

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.

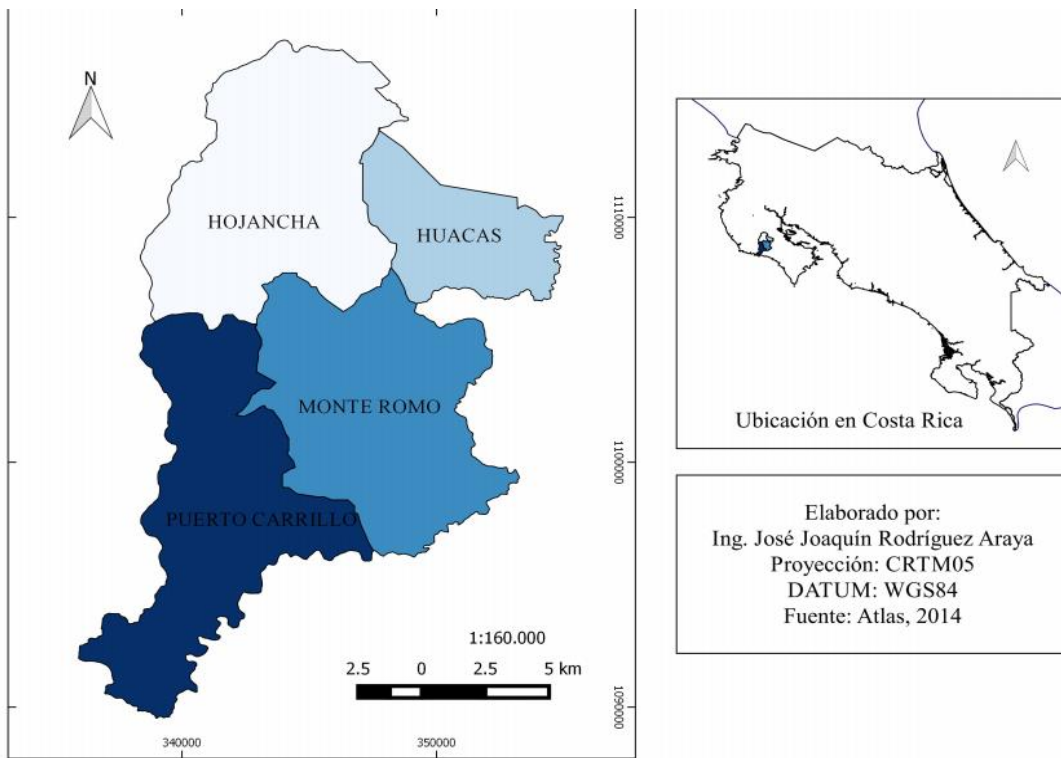


Figura 10. Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

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).

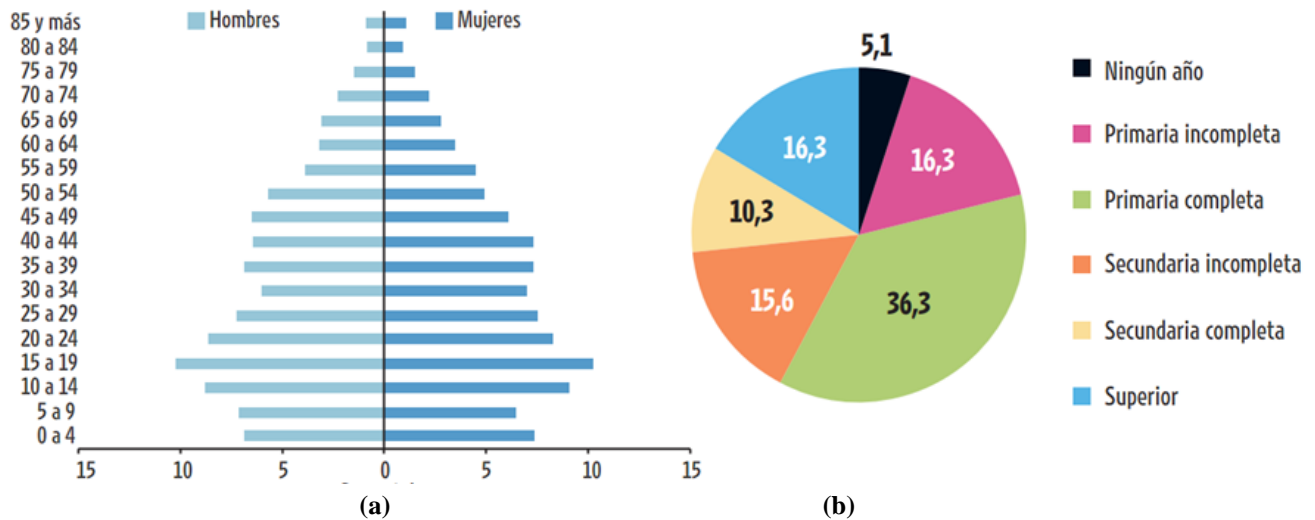


Figura 11. (a) Población del cantón de Hojancha según sexo y rango de edad en porcentaje y (b) nivel educativo de la población en porcentaje.

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 ECOMAPAS³ utilizando imágenes satelitales y visitas de comprobación en campo, información utilizada como insumo para la elaboración del plan de gestión.

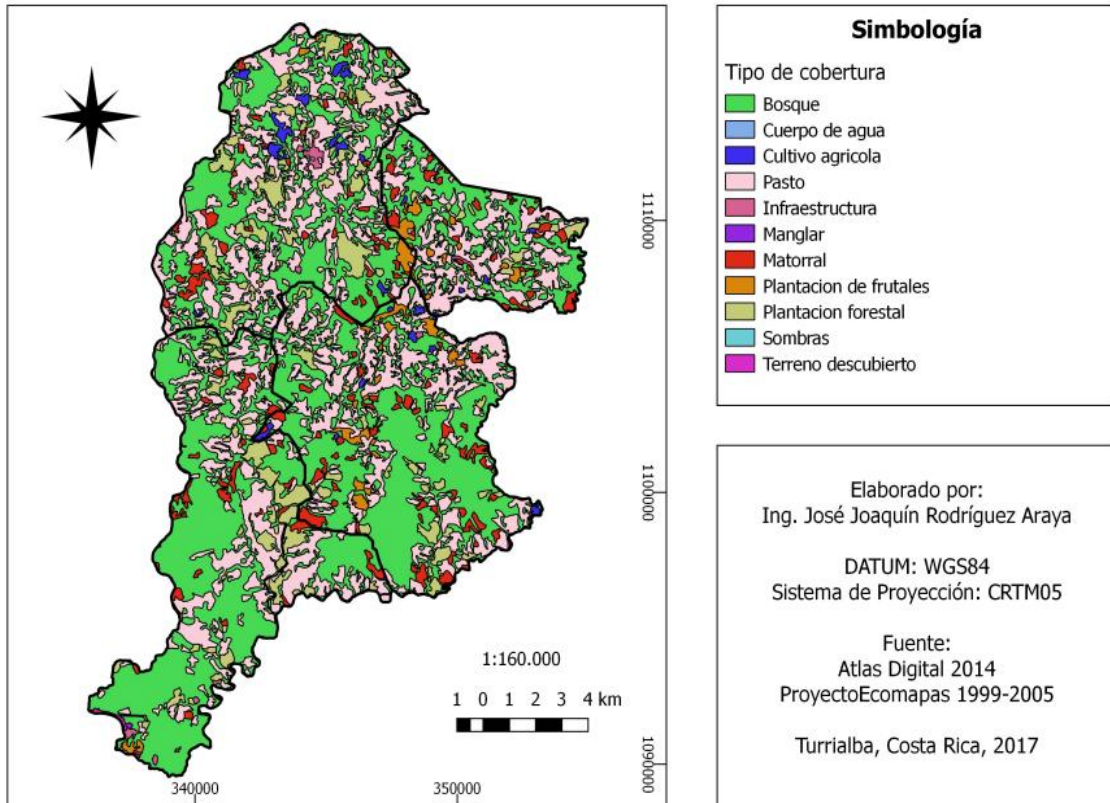


Figura 12. Mapa de uso del suelo para el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

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.

³ 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 1km² 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.

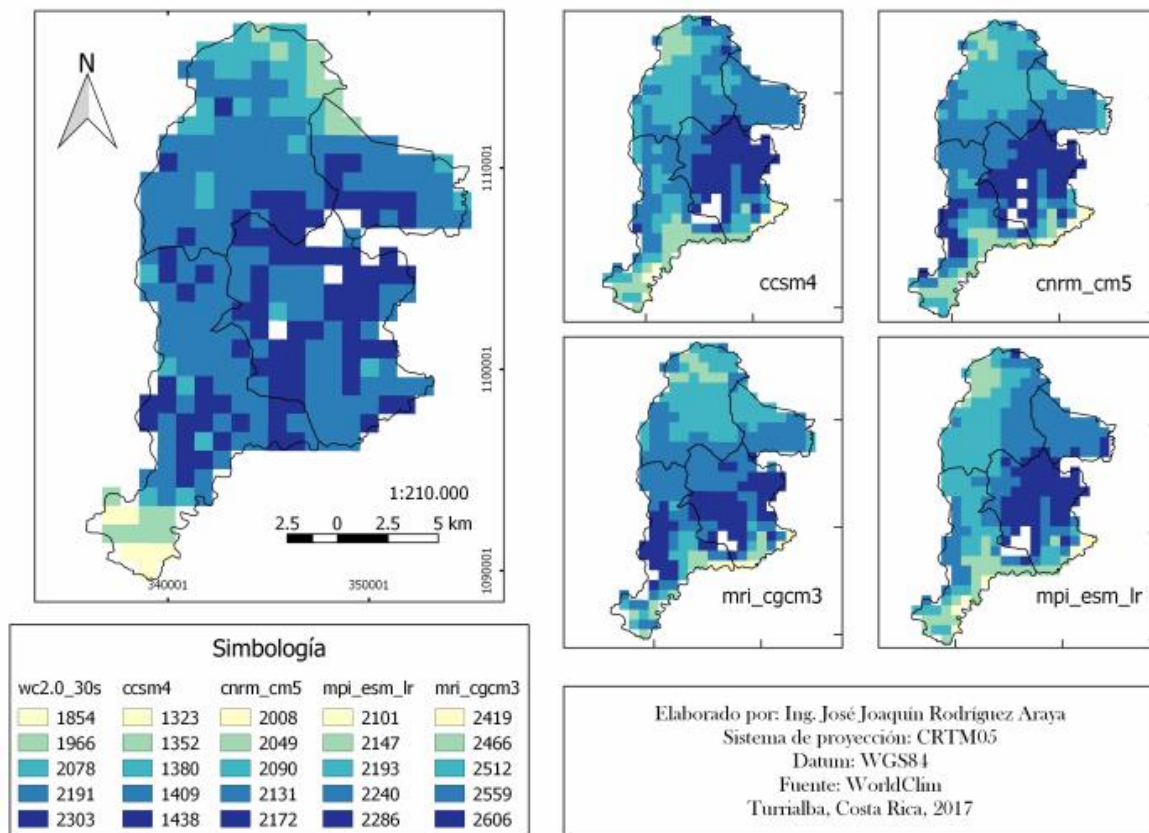


Figura 13. Escenarios de precipitación (RCP 8.5) promedio para período 2061-2080 en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

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.

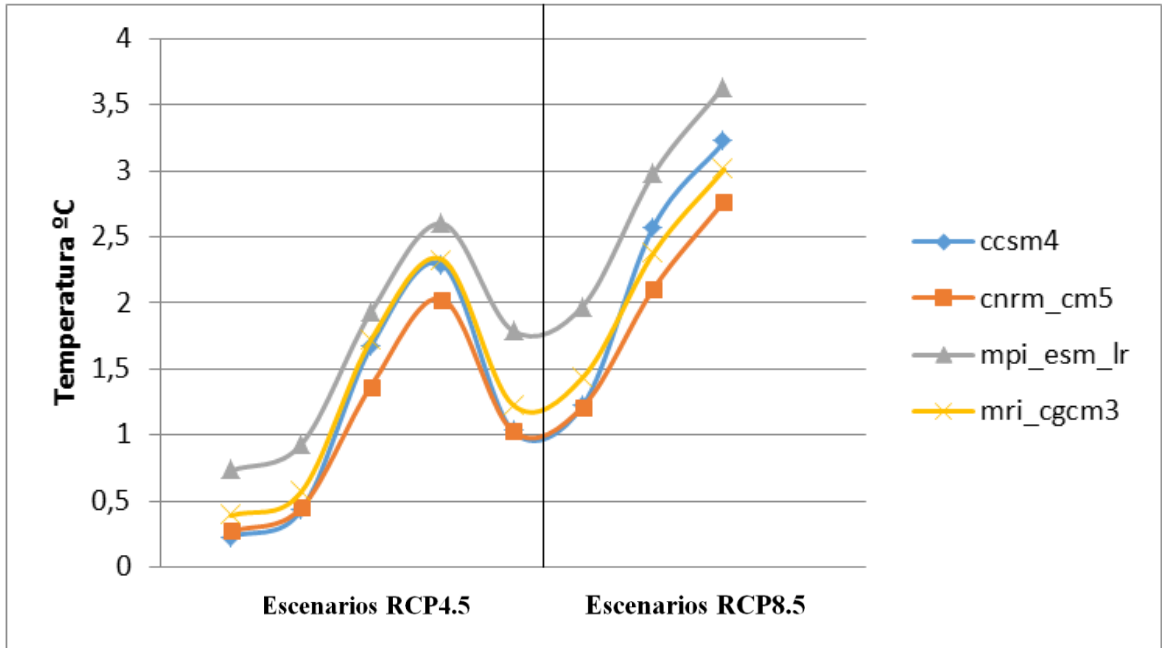


Figura 14. Escenarios futuros de aumento de temperatura promedio para el período 2061-2080 en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica.

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.

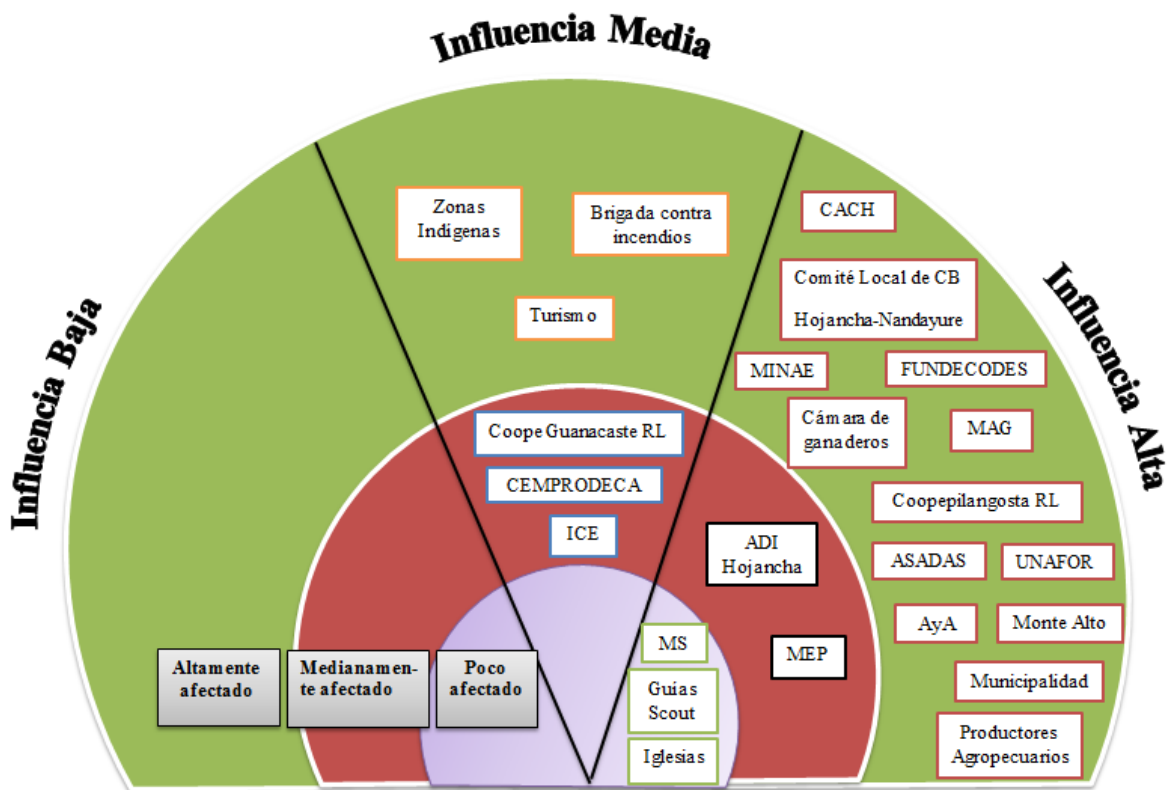


Figura 15. Arco Iris del Mapeo de Actores para cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica, construida con actores locales en taller participativo, realizado el 29 de noviembre del 2017.

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 condición⁴ 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.

⁴ 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 m³/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 m³/casa, para un total de 1800 m³/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 m³, 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"> ● Alto nivel de coordinación inter-institucional referente y deferente de otros cantones. ● Experiencia acumulada de líderes institucionales y comunales. ● Red de caminos en buen estado durante todo el año. ● Alto porcentaje de escolaridad o acceso a la educación. ● Organizaciones de productores posicionadas y consolidadas (CACH, Cámara de Ganaderos, Coopepilangosta R.L, CEMPRODECA). ● Hojancheños liderando las instituciones del cantón. ● Idiosincrasia del hojancheño. ● Organizaciones e instituciones presentes en el cantón. ● Experiencia en manejo de sequía y restauración de áreas degradadas (Monte Alto). ● Recuperación de cobertura boscosa del cantón. ● Incidencia política (diputados del cantón). ● Alta capacidad de gestión. ● Hojancha es un centro de investigación para las academias. ● Estudiantes de educación superior desarrollando investigación en el cantón. ● Profesionales hojancheños en diversas áreas. ● Existencia de acueductos y Liga Comunal del Agua. ● Buena distribución de la tierra, el promedio de tamaño de finca es de 35 hectáreas ● Hay alto nivel de cultura conservacionista y recolección de basura. ● Programas de Bandera Azul consolidado. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Financiamiento de entidades no gubernamentales nacionales e internacionales. ● 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.). ● Fortalecimiento de zonas turísticas (ríos, cataratas, playas, fincas integrales, etc.). ● Diversificación de actividades productivas. ● Hojancha es reconocido a nivel nacional e internacional en temas ambientales. ● Generar conciencia en el uso adecuado de los recursos naturales. ● Fortalecer las relaciones entre sectores. ● Acceso a Internet. ● Voluntariado nacional e internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Comunidades de bajos recursos (Santa Lucía, Lajas, San Miguel, Invu Betania, San Gerardo, Cerrillos, Cuesta Roja, entre otros). ● Cultura del no involucramiento en las fuerzas vivas y bajo nivel de organización en algunas comunidades de bajos recursos. ● Infraestructura de Comités de agua en mal estado o inexistente. ● Falta de canales de información adecuada. ● Desconocimiento sobre escenarios de Cambio Climático por parte de instituciones, productores y acueductos. ● Ley de Aguas de 1942 desactualizada. ● Tamaño de los acueductos comunales. ● Falta de recursos y financiamiento para acueductos comunales. ● No contar con un Plan de Gestión para eventos de sequía. ● No contamos con un sistema de alerta temprana para eventos de sequía. ● Poco personal en instituciones que deben liderar estos procesos de gestión. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Envejecimiento de líderes institucionales y comunales y poco involucramiento de jóvenes. ● Falta de compromiso ambiental. ● Cambio Climático. ● El agua para el centro de Hojancha proviene del Acuífero Río Potrero-Caimital ubicado en Nicoya, lo que puede generar conflictos a futuro. ● Incremento o aparición de enfermedades. ● Reducción en fuentes de trabajo por sequía (café y naranja, por ejemplo). ● Incendios forestales. ● Degradación de suelos.

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><u>Comisión Local</u></p> <p>Municipalidad Organizaciones de productores MAG MINAE CME AyA MS LCA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 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. ● Elaborar planes de trabajo donde se determinen las acciones y estrategias a desarrollar. ● Apoyar la formulación de proyectos y programas de educación ambiental. ● 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.). ● Mantener fluida comunicación con instituciones del Estado relacionadas con el tema de la sequía (IMN, CNE, Dirección de Aguas, AyA, SENARA, etc.). ● Servir como canal de comunicación de información pertinente, veraz, actualizada y en tiempo real sobre la sequía y las condiciones climáticas.
<p>Cámara de Ganaderos Coopetilangosta 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"> ● Monitorear constantemente las afectaciones que genera la sequía en los sectores que representan. ● Elaborar diagnóstico actual sobre las condiciones de cada sector para enfrentar la sequía. ● Identificar las necesidades para enfrentar la sequía. ● Formular proyectos y programas para enfrentar la sequía. ● Coordinar la ejecución de los proyectos o programas y mantener monitoreo constante de los mismos. ● Facilitar el desarrollo de capacitaciones y días de campo. ● Ejecutar los programas de educación ambiental. ● Evaluar las estrategias y tecnologías implementadas en el pasado y en la actualidad para enfrentar la sequía. ● Elaborar informes sobre los proyectos ejecutados. ● Coordinar visitas de campo dentro del cantón y en otras zonas del país, para conocer experiencias exitosas en la gestión de la sequía. ● Mantener apertura dentro de sus actividades para recibir visitas e intercambiar conocimientos.

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 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.

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.