



**HIDROCEC-UNA**  
Centro de Recursos Hídricos para  
Centroamérica y el Caribe

**UNA** UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
COSTA RICA  
SEDE REGIONAL CHOROTEGA

**Universidad Nacional,  
Sede Regional  
Chorotega, Costa Rica**

Coordinación general  
Juan Carlos Picón Cruz

# **CLIMA, AGUA Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE:**

---

Aportes desde la  
acción académica  
**CEMEDE - HIDROCEC**

CLIMA, AGUA Y PRODUCCIÓN  
SOSTENIBLE:  
Aportes desde la acción académica  
CEMEDE - HIDROCEC

Coordinación general  
Dr. Juan Carlos Picón Cruz

Las interpretaciones expresadas en esta obra colectiva son de exclusiva responsabilidad de los autores(as), al igual que las fotografías, figuras, u otras similares.

La publicación puede ser utilizada indicando los derechos de autor. Usted es libre de copiar y difundir los artículos comprendidos en la obra, siempre y cuando no se haga un uso comercial de la obra original, ni la generación de obras derivadas.

© Clima, agua y producción sostenible: Aportes desde la acción académica CEMEDE - HIDROCEC

Universidad Nacional, Costa Rica, Sede Regional Chorotega

333.73

C639c

Clima, agua y producción sostenible : aportes desde la acción académica desde el CEMEDE E HIDROCEC (Periodo 2015-2019) / Juan Carlos Picón Cruz, coordinador. -- San José, Costa Rica : Universidad Nacional de Costa Rica. 2020  
1 Recurso en línea (196 páginas): PDF

ISBN 978-9968-526-12-8

1. CLIMA. 2. SOSTENIBILIDAD. 3. AGUA. 4. SOCIEDAD. 5. UNIVERSIDAD NACIONAL (COSTA RICA). 1: Picón Cruz, Juan Carlos, coordinador.

Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y Caribe (HIDROCEC)  
Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional (UNA)  
Campus Liberia, Guanacaste, Costa Rica  
Andrea Suárez Serrano, PhD.  
Directora, HIDROCEC - UNA  
Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega  
Tel: + (506) 2562-6268  
Tel: + (506) 8719-7499  
email: andrea.suarez.serrano@una.cr

Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE)  
Mesoamerican Center for Sustainable Development of the Dry Tropics  
Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica  
Campus Nicoya, Guanacaste, Costa Rica  
Edgar Vega Briceño, M.Sc.  
Director, CEMEDE -UNA  
Tel. + (506) 2562-6212 / 2562-6216 / cemedede@una.cr  
Sitio web: <http://www.cemedede.una.ac.cr>

Diseño y diagramación:

Jade Diseños & Soluciones, [www.jadecr.com](http://www.jadecr.com), 2273-1473

La publicación puede ser utilizada indicando los derechos de autor. Usted es libre de copiar y difundir los artículos comprendidos en la obra, siempre y cuando no se haga un uso comercial de la obra original, ni la generación de obras derivadas.

# Contenido

Prólogo.....	7
Mensaje preliminar Compartiendo experiencias en investigación y extensión desde la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional.....	15
Presentación del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco de la Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega (CEMEDE).....	17
Presentación del Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe (HIDROCEC-UNA).....	19
1. EXPERIENCIAS DE LAS FAMILIAS QUE INCORPORAN A SU COSECHA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL) EN SU SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.....	21
2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LOS CANTONES DE HOJANCHA Y NICOYA, EN GUANACASTE, COSTA RICA.....	45
3. AGROQUÍMICOS Y OTROS PELIGROS CONTAMINANTES EN LA MICROCUENCA POTRERO-CAIMITAL, EN GUANACASTE, COSTA RICA: UN ESTUDIO CON PRODUCTORES Y POBLADORES.....	83
4. AGROCADENAS LIGADAS AL USO DE TECNOLOGÍAS DE COSECHA DE AGUA EN PEQUEÑOS AGRICULTORES DE LA REGIÓN CHOROTEGA DE COSTA RICA.....	107
5. ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES DENTRO DE LOS MODELOS DE FINCAS INTEGRALES.....	133



6. EXPERIENCIAS DEL PROCESO SOCIOPARTICIPATIVO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN ASOCIACIONES DE ACUEDUCTOS COMUNALES (ASADAS) EN SANTA CRUZ, ABANGARES Y NICOYA.....	151
7. TRATAMIENTO, GESTIÓN Y REUSO DE LOS LODOS SÉPTICOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS ASADAS Y LAS COMUNIDADES DE LA REGIÓN CHOROTEGA.....	173

# Prólogo

Dr. Juan Carlos Picón Cruz<sup>1</sup>  
Master. Juan Bravo Chacón<sup>2</sup>  
Académicos Sede Regional Chorotega

La Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional presenta esta publicación que busca dimensionar la experiencia de la labor de investigación y extensión, desde dos programas estratégicos como lo son el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE) y el Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe (HIDROCEC).

EL CEMEDE, se ha dedicado a la investigación y a la extensión universitaria, enfocándose en conocimientos técnicos y metodológicos, en aras de abarcar espacios de actualización y de formación en producción sostenible, ambiente y desarrollo sostenible, a sectores de la micro y pequeña empresa, organizaciones de base local (OBL) constituidos en asociaciones comunales de diversos fines, funcionarios públicos y privados a nivel nacional e internacional. De igual forma, el HIDROCEC se crea como centro de investigación especializado en el estudio del recurso hídrico, enfocado en tres áreas específicas: la calidad de aguas, la gestión de cuencas y el tratamiento de aguas (uso y reúso).

El espíritu que mueve la función de los centros de investigación de la SRCH-UNA es la creación de conocimiento endógeno, como base para el desarrollo de la sociedad. Por medio del conocimiento, el ser humano ha resuelto una variedad de problemas y necesidades, además, ha enfrentado anticipadamente distintas

---

1 Académico en la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional desde el 2001. Catedrático de la UNA desde el 2018. Especialista en desarrollo humano y sustentable y turismo de naturaleza. Desarrolla líneas de investigación en turismo, ambiente y sociedad, desarrollo territorial y humedales. Correo electrónico [juan.picon.cruz@una.cr](mailto:juan.picon.cruz@una.cr)

2 Investigador del CEMEDE. Catedrático jubilado en la Universidad Nacional. Investigador Sistemas de Humedal y miembro activo del Consejo Nacional de Humedales como representante ante RAMSAR.

situaciones, ya sea, como una oportunidad o como una forma de mitigar el riesgo de eventos de diversa índole. De modo que, el conocimiento como proceso social, no solo se genera, sino que se retroalimenta constantemente y, atraviesa etapas que le permiten al individuo desde la capacidad creativa para pensar o imaginar una situación, hasta la destreza de innovación y creación de productos (bienes o servicios) que sean de utilidad para la sociedad. En este proceso, también se valida o invalidan los resultados de la investigación, sea como ejercicios de exposición y debate en foros, congresos o bien, en sesiones de rendición de cuentas en espacios variados donde participan autoridades universitarias e institucionales, la comunidad científica, así como, productores y participantes de la sociedad civil.

En la construcción de conocimiento, estos grupos académicos o comunidades científicas son determinantes para la conducción y la creación de espacios, para interpretar fenómenos y llegar a predicciones necesarias a fin de mantener y mejorar la vida en el planeta. De tal modo que, mediante la puesta en práctica de los distintos proyectos, estos llegan a ser complementos que no solo logran transformar y facilitar los estilos de vida cotidiana (mejora o creación de procesos, información, tecnología), sino que resuelven problemas sociales, ambientales, económicos y productivos, entre otros.

Ciertamente, la creatividad es inherente al ser humano, lo que le ha permitido sobrevivir y lograr mejores niveles de bienestar, gracias a su capacidad de construir conocimiento y transmitirlo a través de las distintas generaciones, las cuales, a su vez han utilizado su ingenio para replantear, deconstruir o producir mejores productos (conocimiento, ante todo). Véase que, esta es la función esencial de la Universidad, que como institución responde a la misión permanente de aportar conocimiento al servicio de una sociedad, la cual, exige cada vez más, que las instituciones de educación superior atiendan las múltiples demandas sociales.

En este sentido, este texto constituye un acercamiento a la experiencia que genera un nexo entre: universidad, ciencia y sociedad. La puesta en práctica de los distintos proyectos demuestra que se avanza en diversos temas, los cuales son primordiales para solventar los problemas de la región Chorotega y otras zonas de Costa Rica, Mesoamérica y el Caribe. Estas acciones permiten atender y dar alternativas a las comunidades más vulnerables, con respecto a los desafíos que deben enfrentar en relación con la variabilidad hidro-climática y sus efectos en los ecosistemas, así como, en la economía, la producción y la calidad de vida en general.

Nótese que la experiencia con las familias del entorno rural que incorporaron la captura de agua de lluvia mediante técnicas innovadoras o adaptando el conocimiento tradicional a la modernidad, para la agricultura de pequeña escala, tuvo desde el inicio resultados positivos e interesantes, como una respuesta ante los efectos del cambio climático, especialmente, en el corredor seco mesoamericano. De modo que, la posibilidad de que comunidades rurales de las zonas elevadas de la península de Nicoya, basadas en agricultura hortícola, como la población de productores de La Esperanza, Colas de Gallo y otras comunidades de Nicoya y Santa Cruz, experimentaron un alivio durante la estación seca. Además, considerar el aprovechamiento de la piscicultura (cultivo de Tilapia), permite a las familias contar con un uso alternativo del agua, sumado a la posibilidad de diversificar con actividades complementarias como la recreación turística con servicio de restaurante, a partir de insumos para consumo y la comercialización de productos locales.

Igual sucede con la experiencia de las agrocadenas, al promover la incorporación de productores en las dinámicas de comercialización regional integradas a los proyectos de mercados regionales, no solo dándoles la posibilidad de acceder su producción al mercado local, sino al ofrecerle a la comunidad una variedad de productos que antes no estaban disponibles en los pueblos de la península de Nicoya, sobre todo, en lo referente a las hortalizas que debían traerse del valle central e incluso importarlas para el consumo, especialmente, para los sectores turísticos. Así, la producción y la comercialización de diversas plantas y verduras ha permitido proveer, tanto a los restaurantes de la zona turística como a los lugareños, de una variedad de productos que antes no se tenían o eran de difícil acceso. Esto le genera a la zona dos beneficios, en primer lugar, mejora la capacidad económica de los productores y, en segundo lugar, contribuye a una cultura alimenticia apoyada en una dieta mejor balanceada, debido a que está dotada de insumos frescos y nutritivos.

Los avances en esta materia han llevado a estos grupos de académicos a desarrollar modelos para producción a mayor escala, los cuales, pronto darán resultados significativos, dado que continúan mejorando las condiciones, además se han superado etapas y esto se demuestra en la medida en que los productores incorporan estos sistemas en sus proyectos. Al mismo tiempo, los equipos de académicos de la UNA en conjunto con investigadores de otras universidades nacionales e internacionales avanza, para mejorar los procesos de investigación y de exploración de sistemas más complejos para captura de agua atmosférica y la recarga acuífera; en cuyo caso, esto generará más beneficios y la posibilidad de acompañamiento social, al llevar estas tecnologías a las comunidades.

Actualmente, se tiene documentado la incorporación de prácticas y tecnologías de reservorios para actividades de mayor tamaño, sobre todo en ganadería y producción de arroz. De hecho, CEMEDE e HIDROCEC han aportado todo el conocimiento adquirido acerca del desarrollo de estos sistemas a lo largo de los años y, muestra de ello, es la contribución a la Estrategia Nacional de Desarrollo, este es un planteamiento de opciones técnicas para la cosecha de lluvia y su utilización en riego entre el 2009-2010, respaldado y acogido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En este momento, se trabaja y se avanza respecto a la capacidad y la calidad del reservorio para maximizar el uso, tal como lo plantean los autores. Desde los artículos, se resume la experiencia obtenida por emplear los sistemas de captación de agua de lluvia en la península de Nicoya, ya sea, para uso ganadero, agrícola o piscicultura. En estos casos de estudio, los profesores y estudiantes mantienen contacto con la historia y presente de estas tecnologías, a la vez que vislumbran alternativas para mejorar los futuros proyectos.

Un caso similar sucede cuando se muestra cómo la dinámica docente involucra estudiantes en los proyectos de ambos institutos, logrando un acercamiento certero y urgente relacionado con el resguardo de las cuencas, microcuencas y acuíferos de los cuales se utiliza el agua tanto para consumo humano como para las ganaderías de producción sostenible de la península de Nicoya y de la región Chorotega en general. Este es un tema recurrente cuando en distintos sitios de estudio tanto de HIDROCEC como de CEMEDE, se trabaja con el tema de la calidad de aguas superficiales y subterráneas de las que dispone la población para su consumo. En este particular, no se debe olvidar que estamos asentados en sectores relacionados a las dinámicas ecorregionales del territorio y, que las actividades antropogénicas van a incidir tanto en la

calidad de los ecosistemas como en la de los servicios ambientales que recibimos. Tal como ocurre con la calidad del agua resultante de la dinámica superficial y subterránea de la gran cuenca del Tempisque y sus afluentes.

En virtud de lo anterior, vale mencionar que las relaciones son múltiples y en varias vías, al vincular la calidad de agua que consumen los animales domésticos que proporcionan alimentos a la población, los peces del río Tempisque y otros ríos secundarios, y principalmente, la calidad del agua del golfo de Nicoya, que es el gran proveedor de pesca artesanal del país. Ya los estudios demuestran cómo es afectada la calidad de la leche, la carne y el pescado a causa de la contaminación del agua con agroquímicos, y directamente, el problema por el agua que consumen las poblaciones humanas. En esta vía es apropiado el abordaje integral de los escritos que consideran no solo la calidad del agua para uso agrícola, ganadero, piscicultura, recreación y por supuesto para el consumo humano, sino la necesidad de llevar capacitación y acompañamiento accesible a las poblaciones locales que deben hacer frente a las necesidades cotidianas.

Los estudios de la agroforestería y agroecología, también forman parte de la agenda prioritaria en la Región Chorotega. La capacidad de la Universidad de incidir en la forma en que los productores se vinculan con sus tierras y las dinámicas de usos del suelo, tiene mucho que ver con perspectivas culturales que se van construyendo y deconstruyendo con el tiempo. Ciertamente, es el momento de consolidar y vernos desarrollando modelos de producción agroecológicos y agroforestales, donde compartimos la tierra con la vida silvestre, y, en dinámicas ecológicas, que superan los límites convencionales de medición de extensiones de suelo. Nos referimos a la necesidad de cuidar la calidad ecológica, resguardando la vida de los insectos y otros polinizadores, la capacidad del bosque de intercambiar energía y potenciar la capacidad de vida. Dinámicas como estas generan respuestas para pensar bosques modelos, bosques agroecológicos con interacciones humanas y de vida silvestre en armonía, en aras de maximizar los beneficios, ya sea, para brindar servicios como el ecoturismo o para incorporar a la cuenta de servicios ambientales del país.

Así las cosas, un elemento clave de las funciones de la investigación y la extensión está en la capacidad de fortalecer la docencia, con experiencias locales y de primera línea, permitiendo a los estudiantes y a los académicos de distintas carreras de la Sede Regional Chorotega, el contacto con temas locales que traspasan la mera casualidad de conocer unos temas distantes a la realidad concreta; tales acciones, permiten introducir al estudiante en una suerte de autorreconocimiento, como parte y como agente transformador de un territorio que ha heredado, que comparte y que heredará a futuras generaciones.

Otros temas claves, en los abordajes del libro, lo representan los constantes procesos de acompañamiento y capacitación a las Asociaciones Administradoras de Agua y Saneamiento Comunal (ASADAS) que ejecutan una labor estratégica en los equilibrios socioambientales y de salud pública en Costa Rica. Se trata de la gestión comunal de los servicios de agua potable, sostenido por comités locales desde la condición del voluntariado comunal que tanto se necesita. De estos grupos depende el acceso al agua, para solventar el servicio a una parte significativa de la población, principalmente, en los entornos rurales. En el caso de las comunidades que trabajaron con el HIDROCEC, por un lado, se abordó el tema de la presión hídrica de la zona y la competencia por el agua debido a una creciente urbanización, tanto en

el comercio como en el turismo en zonas costeras; y, por otro lado, la captura de agua para la producción agropecuaria e industrial, que eleva el riesgo de déficit de agua, dada la creciente huella hídrica reconocida en las investigaciones. Ante esta problemática, resultó atinente la capacitación que se llevó a cabo con las ASADAS, para atender este estratégico servicio, que cada día requiere, no solo de una creciente vigilancia sino de una gestión eficiente.

Ligado al tema del agua, continúa la problemática que corresponde al saneamiento y disposición de las aguas residuales y lodos sépticos. A pesar de ser parte de las funciones de las ASADAS, AyA y otras instancias vinculadas, se conoce la limitada capacidad técnica, administrativa y financiera de estas organizaciones de base local, que aun cuando han realizado algunos esfuerzos, no resultan suficientes, razón por la cual, todavía continúan buscando alternativas de solución. Ante esta situación, esperamos que aumente el apoyo estatal, sobre todo de las instituciones con mayor vínculo, además, es perentorio que se dote a las universidades de mejores condiciones, para continuar las labores de investigación y acción social que demanda la función pública.

Sin duda son muchos los pendientes y, se reconocen, cuando día a día se descubren nuevos desafíos, problemas y necesidades de diversa índole. Sin embargo, la UNA desde su capacidad de acción social e investigación en las regiones de mayor vulnerabilidad permanecerá presente. En este particular, la colaboración público-privada será necesaria para afrontar los desafíos futuros y, la convicción de la comunidad académica en su totalidad será la base, para mantener y mejorar el trabajo que demanda la misión académica de las sedes regionales de las universidades públicas de Costa Rica.

Tal como lo plantea el Dr. José María Gutiérrez<sup>3</sup>, quien indica que las universidades públicas están inmersas en un escenario complicado. Históricamente han sido instituciones claves en procesos culturales, sociales, políticos y económicos en nuestros países, constituyéndose a la vez en vías de promoción social y de gestación de oportunidades, generadoras de nuevo conocimiento y núcleos de pensamiento innovador y crítico.

---

3 Véase el texto *Reflexiones desde la academia. Universidad, ciencia y sociedad* (2019), de José María Gutiérrez Gutiérrez. San José, Costa Rica: Editorial Arlekin.

## **Coordinación General**

Dr. Juan Carlos Picón Cruz


## **Consejo académico dictaminador:**

Dr. Juan Carlos Picón Cruz  
M.Sc. Juan Bravo Chacón  
M.Sc. Marlene Flores Abogabir  
M.Sc. Geannina Moraga López

## **Colaboradoras:**

M.Sc. Sandra Coto López  
Dra. Beatriz Carvajal





## Mensaje preliminar

### Compartiendo experiencias en investigación y extensión desde la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional

Dr. Víctor Julio Baltodano Zúñiga<sup>4</sup>  
Decano, Sede Regional Chorotega  
Universidad Nacional, Costa Rica

La labor de la universidad pública y, primordialmente de la Universidad Nacional en la figura de su Sede Regional Chorotega, es contribuir y apoyar, principalmente, a los sectores vulnerables de la sociedad. Esta aspiración está contenida en nuestra misión, la cual establece que: “La Sede Regional Chorotega es un centro académico de educación superior que genera, comparte y difunde conocimiento de una forma humanista, crítica, creativa y comprometida con el desarrollo humano, todo ello mediante la docencia, la investigación, la extensión y otras formas de producción para el bienestar de las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad”.

A la par de la misión, parte de nuestra visión es ser un centro académico líder reconocido por su excelencia, con programas académicos flexibles y humanistas, así como, por su vocación para atender a las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad. Esta Sede, se ve a sí misma proyectándose a la sociedad, mediante la investigación y la extensión en temas estratégicos de interés regional y global, con una docencia pertinente y de alta calidad; además, de estar vinculada internacionalmente, en especial, al ámbito latinoamericano.

Justamente, este libro está contextualizado en lo anterior. Por lo tanto, es una gran satisfacción que vea la luz porque es un aporte a la sociedad de las prácticas de Investigación y Extensión desde la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional;

---

4 Dr. Víctor Julio Baltodano Zúñiga, dirección electrónica: [victor.baltodano.zuniga@una.ac.cr](mailto:victor.baltodano.zuniga@una.ac.cr).

experiencias construidas desde nuestros dos institutos: el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible para el Trópico Seco (CEMEDE-UNA) y el Centro de Recursos Hídricos para Centro América y el Caribe (HIDROCEC-UNA), ambos con una visión holística de la sociedad.

Por consiguiente, desde hace más de 30 años nuestra institución, y, en particular, en la Sede Regional, se han hecho valiosos esfuerzos para que, en la Región Chorotega, no solo se oriente hacia la docencia, sino que, con gran atino, el aporte sea integral, incorporando *la investigación y la extensión universitaria*. De modo que, durante ese transitar, la docencia se ha nutrido de estas dos acciones y, a su vez, éstas recíprocamente, reciben el aporte de la docencia. Por lo tanto, se configura una relación dialógica entre ellas, realimentándose una a otra y entre ellas, haciendo crecer de forma pertinente y, con mayor impacto, la generación de conocimiento.

Cabe destacar que, desde la planeación estratégica de nuestra Sede se concibe la investigación y la extensión, no solo, como aquella acción realizada por los investigadores y extensionistas, tal y como se ha apuntado; sino que, para nuestra institución, los estudiantes son actores importantes que, junto al profesor, van adquiriendo las habilidades e incorporando sus propias iniciativas para fortalecer el aporte a las comunidades. De ahí que, en nuestra gestión desde la decanatura, hemos hecho un esfuerzo por incorporar, de manera efectiva, la extensión y la investigación por medio de la docencia en comunión con éstas. De manera que, lo que denominamos acción sustantiva (la investigación, la extensión, docencia y producción) no se construye con componentes aislados. En este sentido, es de capital importancia, la incorporación de las comunidades y beneficiarios que, contrario a los agentes pasivos que suelen ser meramente receptores, ellos se han convertido en personas constructoras de sus propias soluciones. En este particular, cabe mencionar que el CEMEDE e HIDROCEC han hecho una labor incansable, en esa búsqueda de soluciones, mediante un acompañamiento a las organizaciones y a las personas que así lo han requerido.

Las experiencias que se comparten en este libro están enmarcadas en ese enfoque estratégico que se ha venido comentando y, que apoyan, no solo a estas poblaciones vulnerables, sino a esas organizaciones que buscan el bien común, así como, aquellas que construyen sus opciones productivas. Nuestro accionar seguirá direccionado en innovar a partir del aprovechamiento de los recursos locales, tanto en lo productivo como turístico; y con esfuerzos que deben enmarcarse en las actividades económicas más importantes de la región que tienen capacidad de incluir a la población más vulnerable, así como en actividades emergentes, en las cuales, tengamos el recurso humano y material para desarrollarlas. Es por eso que áreas como adaptación al cambio climático, seguridad alimentaria, producción agropecuaria-forestal; almacenamiento de agua para la producción, inclusión del agua como parte del paquete tecnológico para la producción, uso alternativo del agua para la producción, diversificación de la producción agropecuaria, producción para el autoconsumo, transformación de la producción primaria, tecnología para la producción de manejo de ambientes controlados y genética, seguirán siendo centrales para apoyar la región; de manera que, en un futuro esperamos poder compartir, otras experiencias en el ámbito de la investigación, la extensión y la docencia.

## Presentación del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco de la Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega (CEMEDE)

M.Sc. Edgar Vega Briceño, director CEMEDE <sup>5</sup>  
Dr. Juan Carlos Picón Cruz<sup>6</sup>

El Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco de la Universidad Nacional en la Sede Regional Chorotega (CEMEDE), como centro académico de carácter *inter y multidisciplinario*, busca contribuir con la solución de la problemática ambiental, económica, social, cultural y política de las comunidades, regiones y naciones comprendidas en la Región Mesoamericana del Trópico Seco. Este programa nace como respuesta a la necesidad de generar investigación, extensión y brindar capacitación especializada, para el desarrollo de la región Chorotega en temas de desarrollo sostenible. De ahí que, fomentar la vinculación interna y externa a nivel interinstitucional mesoamericano, sigue las líneas de acción estratégicas planteadas en la Sede Regional Chorotega, mediante el establecimiento de alianzas, convenios y estrategias para la ejecución de programas, proyectos y actividades académicas de extensión, investigación y docencia.

En los últimos 15 años, se han llevado a cabo una serie de actividades de capacitación y actualización, a partir de la capacidad de investigación y extensión con la que se cuenta, esto se ha logrado, con las alianzas nacionales e internacionales que respaldan nuestro accionar. En este particular, se viene impulsando una agenda de temas prioritarios, para la Región Chorotega, en el marco de las condiciones ecológicas, sociales, culturales y económicas de la región mesoamericana del trópico seco; de

---

5 Director en vigencia, desde setiembre del 2019 hasta la actualidad. Especialista en Ciencias de la Computación y posgrado en Administración de la Tecnología de Información y Comunicación. Correo electrónico: [edgar.vega.briceno@una.cr](mailto:edgar.vega.briceno@una.cr)

6 Ex director del CEMEDE periodo 2018 – 2019. Especialista en desarrollo humano y sustentable y turismo de naturaleza. Desarrolla líneas de investigación en turismo, ambiente y sociedad, desarrollo territorial y humedales. Correo electrónico [juan.picon.cruz@una.cr](mailto:juan.picon.cruz@una.cr)

modo que, al resolver estos asuntos, se trata de responder a las demandas sociales desde una misión institucional que se ha adquirido, la cual, a su vez, compromete nuestros esfuerzos. Una muestra es el avance en investigación y capacitación internacional en humedales con enfoque de cambio climático, coordinado con el SINAC-CR; CREHO Panamá, HIDROCEC y CEMEDE UNA-CR.

Así mismo, hay distintos proyectos y actividades académicas con otras temáticas impulsadas, las cuales, están relacionadas con el diseño y el establecimiento de sistemas de producción agropecuario sostenibles en distintas comunidades de la región Chorotega, articulados con el Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible del convenio 1436/OC-CR. Ciertamente, la agenda de trabajo para el fortalecimiento de la organización comunal y el desarrollo de capacidades locales para la gestión comunitaria del agua, los proyectos ambientales de recuperación de cuencas y microcuencas, la gestión de producción sostenible y empresarial y, otros temas de interés local vinculados con el fomento del desarrollo sustentable de las comunidades es nuestra prioridad, no solo a lo interno de la región, sino también, en las zonas fronterizas del cantón La Cruz, Los Chiles, Upala y otros sectores.

Los temas vinculados entre turismo, sociedad y ambiente, también se han trabajado, desde procesos de apoyo con cursos, para mejorar la gestión y la calidad de los productos turísticos, como en la generación de investigación referente a temas claves de tipo ambiental, económico, social y cultural. En estos procesos de colaboración público privado y de vínculo interinstitucional y comunal, ha sido clave la alianza y la colaboración con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación, para apoyar los procesos de elaboración de planes de manejo y otras capacitaciones. Otros aliados estratégicos son el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), las municipalidades de la provincia y, en particular, en la península de Nicoya. Además, se participa y se articula con los consejos de desarrollo rural territorial de la zona, los consejos de áreas de conservación del SINAC, los consejos cantonales intersectoriales, las asociaciones de desarrollo y las cámaras empresariales, entre otros.

En síntesis, la suma de eventos nacionales e internacionales organizados desde el CEMEDE<sup>7</sup> muestran la extensa y variada actividad académica que ha marcado el trabajo, como el logro de la participación estudiantil desde las distintas carreras, así como, los cursos que se ofertan desde la Sede Regional Chorotega: además, el sector administrativo que es consciente del apoyo a la labor académica, de las autoridades de la Sede Regional Chorotega y de la UNA en general, y por supuesto, del equipo académico que constantemente están formulando y presentando sus ideas y proyectos de investigación, extensión y producción académica.

---

7 Para más información, pueden visitar nuestras instalaciones ubicadas en el Campus Nicoya y Campus Liberia o acceder nuestros sitios web disponibles en la red de internet. <http://www.cemedede.una.ac.cr/> [www.hidrocec.una.ac.cr](http://www.hidrocec.una.ac.cr) Para conocer acerca de eventos y documentos disponibles, pueden acceder a: <http://www.cemedede.una.ac.cr/index.php/memorias-digitales>

## Presentación del Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe (HIDROCEC-UNA)

PhD. Andrea Suárez Serrano<sup>8</sup>  
Directora de HIDROCEC

La misión del programa HIDROCEC es contribuir en la Gestión Integral del Recurso Hídrico en la Región (GIRH) en Centroamérica y el Caribe, mediante la excelencia en la investigación y la vinculación con los actores sociales concernientes con los distintos procesos de gestión, estableciendo alianzas intra e intersectoriales, así como, en cooperación con instituciones afines a nivel nacional e internacional, en aras de buscar el desarrollo de investigaciones aplicadas, con el afán, de encontrar soluciones integrales que respondan a la realidad nacional y centroamericana relacionadas al recurso hídrico.

El marco científico-tecnológico del HIDROCEC se enfoca en el abordaje de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, inicialmente a nivel nacional y, paralelamente a nivel regional y de El Caribe, por medio de la definición de estrategias competitivas e innovadoras. HIDROCEC ha abarcado de manera integral la gestión de los recursos hídricos mediante sus diferentes áreas de desarrollo, a saber: calidad de aguas, gestión de cuencas y, tratamiento y reutilización de aguas.

Este libro es producto de diferentes investigaciones desarrolladas en los últimos años, sistematizando parte de la acción sustantiva del HIDROCEC como del CEMEDE. En este sentido, el resultado de los proyectos demuestra que el trabajo articulado entre las comunidades y la Universidad, así como, el involucramiento y la participación de gestores del manejo del agua a nivel intra e interinstitucional, comunal y con otros sectores productivos es fundamental para el desarrollo de la investigación y la extensión en la Región Chorotega de Costa Rica.

---

<sup>8</sup> Andrea Suárez Serrano, directora de HIDROCEC. Ex directora del CEMEDE periodo 2016 – 2018  
Dirección electrónica: [andrea.suarez.serrano@una.cr](mailto:andrea.suarez.serrano@una.cr)

En concordancia con la misión del HIDROCEC, a nivel de la región Chorotega se ha contribuido en la GIRH mediante la articulación de gestores involucrados en el manejo del agua a nivel interinstitucional, comunal por medio del trabajo con las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADAS), el Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados y con la Oficina Regional de Acueductos Comunales, La Dirección de Aguas-MINAE a nivel nacional y regional, la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica del SENARA, la dirección regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, así como, las Municipalidades de la provincia, en particular, con la Municipalidad de Abangares, Liberia, Bagaces, y, más recientemente, con la Municipalidad de Carrillo y La Cruz. Además, se articula con los Consejo de Desarrollo rural territorial, y las asociaciones turísticas y de desarrollo.

Mediante las acciones que el HIDROCEC ha puesto en marcha, se han propiciado espacios, para la discusión y la reflexión de temas relacionados con el agua, entre académicos, el gobierno y los actores comunales. Así mismo, se promueven los espacios académicos de formación en cursos de actualización profesional, tanto para la comunidad académica como para el público en general, no solo a nivel nacional, sino en Centroamérica y el Caribe. Estos espacios son muy importantes porque se identifican nuevas necesidades de formación y propuestas de investigación y extensión con pertinencia regional. De modo que, dar a conocer el trabajo del HIDROCEC, en la región, es crucial para visibilizar los esfuerzos de coordinación y articulación que se realizan, en busca de mejores condiciones para las comunidades, en lo referente a la gestión del agua, ya que, este es un recurso vital para todos.

## EXPERIENCIAS DE LAS FAMILIAS QUE INCORPORAN A SU COSECHA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL) EN SU SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

M.Sc. Adolfo Salinas Acosta<sup>1</sup>

M.Sc. William Gómez Solís<sup>2</sup>

Dr. Pavel Bautista Solís<sup>3</sup>

- 
- 1 Ingeniero Agrícola por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, I.T.C.R., Cartago. (2000). Máster en Desarrollo Integrado de Regiones Bajo Riego por la Universidad de Costa Rica, U.C.R (2007). Licenciado en Ciencias de la Educación con Énfasis en Docencia, Universidad de San José, Nicoya, Guanacaste (2017). Actualmente es profesor en la carrera de Ingeniería Hidrológica en la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Liberia, Guanacaste. [adolfo.salinas.acosta@una.cr](mailto:adolfo.salinas.acosta@una.cr)
  - 2 Ingeniero en Ciencias Forestales por la Universidad Nacional de Costa Rica. Licenciado en Manejo Forestal, en la actualidad, cursa la Maestría en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de producción en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Actualmente, labora en el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE), Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega. [william.gomez.solis@una.cr](mailto:william.gomez.solis@una.cr)
  - 3 Ingeniero agrónomo. Máster en Ciencias en Agricultura Ecológica con énfasis en Ordenamiento Territorial por el CATIE, Costa Rica. Doctor en Ciencias en Agroforestería Tropical con Énfasis en Desarrollo Rural por la Universidad de Bangor, Reino Unido. Actualmente, es académico en el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE), Universidad Nacional, Costa Rica; y coordina los proyectos PRO-RBA (FUNDER-UNA) y CADICO-DTR (FUNDER-UNA), además, es co-investigador principal del proyecto GREAT (BMBF-MICITT). [pavel.bautista.solis@una.cr](mailto:pavel.bautista.solis@una.cr)

## Resumen

En el marco del Programa de Regionalización Interuniversitaria de CONARE en la Región Chorotega, durante el periodo 2009-2011, se demostró la viabilidad técnica de la tecnología de cosecha de agua en cuatro unidades productivas de pequeños agricultores de hortalizas ubicados en las comunidades de Cerro Negro, La Esperanza y Colas de Gallo; las tres primeras del Cantón de Nicoya, y la tercera, del cantón de Santa Cruz, Guanacaste. Sin embargo, la información obtenida acerca de la producción y la productividad fue incipiente, mientras que la determinación de su incidencia en las familias fue escasa. Además, se desconocían las características de los canales de comercialización. Por esto, fue necesario ampliar la información en lo concerniente a la producción para realizar una evaluación financiera de los reservorios y determinar la incidencia en las estructuras de gastos de las familias. Debido a que el proyecto inició en la época seca, su propósito fue preparar las condiciones para generar información que permita hacer una evaluación financiera de los reservorios, una caracterización de los canales de comercialización que utilizan las familias, así como establecer la estructura de gastos e ingresos de la familia. Además, como un aspecto transversal del proceso, se incorporará a jóvenes de las familias para que contribuyan en el desarrollo del proyecto, experiencia que fue sistematizada.

**Palabras clave:** Cosecha de agua lluvia, canales de comercialización, evaluación financiera, gastos e ingresos.

## Abstract

Within the framework of the CONARE Interuniversity Regionalization Program in the Chorotega Region, in the 2009-2011 period, the technical viability of water harvesting technology was demonstrated in four productive units of small vegetable farmers located in the communities of Cerro Negro, La Esperanza and Colas de Gallo; the first three of the Canton of Nicoya and the third of the canton of Santa Cruz, Guanacaste. However, the information obtained on production and productivity was incipient, while the determination of its incidence in the families was null. In addition, the characteristics of marketing channels were unknown. Therefore, it became necessary to expand the production information to carry out a financial evaluation of the reservoirs and determine the impact on the family expenditure structures. Due to the fact that the project began in the dry season, its purpose was to prepare the conditions to generate information that allows a financial evaluation of the reservoirs, a characterization of the commercialization channels used by the families, as well as the structure of expenses and income of the family, as a transversal aspect of the process, will be incorporated to young people from the families so that they contribute in the development of the project, an experience that was systematized.

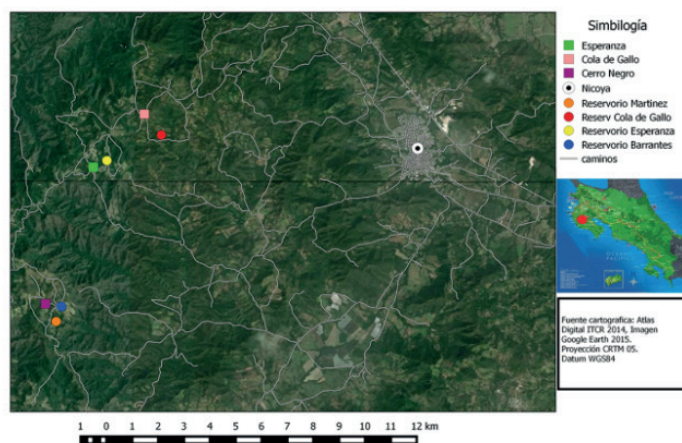
**Key words:** Rainwater harvesting, marketing channels, financial evaluation, expenses and income.

## 1. Resumen

La Región del Pacífico Seco de Costa Rica, presenta un desbalance hídrico, producto de la ausencia de lluvias aproximadamente por seis meses. Esta situación impide el desarrollo de las actividades productivas en el sector agropecuario, lo que incide directamente en la seguridad alimentaria. De ahí que, la sequía, consecuencia del fenómeno de El Niño, causó en el 2014 pérdidas por ₡10.500 millones de colones en el Pacífico Norte del país, de los cuales ₡7.000 millones corresponden a la agricultura y ₡3.500 al sector pecuario (ganado, agricultura, etc.).

Ante esta preocupante situación y en el marco del Programa de Regionalización Interuniversitaria de CONARE, en la Región Chorotega, durante el periodo 2009-2011 se construyeron cuatro reservorios de agua precipitada, de los cuales dos están en la comunidad de Cerro Negro, uno en Colas de Gallo, ambas ubicadas en Nicoya, y el otro en La Esperanza en Santa Cruz de Guanacaste. La ubicación georreferenciada de cada uno es la siguiente: Cerro Negro 1: N 10 05'313.4" W 85 34'51.17"; Cerro Negro 2: N 10 05'30.4" W 85 34'35.3' ; Colas de Gallo: N 10'09'06.4" W 85 32'35.2"; y La Esperanza: N 10 08'34.2" W 85 33'41.8"

Figura 1  
Ubicación del proyecto en la península de Nicoya,  
Costa Rica



(Gómez, W.).

Véase que en este periodo (2009-2011) se demostró que la tecnología de captura de agua de lluvia para la agricultura es posible, ya que, permite aprovechar las condiciones meteorológicas de la zona, en donde en la época de invierno existe exceso de agua y en la época seca este recurso es muy escaso. Además, estos reservorios pudieron utilizarse en época seca para producir cultivos hortícolas y en la época de invierno permitieron el cultivo de tilapias, que las familias utilizaron para autoconsumo y los excedentes fueron vendidos.

En el 2011 hubo un esfuerzo de promocionar ante otras organizaciones e instituciones esta tecnología, como una alternativa para los pequeños productores. Sin embargo, la

información obtenida en lo referente a la producción fue incipiente para poder realizar una evaluación financiera que permita sustentar una propuesta de incidencia, a fin de convertir la tecnología de reservorios en sujeto de financiamiento reembolsable o no reembolsable. Esto significa que se pueda demostrar que, esta infraestructura contribuye, tanto al crecimiento de la unidad productiva como al aumento de los ingresos de la familia. Es por esta razón que se propone este proyecto y, para darle continuidad a lo realizado, se hace una caracterización de los reservorios, así como de los cambios que sucedieron en dicho contexto.

La figura siguiente muestra los registros históricos de las precipitaciones (1949-2008) en la Región Chorotega, específicamente en la estación meteorológica de Nicoya. En este sentido, se comparan el promedio histórico de las lluvias durante este periodo en relación con las del año 2014, en el cual hubo una época de sequía debido al fenómeno del niño. Cuando se presentó esta situación, hubo un faltante de agua importante para el uso agropecuario y el consumo humano.

Figura 2  
 Datos de precipitación en la estación meteorológica de Nicoya

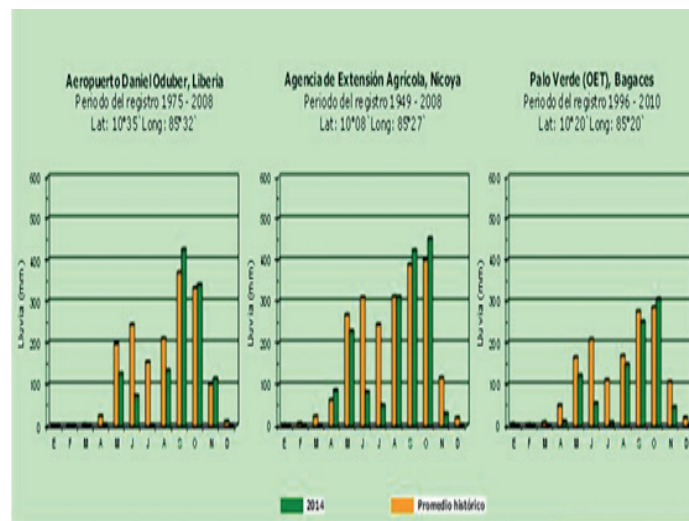


Figura 1. Comparación de la precipitación mensual del año 2014 con el promedio histórico en tres estaciones meteorológicas del Pacífico Norte  
 Tomado de: Boletín Meteorológico IMN, Diciembre 2014.

Fuente IMN 2014.

## 2. Introducción

El agua es un recurso indispensable para todos los seres vivos, y, especialmente para los humanos, ya que, esta es una fuente necesaria para la vida, además es un medio imprescindible para llevar a cabo las actividades domésticas, las industriales, la generación de energía, las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, medicinales, así como las recreativas y turísticas entre otras. El agua dejó de ser un recurso abundante y de fácil acceso en el mundo, para convertirse en una mercancía preciada y cara; razón por la cual, tener el dominio de esta fuente tanto a nivel nacional como mundial, suscita disputas y grandes negocios, debido a que su control es parte de las estrategias globales de acumulación de capital.

Ciertamente, producir fuentes para la protección del agua es una frase que resulta familiar para muchos por tratarse de un recurso que, hasta hace poco, era de fácil acceso, pero su escasez como un problema global obliga a comprender que corre el riesgo inminente de agotarse. En este particular, generar agua debe entenderse como las acciones encaminadas a proteger y recuperar las áreas vitales para preservar su existencia, como las zonas de filtración, las áreas de recarga acuífera, las nacientes, los ríos y las quebradas. La cosecha de agua de lluvia se define como la recolección y concentración de agua de escorrentía, para usos productivos, como de cultivos, pastos, árboles frutales y maderables, animales, acuicultura, recarga acuífera, belleza escénica y para usos domésticos. En el caso, de los fines agrícolas, la cosecha de agua se define como un método para inducir, recolectar, almacenar y conservar el agua de escorrentía.

Cabe recordar que esta práctica es artesanal, y todavía, forma parte de muchos sistemas productivos en todo el mundo; además, siguiendo los criterios de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (por sus siglas en inglés TCEQ, *Texas Commission on Environmental Quality*) la cosecha de agua se define como la práctica de recolectar el agua, producto de la lluvia, antes de que tenga la oportunidad de trasladarse a los ríos, a las quebradas o de infiltrarse en el suelo y convertirse en agua subterránea. La cosecha de agua de lluvia es una herramienta eficiente para conservar este recurso tanpreciado, debido a que este procedimiento provee de agua libre, la cual puede destinarse a diversos usos. Esto conlleva a muchos beneficios, tales como: la reducción de la dependencia de aguas subterráneas, se reduce la escorrentía y la erosión, y permite, la recarga de algunos acuíferos, etc.

Mediante la experiencia desarrollada en dos cantones de Guanacaste, se instalaron cuatro reservorios que cumplieron dos funciones básicas, durante los meses de julio a diciembre, que es la época lluviosa. En este periodo, el agua cosechada permitió desarrollar la producción de Tilapia y, en los meses de diciembre a abril, el agua almacenada se utilizó para riego por medio de gravedad, utilizando riego por goteo y microaspersión para la producción de hortalizas y algunos granos básicos (Programa de Regionalización Interuniversitaria, Informe final, 2011, p. 8).

Es importante entender que el cambio climático representa una variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, la cual persiste durante un periodo prolongado (normalmente decenios o incluso más). Esta alteración en el clima, se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien, a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. De hecho, se debe

tener en cuenta que el tratado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>1</sup> define dicho cambio como: “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992, p.3). En este sentido, vale destacar que la CMCC distingue entre el cambio climático atribuido a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y, la variabilidad climática atribuida a causas naturales (FAO, 2014).

### 3. Metodología de investigación

1. Se recopiló toda la información económica para hacer la evaluación financiera para cada unidad productiva que fue parte del proyecto, esto permite determinar la rentabilidad de cada estructura en las familias participantes (los cuadros están en el informe del año 2015).
2. Se elaboró una estructura de gastos para cada familia que participo en el proyecto, esto permitió conocer el flujo de dinero que entra y sale en cada familia, es decir, lo que apoya su economía familiar.
3. Se logró ubicar los canales de comercialización de los productores del proyecto.
4. Se logró trabajar con los jóvenes (10), principalmente en la capacitación de informática. Ellos pudieron asistir a la sede de la UNA en Nicoya y aprender a usar *software*, con Word y Excel, así como utilizar el Internet para conocer la parte del uso del correo electrónico y la navegación en la red.
5. En cuanto a las asesorías jurídicas, se presentó el documento de solicitud de audiencia ante el consejo Municipal de Nicoya, en el que se explicaba el proyecto y así tener su visto bueno y apoyo, como autoridades.

### 4. Desarrollo de la investigación

Mediante el desarrollo del proyecto, cabe mencionar, que la familia Martínez de Cerro Negro fue la última en tener su reservorio y fue vital para la lucha contra el Fenómeno del Niño del 2014-2015, ya que pudo abastecer de agua a su ganado. Sin esta estructura, hubiera sido necesario vender el ganado, ya que no tenían agua almacenada para abrevar a sus 35 bovinos. Aunado a esto, en el año 2015 se incorporaron 2000 alevines (crías) de tilapias y, en la actualidad, la familia dispone de la descendencia de la primera camada de esta especie; además, cuentan con la posibilidad de sembrar pastos de corta, para suplementar a su ganado en el periodo seco. De modo que, este proyecto forma parte del crecimiento de estos productores para mejorar sus condiciones económicas.

---

1 Véase el texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio (CMCC) en su Artículo 1. Página 2-5 19-09-18 04:05 p. m. Sistema de Información Académica Formulación de Proyecto Académico Climático (CMCC). Así mismo, el tratado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio (1992, p.3). Recuperado de: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>

Figura 3  
Elaboración de reservorio Familia Martínez en  
Cerro Negro de Nicoya (2013)



Figura 4  
Reservorio finalizado de la familia Martínez con capacidad para 600 m<sup>3</sup>



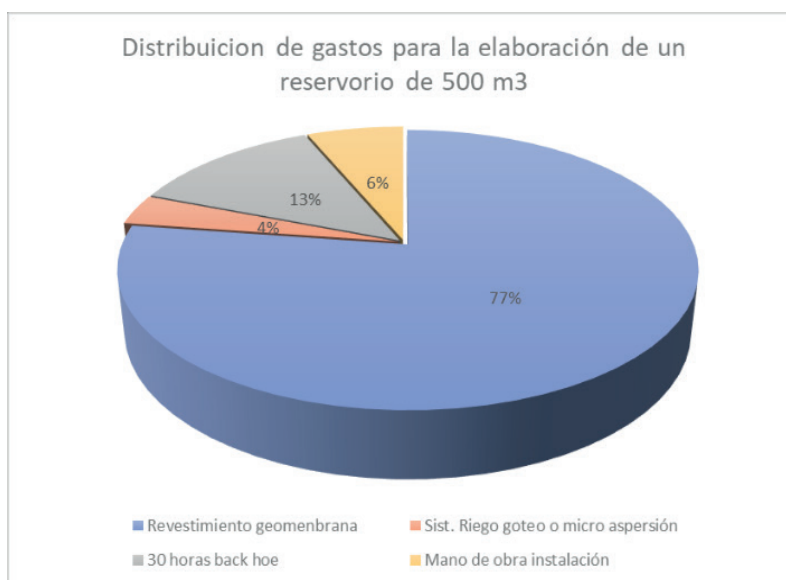
#### 4.1 Costos de elaboración de un reservorio

Véase en la siguiente tabla los costos de la elaboración del reservorio para la familia Martínez que utilizó plástico, y en el caso de la familia Vega, ellos emplearon geomembrana. Ambos grupos familiares residen en Cerro Negro de Nicoya.

Tabla 1  
Costos de Inversión en Infraestructura

Costos de Inversión en Infraestructura	Costo USD por m <sup>2</sup>	Costo USD total <sup>2</sup>
Revestimiento plástico (600 m <sup>2</sup> )	\$0.833	\$500
Revestimiento geomembrana	\$10	\$6000
Sistema de riego por goteo o microaspersión	\$0,55	\$275
30 horas de <i>back hoe</i> (escavadora)	\$33	\$990
Mano de obra para la instalación	\$0.833	\$500

Gráfico 1  
El porcentaje de los costos de un reservorio recubierto con geomembrana



2 Para los cálculos debe tomarse como referencia el precio del dólar, \$1 dólar americano corresponde a ₡545 colones.

Gráfico 2  
El porcentaje de los costos de un reservorio recubierto con plástico



Nótese que en el caso de la familia Barrantes de Cerro Negro, se pudo concluir el revestimiento del espejo de agua del reservorio, lo cual les permitió evitar la pérdida de una gran cantidad de metros cúbicos de agua por evaporación, esto les permitió disponer de este recurso para terminar el periodo seco. Un dato relevante es que esta familia tenía más limitaciones de recurso hídrico, y gracias a este proyecto, ahora tienen la posibilidad de cultivar en los seis meses de verano y lo han hecho de manera excelente, ya que, han logrado incrementar sus áreas de cultivos de tomate y de chile a 2000 m<sup>2</sup>.

Figura 5  
Revestimiento de sarán en el reservorio de la familia Barrantes



Figura 6  
La familia Barrantes finaliza el revestimiento con sarán del reservorio con capacidad para 1500 m<sup>3</sup>



Con respecto a la familia Vega, en Cerro Negro, ellos pudieron incorporar nuevamente las tilapias en su reservorio, para consumo familiar y venta de excedentes, así como otra especie de pez llamado Guapote, nativo de la zona. Además, por medio de un financiamiento de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), se llevó a cabo un proyecto para agregar una casa sombra de 900m<sup>2</sup> que les ha permitido mejorar el rendimiento en hortalizas (apio, culantro, cebolla), ya que este tipo de infraestructura permite proteger los cultivos del calor, así como de los fuertes rayos solares. Esta estructura permite bajar hasta en 2 °C (grados Celsius) la temperatura en campo.

Figura 7  
Rótulo con información técnica de reservorio de la  
Familia Vega de Cerro Negro



Figura 8  
Casa sombra para proteger las cosechas de la familia Vega  
en Cerro Negro, Nicoya



Otro de los proyectos que se llevó a cabo fue el de la familia Briceño de Colas de Gallo, quienes eligieron cultivar cebolla, ya que es una de las actividades agrícolas que mejor conocen, eso les permite colocar y vender el producto en el mercado local. Esta familia fue de las más consolidadas, debido a que fue de las primeras en contar con su reservorio en el 2009, razón por la cual, fueron tomados en cuenta por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). En este sentido, el hecho de que este proyecto con un área de cultivo de 1500 m<sup>2</sup> sea tomado en consideración por instituciones vinculadas al sector agropecuario para hacer visitas, y, sobre todo, para observar la parte de infraestructura hidráulica, deja en alto la creación del proyecto en el ámbito local.

Figura 9  
Reservorio de la Familia Briceño en Colas de gallo



Figura 10  
Área de producción (culantro) de la familia Briceño en Colas de Gallo



Finalmente, se encuentra el caso de la familia de Martín Martínez, quienes viven en La Esperanza de Santa Cruz. Ellos optaron por una agricultura familiar de autoconsumo, debido a las dificultades de transporte, por lo que se dedicaron a sembrar frijoles, apio, culantro y chile en el área de cultivo irrigado por el agua almacenada en el reservorio (Área de cultivo 1000 m<sup>2</sup>).

Figura 11  
Reservorio de la familia Martínez, en La Esperanza de Santa Cruz



Figura 12  
Área de producción (frijol) de la familia de Martín Martínez, en La Esperanza



Algo digno de rescatar es el emprendimiento de la familia Cerdas en Cerro Negro, que debido al aprendizaje obtenido por medio de la Asociación de Productores Orgánicos de Cerro Negro de Nicoya, acerca del uso de reservorios, logró implementar uno, con mayores dimensiones (40 m de largo por 20 m de ancho y una profundidad promedio de 2 metros) para un volumen de agua de 1600 m<sup>3</sup>, que abasteció un área de cultivos de 2000 m<sup>2</sup> durante el verano del 2016-2017. Lo anterior, permite observar, no solo que los productores utilizan la tecnología, sino que, lograron financiar sus propios proyectos, mediante la cooperación del Banco Nacional de Costa Rica (BNCR). Esto evidencia, que se debe iniciar y extender este tipo de emprendimientos, a fin, de que los agricultores puedan enfrentar el cambio climático, pues, el conocimiento adquirido por medio de las asesorías, los ha preparado para almacenar agua en la época lluviosa; y, posteriormente, utilizar la reserva para el riego por goteo y microaspersión, durante la estación seca.

Figura 13  
Reservorio de la familia Cerdas, con capacidad para 1600 m<sup>3</sup>



**a. Estudio base correspondiente a la estructura de gastos de las familias sin el uso de reservorios de agua en la parcela**

<b>Cuadro 1</b>				
<b>Gasto total mensual, promedio</b>				
Factibilidad financiera y efecto en la estructura de gastos de las familias que incorporan la cosecha de lluvia , 2015.				
Grupo de gasto	Familia Diaz	Familia Vega	Familia Briceño	Familia Barrantes
personas	5	5	6	8
<b>Gasto Total</b>				
<b>Gasto de consumo</b>				
Alimentos y bebidas	€ 80.000,00	€ 120.000,00	€ 70.000,00	€ 130.000,00
Prendas de vestir y calzado	€ 10.000,00	€ 8.500,00	€ 8.000,00	€ 26.000,00
Vivienda	€ -	€ -	€ -	€ -
Agua	€ 10.000,00	€ 4.500,00	€ 12.000,00	€ 9.000,00
Electricidad	€ 6.000,00	€ 7.000,00	€ 10.000,00	€ 28.000,00
Gas y otros combustibles	€ 5.000,00	€ 15.000,00	€ 15.000,00	€ 12.000,00
Muebles y artículos para el hogar	€ 5.000,00	€ 12.000,00	€ 10.000,00	€ 10.000,00
Salud	€ 5.000,00	€ 20.000,00	€ 25.000,00	€ 30.000,00
Transporte	€ 10.000,00	€ 15.000,00	€ 50.000,00	€ 31.000,00
Comunicaciones (teléfonos)	€ 15.000,00	€ 7.000,00	€ 30.000,00	€ 30.000,00
Recreación y cultura	€ 16.000,00	€ 10.000,00	€ 10.000,00	€ 15.000,00
Educación	€ 12.500,00	€ 8.500,00	€ 10.000,00	€ 5.000,00
Comidas y bebidas fuera del hogar	€ 16.000,00	€ 12.000,00	€ 16.000,00	€ 12.000,00
Bienes y servicios diversos	€ 10.000,00	€ 4.200,00	€ 8.000,00	€ 7.500,00
<b>Gasto no de consumo</b>				
Contribuciones sociales	€ 5.000,00	€ 15.000,00	€ 10.000,00	€ 15.000,00
Impuestos	€ 500,00	€ 2.000,00	€ 2.300,00	€ 12.000,00
Transferencias en dinero		€ -		€ -
Otros gastos de no consumo <sup>1/</sup>	€ 1.000,00	€ 4.000,00	€ -	€ 3.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>€ 207.000,00</b>	<b>€ 264.700,00</b>	<b>€ 286.300,00</b>	<b>€ 375.500,00</b>

En el cuadro anterior, se puede apreciar un promedio del gasto mensual correspondiente a las cuatro familias que participaron en el proyecto del año 2009 al 2011, cabe destacar, que los datos fueron suministrados por los miembros de cada familia. También, es importante mencionar que la familia Briceño fue parte del análisis completo, ya que era la única que contaba con toda la información de los costos de la producción, la siembra y el manejo de la cebolla, el frijol y el maíz, así como lo referente a la producción de las Tilapias.

Registro con información sobre siembra, manejo y cosecha de peces  
Caso Familia Briceño

Costos de Producción Cebolla.

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
<b>Mano de Obra</b>				
Chapea	HH	36	₡ 1.200,00	₡ 43.200,00
Aplicación Herbicida	HH	24	₡ 1.200,00	₡ 28.800,00
Siembra	HH	27	₡ 1.200,00	₡ 32.400,00
Fertilización	HH	27	₡ 1.200,00	₡ 32.400,00
Control de Plagas	HH	24	₡ 1.200,00	₡ 28.800,00
Cosecha	HH	72	₡ 1.200,00	₡ 86.400,00
<b>Total Mano de Obra</b>				₡252.000,00
<b>Insumos</b>				
Semilla	Kg	24	₡ 1.500,00	₡ 36.000,00
Herbicidas	Lts	7	₡ 3.570,00	₡ 24.990,00
Fertilizantes	Kg	138	₡ 325,00	₡ 44.850,00
Insecticidas	Lts	3	₡ 6.150,00	₡ 18.450,00
<b>Total Insumos</b>				₡124.290,00
<b>Otros Materiales</b>				
Mecate piola	Kg	0	₡ 2.050,00	₡ -
Sacos	Und	50	₡ 15,00	₡ 750,00
<b>Total Otros Materiales</b>				₡ 750,00
<b>Total Costos de Producción Cebolla</b>				<b>₡ 377.040,00</b>
<b>Promedio Mensual Costos de Producción Cebolla</b>				<b>₡ 94.260,00</b>

Caso Familia Briceño

Costos de Producción Maíz

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
<b>Mano de Obra</b>				
Chapea	HH	28	₡ 1.200,00	₡ 33.600,00
Aplicación Herbicida	HH	24	₡ 1.200,00	₡ 28.800,00
Siembra	HH	32	₡ 1.200,00	₡ 38.400,00
Fertilización	HH	18	₡ 1.200,00	₡ 21.600,00
Control de Plagas	HH	14	₡ 1.200,00	₡ 16.800,00
Cosecha	HH	32	₡ 1.200,00	₡ 38.400,00
<b>Total Mano de Obra</b>				₡177.600,00
<b>Insumos</b>				
Semilla	Kg	16	₡ 3.888,89	₡ 62.222,22
Herbicidas	Lts	7	₡ 3.570,00	₡ 24.990,00
Fertilizantes	Kg	92	₡ 325,00	₡ 29.900,00
Insecticidas	Lts	3	₡ 6.150,00	₡ 18.450,00
<b>Total Insumos</b>				₡135.562,22
<b>Otros Materiales</b>				
Mecate piola	Kg	0	₡ 2.050,00	₡ -
Sacos	Und	20	₡ 15,00	₡ 300,00
<b>Total Otros Materiales</b>				₡ 300,00
<b>Total Costos de Producción Maíz</b>				<b>₡ 313.462,22</b>
<b>Promedio Mensual Costos de Producción Maíz</b>				<b>₡ 78.365,56</b>

Caso Familia Briceño  
Costos de Producción Frijol.

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
<b>Mano de Obra</b>				
Chapea	HH	28	₡ 1.200,00	₡ 33.600,00
Aplicación Herbicida	HH	24	₡ 1.200,00	₡ 28.800,00
Siembra	HH	32	₡ 1.200,00	₡ 38.400,00
Fertilización	HH	18	₡ 1.200,00	₡ 21.600,00
Control de Plagas	HH	14	₡ 1.200,00	₡ 16.800,00
Cosecha	HH	36	₡ 1.200,00	₡ 43.200,00
<b>Total Mano de Obra</b>				₡ 182.400,00
<b>Insumos</b>				
Semilla	Kg	12	₡ 2.187,50	₡ 26.250,00
Herbicidas	Lts	3	₡ 3.570,00	₡ 10.710,00
Fertilizantes	Kg	69	₡ 325,00	₡ 22.425,00
Insecticidas	Lts	1	₡ 6.150,00	₡ 6.150,00
<b>Total Insumos</b>				₡ 65.535,00
<b>Otros Materiales</b>				
Mecate piola	Kg	0	₡ 2.050,00	₡ -
Sacos	Und	20	₡ 15,00	₡ 300,00
<b>Total Otros Materiales</b>				₡ 300,00
<b>Total Costos de Producción Frijol</b>				<b>₡ 248.235,00</b>
<b>Promedio Mensual Costos de Producción Frijol</b>				<b>₡ 62.058,75</b>

Caso Familia Briceño  
Costos de Producción Promedio Mensual.

Cultivo	Costo prod. 1er Cuatrimestre	Costo prod. 2do Cuatrimestre	Costo prod. 3er Cuatrimestre
Tilapia	₡ 41.670,00	₡ 41.670,00	₡ 41.670,00
Cebolla	₡ 94.210,00		
Maiz		₡ 78.365,00	
Frijol			₡ 62.060,00
Ayote			₡ 7.750,00
Otros	₡ 50.000,00	₡ 50.000,00	₡ 50.000,00
<b>Costos Prod. Promedio Mens.</b>	<b>₡ 185.880,00</b>	<b>₡ 170.035,00</b>	<b>₡ 161.480,00</b>

Ingreso promedio mensual.

Cultivo	Unidad	Cantidad	Precio de Venta	Ingresos 1er Cuatrimestre	Ingresos 2do Cuatrimestre	Ingreso 3er Cuatrimestre
Tilapia	kg	800	₡ 3.000,00	₡ 800.000,00	₡ 800.000,00	₡ 800.000,00
Cebolla	kg	3220	₡ 500,00	₡ 1.610.000,00		
Chilote	Docena	225	₡ 1.000,00		₡ 225.000,00	
Elote	Docena	350	₡ 1.500,00		₡ 525.000,00	
Maiz grano	kg	520	₡ 1.560,00		₡ 811.200,00	
Frijol	kg	860	₡ 1.500,00			₡ 1.290.000,00
Ayote	kg	250	₡ 500,00			₡ 125.000,00
<b>Total Ingresos 1er Cuatrimestre</b>				<b>₡ 2.410.000,00</b>		
Ingreso promedio mensual				₡ 602.500,00		
<b>Total Ingresos 2do Cuatrimestre</b>					<b>₡ 2.361.200,00</b>	
Ingreso promedio mensual					₡ 590.300,00	
<b>Total Ingresos 3er Cuatrimestre</b>						<b>₡ 2.215.000,00</b>
Ingreso promedio mensual						₡ 553.750,00

**b. Utilidad mensual de la familia Briceño con el proyecto**

Trimestre	Costos	Ingresos	Utilidad
Enero	₡ 180 880,00	₡ 602 500,00	₡ 421 620,00
Febrero	₡ 180 880,00	₡ 602 500,00	₡ 421 620,00
Marzo	₡ 180 880,00	₡ 602 500,00	₡ 421 620,00
Abril	₡ 180 880,00	₡ 602 500,00	₡ 421 620,00
Mayo	₡ 170 035,00	₡ 590 300,00	₡ 420 265,00
Junio	₡ 170 035,00	₡ 590 300,00	₡ 420 265,00
Julio	₡ 170 035,00	₡ 590 300,00	₡ 420 265,00
Agosto	₡ 170 035,00	₡ 590 300,00	₡ 420 265,00
Septiembre	₡ 161 480,00	₡ 553 750,00	₡ 392 270,00
Octubre	₡ 161 480,00	₡ 553 750,00	₡ 392 270,00
Noviembre	₡ 161 480,00	₡ 553 750,00	₡ 392 270,00
Diciembre	₡ 161 480,00	₡ 553 750,00	₡ 392 270,00
<b>Total</b>			<b>₡ 4 936 620,00</b>

### **c. Canales de comercialización**

Las familias productoras de Cerro Negro correspondientes a la familia Martínez, la familia Barrantes, así como a la familia Vega y la familia Cerdas vendían sus productos principalmente en la costa, es decir, en Nosara, a una agrupación llamada Pachamama, que les garantizaba precios estables y reconocían que la producción tenía un componente orgánico, dándole un plus a la cosecha. En el caso de la familia de Martín Martínez, ellos centraron su producción en el autoconsumo, y los excedentes los vendían en su localidad, es decir, la comunidad de La Esperanza, en Santa Cruz. Por último, la familia Briceño (Cola de Gallo), logró asociarse con un miembro de su familia (hermano) y sacar los productos hacia el mercado en Santa Cruz.

## **5. Conclusiones**

Al finalizar este proyecto se cumplieron las expectativas que se plantearon, ya que, estas se lograron llevar a cabo en el año 2015-2016. Ciertamente, la asesoría jurídica fue fundamental para darle continuidad a la Asociación de Productores Orgánicos de Cerro Negro, la cual pudo tener una nueva junta directiva en el periodo 2015-2016. Así mismo, se presentó ante una audiencia en el Consejo Municipal, el aval del municipio para el proyecto de reservorios de estos productores, el cual tuvo el apoyo de los regidores por unanimidad, además, dicho proyecto fue considerado dentro de la agenda agropecuaria del municipio y para la comisión de arreglos de caminos en las zonas agropecuarias productivas.

En relación con la parte de mantenimiento de la infraestructura, se capacitó a los productores respecto a cómo conservar las estructuras de los reservorios. El proyecto deja cuatro reservorios revestidos con geomembranas cuya vida útil es de 30 años, además, de un reservorio recubierto de sarán en la parte superior, para evitar la evaporación del agua debido a las altas temperaturas en la estación seca.

En lo referente a la maximización de la productividad y comercialización, se logró incrementar el área de cultivo en un 20 % para cada productor, esto se debe a la planeación de época de siembra y tipo de cultivo sumado a la implementación de riego por goteo. Además, para el caso del productor Reiner Barrantes, la cobertura del reservorio le permitió conservar 400 m<sup>3</sup> de agua que se perdían por evaporación. Asimismo, en cuanto a la comercialización, estos productores fueron parte del proyecto Agrocadenas de Comercialización que inició en el 2016 y continuó en el 2017, apoyando esta arista fundamental para el desarrollo de su agrupación.

Con respecto a los productores de la zona alta de Nicoya y de Santa Cruz, se pudo apreciar a lo largo del tiempo en que se realizó el proyecto, que los reservorios son fundamentales para su actividad económica agrícola y que, desde el punto de vista de mercadeo, los productores tienen una gran necesidad de crecer. Ahora, en el 2017, se desarrolló junto a ellos otro proyecto llamado Agrocadenas para el Mejoramiento Económico. En este particular, la incorporación de los jóvenes puede potenciar estas iniciativas, ya que algunos no tienen que emigrar hacia el Valle Central o a la zona bananera, pues tienen la oportunidad de laborar con sus padres en el periodo en el que no hay lluvias.

Nótese que ese trabajo no solo es fundamental para las familias de escasos recursos, comprometidas con la producción agrícola, sino que se logró evidenciar los beneficios obtenidos por las familias que desarrollaron el proyecto, de hecho, los gráficos demuestran que esta iniciativa fue muy importante para elevar la economía de la familia Briceño, que recibió utilidades por encima de ¢ 392270 colones mensuales a lo largo del año, dinero que no estaba en sus arcas.

En lo concerniente a este proyecto y, como parte de un programa de extensión, en marzo del 2017, se mostró el avance de este proyecto a diez técnicos del Ministerio de Agricultura de Belice, que vinieron como observadores acompañados con funcionarios del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ya que estos colegas también sufren en su país los embates del cambio climático.

## 6. Bibliografía

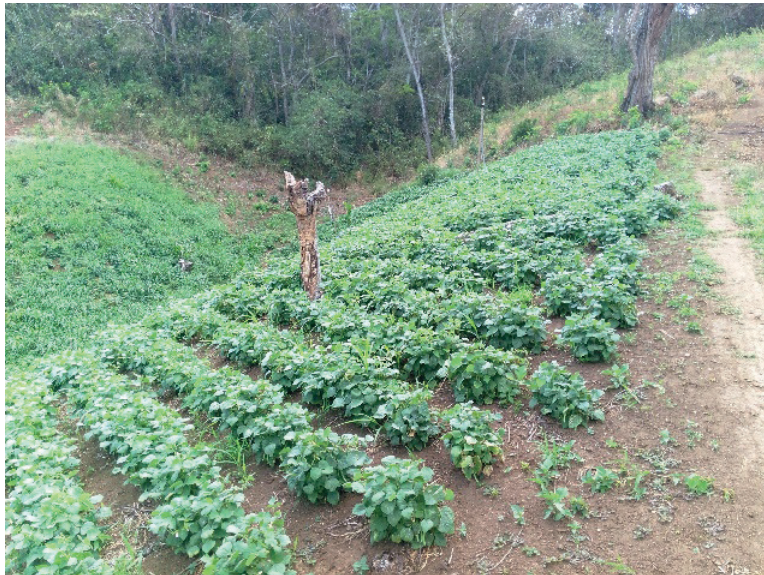
- Arce, J. (14 de diciembre del 2015). Sequía de 2014-2015 es la más intensa desde 1930 en Costa Rica. *La Nación*. Recuperado de: [http://www.nación.com/economia/agro/Sequia-intensa-Costa-Rica\\_0\\_1530247089.html](http://www.nación.com/economia/agro/Sequia-intensa-Costa-Rica_0_1530247089.html)
- Organización de las Naciones Unidas para para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Objetivos de Desarrollo del Milenio: Región logró la meta del hambre*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i4018s.pdf>
- Porter, D., Persyn, R., y Silvy, V. (1998). *Reinwater Harvestin*. Departamento de Recursos Hídricos de Arizona: Estados Unidos. Recuperado de: [https://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm\\_exec/pubs/gj/gj-404.pdf](https://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm_exec/pubs/gj/gj-404.pdf)
- Rojas, P. (12 de agosto del 2014). Sequía en Guanacaste ya deja pérdidas por más de ¢ 20 mil millones al sector agrícola. *En crhoy.com*. Recuperado de: <https://archivo.crhoy.com/sequia-en-guanacaste-ya-deja-perdidas-por-mas-de-%C2%A220-mil-millones-al-sector-agricola/nacionales/>
- Salinas, A. (2010). *Reservorios artificiales para captura de agua, para la producción agropecuaria en la Región Chorotega*. [Programa de Regionalización Interuniversitaria CONARE].
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México. (2016). *Cosecha de agua, un milagro de la agricultura*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cosecha-de-agua-un-milagro-de-la-agricultura?idiom=es>

## Anexos

El productor Geovany Vega mostrando las tilapias del reservorio, Cerro Negro



Área de cultivo de frijol irrigado en el mes de marzo con agua del reservorio, Colas de Gallo



Área de producción de cebolla irrigado en marzo con el agua del reservorio. Propiedad de la familia Barrantes, Cerro Negro

