

# Tierra

**Naturaleza, Biodiversidad  
y Sustentabilidad**

**Rigoberto Rodríguez Quirós**

**EDITOR**

**2017**

333.72

F9353f Tierra: Naturaleza, Biodiversidad y Sustentabilidad / Editado por Rigoberto Rodríguez Quirós.— 1 ed. – San José, C.R. : Jade, 2017.

1 recurso en línea (198 p.) : E-book : pdf ; 800 MB

ISBN: 978-9930-509-08-1

1. Deterioro Ambiental. 2. Educación Ambiental. 3. Calentamiento Global. 4. Seguridad Alimentaria. 5. Política Ambiental. I. Rodríguez Quirós, Rigoberto, editor. II. Título.

Universidad Nacional, Campus Nicoya, Guanacaste, Costa Rica

Teléfono 2362-6212 / Correo Electrónico: [comedia@una.cr](mailto:comedia@una.cr)

[www.chorotega.una.ac.cr](http://www.chorotega.una.ac.cr)

De conformidad con la Ley No. 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos es prohibida la reproducción de esta publicación en cualquier medio mecánico.

#### Consejo Editorial

Prof. Dr. Giovanni de Farias Seabra  
Prof. Dr. Carlos Hiroo Saño  
Prof. Dr<sup>a</sup> Luciana Cordeliro  
Prof. Dr. Normando Perazzo Barbosa  
Prof. Dr. Antônio Carlos Brasil Pinto  
Prof. Dr<sup>a</sup> Vanice Fragoso Silva  
Prof. Dr. Luiz Fernando Sobrinho  
Prof. Dr<sup>a</sup> Flavia Mochel  
Prof. Dr. Geraldo Jorge Moura  
Prof. Dr. Anderson Pereira Português  
Prof. Dr. José Manuel Mateo Rodríguez  
Prof. Dr. Khosrow Ghavami  
Prof. Dr<sup>a</sup> Andrea Pacheco Pacifico  
Prof. Dr. Lucivânio Jobobá  
Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

Rigoberto Rodríguez Quirós, Editor

Las ideas, cuadros, figuras, mapas y fotografías incluidas en los artículos contenidos en esta publicación son entera responsabilidad de cada uno de sus autores. El editor y la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional no se hacen responsables por la utilización de los mismos.

Jade Diseños & Soluciones SA / Teléfono: 2273-1473 / correo electrónico: [Info@jadecr.com](mailto:Info@jadecr.com) / [www.jadecr.com](http://www.jadecr.com)

Turismo rural: um olhar sobre o Hotel Fazenda Casa de Campo – Engenho Angicos, Itambé-PE	382
Turismo e natureza na Ilha Grande (Rio de Janeiro-Brasil): representações do “paraíso” entre a preservação ambiental e a exploração turística	388
O turismo em ambientes insulares de pequena dimensão. Um olhar a partir da Ilha de Fernando de Noronha, Pernambuco, Brasil	397
<b>11. MANEJO DE RESÍDUOS</b>	<b>405</b>
Avaliação da eficiência da coleta seletiva no estado do Rio Grande do Norte-Brasil	405
Análise geoestatística de atributos químicos e físicos em áreas construídas pós-mineração de carvão	415
Análise da eficiência de coagulantes orgânicos na remoção de metais em efluente de caldeira	427
Estudo do reaproveitamento dos resíduos orgânicos para a energia renovável	435
Levantamento sobre descarte do óleo de cozinha em comércios de Remígio - Paraíba	445
Produção de biodiesel por rota etílica a partir do óleo de fritura	451
Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa	461
Avaliação da aplicabilidade da quitosana como coagulante em efluente de galvanoplastia	472
<b>12. ÁREAS PROTEGIDAS</b>	<b>479</b>
A pesca em ecossistemas recifais e seu impacto na conservação	480
Negligência comunicacional e sensacionalismo ambiental: o caso do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha	487
Análise da gestão da pesquisa científica no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Ficinguaba – Brasil	494
Educação ambiental na reserva particular do patrimônio natural estação Veracel (RPPN EVC), Porto Seguro/BA: objetivos e resultados	504
Estudo da capacidade de suporte para o uso público no Parque Estadual da Ilha Anchieta – Ubatuba-SP-Brasil	514
Cartografia participativa e conflitos de territorialidade	524
Ameaças e vulnerabilidades sociais em áreas protegidas de Pernambuco/ Brasil.	534
<b>V PARTE: SEGURIDAD ALIMENTARIA</b>	<b>545</b>
<b>13. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE</b>	<b>546</b>
Avaliação de métodos para a determinação da qualidade do solo em ambiente tropical	547
Adaptação à produção agroecológica na agricultura familiar em Monteiro – Paraíba / Brasil	558
A influência do fenômeno el niño na produção agrícola na microrregião de Brumado-BA	566
Piscicultura sustentável no sul do Brasil: estudo de caso em Gaspar/Santa Catarina	577

Adaptação ao Cambio Climático: experiência em quatro fincas de la Región Chorotega, Costa Rica	586
Pigmentos fotossintéticos em mudas de sombreiro cultivado com amônio e nitrato sob malhas coloridas	595
Desenvolvimento local sustentável: um estudo sobre a presença da pecuária no semiárido brasileiro	601
<b>14. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS AUTÓCTONOS</b>	<b>608</b>
La evaluación de la composición química de la fruta umbuzeiro ( <i>Spondia tuberosa</i> arruda câmara) en la región semiárida de Brasil	609
Alimentos autóctones que se destacan em Goiânia no centro oeste do Brasil	616
<b>15. BIOTECNOLOGÍA</b>	<b>625</b>
Acúmulo de fitomassa do feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> L.) submetido a doses de chumbo	626
Abundância de organismos não-alvo em milho transgênico BT (VT pro 2) e não-BT	633
Absorção de lítio por cenoura na presença de ureia e húmus	641
Respostas fisiológicas e produtividade do feijoeiro comum à aplicação de doses de níquel	649
<b>16. AGRICULTURA INTELIGENTE</b>	<b>657</b>
Manejo do controle de doenças na cultura do milho	658
Manejo integrado de pragas em cultivo protegido do tomateiro	668
Frequências de irrigação no crescimento de palmas forrageiras	675
Índice de qualidade de argissolo cultivado com citros em associação com plantas de cobertura	683
Geoestatística na avaliação das variáveis dendrométricas de diâmetro e altura de <i>Astronium fraxinifolium</i> schott. em diferentes espaçamentos	694
Impacto de três sistemas de cultivo sobre a matéria orgânica, nitrogênio total e relação c/n em solo de Cerrado na Região de Cristalina (GO-Brasil)	703
Substratos orgânicos na produção de mudas de palma forrageira	710
Importância e manejo de Chrysomelídeos associados ao cajueiro	718
Restauração de florestas screenas exploradas seletivamente	726
Fixação biológica de nitrogênio em <i>Sesbania virgata</i>	736
Nodulação natural de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> em solos contaminados por metais traço e adubados com composto orgânico	744
Análise da estrutura populacional de <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl em uma área de caatinga no Município de Monteiro, Semiárido Paraibano	753
Avaliação e correção do pH do substrato proveniente de resíduos da construção civil utilizando resíduo da laranja para cultivo de plantas ornamentais	760
Propagação in vitro de jaboticabeira ( <i>Myrciaria jaboticaba</i> )	768
Hábito alimentar de lepidópteros associados ao cajueiro no Brasil	776
Efeito do sombreamento com telas coloridas e da adubação orgânica no crescimento vegetativo de <i>Salvia hispanica</i> L	783

## Naturaleza, Sociobiodiversidad y Sustentabilidad

*Giovanni de Farias Seabra<sup>1</sup>*

Como parte de las actividades para conmemorar el Año de la UNA por la Madre Tierra, la Universidad Nacional de Costa Rica, junto con la comunidad académica internacional y el pueblo costarricense celebró la VI Cumbre de la Tierra - Foro Internacional del Medio Ambiente, basado en el tema general "Naturaleza, Sociobiodiversidad y Sustentabilidad".

La naturaleza es todo lo que hay en la Tierra como resultado de la creación divina, y esto en sí mismo justifica la preservación de todos los seres que existen, tangibles e intangibles, animados e inanimados, reales y virtuales, materiales y espirituales.

La sociobiodiversidad se refiere a la relación armónica de las sociedades humanas con la naturaleza, lo que permite conciliar la perpetuación de las especies animales y vegetales con el desarrollo sostenible. La preservación de los recursos naturales y la vida en la Tierra depende, sobre todo, del cambio en los paradigmas de crecimiento y desarrollo económico, donde las actitudes humanas son más cohesivas y colectivas y menos individuales y egoístas.

Sostenibilidad de los recursos naturales es una expresión que se utiliza universalmente desde el punto de vista económico y político, por lo que los líderes empresariales y financieros y las empresas aumentan su control sobre la explotación de los recursos naturales y la gente de manera camuflada, con el uso oportunista de sello verde.

Celebrada en la sede del campus regional Chorotega de Nicoya, provincia de Guanacaste, Costa Rica, del 26 al 29 de octubre, la Cumbre de la Tierra 2016 sí destacó por la organización y la calidad profesional de los ponentes y congresistas, por movilizar y educar a miles de personas acerca de la importancia para mantener las funciones ecológicas de la Madre Tierra. Son esenciales para la supervivencia del Planeta la conservación de la geodiversidad, la fertilidad del suelo, la calidad del suministro de agua, la conservación de la biodiversidad, incluyendo la especie humana, y garantizar un entorno saludable para todos.

La organización y difusión de la VI Conferencia de la Tierra contaron con el trabajo compartido entre la Universidad Nacional (Costa Rica) y la Universidad Federal de Paraíba (Brasil), cuyos comités organizadores demostraron profesionalismo y competencia para lograr el éxito del Congreso, proporcionando el intercambio de experiencias y la cooperación académica entre los participantes de diferentes países.

Además de la gran movilización a través de las redes sociales y otros medios de comunicación, la Cumbre de la Tierra 2016 entrega a los participantes y la comunidad internacional del medio ambiente esta publicación que reúne 95 artículos académicos y científicos. Los artículos son el resultado de una intensa investigación, el debate y la reflexión, desarrollado por expertos, profesores y estudiantes de los problemas ambientales, sobre la base de cinco temas y sub-temas relacionados con las mismas: Recursos de Agua (saneamiento, la gestión integrada de los recursos hídricos, la gestión de cuencas);

---

<sup>1</sup> Doctor en Geografía, Presidente de la VI Conferencia de la Tierra

Paisaje, los Ecosistemas y la Biodiversidad (paisaje, los ecosistemas, la biodiversidad, los suelos, los pantanos); Educación Ambiental (salud ambiental, pedagogía ecológica, turismo y medio ambiente, manejo de desperdicios, áreas protegidas); Seguridad Alimentaria (sistemas de producción sostenible, la producción de alimentos indígenas, la biotecnología, la agricultura inteligente); Acciones y Políticas Públicas (ciudades sostenibles, conflictos por el uso de los recursos naturales, la urbanización y el medio ambiente, los conflictos étnicos y culturales, desplazamientos humanos, energías renovables).

Los temas desarrollados en los artículos recogidos en este libro son un instrumento importante de la educación, la formación y las acciones públicas destinadas a la conservación de la naturaleza, los valores etnoculturales y el mantenimiento de un medio ambiente ecológicamente equilibrado y apto para la vida.

Es conveniente señalar que la Madre Tierra contiene un sistema de control homeostático, más activo cuanto mayor sea el impacto negativo en el equilibrio ecológico del Planeta. Con el fin de garantizar las funciones ambientales y la infinita red de ecosistemas interconectados e interdependientes, la Madre Tierra desencadena los mecanismos para la eliminación de las fuerzas y cuerpos que impactan, aunque la promoción de acciones de los desequilibrios ecológicos se deriva de las sociedades humanas.

Giovanni de Farias Seabra

Presidente da VI Conferência da Terra

# Adaptación al Cambio Climático: experiencia en cuatro fincas de la Región Chorotega, Costa Rica

Climate change adaptation: experience in four farms in the Chorotega region, Costa Rica

William Gómez Solís<sup>1</sup>

Rigoberto Rodríguez Quirós<sup>2</sup>

Adolfo Salinas Acosta<sup>3</sup>

## RESUMEN

El incremento en la temperatura, la reducción en la disponibilidad de agua y los efectos del cambio climático se sienten cada vez con más fuerza en el Pacífico Seco de Costa Rica. Ante este escenario se buscan alternativas de adaptación para favorecer al sector productivo agropecuario y las familias campesinas. Una opción que se puede aprovechar es la tecnología de cosecha de agua de lluvia. Así, durante 2009-2011 se construyeron cuatro reservorios en la región (Nicoya y Santa Cruz). La utilización de los mismos permitió demostrar que la captura de agua de lluvia para la agricultura es funcional, permitiendo aprovechar las condiciones meteorológicas de la zona, ya que el agua se puede utilizar en invierno para la producción de tilapias y en verano abastecen abrevaderos para ganado y es posible mantener riego en algunos cultivos. El costo de la implementación de reservorios varía según el tipo de estructura; en este caso se aplicaron excavados cuyo costo va desde los 2.130,00 \$US a los 3.160,00 \$US según el material utilizado y el lugar donde se instalen. Los beneficios económicos de utilizar un reservorio de 300 m<sup>2</sup>, considerando la producción de tilapias y los cultivos (cebolla, tomate, pepino, zucchini, repollo, frijol, lechuga, mostaza, brócoli, entre otros) puede llegar hasta unos US\$16.000 anuales.

**Palabras clave:** Cambio climático, reservorio, cosecha de agua, producción, adaptación.

## ABSTRACT

The increase in temperature, the reduction in water availability and the effects of climate change are affecting more and more in the Pacific area in Costa Rica. In this scenario, alternatives for adaptation are sought to favor the agricultural productive sector and the rural families. One possible option to use is the water harvesting technology. Thus, during 2009-2011 four reservoirs were built in the region (Nicoya and Santa Cruz). Its utilization allowed to demonstrate that the capture of rainwater for agricultural purposes is functional, taking advantage of meteorological conditions, since the water can be used in winter for tilapia production and in summer to supply water for livestock and to maintain irrigation in some crops. The cost of implementation of reservoirs varies according with the type of structure. In this case, excavated structures were implemented and its cost goes from US\$ 2.100 to 3.160, depending on the material used and the place where they are installed. The economic benefits of a 300-m<sup>2</sup> reservoir, considering tilapia production and crops (onion, tomatoes, cucumber, zucchini, cabbage, beans, lettuce, mustard, broccoli, among other) can reach up to US\$16.000 per year.

**Key words:** climate change, reservoir, water harvesting, production, adaptation.

<sup>1</sup> Lic. Ingeniería en ciencias Forestales, Universidad Nacional de Costa Rica (UNA).

<sup>2</sup> Académico, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional de Costa Rica (UNA).

<sup>3</sup> Lic. Ingeniería Agrícola, Universidad de Costa Rica (UCR).

## Introducción

El Pacífico Norte de Costa Rica presenta ausencia de lluvias durante seis meses (normalmente de noviembre a abril), situación que limita la producción agropecuaria e incide directamente sobre la seguridad alimentaria. Por lo tanto, la especial atención a los pequeños agricultores es uno de los puntos claves para alcanzar las sinergias entre mitigación y adaptación a los posibles escenarios que se presenten debido al cambio climático (Bouroncle, 2013). Según Ordaz y colaboradores (2010) por eventos hidrometeorológicos para el período 1996-2001 estimaron una pérdida en cultivos promedio anual de 1,1% del PIB agrícola.

Ante esta situación, durante el período 2009-2011 se construyeron 4 reservorios de agua de lluvia, dos en la comunidad de Cerro Verde (antes Cerro Negro), una en Colas de Gallo, ambas en Nicoya y uno en La Esperanza en Santa Cruz de Guanacaste, a los cuales el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE) de la Universidad Nacional de Costa Rica les ha dado seguimiento y apoyo. Actualmente se desarrolla el proyecto "Factibilidad financiera y efecto en la estructura de gastos de las familias que incorporan la cosecha de lluvia en la producción agrícola", cuyo objetivo es medir el impacto de la utilización de la tecnología de cosecha de lluvia en la vida de las familias involucradas en el proceso.

La ubicación georeferenciada de cada uno de los reservorios es la siguiente [Programa de Regionalización Interuniversitaria (Informe final), 2011, p.7]:

- Cerro Verde1: N 10 05'29.9" W 85 34'35.15"
- Cerro Verde 2: N 10 05'12.2" W 85 34'42.7"
- Colas de Gallo: N 10'09'06.4" W 85 32'35.2"
- La Esperanza: N 10 08'34.2" W 85 33'41.8"



Figura 1. Ubicación de Reservorios, Nicoya y Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica

En el período de seguimiento del proyecto se demostró que la tecnología de captura de agua de lluvia para la agricultura es funcional, permitiendo aprovechar las condiciones meteorológicas de la zona, ya que los reservorios son utilizados en época seca para producir cultivos hortícolas y en época de invierno permiten el cultivo de tilapias, abastecen abrevaderos para ganado y para mantener riego en algunos cultivos.



Seguidamente se hace referencia a algunos elementos del cambio climático, como problemática central a atender en la región y razón por la cual se plantea la cosecha de lluvia como medida de adaptación.

Además se incluyen algunos conceptos sobre el uso del agua en Costa Rica, así como de cosecha de agua como medida de adaptación y que brinda, además, apoyo al mejoramiento de la seguridad alimentaria, cuando es utilizada correctamente.

Al final, se incluye una breve descripción de cuatro reservorios que se utilizan en la región Chorotega y que permiten inferir algunos datos de interés en cuanto al beneficio económico y social para las familias involucradas.

## Cambio climático

Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático 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. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘cambio climático’ 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 períodos de tiempo comparables’. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales. (FAO, 2014).

Como lo mencionan Ordaz y colaboradores (2010) “Centroamérica es altamente vulnerable a los fenómenos climáticos y meteorológicos dados su extensión y ubicación geográfica. Sobre esta región los efectos del cambio climático han sido visibles, las sequías y los huracanes que se han presentado han traído importantes costos económicos y sociales. A nivel científico se ha determinado que el cambio climático tendrá importantes consecuencias en el bienestar humano y el desarrollo de las actividades económicas. Los efectos del calentamiento global se han reflejado en mayores inundaciones, sequías, huracanes, entre otros fenómenos”. Por lo que diferentes instituciones han implementado diversos programas para mitigar o disminuir el efecto de que estos cambios climáticos tengan sobre la región y garantizar la continua producción agropecuaria y garantizar la seguridad alimentaria.

Las proyecciones sobre el cambio climático durante el siglo XXI indican que se reducirán los recursos renovables de aguas superficiales y aguas subterráneas de forma sustancial en la mayoría de las regiones secas subtropicales. En las regiones secas actuales, es probable que la frecuencia de las sequías aumente al final del siglo XXI (IPCC, 2014). Las proyecciones apuntan a que el cambio climático hará que disminuya la calidad del agua bruta y generará riesgos para la calidad del agua potable incluso con el tratamiento convencional, debido a los factores que interactúan: aumento de la temperatura; aumento de las cargas de sedimentos, nutrientes y contaminantes debido a las fuertes lluvias; mayor concentración de contaminantes durante las sequías; e interrupción del funcionamiento de las instalaciones de tratamiento durante las crecidas.

Se prevé que los impactos rurales más importantes en el futuro ocurran a corto plazo y posteriormente en relación con la disponibilidad y el suministro de agua, la seguridad alimentaria y los ingresos agrícolas, especialmente en relación con cambios de las zonas de producción de cultivos alimentarios y no alimentarios en todo el mundo (IPCC, 2014).

En este marco del cambio climático, concretamente en Costa Rica, la temperatura aumentará más en las provincias de Guanacaste, Alajuela y Puntarenas, mientras que en el resto del país se esperan cambios menores. Este aumento de la temperatura media anual estará acompañado de cambios en las lluvias. (Bouroncle, 2013)

## Uso del Agua en Costa Rica

Costa Rica posee una abundante oferta hídrica, de cerca de 24.784 m<sup>3</sup> por persona al año, más de tres veces el promedio mundial (7.000 m<sup>3</sup>) (MINAE et al, 2013). De acuerdo con Lafragua et al, "la cuenca con mayor precipitación se ubica en la vertiente del Caribe y es la de Sarapiquí-Chirripó con 4,817 mm, y las de menor precipitación se encuentran en la provincia de Guanacaste y son la Península de Nicoya y la de Tempisque-Bebedero con 1,467 mm y 1,743 mm, respectivamente".

Las extracciones anuales totales para los distintos sectores se estiman en 24,3 km<sup>3</sup>. Las extracciones de agua para generación hidroeléctrica representaban el 80% del total, seguido por la agricultura con un 16%. El uso para consumo humano, turismo, industria y agroindustria representaban menos del 4% de la extracción total mientras que el uso de agua para generación térmica y usos comerciales es prácticamente nulo (MINAE et al, 2013).

Entre los usos consuntivos el riego agrícola es el mayor usuario con un 66% de las extracciones, equivalente a cerca de 3.2 km<sup>3</sup>, seguido por el uso agropecuario (18%) y el uso de agua para consumo humano (9%). El uso agrícola representa el mayor porcentaje de las extracciones de agua a nivel nacional y al mismo tiempo más del 83% del riego se aplica por gravedad, lo que supone entonces un importante margen para hacer más eficiente el uso del recurso (MINAE et al, 2013).

El panorama en el manejo del agua es que existen pocas acciones que reflejen que las instituciones y los sectores productivos están tomando medidas para adaptarse a los efectos de intensificación de sequías e inundaciones, señalados por los expertos. "La asignación del recurso hídrico por parte del MINAE no contempla la visión por cuencas y los efectos del cambio climático" y "Poca atención y conocimiento de los efectos actuales y futuros del cambio climático sobre el recurso hídrico y los impactos sobre sectores productivos". (MINAE et al, 2013).

Esto se ve relegado en la influencia del fenómeno El Niño- Oscilación del Sur (ENOS), el que ha tenido importantes consecuencias en la agricultura, donde se evidencia la necesidad de adaptación y mejora de la resiliencia agroecológica. La ganadería fue probablemente la más afectada, dado que tanto en las regiones con exceso de lluvia como en las de sequía se redujo la disponibilidad de alimento para los animales, en perjuicio de la productividad y rentabilidad del sector. Reportes del MAG señalan que en 2014 la falta de agua en el Pacífico, por la presencia del fenómeno ENOS y el enfriamiento de las aguas en el Atlántico, redujeron la capacidad de crecimiento de los pastos hasta en un 75%, lo que generó pérdidas en las actividades ganaderas de leche y carne, así como en la apicultura (PEN, 2013).

Los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad o exceso de agua tendrán repercusiones sobre el aprovechamiento del agua para consumo doméstico, saneamiento, generación de electricidad y agricultura.

La normativa existente y las políticas públicas no han propiciado el establecimiento de mecanismos como son las buenas prácticas en el uso y re-uso del agua, la cosecha de lluvia y tecnologías limpias, o la introducción de incentivos para los diferentes tipos de usuarios del agua (sector doméstico, industria y agricultura).

Ante este escenario, será fundamental adoptar medidas que permitan aminorar las causas del cambio climático y orientar las acciones hacia la adaptación (MINAE et al, 2013). El sector agropecuario por ser estratégico tendrá que tener importancia prioritaria en las medidas que se tomen.

## Cosecha de agua de lluvia

El agua es un recurso indispensable para todos los seres vivos. Para los humanos, es necesaria como fuente de vida y como medio para las actividades domésticas, industriales, generación de energía, actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, medicinales, recreativas, turísticas entre otros.

Producir agua es un término un poco familiar por tratarse de un recurso que hasta hace poco era de fácil acceso, pero su escasez como problema global obliga a comprender que corre el riesgo de inminente agotamiento. Producir agua debe entenderse como las acciones encaminadas a proteger y recuperar las áreas vitales para la existencia del agua como son las zonas de filtración, áreas de recarga acuífera, nacientes, ríos y quebradas (Salinas, 2010).

La cosecha de agua de lluvia es definida 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. Para fines agrícolas, se define como un método para inducir, recolectar, almacenar y conservar el agua de escorrentía. Es una práctica muy artesanal y aún forma parte de muchos sistemas productivos en todo el mundo. (Mungambe, 2007)

Con el afán de aprovechar la tecnología de cosecha de agua, se desarrolló una experiencia en dos cantones de Guanacaste (Nicoya y Santa Cruz); se instalaron cuatro reservorios que cumplieron dos funciones básicas: producción de tilapia en los meses de julio a diciembre (época lluviosa) y uso del agua almacenada para riego en los meses de diciembre a abril.

En la época de verano se utilizó la gravedad, así como riego por goteo y micro aspersión para la producción de hortalizas y algunos granos básicos (Programa de Regionalización Interuniversitaria, Informe final 2011p.8).

## Costos de instalación de los reservorios

Para realizar la instalación de un Reservorio se deben considerar elementos como la ubicación del sitio, la topografía, tipo de suelo y la disponibilidad de una fuente de abastecimiento de agua, debido a que cada elemento tiene influencia directa sobre la capacidad de almacenamiento, la forma del reservorio, mantenimiento de la estructura y la manera para aprovechar el agua almacenada.

El tipo de material a utilizar también influye sobre los costos de instalación. Uno de los materiales más alta calidad, necesario para revestir el reservorio, es la Geomembrana HDPE 1,0MM con un costo que ronda los 12 \$US, este material cuenta con garantía de hasta 25 años, a diferencia del plástico de 7 mm cuyo costo por metro cuadrado ronda los 3 \$US pero con una durabilidad de 3 a 4 años (Salinas et al. s.f). El costo de instalación de una estructura de 300 m<sup>2</sup>, con recubrimiento de geotextil y geomembraba ronda los 3.160,00 \$US, mientras que uno revestido con plástico puede costar unos 2.130,00 \$US, incluyendo los movimientos de tierra, la instalación del material de recubrimiento y la mano de obra.

## Caracterización de los reservorios y su estado actual

### Reservorio de Colas de Gallo

La estructura tiene entrada de agua de soporte y cuenta con una capa vegetativa en el talud que genera soporte y proporciona amarre al dique. El sistema de riego es por goteo, el cual conduce el agua desde el reservorio hacia un terreno de siembra de 30 metros de largo por 30 metros de ancho, entre los productos obtenidos están: cebolla, tomate, pepino, zuchini, repollo, frijol y maíz. La estructura ha permitido criar un volumen de peces aproximado a las 300 tilapias, sin embargo, tiene la capacidad de producir entre 2000 y 3500 peces durante el ciclo productivo. (Programa de Regionalización Interuniversitaria, 2011).



*Figura 2. Reservorio en Colas de Gallo, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*



*Figura 3. Cultivo de cebolla con agua proveniente de reservorio en Colas de Gallo, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*

### **Reservorio de La Esperanza**

El reservorio tiene un volumen de 600 m<sup>3</sup> con una vida útil de 25 años debido a que está recubierto con una geomembraba. El reservorio es el tipo denominado represa, cuenta con capacidad de depositar al menos 1000 alevines. El talud se ha sembrado de pasto de corta como estrategia de protección del mismo; este tipo de forraje se puede utilizar como alimento para cerdos y ganado vacuno (Programa de Regionalización Interuniversitaria, 2011).



*Figura 4. Reservorio en La Esperanza, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica*



*Figura 5. Cultivo de hortalizas con agua proveniente de reservorio en La Esperanza, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica*

### **Reservorio de Cerro Negro de Nicoya (Familia Martínez)**

El reservorio tiene un área de 345 m<sup>2</sup>, con el agua de este reservorio es posible cosechar un volumen de 800 tilapias, con peso promedio de 300 gramos por unidad, las cuales han sido utilizados para consumo familiar y los excedentes se comercializan a comunidades vecinas (Programa de Regionalización Interuniversitaria, 2011). Cuenta con sistema de riego por goteo y microaspersión en un área de cultivo de unos 2000 metros cuadrados, en los que se produce mayoritariamente de manera orgánica productos como cebolla, lechuga, naranja, tomate, pepino, zucchini, repollo, frijol y maíz, para venderlos a dos ferias del agricultor de la zona próximas a la comunidad. En la época seca se usa como fuente de abastecimiento de un abrevadero para ganado vacuno



*Figura 6. Reservorio en Cerro Negro, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*



*Figura 7. Tilapias extraídas del reservorio, Cerro Negro, Guanacaste, Costa Rica*

#### **Reservorio de Cerro Negro (Familia Barrantes)**

La finca tiene un área de 22 hectáreas, el reservorio tiene una capacidad de almacenamiento de 900-1000 m<sup>3</sup>, el agua del reservorio se destina para el riego de hortalizas: apio, culantro, lechugas (5 variedades), repollo, perejil, arrúgula, zanahoria, chile, tomate y eneldo.



*Figura 8. Reservorio en Cerro Negro, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*



*Figura 7. Taller con la comunidad, Cerro Negro, Guanacaste, Costa Rica*

Se ha podido determinar que una familia rural con un reservorio de 300 m<sup>3</sup> puede generar alrededor de 16.000,00 \$US anuales basando su producción en cultivos hortícolas como el tomate, ají, cebolla, cebollino, lechuga, mostaza, culantro, pepino, brócoli, coliflor. Además del cultivo acuícola de tilapia que pueden mantener en el reservorio paralelo a la producción de hortalizas.

Los productores beneficiados aseguran que la presencia del reservorio ha favorecido su sistema productivo; además de que han adaptado el uso del reservorio a su estilo de vida; entienden que el mantenimiento adecuado del reservorio les garantiza contar con agua principalmente en la época seca.

## Discusión

El propósito del proyecto enmarca la necesidad de dar continuidad a iniciativas ya ejecutadas que requieren un seguimiento de evaluación, de manera que se conozca el grado de éxito con el que han contado dichas iniciativas y de ser necesario plantear las alternativas de manejo que lo conviertan en experiencias funcionalmente exitosas. En este caso la tecnología de cosecha de agua de lluvia ha tenido diferentes escenarios tanto con dificultades de continuidad y otros exitosos, los cuales en ambos extremos deben de ser analizados con el fin de conocer los puntos críticos de la experiencia.

La inclusión de variables sociales y financieras como pilares de esta propuesta, además de la sistematización del proceso demuestran la pertinencia que tiene el mismo a la hora de tratar de tener una incidencia en los tomadores de decisión principalmente de sector público agropecuario.

Dicho lo anterior es importante tratar de incluir no solo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) como instituciones de apoyo para el proyecto, sino también incluir instituciones como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y al Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA). Quizás el aporte de estas entidades como colaboradores puede aumentar las probabilidades de éxito en cuanto a aspectos técnicos relacionados a la adecuada utilización del agua captada por medio de una irrigación eficiente y un manejo completo de los cultivos a producir. Además estas y otras organizaciones del sector agropecuario pueden colaborar en aspectos de continuidad y seguimiento de los proyectos iniciados por el sector académico, por lo tanto me parece pertinente que se tome en cuenta la participación de técnicos de agencia agropecuarias en las actividades de campo tal y como se detalla en los indicadores de logro de este proyecto.

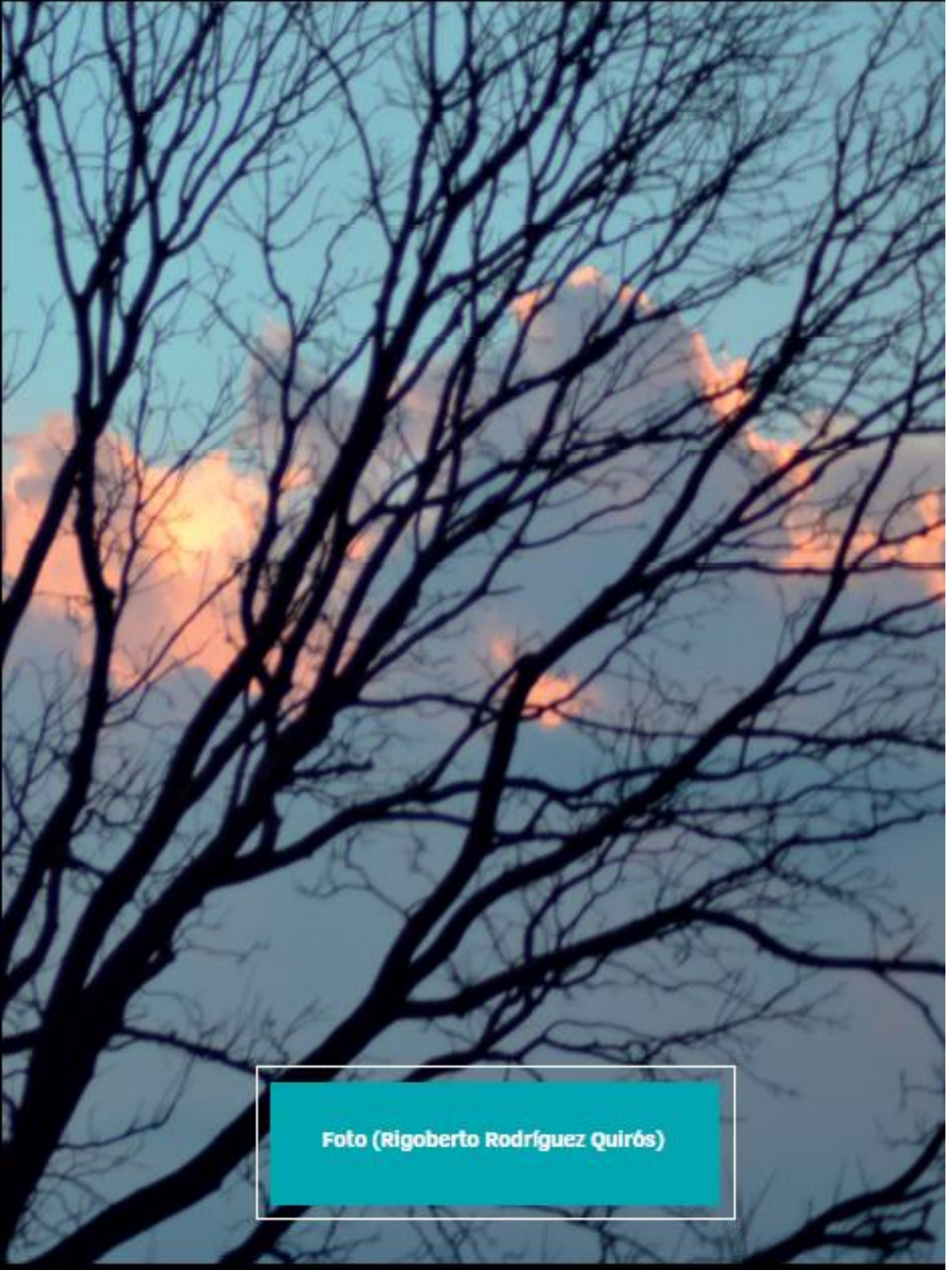
Los mismos productores reconocen la necesidad de la incorporación de sistemas de almacenamiento de agua para estación seca. La experiencia obtenida en este proyecto demuestra que la incorporación de tecnologías que cosechen agua de lluvia lleva a un cambio de actitud en los involucrados sobre el uso eficiente del agua, además de que ha sido una manera de mantener una producción diversificada y constante, elemento que por las condiciones climáticas en la época seca prácticamente frena y afecta seriamente la producción agrícola en la región Chorotega.

Diferentes instituciones concuerdan en la necesidad de promover un manejo más técnico de los sistemas de producción agrícola que tome en consideración los pronósticos climáticos para la toma de decisiones relacionado con la siembra y posterior manejo de los cultivos. Mejorando el sistema de seguros de cosechas y las posibilidades de financiamiento para implementar nuevas tecnologías y utilización de variedades mejoradas a las nuevas condiciones climáticas. (MINAET, 2009)

## Referencias

- Bouroncle C, Imbach P, Läderach P, Rodríguez B, Medellín C, Fung E, Martínez-Rodríguez MR, Donatti CI. 2015. La agricultura de Costa Rica y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación? Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Conservación Internacional (CI): CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhague, Dinamarca
- FAO. (JULIO de 2014). Obtenido de <http://www.fao.org/climatechange/65923/es/>
- García, S. (2013). Pequeños caficultores de Nandayure Cultivan naranjas para dinamizar su economía. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Peque%C3%81os%20caficultores%20de%20Nandayure%20cultivan%20naranja%20para%20dinamizar%20su%20econom%C3%ADa.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2014. Resumen para responsables de políticas. Grupo de Trabajo II. Quinto Informe de Evaluación (GT II IES). Suiza. Disponible en: [www.ipcc.wg2/AR5](http://www.ipcc.wg2/AR5)

- Jara, O. (2012). *La sistematización de experiencias, prácticas y teorías para otros mundos posibles*. San José, Costa Rica: Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.
- Lafragua, J., Sánchez, I.F., González, D., Bahena, A., García, I. (Eds). (2008). *Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuesta de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica Balances Hídricos Mensuales, Oferta y Demanda (Informe Final)*. BID-MINAE-IMTA.
- Madrigal, L y Matamoros, J (2011). *Aprovechamiento de la cosecha de agua para uso agrícola (Chile dulce, tomate y cebolla) y piscícola (Tilapia); en Cerro Verde de Nicoya, Guanacaste. [Anteproyecto del trabajo final de graduación]*
- Medina, R; Peña, W; Obando, M; Salinas, A; (s.f). [Programa de Regionalización Interuniversitaria CONARE]. *Análisis técnico y financiero al instalar un sistema de captación de agua de lluvia para la producción agropecuaria sostenible en la Región Chorotega de Costa Rica.*
- MINAE, SENARA, Dirección de Aguas, A y A, MIDEPLAN, Presidencia de la República. 2013. *Agenda del Agua de Costa Rica*. 131 P.
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). 2009. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. 1 ed. San José, CR: Editorial Calderón y Alvarado S.A. 109 p.
- Mungumbe, I. y. (2007). *Rainwater Harvesting Technologies for small scale rainfed agriculture in arid and semi-arid areas*. Mozambique: Department of Rural Engineering, Faculty of Agronomy and Forestry Engineering, University Eduardo Mondlane.
- Ordaz, J.L. Ramírez, D. Mora, J. Acosta, A. Sema, B. 2010. *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. CEPAL. Distrito Federal, Mex: Editorial México, CEPAL 76 p.
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (PEN). 2013. *Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible/PEN*. San José, CR. PEN 2013. 440 p.
- Programa de Regionalización Interuniversitaria CONARE. (2011). *Fortalecimiento de la seguridad alimentaria mediante el desarrollo y fomento de reservorios artificiales de aguas precipitadas, para la utilización en agricultura sostenible, en la Región Chorotega de Costa Rica (I Informe de avance, enero – junio 2011)*
- Programa de Regionalización Interuniversitaria CONARE. (2011). *Fortalecimiento de la seguridad alimentaria mediante el desarrollo y fomento de reservorios artificiales de aguas precipitadas, para la utilización en agricultura sostenible, en la Región Chorotega de Costa Rica (Informe iniciativa – febrero 0011)*
- Rosales, R (2008). *Formulación y evaluación de proyectos*. Costa Rica. ICAP
- Salinas, A; Arrieta, J y Medina, R (s.f). [Programa de Regionalización Interuniversitaria CONARE] *Reservorios artificiales para captura de agua, para la producción agropecuaria en la Región Chorotega.*
- TCEQ. (2007). *Harvesting, storing a treating rainwater for domestic use*. Texas: Texas Commission on Environmental Quality.
- Waterfall. (1998). *Harvestin rainwater for landscape use*. Arizona: Arizona Department of Water Resources, University of Arizona.



**Foto (Rigoberto Rodríguez Quirós)**



ISBN: 978-0930-509-08-1



9 780930 509081