios de cambios en el comportamiento del clima futuro?

No     Sí ¿Qué sabe?

---

---

---

15. ¿Quiénes son los actores que deben participar en la elaboración de planes para enfrentar la sequía?

---

---

---

---

---

### Consentimiento informado

Mi nombre es José Joaquín Rodríguez Araya, estudiante de la Maestría Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Me encuentro realizando mi trabajo de investigación con el nombre “Análisis de la Gestión de los Eventos de la Sequía ante el Cambio Climático en el Cantón de Hojancha”.

El objetivo general es analizar la gestión de la sequía y desarrollar una propuesta de plan de gestión que facilite la toma de decisiones para enfrentar dicha problemática en el futuro. Para el desarrollo de la investigación requerimos la participación de todos los actores de la comunidad, que permita identificar tanto los diferentes problemas derivados de la sequía y la escasez de agua, como las prácticas y tecnologías implementadas para enfrentar dicho problema.

La información brindada será utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación y de forma anónima. Además, solicito permiso para grabar la conversación de manera de que si se me pasa anotar algo pueda verificarlo sin tener que molestarle nuevamente. La grabación será destruida cuando la información que nos provea este transcrita en una base de datos. ¿Puedo tener su permiso para efectuar la entrevista? Gracias.

 <b>Información General</b>		Fecha de Entrevista	Coordenadas
Distrito	Comunidad	Hora Inicio	Hora Fin
Dirección/Señas			No. Entrevista
Nombre del beneficiario (a):			Edad:
Contacto			
Actividad que desarrolla:	Fecha de nacimiento:		
Práctica y/o tecnología:			
Fecha de implementación:			
Encargado del proyecto:			

1. ¿Qué problemas le ha generado la sequía en las actividades que usted desarrolla?

---

---

---

---

2. ¿Qué prácticas y tecnologías ha implementado para enfrentar la sequía?

Protección de fuentes de agua

Uso de medidores y tarifa

Mantenimiento de infraestructura

Búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento

Racionamientos de agua

Reforestación

Otro \_\_\_\_\_

3. ¿Las prácticas y tecnologías implementadas le han permitido enfrentar la sequía? Si su respuesta es afirmativa ¿de qué manera? Si su respuesta es negativa ¿por qué?

---

---

---

4. ¿Participan o forman parte de algún proyecto? De ser positivo ¿Qué beneficios les genera?

---

---

---

5. ¿Éstas prácticas y tecnologías se siguen implementando en sus actividades?  
Sí  No  ¿por qué?

---

---

---

6. ¿Han recibido algún tipo de apoyo para implementar esas prácticas y tecnologías?  
 No  Sí ¿Si no hubieran recibido apoyo, tendrían la capacidad para implementarlas?

---

---

---

7. ¿Cuáles fueron los requisitos para participar del proyecto?

---

---

---

8. ¿Cuántas personas y familias depende de su actividad? \_\_\_ Personas \_\_\_ Familias

9. ¿Cómo surgió la iniciativa de utilizar estas prácticas y tecnologías?

---

---

---

10. ¿Qué calificación le daría a las prácticas y tecnologías para enfrentar eventos de sequía? 1 es la calificación más baja y 10 la más alta.

1                     3                     5                     7                     9

2                     4                     6                     8                     10

11. Mencione otras prácticas y tecnologías que usted cree conveniente implementar para enfrentar la sequía y explique por qué.

---

---

---

12. ¿Cuáles son las necesidades que tiene usted, los demás productores y sectores para enfrentar eventos de sequía?

---

---

---

13. ¿Cuáles instituciones u organizaciones brindan información sobre la sequía, así como asesoría y acompañamiento para enfrentarla?

AyA                     MUNICIPALIDAD                     CNE                     Otro \_\_\_\_\_

MINAE                     MINISTERIO DE SALUD                     CME

14. ¿Conocen sobre los posibles escenarios de cambios en el comportamiento del clima futuro?

No     Sí ¿Qué sabe?

---

---

---

15. ¿Quiénes son los actores que deben participar en la elaboración de planes para enfrentar la sequía?

---

---

---

### Anexo 3

**Cuadro 15.** Acueductos comunales y cantidad de usuarios en el cantón de Hojanca.

<b>Distrito</b>	<b>Acueducto</b>	<b>No. usuarios</b>
<b>Hojancho</b>	ASADA Pilangosta	130
	ASADA San Rafael	42
	ASADA La Maravilla	51
	Comité Santa Lucía	14
<b>Monte Romo</b>	ASADA Monte Romo	103
	ASADA El Socorro	45
	ASDA San Isidro	37
	Comité Las Mercedes	10
	Comité Cuesta Roja	21
<b>Huacas</b>	ASADA Huacas	180
	Comité Pita Rayada	70
<b>Puerto Carrillo</b>	ASADA Puerto Carrillo	125
	ASADA Estrada Rávago	200
	ASADA Santa Marta	60
	ASADA San Miguel	24
	ASADA Lajas	20
	ASADA Betania	17