

TECNOLOGÍAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA

Una contribución a la seguridad
alimentaria y la adaptación al
cambio climático



 Global Water
Partnership
Central America



TECNOLOGÍAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA

Una contribución a la seguridad
alimentaria y la adaptación al
cambio climático



CRÉDITOS

TECNOLOGÍAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA: UNA CONTRIBUCION A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

ELABORACIÓN:
Manuel Antonio Martinez Guzman

FOTOGRAFÍA PORTADA:
Arturo Sosa

COORDINACIÓN:
Fabiola Tábora, Secretaria Ejecutiva de GWP Centroamérica

DIAGRAMACIÓN:
Margarita Figueroa, Hektor Varela

Vera Boerger, Oficial de Tierras y Aguas, Oficina Subregional para Mesoamérica de la FAO

PUBLICADO EN:
Tegucigalpa, M.D.C, Honduras
Octubre 2013

EDICIÓN:
Donaldo Cáceres Castejón

www.gwpcentroamerica.org
www.fao.org

ILUSTRACIONES:
Ronald Vanegas

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Asociación Mundial para el Agua, capítulo Centroamérica (GWP Centroamérica) o la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que GWP Centroamérica o la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de GWP Centroamérica o la FAO.

ISBN 978-92-5-307930-8 (edición impresa)
E-ISBN 978-92-5-307931-5 (PDF)

© FAO, 2013

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org. Las publicaciones de GWP Centroamérica están disponibles en www.gwpcentroamerica.org.

GWP Centroamérica, Apartado Postal 4252, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, Teléfono: 504-22320052
Oficina Subregional de FAO para Mesoamérica, Edificio 238, Ciudad del Saber, Clayton, Panamá, Teléfono: 507-3010326

CONTENIDO

- PRESENTACIÓN 04
- RESUMEN EJECUTIVO 05
- 1. INTRODUCCIÓN 07
- 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS EN CENTROAMÉRICA 09
- 3. EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA SEGURIDAD HÍDRICA 13
 - 3.1 El rol del agua en el contexto del cambio climático y la seguridad alimentaria en Centroamérica 13
 - 3.2 Marco legal e institucional 18
- 4. LAS TECNOLOGÍAS DE USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA 21
 - 4.1 Más que un enfoque tecnológico 21
 - 4.2 Importancia de las tecnologías y prácticas para la adaptación al cambio climático 22
- 5. TECNOLOGÍAS Y BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA 25
 - 5.1 Prácticas de conservación de suelos y manejo integrado de cultivos para riego y humedad 26
 - 5.2 Protección de manantiales o fuentes de agua 27
 - 5.3 Tecnologías para la captación y almacenamiento del agua 29
 - 5.4 Tecnologías para la distribución de agua para fines agropecuarios 39
 - 5.5 Sistemas de bombeo 47
 - 5.6 Reutilización del agua 56
- 6. CONSIDERACIONES FINALES 59
 - 6.1 Conclusiones generales 59
 - 6.2 Recomendaciones generales 60
- BIBLIOGRAFÍA GENERAL 62
- SIGLAS Y ACRÓNIMOS 63
- GLOSARIO DE TÉRMINOS 64

PRESENTACIÓN

Centroamérica es una de las regiones más vulnerables al cambio climático y está sujeta a fenómenos hidrometeorológicos cada vez más intensos, que ocasionan inundaciones y sequías, afectando la disponibilidad de agua para los distintos usos. Uno de los sectores que está siendo más afectado, es el agrícola, puesto que en la región entre el 80 al 98% de los rubros agropecuarios dependen de la lluvia. En el 2011 se estimó que la depresión 12-E generó una pérdida de 68 millones de dólares al sector agropecuario a nivel regional.

El cambio climático y la variabilidad climática han alterado los patrones de precipitación en la región, lo que afecta en general al sector agrícola, pero en mayor medida a la agricultura familiar que es altamente dependiente de la lluvia. Se estima que 1 millón de hogares vive de la agricultura de subsistencia en el Corredor Seco y están menos preparados para enfrentar periodos de sequía extrema. Lo anterior pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población rural centroamericana y hace necesario la búsqueda de opciones tecnológicas y prácticas que permitan hacer frente a los retos que impone el cambio climático y la variabilidad climática.

Conscientes de la importancia de abordar el vínculo entre la seguridad alimentaria y seguridad hídrica en el contexto del cambio climático, GWP Centroamérica y la Oficina Subregional de FAO para Mesoamérica, FAO-SLM han elaborado el presente documento que aborda el uso eficiente y sostenible del agua para la agricultura familiar, como una contribución a la adaptación al cambio climático. El documento es un instrumento para técnicos, investigadores y personal de campo que buscan alternativas tecnológicas para hacer uso más eficiente del agua en la agricultura.

El documento resume el marco conceptual del cambio climático y sus impactos en Centroamérica, la relación entre el cambio climático, la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria y algunas de las tecnologías y prácticas exitosas que se han implementado en la región sobre la captación, almacenamiento y distribución del agua a nivel de la agricultura familiar. Se espera que el presente documento sea una contribución a la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), a la seguridad alimentaria de las familias rurales y al desarrollo sostenible de la región.

Jeanette de Noack
Presidenta pro-tempore de GWP Centroamérica
(Julio - Diciembre 2013)

Ignacio Rivera
Coordinador Subregional de FAO para
Mesoamérica

RESUMEN EJECUTIVO

A pesar de que Centroamérica cuenta con recursos hídricos suficientes en términos de cantidad, la disponibilidad de los mismos para la agricultura se ve afectada por la irregular distribución espacial y temporal de la precipitación, la insuficiencia de obras de regulación, la degradación de las cuencas y de la calidad del agua, lo que finalmente incide en la capacidad para la producción de alimentos.

Bajo diferentes iniciativas en la región centroamericana se viene promoviendo un enfoque integrado para la gestión del agua en la producción agrícola, que considere la conservación de los ecosistemas, la recarga y preservación de los acuíferos, la reutilización del agua, la optimización del uso del agua en condición de disponibilidad reducida, el desarrollo de infraestructura de almacenamiento, así como la búsqueda y construcción de mecanismos de coordinación y gobernabilidad entre los actores y usuarios de los diferentes sectores relacionados con la gestión hídrica.

A la complejidad de lo expresado anteriormente se suma la variabilidad climática y los efectos del cambio climático; que determinan la estacionalidad de los cultivos, la evapotranspiración y la disponibilidad de agua, entre otros aspectos esenciales para la producción de alimentos. La adaptación al cambio climático es un factor fundamental a considerar en las diferentes iniciativas de desarrollo productivo y de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

Es en este contexto que la validación y difusión de prácticas y tecnologías para el uso sostenible del agua en Centroamérica son fundamentales para contar con una cultura de manejo racional del agua como factor coadyuvante al bienestar económico y social, principalmente de las familias menos favorecidas.

En el capítulo introductorio se justifica el origen y objetivo del presente documento en el marco de un importante convenio de colaboración entre FAO-SLM y GWP Centroamérica. Ambas instituciones aprobaron una consultoría regional de corto



plazo orientada a documentar las tecnologías existentes para el uso eficiente y sostenible del agua, como una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en Centroamérica. Esta iniciativa produce como resultado una herramienta de consulta dirigida a técnicos, investigadores y personal de campo que apoyan programas y proyectos de agricultura familiar, seguridad alimentaria, e iniciativas de manejo de cuencas y de adaptación al cambio climático.

El capítulo II, de esta publicación contiene un análisis general sobre los conceptos de cambio climático establecidos tanto por el IPCC como por la CMNUCC, se incluye además la importancia de la adaptación como estrategia para enfrentar el cambio climático y los subsecuentes impactos de este fenómeno mundial, el cual se constituye como uno de los mayores riesgos ambientales que afecta: la economía, la infraestructura, los re-

curso naturales y los modos de vida en Centroamérica.

Por lo tanto, es muy valioso para los países centroamericanos contar con una “Estrategia Nacional de Cambio Climático” y de cumplimiento de los compromisos internacionales en el marco de las convenciones mundiales.

Por otra parte, la comunidad internacional ha identificado a la región centroamericana como una de las más afectadas por el cambio climático, siendo esta aquejada cada año por más eventos hidrometeorológicos extremos, como los huracanes y tormentas tropicales, y también por sequías, las cuales han ocasionado pérdidas de vidas humanas y cuantiosos daños en la agricultura e infraestructura, lo que ha obligado a los países afectados a invertir recursos financieros en obras de reconstrucción.

El capítulo III considera los efectos del cambio climático y su relación con la seguridad alimentaria y la GIRH, como factor coadyuvante para el desarrollo de las familias más pobres de la región centroamericana. Además destaca el hecho de que el ciclo del agua es el medio principal a través del cual se revelan los impactos del cambio climático en los ecosistemas, así como sobre la importancia del manejo integrado y sostenible de los suelos y del agua en la producción rural.

En América Central, a pesar de que se le identifica como una región con abundancia de recursos hídricos, existe todavía no sólo un déficit en el acceso al agua, sino incluso escasez en algunas áreas, lo que consecuentemente dificulta impulsar un desarrollo sostenible. Cada día son más los núcleos poblacionales afectados por el bajo nivel de disponibilidad de agua. Esto crea la necesidad de contar con políticas y leyes efectivas que resalten el ordenamiento y regulación de los recursos hídricos en sus diferentes usos, y que interioricen el concepto y el enfoque de la GIRH. Pues, este enfoque en su abordaje muestra la naturaleza holística del ciclo hidrológico, la relación que existe entre los distintos usos del agua, la seguridad hídrica y la importancia que tienen las instituciones eficaces, así como el marco legal actualizado y la participación de los usuarios en todos los niveles para una gestión sostenible del agua.

La región centroamericana requiere de aprovechar el recurso hídrico bajo un enfoque sistémico y ecosistémico que priorice la atención de la gestión integrada de las cuencas y que permita alcanzar la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria, en un

contexto de adaptación al cambio climático. De aquí la importancia de aplicar tecnologías y prácticas para el manejo sostenible del agua en la producción agroalimentaria.

El Capítulo IV hace referencia a las características agroecológicas y productivas rurales de América Central que han obligado a que un mayor número de productores agrícolas y habitantes de las comunidades reflexionen y busquen mayor cantidad de opciones tecnológicas para el uso eficiente del agua. Son numerosos los proyectos y organizaciones que han desarrollado, adaptado, validado y difundido tecnologías o prácticas destinadas a proteger los manantiales o fuentes hídricas, captar y almacenar agua, y a utilizarla o reutilizarla como riego en la agricultura familiar, en el abastecimiento para el consumo humano o ganadero, o en el fomento de plantaciones agroforestales y cultivos agroindustriales.

El Capítulo V detalla las tecnologías y prácticas más relevantes identificadas en Centroamérica para el uso eficiente del agua, tomando en cuenta las condiciones agroecológicas bajo las cuales se recomienda su uso, su contribución a la adaptación al cambio climático y las posibilidades de réplica de las tecnologías, considerando que la mayoría sufren procesos de ajuste y cambios, lo que les da ciertas ventajas y desventajas de su uso, además de otras implicaciones desde una perspectiva social, económica y de equidad de género entre otras.

Se presenta un menú de tecnologías que pueden aplicarse en el contexto de las acciones de seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en poblaciones rurales, periurbanas y dispersas del área rural. En la medida de lo posible en algunas, se estiman los costos asociados a su implementación y se incluye información bibliográfica como ayuda referencial con más detalles de la tecnología propuesta.

El capítulo final subraya las conclusiones y recomendaciones generales desde una perspectiva de: consideraciones finales, reflexiones sobre el uso de las tecnologías y algunas orientaciones metodológicas y estratégicas con base en las lecciones aprendidas de los temas abordados, tomado en cuenta las políticas y estrategias regionales, así como su relación con las características y los elementos críticos a considerar en el momento de utilizar las tecnologías de uso eficiente del agua, orientadas a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

1

INTRODUCCIÓN



El agua como recurso natural renovable, fundamental para la vida humana y para los procesos de producción, ante la contaminación y la sobre explotación por encima de su capacidad de recarga, se convierte en un recurso escaso. De ahí la importancia de identificar, validar y difundir aquellas formas de captación, almacenamiento, distribución y conservación del agua que contribuyen a su uso racional y que son un factor clave en los procesos de desarrollo rural y manejo de los recursos naturales en los ecosistemas. Es entonces que el valor del agua se vuelve mayor cuando, como factor de producción, influye en la seguridad alimentaria y la seguridad hídrica, a la vez que se convierte en el principal medio por el cual se manifiestan los impactos del cambio climático.

Los siete países de Centroamérica cuentan con recursos hídricos suficientes en términos de cantidad, en tanto su disponibilidad para la agricultura se ve afectada por: la irregular distribución espacial y temporal de la precipitación, la degradación de las cuencas y la calidad del agua, la falta de infraestructura hídrica e inexistencia, así como

incumplimiento de las leyes de agua y recursos hídricos; incidiendo por lo tanto en el uso eficiente del agua y en su capacidad para la producción de alimentos.

Además, no siempre se aplica en los países de la región un enfoque de GIRH, que considere factores tales como: el manejo sostenible de los ecosistemas y la priorización de acciones en el uso adecuado, la recarga y preservación de los acuíferos, la reutilización del agua, el uso óptimo del agua cuando su disponibilidad es escasa, o el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y de distribución del agua.

Otra debilidad es la falta del enfoque de participación local de la población, que permita integrar a los diferentes actores en modelos de gobernanza para una mejor gestión del agua.

La oficina subregional de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para Mesoamérica y la Asociación Mundial para el Agua (GWP, por sus siglas en inglés) para Centroamérica

han unido esfuerzos para generar un documento que rescata las tecnologías y prácticas validadas y difundidas en los países centroamericanos para el uso sostenible del agua.

Es la expectativa que este documento se convierta en un valioso instrumento para el fortalecimiento de capacidades locales de la región centroamericana y que sea de utilidad para los técnicos, investigadores y personal de campo comprometidos en la búsqueda de alternativas tecnológicas para hacer el uso más eficiente del agua en la agricultura familiar dentro del contexto de adaptación a la variabilidad y cambio climático.

La presente recopilación de alternativas tecnológicas tiene como fundamento las diferentes experiencias sobre captación, almacenamiento y uso eficiente del agua para fines agropecuarios, que se han generado, validado y difundido en la región; considerando tanto sus ventajas como sus desventajas.

También este documento busca contribuir con algunas reflexiones estratégicas que permitan a los tomadores de decisiones y a los cooperantes a coadyuvar en la mejor manera de abordar el tema del agua en el contexto de la seguridad alimentaria y de los efectos del cambio climático en la región.

Se aborda de manera resumida el tema del cambio climático y sus impactos en la región centroamericana, con un énfasis en las consecuencias sobre los recursos hídricos y su relación con la seguridad alimentaria y seguridad hídrica.

En América Central persisten altos niveles de ruralidad y pobreza, de modo que el agua junto a la tierra se convierten en los factores claves para contribuir a la seguridad alimentaria, por lo que resulta fundamental contar con tecnologías o prácticas agrícolas y de captación, almacenamiento, manejo y distribución del agua, que contribuyan a una producción sostenible y diversificada.

OBJETIVO DE LA PUBLICACIÓN

El objetivo fundamental de este documento es: describir tecnologías alternativas existentes para el uso eficiente y sostenible del agua en la agricultura familiar, haciendo referencia a la relación entre el agua y la producción de alimentos, como una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático en Centroamérica.

METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento rescata los esfuerzos de diferentes

instituciones y organizaciones públicas y privadas, programas y proyectos que por varias décadas en la región centroamericana han experimentado, validado y promocionado tecnologías y prácticas accesibles a las familias productoras rurales, con énfasis en aquellas zonas que sufren con más ímpetu los fenómenos de la sequía, las lluvias irregulares, la degradación tanto de los suelos como de la cobertura vegetal.

El proceso de elaboración del documento comprendió varios pasos metodológicos entre los que se destacan:

- a. Identificación bibliográfica a nivel de la región centroamericana sobre los temas centrales de: Cambio Climático, Seguridad Alimentaria y Nutricional, Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Seguridad Hídrica y Tecnologías Sostenibles para el uso productivo del agua.
- b. Rescate de la información de otros documentos que ya han sido generados sobre los temas antes mencionados, especialmente los documentos de los proyectos que FAO implementa en la región, como el Programa Especial de Seguridad Alimentaria (PESA), Corredor Seco y el Programa ECHO de la FAO y la Unión Europea, entre otros. Así mismo se consideraron los documentos preparados por GWP y otras organizaciones o proyectos vinculados al desarrollo y difusión de tecnologías para el uso eficiente del agua.
- c. En coordinación con FAO y GWP, realización de visitas de campo en los países de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, así como reuniones focalizadas y entrevistas a una muestra de funcionarios, usuarios y otros actores locales, nacionales y regionales conocedores de los temas centrales.
- d. Priorización de la tipología de las tecnologías, los usos, ubicación geográfica, nivel de sostenibilidad y difusión, percepción de usuarios, beneficiarios, condiciones para la construcción o establecimiento, y costos estimados, entre otros.
- e. Reuniones de análisis del avance con GWP y FAO Mesoamérica.
- f. Ordenar, priorizar y clasificar la información existente.
- g. Análisis y reflexión concluyente sobre los usos e impactos de las tecnologías, problemas, ventajas y lecciones aprendidas.
- h. Informe preliminar y realización de un taller regional de validación del documento borrador, donde se contó con la participación de especialistas de los 6 países.
- i. Presentación del informe final, publicación y divulgación.

2

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS EN CENTROAMÉRICA



Foto: Diplomado en Gestión y Riesgos de Valle del Jilisco, 2011

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2004), definió el cambio climático como una modificación en el estado del clima que mediante el uso de pruebas estadísticas puede ser identificada por los cambios en la media o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un periodo prolongado, típicamente décadas o más. Este cambio puede deberse a procesos internos naturales, a fuerzas externas o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra. El IPCC menciona que en algunas partes del mundo, principalmente en las zonas áridas y semiáridas, el cambio climático incrementará la escasez de agua por las modificaciones en los regímenes de lluvia, incrementos en la evapotranspiración y escorrentía, incrementos en la frecuencia y duración de las sequías y pérdidas de glaciares (IPCC, 2001).

Por su parte la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) se re-

fiere a este fenómeno 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 climática natural observada durante periodos de tiempo comparables*. Si bien es cierto que como parte de su evolución la Tierra ha experimentado cambios climáticos importantes, el aumento de la temperatura que hoy vivimos como consecuencia de las actividades humanas tiene implicaciones realmente importantes y es precisamente en éstas en las que la CMNUCC ha centrado sus esfuerzos desde hace varias décadas.¹⁴

El fenómeno del cambio climático afecta principalmente a los países subdesarrollados, siendo uno de los principales riesgos ambientales que afecta la economía, la infraestructura, los recursos naturales y los modos de vida. Frente a esta problemática de

14. Fundación Friedrich Ebert – FES. (2012). *El Cambio climático y sus consecuencias para América Latina*. México.

carácter global, la mayoría de los países del mundo se ha comprometido a contribuir a la mitigación de dicho fenómeno mediante la negociación y firma de acuerdos internacionales que facilitan el trabajo en conjunto. Los países de Centroamérica también han suscrito tratados internacionales como la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto (PK).

Sin embargo, la suma de los países de Centroamérica “ contribuyen con menos del 0,5 por ciento del total de las emisiones de los Gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global”, según lo señala el estudio “La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe 2009”, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

La contribución de América Central al desastre climático, es principalmente por sus emisiones totales de CO₂ por la utilización de leña en el consumo energético que es del 41.1% y que es consumida por un 50% de la población centroamericana. Las industrias manufactureras, en segundo lugar, aportan el 19 % de las emisiones de CO₂, lo cual es principalmente aportado por el uso de combustibles fósiles (25%) (CEPAL, 2007).

Otro factor es la destrucción del bosque tropical de la región (1.19 % anual promedio de pérdida de masa boscosa),¹⁵ lo que priva a las generaciones venideras de este valioso recurso y se favorece directamente el calentamiento global que contribuye a empobrecer el medio ambiente. Estas circunstancias ambientales aumentan las emisiones de GEI en la región por la conversión de bosques en praderas mediante la quema del bosque y por el mal manejo del suelo.

A pesar de no ser un contribuyente significativo de emisiones de GEI, Centroamérica, sufre todos los años de grandes pérdidas humanas, de un creciente número de refugiados climáticos y de impactos económicos y sociales severos que disminuyen la capacidad de los estados para hacer frente a las prioridades nacionales, como la lucha por erradicar la pobreza y la extrema pobreza. Por ejemplo, (Vega y Gámez, 2003) analizando el período 1996-2001, se estima una pérdida promedio anual en cultivos, por eventos hidrometeorológicos extremos, de 1,07% del PIB agrícola, sólo en Costa Rica.

Asimismo, el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), en el 2010 estimó las pérdidas en vidas humanas, habitantes damnificados y las

pérdidas financieras provocadas por los 123 eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en la década 2000-2009, en 2.950 personas fallecidas, 5.846.945 personas damnificadas y USD 32.725 millones en daños.

De acuerdo al Índice Global de Riesgo Climático 2013, elaborado por el organismo ecologista alemán Germanwatch, que estudió los eventos climáticos extremos de la última década del siglo XX y la primera del presente en 179 países, Honduras aparece como el país más impactado por el cambio climático con un promedio de 329 personas muertas por año, mientras que Nicaragua es el tercero con 160 fallecidos cada año. Por su parte el Instituto para el Medio Ambiente y Seguridad Humana (UNU-EHS) muestra en su Índice Mundial de Riesgo (2012) que 4 países de la región se ubican dentro de los primeros 15 a nivel mundial de este índice, siendo considerados países de muy alto riesgo. El Índice considera cuatro componentes principales: Exposición, Susceptibilidad, Capacidad de respuesta y Adaptación.¹⁶

El cambio climático en Centroamérica se manifiesta a través del incremento de temperaturas y la ocurrencia de sequías e inundaciones provocadas por eventos hidrometeorológicos extremos. Además de la ocurrencia de este tipo de fenómenos, la vulnerabilidad de la región se ve agravada por su dinámica de desarrollo que ha dado énfasis a la degradación y extracción de los recursos naturales, entre los que se destaca el agua; esta condición ha agudizado su vulnerabilidad, dada su posición geográfica y el nivel de pobreza, que a la vez se refleja en la falta de aplicación de las leyes ambientales y la búsqueda de mayor equidad social y de género.

Las temperaturas superiores y cambios severos en los patrones de precipitación están transformando el paisaje agrícola de Centroamérica y exponen al sector rural a los impactos del cambio climático, amenazando principalmente los medios de vida de los agricultores de granos básicos (maíz y frijol), siendo cultivos alimenticios de suma importancia en Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala, afectando la capacidad productiva agroalimentaria de la población rural. Se destaca en la región la franja denominada Corredor Seco, donde se observan los efectos más drásticos cuando ocurren sequías extremas, especialmente cuando acontece El Niño Oscilación Sur (ENOS).

15. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Informe: Situación de los bosques del mundo*.

16. Institute for Environment and Human Security, The Nature Conservancy. (2012). *WorldRiskReport 2012*

En general se pueden enumerar los siguientes efectos que están sufriendo los países de la región a consecuencia del cambio climático y la variabilidad climática:

- Crecidas de los ríos y marejadas en zonas costeras,
- Inundaciones en valles interiores, pueblos y ciudades,
- Contaminación de acuíferos y ríos debido a inundaciones,
- Pérdidas por sequía en agricultura, acuicultura, ganadería y los recursos marino- costeros,
- Mayor presencia de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas,
- Incremento de la erosión y sedimentación del suelo,
- Pérdida o deterioro de la biodiversidad y de los ecosistemas en áreas tropicales y semiáridas, así como la consiguiente disminución de la belleza escénica y los beneficios asociados (turismo),
- Pérdida de infraestructura y equipamiento productivo, incluyendo sistemas de captación de agua y proyectos hidroeléctricos,
- Incremento de la vulnerabilidad por daños o destrucción de asentamientos humanos en áreas sujetas a deslizamientos o derrumbes de colinas y volcanes,
- Afectación de la vida y cultura de los pueblos indígenas y comunidades afro descendientes,
- Incremento de la morbilidad, mortalidad y refugiados,
- Pérdida de ingresos públicos y privados y de la riqueza nacional,
- Pérdida de infraestructura y equipamiento social, con el consiguiente incremento de los presupuestos públicos,
- Abandono de la población de los lugares de origen y de su identidad territorial,
- Desintegración familiar, mayor invalidez y muertes,
- Empobrecimiento, mayor marginalidad e incremento de la violencia en la región,
- Aumento de las enfermedades infecciosas y de transmisión vectorial.

Considerando la situación expuesta, la región ha priorizado la adaptación para hacer frente a los impactos generados por el cambio climático y la variabilidad climática. Adaptación es el proceso a través del cual las comunidades y personas de ajustan a los impactos adversos del cambio climático.

Aunque Centroamérica es una de las regiones más vulnerables al cambio climático del planeta, aún no logra el financiamiento importante para la



Foto: Anna de Jiménez

adaptación y apoyo para el desarrollo de capacidades y para la transferencia de tecnologías. Sin embargo a nivel nacional y regional se han estado desarrollando una serie de esfuerzos orientados a la adaptación, que incluyen desde la formulación del marco político y estratégico, hasta la implementación de acciones en los territorios que buscan el incremento de la resiliencia y el fortalecimiento de las capacidades locales.

Es en este contexto en donde se necesita la disponibilidad de tecnologías innovadoras y de soluciones integradas a escala apropiada, tanto para la adaptación como para la mitigación del cambio climático. Las medidas de adaptación en Centroamérica han implicado apoyar la implementación de *medidas duras tal* como la infraestructura física para la captación, almacenamiento y distribución del agua con fines agrícolas, lo que incluye la construcción de diques, pozos, tanques, presas, cisternas, pilas, acequias, canales, lagunas y otras obras de captación y cosecha de agua superficial, las que están adaptadas a las condiciones de la cuenca, y que permiten hacer frente a la escasez de agua.

Además se incluyen *medidas blandas* orientadas a mejorar los sistemas a nivel institucional, social y de gobernanza, entre las que se encuentran la promoción de buenas prácticas agrícolas para un uso

más eficiente del agua. Una buena gobernanza es esencial para avanzar en la adaptación al cambio climático, lo que implica que los esquemas de adaptación posean las siguientes características: estén orientados al consenso, sean participativos, efectivos, eficientes, responsables, transparentes, flexibles, equitativos, inclusivos y apegados a la legislación de cada país.

Otras medidas que se consideran importantes en la gestión hídrica son el desarrollo de estrategias que permitan el involucramiento de todos los actores sociales en ese proceso de adaptación, el apoyo a la resolución de conflictos en cuencas, normas municipales para el manejo de los recursos naturales, instalación y uso de medidores de agua, existencia de juntas de agua u otras instancias comunitarias, investigación sobre nuevos cultivos y tecnologías adaptadas a la sequía, promoción de la regeneración natural o la reforestación con especies adaptadas y de múltiple propósito en las cuencas.

En conclusión, América Central ya sufre los impactos del Cambio Climático los que se ven reflejados en: cambios en las temperaturas media anual, variabilidad en las precipitaciones, disminución de los frentes fríos, aumento de los vientos huracanados, aumento de la frecuencia, intensidad y duración del evento El Niño y aumento del nivel medio del mar en las costas de la región. Se han

realizado varios estudios sobre las evidencias de cambio climático en los países de la región Centroamericana y el Caribe. Uno de ellos se refiere al análisis de las tendencias en los regímenes de precipitación y temperaturas en un periodo de 40 años, comprendido entre 1961 y 2003 (Aguilar et al. 2005). Este estudio concluyó que las temperaturas máximas y mínimas aumentaron 0.2 y 0.3 °C por década, respectivamente. Además, las precipitaciones anuales totales no han variado significativamente, pero sí un aumento en el número de días secos, compensados por días con precipitaciones más intensas.

Centroamérica es una región de alta vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos. De un registro de 248 eventos ocurridos entre 1930 y 2008, se desprende que los más recurrentes son los hidrometeorológicos (inundaciones, tormentas tropicales, deslizamientos y aluviones), que representan aproximadamente un 85% de los eventos extremos totales, 9% corresponden a sequías, 4% a incendios forestales y 2% a temperaturas extremas, principalmente bajas.

Estos cambios tienen profundos efectos en la gestión del recurso hídrico, implicaciones en los ecosistemas naturales y muchas consecuencias adversas que se manifiestan en la producción agroalimentaria de los países centroamericanos.

3

EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA SEGURIDAD HÍDRICA



Foto: Flickr.com, galería CIAT International Center for Tropical Agriculture

3.1 El rol del agua en el contexto del cambio climático y la seguridad alimentaria en Centroamérica

El recurso hídrico es de suma importancia para el desarrollo sostenible de Centroamérica, tanto por el gran potencial que tiene el agua para contribuir a los procesos de producción agroalimentaria, como por su aporte al desarrollo agroindustrial, a la generación de fuentes alternativas de energía y a una amplia diversidad de servicios ambientales.

La región, de manera general, carece de problemas de escasez de agua, ya que se estima una oferta de 723.072 mm³/año contra una demanda global de aproximadamente 58.414 mm³/año.¹⁴

14. Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica (2011,

A excepción de Costa Rica, los países utilizan menos del 10% de sus recursos disponibles. Sin embargo, la irregular distribución espacial y temporal de la precipitación, y la falta o insuficiencia de obras de regulación, provoca que en todos los países existan cuencas con problemas de escasez en la época seca. A esto se suma que dos terceras partes de la población se asienta en la vertiente del Pacífico, hacia donde fluye alrededor del 30% de las aguas superficiales, mientras que la tercera parte de la población restante se ubica en la vertiente del Mar Caribe, donde se genera el 70% de la riqueza hídrica de América Central.

Debido a la disminución de las precipitaciones en los últimos años como efecto del cambio climático y de los fenómenos naturales ya señalados, la

abril). *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica, hacia una gestión integrada*. Con el apoyo del Programa de Desarrollo de Zonas Fronterizas en América Central, de la Unión Europea y el Banco Centroamericano de Integración Económica. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras.

disminución de los caudales de las aguas superficiales y de los pocos reservorios construidos, se ha agudizado la dotación de suficiente cantidad de agua a la población. Esta distribución irregular del recurso hídrico, ha generado la necesidad de que en la región se incrementen los estudios y el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de aguas subterráneas, en vista, situación.

Lo anterior sumado a la contaminación y disminución de la calidad de agua de las fuentes superficiales, ha generado un mayor uso de los recursos hídricos subterráneos, en donde ciudades de gran tamaño dependen de las aguas subterráneas o consumen un gran volumen de éstas. Además, las pequeñas ciudades y las comunidades rurales utilizan con mayor frecuencia aguas subterráneas para su abastecimiento doméstico.

Con este contexto, lo que la región requiere es avanzar en la apropiación y aplicación del concepto de seguridad hídrica, el cual es definido en términos generales como: *“la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua”* (Grey y Sadoff, 2007). De manera resumida se le considera como

“la capacidad de aprovechar el potencial productivo del agua y limitar su potencial destructivo”.

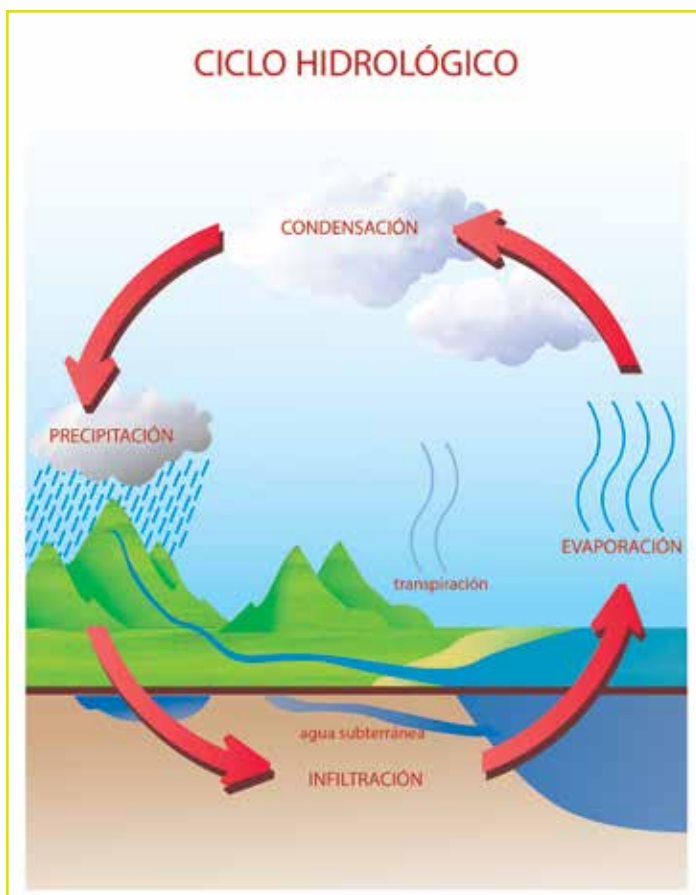
La seguridad hídrica implica una sólida estrategia de adaptación temprana que proporcione beneficios inmediatos a las poblaciones vulnerables. Por lo tanto, los países que logren alcanzar la seguridad hídrica sufrirán menos los efectos del cambio climático. La seguridad hídrica requiere invertir en las tres “I”: *Información* más accesible y adecuada, *Instituciones* más fuertes y flexibles, e *Infraestructura* natural y artificial para el almacenamiento, transporte y tratamiento del agua.¹⁵

En la medida que las inundaciones y las sequías en la región se vuelvan más severas y complejas para predecirlas y afrontarlas, el cambio climático dificultará aún más el logro de una seguridad hídrica. Centroamérica, producto de fenómenos naturales reincidentes, cada año refleja mayores daños en vidas humanas, pérdida de animales, destrucción de infraestructura pública, social y privada.

Desde el punto de vista productivo rural, la variabilidad climática agudiza y aumenta la inseguridad alimentaria, además se sobrepasa la capacidad de funcionamiento de las instituciones, la estabilidad de la producción comercial y de los empleos, se acelera la tasa de migración rural y la creciente dependencia de ingresos provenientes de las remesas del exterior, ingresos que frecuentemente son dedicados a la compra de alimentos, lo que desincentiva la dedicación a actividades productivas en el campo.

Se espera que los impactos del cambio climático sobre el *ciclo hidrológico* generen cambios significativos tanto en los sistemas de abastecimiento, y en la calidad del agua suministrada para consumo humano a las poblaciones urbanas y rurales; como para los sistemas productivos rurales y de la industria que descansan en la existencia de fuentes hídricas en América Central. También la región experimentará más tormentas y huracanes, estimándose una pérdida de 1/3 de parte de las playas caribeñas.

El ciclo del agua mantiene el agua dulce en circulación; por tanto es el principal ciclo energético del planeta Tierra: la mayor parte de la lluvia cae al mar y vuelve a evaporarse para entrar nuevamente al ciclo del agua; pero otra gran parte de esa lluvia se precipita en la plataforma continental y se evapora o fluye por los ríos hacia el mar.



15. Sadoff, C y Muller, M. (2010, marzo). *La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: efectos anticipados y respuestas esenciales*. TEC No. 14, Global Water Partnership.

Romper este ciclo implica aumentar la irregularidad de las precipitaciones, lo que provocará grandes sequías e inundaciones.

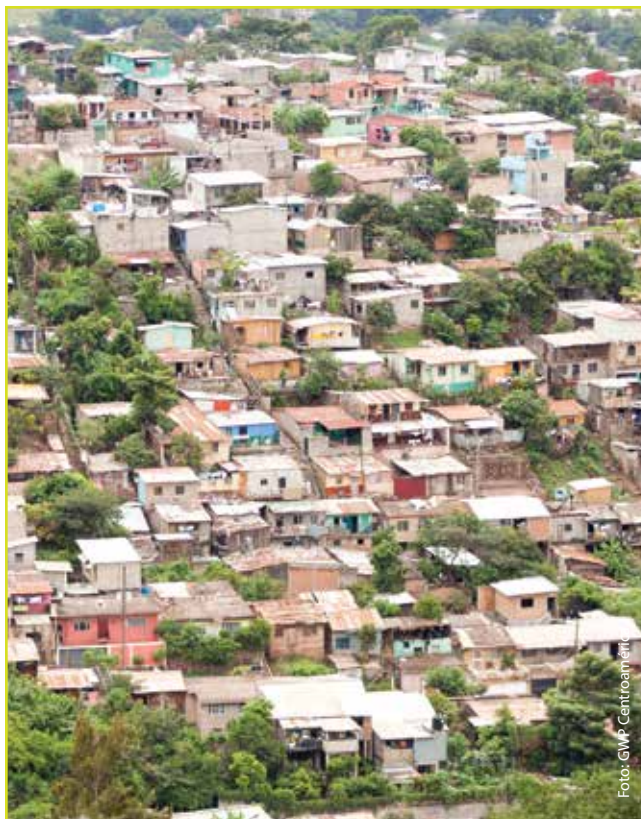
Sin embargo las actividades humanas cambian el ciclo del agua y dentro de estas actividades se destacan: la forma de trabajar la agricultura, las acciones de deforestación, la construcción de represas, el mayor uso de agua subterránea, la sustracción de agua de los ríos y los acelerados procesos de urbanización. Bajo estos supuestos se hace necesario en la región centroamericana reforzar el trabajo de aprovechar el agua bajo un enfoque sistémico y ecosistémico, que priorice la atención de la gestión integrada de las cuencas y que permita de una manera más efectiva lograr la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria, en un contexto de cambio climático.

Por otro lado las amenazas a la agricultura atribuidas al cambio climático tienen que ver con el incremento de la frecuencia y la intensidad de las inundaciones y sequías. Por lo tanto, es necesario entender la compleja relación entre el clima, el uso de la tierra y el agua, los flujos de aguas superficiales y subterráneas, y cómo el sistema se alimenta de nuevo para poder abastecer la demanda hídrica de las poblaciones y las actividades económicas.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008) subraya la necesidad de invertir en agua, agricultura y ecosistemas como estrategia para reducir el hambre y la pobreza. *"El agua, los alimentos y los ecosistemas son tres aspectos de nuestro bienestar mundial tan íntimamente unidos que se han vuelto decisivos para los medios de subsistencia, el desarrollo sostenible y la estabilidad política"*, señala el Director General Adjunto, Harcharik, D. (2005). A partir de 1950, según FAO, se ha triplicado el consumo de agua en todo el mundo, el sector agrícola utiliza el 70% del agua, lo que genera una alta competencia con el uso del agua para otros fines.

El vertiginoso crecimiento en el consumo de agua a escala mundial se ha debido a tres causas principales:

- a. el crecimiento de la población, se estima que hacia el año 2025, existirán 2.500 millones de personas más que hoy en día a los que habrá que abastecer y alimentar;
- b. el alto desarrollo industrial;
- c. la expansión de la agricultura de regadío, que ha pasado de unos 50 millones de hectáreas regadas a principios del siglo pasado, a más de 250 millones de hectáreas hoy día.



La suma de estos factores ha hecho que el uso del agua dulce se haya multiplicado en este período por siete.

El uso del agua en los sistemas agrícolas, se considera un *uso consuntivo del agua* ya que se extrae principalmente de ríos, lagos o aguas subterráneas y buena parte no regresa al sistema, sino que es consumida por los cultivos. Este tipo de agricultura de regadío es crucial para la producción mundial de alimentos. La FAO predice que su importancia aumentará, ya que la acentuación de la inseguridad alimentaria y de una mayor escasez de agua, generará más competencia sobre los recursos hídricos. Se espera que los países en desarrollo expandan sus áreas de regadío en aproximadamente un 20% antes de 2030.

En la actualidad, el 40% de la producción de alimentos proviene del 16% de las tierras agrícolas de regadío. A nivel mundial, la superficie bajo riego ha crecido a un ritmo constante de alrededor de un 5% cada diez años.¹⁶ Se estima que del recurso hídrico explotado, un 70% se utiliza en la producción de alimentos, así mismo se estima que un 10% de la producción de granos en el mundo depende de la extracción insostenible de los acuíferos.

16. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Agricultura mundial: hacia 2015/2030. (Worldagriculture: towards 2015/2030)*. Roma

También existe un *uso no consuntivo del agua*, es decir cuando la misma es usada en el mismo sitio y buena parte regresa al sistema, como la generación hidroeléctrica. Este representa un uso importante de este recurso en Centroamérica, sin embargo el riego en la mayoría de países, excepto Panamá y Belice, es la actividad que demanda mayor cantidad de agua. Esto refleja la importancia estratégica del agua en la producción agrícola o en la pesca que se orienta a la industria, el comercio nacional o la exportación.

Por otra parte, en muchas zonas de la región se han descuidado las actividades relacionadas con la agricultura familiar, por tanto la agricultura tradicional se ve limitada para cubrir las crecientes demandas de alimentos y garantizar la seguridad alimentaria para la población. En general, se hace un mayor uso del riego, pero los sistemas de riego no llegan a la mayoría de pequeños y medianos productores. En este contexto los organismos internacionales y los estados centroamericanos han priorizado la existencia de estrategias y leyes nacionales orientadas a la seguridad alimentaria.

De acuerdo a la FAO la *Seguridad Alimentaria Nutricional (SAN)* existe cuando todas las personas tienen permanente acceso físico, social y económico a suficientes alimentos seguros y nutritivos, para satisfacer sus necesidades y sus preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana. Desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, la FAO ha rescatado la Declaración de Roma donde la Seguridad Alimentaria Mundial es *"el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación apropiada y con el derecho fundamental de toda persona a no padecer hambre"*.

Bajo estos principios en América Central se ha dado prioridad a enfoques y proyectos basados en la seguridad alimentaria, que se ha visto afectada en los últimos años por el fenómeno mundial del cambio climático. Por tanto, los gobiernos han retomado los acuerdos de las cumbres mundiales de la alimentación, pero también las declaraciones referentes al cambio climático. Además, los países están en un proceso de actualización o creación de marcos regulatorios y estructuras institucionales referentes al agua y el cambio climático.

En la región centroamericana, a pesar de la existencia de suficientes alimentos, no todas las personas pueden disponer de una misma cantidad de alimentos, ya que el acceso es desigual en cantidad y calidad. En efecto, por ejemplo, el 14.2% de

la población de Centroamérica sufre desnutrición, que equivale a casi seis millones de personas y que representa cinco puntos porcentuales por encima de la media de América Latina y el Caribe (9%)¹⁷.

Sumado a lo anterior, los efectos del cambio climático en el sector productivo agrícola, tienen una relación directa con la seguridad alimentaria. La disminución de las precipitaciones y el incremento de la temperatura promedio provocan sequías de desigual intensidad y duración, que tienen un impacto directo sobre los bajos niveles de productividad y producción, principalmente de los granos básicos, generando incluso la pérdida total de las cosechas. Esto desmotiva al agricultor, lo que trae como consecuencia que cada día más tierras agrícolas sean utilizadas en otras actividades agroindustriales, y en la ampliación de los centros poblacionales o de infraestructura social.

El déficit hídrico o la sequía como tal, incide negativamente en los cuatro pilares de la SAN, tal como lo define FAO, estos son: *la disponibilidad de alimentos, el acceso de todas las personas a los alimentos, la aceptabilidad y consumo de los alimentos y la utilización biológica de los alimentos*.

Por su parte *los impactos de la sequía*, pueden resumirse en pocas palabras como: *daños a las especies de plantas y de animales, del hábitat silvestre, y de la calidad del aire y del agua, degradación de la calidad del paisaje, disminución de la biodiversidad y la erosión del suelo*. Cuando la sequía es de extensa duración, puede conducir tanto a incendios forestales, como a la degradación general de la calidad del suelo y a la desertización.¹⁸

La sequía constituye un grave problema para la agricultura y la seguridad alimentaria, ya que la baja disponibilidad de agua en el suelo afecta el rendimiento y el desarrollo de los cultivos y la sostenibilidad productiva, debido a que se inducen numerosas irregularidades metabólicas en las plantas, tales como: deshidratación de los tejidos, disminución de la tasa de crecimiento, reducción en la capacidad de intercambio gaseoso y diferentes alteraciones en la morfología y fisiología de las plantas.

17. Suadi, J. (2013, abril). *Seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y República Dominicana, tendencias y desafíos*. Presentado en la memoria del foro centroamericano y de República Dominicana: Seguridad hídrica y alimentaria, el nexo entre el agua y la producción de alimentos. Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica, Consejo Agropecuario Centroamericano.

18. Bendaña, G. (s.f.). *Agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua*. Acción Contra el Hambre y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura con el apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea.

Centroamérica cuenta con zonas con altos problemas de sequía o escasez hídrica, como el denominado Corredor Seco, que define un grupo de ecosistemas combinados en la ecoregión del bosque tropical seco de Centroamérica, que inicia en Chiapas, México; abarca las zonas bajas de la vertiente del Pacífico y gran parte de la región central pre montaña (0 a 800 msnm) de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y parte de Costa Rica (hasta Guanacaste); en Honduras, además, incluye fragmentos que se aproximan a la costa Caribe. Al mismo tiempo, la sequía en Centroamérica es cíclica y se relaciona estrechamente con la ocurrencia del fenómeno de El Niño de la Oscilación Sur (ENOS) y afectando la distribución de la precipitación dentro del período lluvioso, especialmente el inicio de la lluvia, el receso de la canícula y su reinicio.¹⁹

En el Corredor Seco se estima que habitan cerca de 10.5 millones de personas, de estas un 60% es población rural que vive en condiciones de pobreza, altos niveles de desnutrición, marginalidad social y depende de medios de vida muy deteriorados. De las 53 millones de hectáreas que tiene la superficie de Centroamérica, un 30% está ubicado en la franja considerada como Corredor Seco, en la cual solo un 7.5% se clasifica en zona con efectos de sequía severa, por otro lado un poco más de la mitad es decir un 50.5% se encuentra clasificada en zona de sequía con efectos altos y un 42% de la superficie está ubicada en zona donde la sequía es de efectos bajos, debido a que son valles favorecidos por la precipitación o por terrenos de elevación.

Otros eventos climáticos que generan daños en Centroamérica, se asocian principalmente con el exceso de agua en un periodo corto, debido a las intensas precipitaciones que originan inundaciones y degradación de las fuentes de agua y de los suelos. La zonas que presentan una severa degradación del suelo en los países de la región, podrían experimentar una baja repentina de aproximadamente un tercio de la producción en los próximos 10 años. Se ha identificado que los meses normalmente húmedos de octubre y noviembre cada año experimentan aguaceros más severos, similares a los que destruyeron los cultivos y la infraestructura en el 2011.²⁰

19. Fundación Internacional Acción Contra el Hambre. (2012, diciembre). *Estudio de caracterización del corredor seco centroamericano*. Tomo I, Proyecto regional corredor seco centroamericano, financiamiento ECHO.

20. Catholic Relief Services. (2012, octubre). *Los sistemas del maíz y frijol en Centroamérica y el cambio climático*. Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Proyecto Tortillas on the roaster (Tortillas en el comal).

En un esfuerzo por mejorar esta situación, una buena parte de las inversiones que se realizan en función del uso de los recursos hídricos, son: en acciones o actividades para mejorar la capacidad de almacenamiento de los reservorios existentes (represas), en buscar opciones hídricas (pozos, reutilización, etc.) y en optimizar las condiciones de los sistemas de distribución del servicio de agua a la población. También son crecientes los esfuerzos que se hacen desde el sector agrícola para lograr un uso más eficiente del agua, por ejemplo el riego por goteo para cultivos industriales como la caña de azúcar y la palma africana.

Estas acciones se realizan para mejorar los sistemas que suministran agua a la población tanto en cantidad como en calidad de agua abastecida. Lo anterior demanda tomar más en cuenta algunas externalidades negativas como la contaminación del agua o el exceso de extracción del agua subterránea.²¹

Es por lo tanto cada día más urgente el impulsar enfoques más amplios y sostenibles que consideren los diferentes usos del agua de manera conjunta, tal como se busca con la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) desde una perspectiva que contribuya a la adaptación al cambio climático. La GIRH ofrece un enfoque para abordar los diferentes elementos del sistema, ya que reconoce la naturaleza holística del ciclo hidrológico, la relación que existe entre los distintos usos del agua, los cambios en la demanda y la oferta del agua, la importancia de contar con instituciones eficaces y la necesaria participación de los usuarios en todos los niveles de la gestión.

De esta forma se reconocen los ecosistemas como proveedores vitales de agua, a través de importantes servicios como la capacidad de almacenamiento, conducción, mejora en la calidad del agua, protección de zonas costeras, y la prevención y mitigación de desastres naturales. Más que percibir a los ecosistemas como otro usuario de los recursos hídricos, los ecosistemas saludables son un componente fundamental para la gestión sustentable del agua.

La debilidad institucional en Centroamérica es evidente y limita el avance en la interrelación entre dependencias con competencia, dedicadas al manejo de los recursos hídricos, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria. No obstante, algunos países de la región ya han creado marcos legales

21. Cárdenas, G. y Cárdenas, J. (2009). *Agricultura, urbanización y agua*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

y sistemas nacionales de seguridad alimentaria y nutricional que se reflejan en planes, programas y proyectos para mejorar la producción de alimentos y donde el insumo fundamental es el agua. Por tanto ya se contempla la posibilidad de brindar asistencia técnica y financiera a pequeños y medianos agricultores con el propósito de establecer proyectos de microriego o hacer intervenciones desde enfoques de manejo de cuencas.

En la región los enfoques tradicionales sobre recursos hídricos se han limitado a ver el agua como un insumo más para la producción o un factor más dentro de la salud y la nutrición. De igual manera en el aspecto productivo el énfasis ha sido dirigido a opciones tecnológicas de riego con altas inversiones, infraestructura y equipos que no son accesibles a la mayoría de la población rural y que sólo contribuyen de forma indirecta a la seguridad alimentaria de la región centroamericana.

La mayoría de las tecnologías de captación y distribución de agua, como el riego moderno y de gran escala, tienen una justificación agrocomercial o de agroexportación, de aquí la importancia estratégica de promover opciones que prioricen el manejo integrado de los suelos y del agua, a nivel de la agricultura familiar. En este sentido, la región cuenta con importantes experiencias en las que se han promovido e implementado diversas tecnologías para el uso y conservación de suelos y del agua, que son importantes rescatar.

Es evidente la relación existente entre la agricultura, el agua y el clima, por lo que las acciones que se impulsen en la región para lograr la seguridad alimentaria, deberán incluir como un aspecto fundamental una mejor gestión del agua a través de la implementación de tecnologías más eficientes y prácticas más sostenibles, que contribuyan a su vez a la adaptación a los efectos del cambio climático.

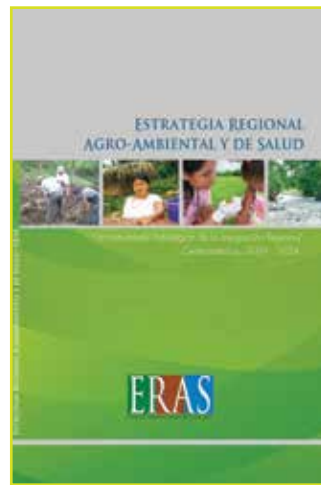
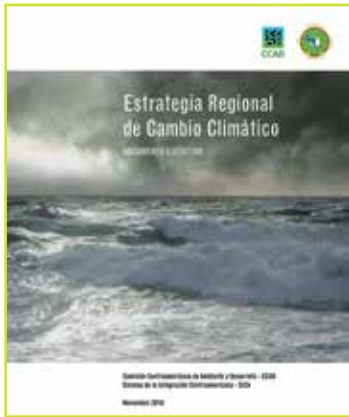
3.2 Marco legal e institucional

Conscientes de la necesidad de fortalecer los marcos regulatorios para hacer frente a retos como la seguridad alimentaria y la seguridad hídrica, los países están actualizando gradualmente sus leyes sobre el recurso hídrico y buscan normar su uso para consumo humano y uso productivo por medio del riego, pero se requiere de mayores esfuerzos y concertación para construir una cultura del agua y contar con instrumentos legales actualizados y orientados a mejorar la valoración y uso sostenible de los recursos hídricos.

La legislación y estrategias en torno a la seguridad alimentaria han tomado mayor impulso en la región, lo que es visible con la existencia de nuevas políticas, leyes y programas orientados a SAN, así como con los diferentes programas o proyectos de agricultura familiar o economía familiar en los

Tabla 1. Marco legal e institucional sobre el agua, SAN y el Cambio Climático en América Central

PAÍS	LEY GENERAL DEL AGUA	LEY DE AGUA Y SANEAMIENTO	MARCO REGULADORIO PARA RIEGO	ESTRATEGIA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	LEY O ESTRATEGIA NACIONAL EN SAN
Guatemala	No existe	No existe	En abril de 2013 se aprobó la política de riego.	Oficina de Implementación Conjunta. Oficina CC/MAGA	Ley de SAN 2005. Creación de la SESAN. Pacto Hambre Cero, 2012.
El Salvador	2 Propuestas de Ley en discusión	No existe. Funciona ANDA desde 1961	Ley de riego y avenamiento de 1970. En proceso de actualizarse.	Estrategia Nacional y Dirección de CC MARN	Política de SA. Propuesta de Ley del Sistema SA
Honduras	Ley de Agua	Existe Ley de Agua y Saneamiento	No existe. Dirección General de Riegos/ SAG Visión de País y Plan de Nación	Estrategia Nacional y Dirección de CC / SERNA	Ley SAN 2011. CONSAN – SAG
Nicaragua	Ley General de Aguas Nacionales y su reglamento	Ley Comités de Agua Potable y Saneamiento	Ley de Usos de Aguas para Riego de Beneficio Colectivo	Estrategia Adaptación CC hídrica y agricultura Oficina MDL	Ley de Soberanía y SA y Nutricional. CONASSAN 2009. Creación MEFCCA 2012.
Costa Rica	Ley de Aguas No. 276 de 1942 y otros reglamentos. Ley de Biodiversidad.	Ley General de agua potable, 1953.	Ley No. 687 del Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA). 1983	OCIC – Los PSA / FON-AFIFO. Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos – LUMCS	Proyecto de 2004 de Ley Marco de seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.
Panamá	Decreto Ley nº 35 del 22 de septiembre de 1966, conocida como Ley General de Aguas,	Proyecto de Ley crea Autoridad Nacional de Agua Potable y Saneamiento	No existe. Se basa en Ley del Ambiente.	Programa de CC	Proyecto de Ley SAN desde 2005.



cuales también el agua es un factor clave para la producción de alimentos. También existe una nueva dinámica y gestión gubernamental, de las ONGs y la cooperación internacional, aunque con menor avance legislativo, en relación a los recursos hídricos y los efectos que sufrirán con la presencia de los proyectos hidroeléctricos y las nuevas explotaciones mineras, así como la influencia del crecimiento urbano y los desechos sólidos que impactan en las fuentes de agua. Vea Tabla 1, en donde se muestra un resumen del estado del marco legal e institucional.

Aparte de las iniciativas de leyes, políticas y estrategias en cada país, los esfuerzos a nivel de la región centroamericana son relevantes, por tanto ya se cuenta con instrumentos legales y estratégicos prioritarios que se enfocan en el cambio climático, el agroambiente, la salud y la gestión hídrica con un alto nivel de consenso y como un marco de orientación regional.

A continuación se resumen los alcances básicos de las principales estrategias regionales en estos temas:

LA ESTRATEGIA REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (ERCC):

Es el resultado de un proceso intenso y dinámico de elaboración, consulta y aportes desde el nivel nacional hasta el regional y representa un instrumento flexible y orientador para los países centroamericanos.

El objetivo de la ERCC es contribuir a prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación, a fin de reducir la vulnerabilidad humana, social, ecológica y económica, crear las capacidades para incidir y contribuir a la reduc-

ción de amenazas climáticas y además de contribuir voluntariamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero según lo permitan las circunstancias nacionales.

Además, la ERCC representa un instrumento orientador de las medidas y acciones regionales complementarias y de valor agregado a las acciones nacionales en cambio climático.

Para su desarrollo la ERCC se divide en las siguientes 6 áreas estratégicas:

- Reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio y a la variabilidad climática, así como la gestión del riesgo, en donde la reducción de la vulnerabilidad de los recursos hídricos y la agricultura y la seguridad alimentaria, están consideradas dentro de los objetivos.
- Mitigación
- Fortalecimiento de capacidades
- Educación, concienciación, comunicación y participación ciudadana
- Transferencia de Tecnologías
- Negociaciones y Gestión Internacional

ESTRATEGIA REGIONAL AGROAMBIENTAL Y DE SALUD (ERAS):

Definida para el periodo 2009-2024, se fundamenta en tres aspectos claves: a) en una visión de desarrollo humano sostenible; b) en las capacidades, ofertas y restricciones del territorio y su gente; y c) por un enfoque intersectorial y de sinergia entre agricultura, salud y ambiente. En el marco de esta estrategia, se plantea un proceso armonizado, participativo y dinámico, el cual se podrá coordinar con otros sectores y actores públicos y privados de la región.

El objetivo general de la ERAS es: Promover un mecanismo intersectorial para la gestión agroambiental, con énfasis en el manejo sostenible de

tierras, biodiversidad, variabilidad y cambio climático, negocios agroambientales y espacios y estilos de vida saludables, de manera que contribuya al desarrollo humano sostenible.

ESTRATEGIA CENTROAMERICANA PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (ECAGIRH)

Para efectos de esta estrategia, se reconoce la gestión integrada de recursos hídricos como un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los sistemas (GWP).

El objetivo general de la ECAGIRH busca: Promover la gestión integrada del recurso hídrico como eje de integración regional y motor del desarrollo sostenible, que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población y a la construcción de una sociedad más justa y equitativa, considerando las necesidades humanas y la sostenibilidad de sus ecosistemas. Todas las acciones estarán fundamentadas en la diversidad cultural, la equidad de género, la participación, la subsidiariedad y la educación.

Igualmente, los países de la región hacen renovados esfuerzos por cumplir con las declaraciones y acuerdos internacionales en relación al cambio climático, especialmente con respecto a medidas de adaptación, además ya existen otros instrumentos que afectan los recursos hídricos y el ambiente de la región como son:

- Convenio Constitutivo de la CCAD (Costa Rica, 1989).
- Carta Centroamericana del Agua (PARLACEN, 1994).
- Alianza para El Desarrollo Sostenible (ALIDES, 1994).
- Tratado entre las Repúblicas de El Salvador, Guatemala y Honduras para la ejecución del Plan Trifinio (1997).
- Tratado de Libre Comercio, USA DR-CAFTA (Centro América, Estados Unidos y República Dominicana), vigente desde el 1 marzo de 2006. Capítulo 17, Componente Ambiental.
- Nuevo Convenio Constitutivo del Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC).

4

LAS TECNOLOGÍAS DE USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA



4.1 Más que un enfoque tecnológico

Ante los efectos del cambio climático en la región, que agudiza la escasez del recurso hídrico, la inseguridad alimentaria y la pobreza rural y urbana se ha intensificado la utilización de prácticas agrícolas para una mejor conservación del agua y del suelo, así como la búsqueda de opciones tecnológicas destinadas a captar agua de cualquier origen, y utilizarla en la agricultura o ganadería, para el consumo humano.

La promoción de técnicas para la recolección o “cosecha” de agua, se fundamenta en dos tipos

de fuentes como ser: la zona donde se genera o la fuente del recurso hídrico (zona de recarga) y una zona que es la que capta o almacena la escorrentía y permite su acopio o uso directo, por medio de depósitos (cisternas, estanques, presas, represas, etc.).

En la medida en que el cambio climático aumenta la inseguridad en la agricultura de secano, las inversiones en acopio y distribución de agua son fundamentales. La acentuada escasez de agua y el incremento en el costo de los grandes sistemas de riego, hace necesario aprovechar las distintas oportunidades que se presentan para mejorar la productividad mediante la modernización de los sistemas existentes, la validación, ampliación y di-

fusión de los medios de recolección de agua y de los pequeños sistemas de riego.

En Centroamérica en los últimos cuarenta años se han identificado, validado y difundido una amplia gama de tecnologías para el uso sostenible del agua, que contribuyen a la seguridad alimentaria, pero faltan mayores decisiones políticas e institucionales y financiamientos específicos que permitan una adopción más amplia de las mismas, para que puedan contribuir con mayor efectividad a la seguridad alimentaria y a la adaptación al cambio climático.

La región tiene un importante y crítico corredor seco y semiseco que presenta suelos poco profundos y una mayor variabilidad y estacionalidad de la precipitación promedio que fluctúa entre los 800 mm y 2000 mm. El manejo de estos territorios requiere un abordaje particular, no solo tecnológico, sino en relación al uso de prácticas agrícolas sostenibles, así como aspectos socioeconómicos y de gobernabilidad, que tienen que ver con la promoción del manejo integrado de cuencas, la persistencia de una agricultura de secano, ganadería y la necesidad de apoyar otras opciones económicas no agrícolas que sean viables a un territorio semiárido, con elevado deterioro del suelo y del agua.

En este contexto la aplicación de prácticas de captación, almacenamiento y distribución de agua a nivel familiar se ha convertido en una necesidad para asegurar la provisión de alimentos y consumo de agua de la población. En tanto, en la perspectiva de la agricultura comercial y de medianas y grandes extensiones productivas prevalecen las construcciones de infraestructura de captación de agua y riego usando altos niveles tecnológicos, que requieren de cemento, equipos importados, energía eléctrica, combustible y otros materiales industriales que tienen un costo elevado y solo se pueden establecer mediante el financiamiento privado o subsidios estatales.

En relación a la existencia y uso de los recursos hídricos las tres categorías más importantes de fuentes de agua son:

- a. Las pluviales que provienen de las precipitaciones o aguas lluvias.
- b. Superficiales que fluyen sobre la capa superior de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos, lagos, lagunas y humedales.
- c. Subterráneas, referidas al agua que se filtra y satura el suelo o las rocas, se almacena y, a su vez, abastece a cuerpos de aguas superficiales, así como a los manantiales y acuíferos.

En zonas como el Corredor Seco de Centroamérica las fuentes superficiales y subterráneas son escasas en cantidad y calidad, por lo que prevalece la captación de agua de lluvia basada principalmente en el agua de escorrentía superficial, la cual se utiliza para propósitos de producción agrícola, pecuaria y agroforestal.

Muchos de los suelos bajo pequeña agricultura se ubican en zonas secas o de laderas las cuales por efectos de la erosión carecen de cobertura vegetal. Por lo tanto, en zonas que son afectadas por la sequía, el uso de tecnologías de captación y almacenamiento de agua brindan un aporte valioso para asegurar la producción, mejorar los rendimientos de los cultivos tradicionales y la diversificación productiva, reduciendo los riesgos en las áreas de seguridad alimentaria, salud y nutrición, a la vez que contribuyen a la adaptación al cambio climático.

4.2 Importancia de las tecnologías y prácticas para la adaptación al cambio climático

Como se ha mencionado a lo largo del documento para contrarrestar los efectos del cambio climático en la agricultura, específicamente en lo que se refiere a enfrentar una mayor variabilidad de las precipitaciones y el incremento de temperaturas, se requiere de la implementación de prácticas y tecnologías para asegurar la disponibilidad de agua durante el periodo de producción. Por tal razón, la difusión de prácticas para la conservación de áreas de recarga o fuentes de agua, de técnicas para la cosecha de agua de lluvia y de escorrentía; de técnicas para su almacenamiento y conservación (micro-presas, embalses), para el reciclaje o reutilización del agua y el uso eficiente de riegos y micro riegos, se convierten en acciones fundamentales para contribuir a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

Un mejor uso de las aguas lluvia —por ejemplo, a través de sistemas de acopio de agua— junto con la conservación de las zonas de recarga, un mejor manejo del suelo, la diversificación de los cultivos y el uso de enfoques denominados “inteligentes respecto al clima”, podrían contribuir a que los agricultores hagan más que simplemente eludir el temporal, y mejorar sus niveles de producción y manejo sostenible de sus parcelas o fincas.

La clave es contar con tecnologías que sean aceptadas y que cuenten con un buen nivel de adopción, para lo cual se requiere demostrar y propagar tecnologías de bajo costo, adaptadas a los contextos locales, de fácil difusión, implementadas bajo enfoques de agricultura sostenible o de manejo sostenible de suelos y agua, que partan desde las prácticas de la no quema, la incorporación de rastrojos y sistemas agroforestales hasta el uso de sistemas de captación de agua y reservorios e introducción de sistemas de riego por gravedad, aspersión y por goteo.

La definición del tipo de tecnología se debe hacer con base en: las condiciones socioeconómicas del productor, las características agroecológicas y el conocimiento que se tiene del sistema de producción o el rubro productivo predominante en la finca o parcela donde se quiere implementar la tecnología.

Las opciones tecnológicas sostenibles para el manejo del agua impulsadas en América Central han partido de las necesidades de pequeños y medianos productores con un énfasis en la producción agrícola familiar de alimentos y en algunos casos cultivos comerciales, que permitan a las familias rurales tener más oportunidades de un uso intensivo y extensivo de su tierra, de contribuir a su seguridad alimentaria e insertarse en cadenas agroalimentarias y mercados locales y nacionales.

La importancia de estas tecnologías radica en la necesidad de contribuir a la SAN, buscar alternativas de empleo rural y medios de vida sostenibles que contribuyen a la vez como opciones ambientales en procesos de manejo de cuencas, gestión sostenible de los recursos hídricos y adaptación al cambio climático.

En las zonas secas o de transición es donde se ha logrado establecer mediante métodos de experimentación local o validación tecnológica, cuáles son las prácticas o sistemas de captación o distribución del agua que son las más convenientes a las características agroecológicas de las zonas o a las condiciones y objetivos de los productores y productoras. Se destaca en estas tecnologías el uso de diferentes tipos de sistemas de riego que se establecen de acuerdo a los ciclos agrícolas, para cultivos en época de verano y suplementario para todo el año, con un enfoque productivo en donde se desea aprovechar una ventana de mercado o asegurar la continuidad productiva para mantenerse en la cadena del negocio durante todo el año.



Foto: Karla Andino, FAO Honduras

En las zonas secas o con mayor irregularidad hídrica, son los pozos de captación de aguas de lluvia o reservorios los que más se usan, junto a la búsqueda o perforación de fuentes subterráneas. Los reservorios son excavaciones que se realizan en puntos en donde hay escorrentías de agua superficial o se aprovechan para la época de invierno, con el objetivo de retener y almacenar el agua, para luego aprovecharla de múltiples maneras.

El tamaño de estas estructuras varía de acuerdo a: la cantidad de tierra, capacidad económica del productor, la existencia de mano de obra y a las condiciones del terreno. Para la construcción de las mismas se puede emplear maquinaria, u otras herramientas y mano de obra. El uso dependerá de las necesidades de los productores y de la capacidad del reservorio, pudiendo ser para uso doméstico, consumo del ganado y para instalar sistemas de riego para los cultivos.

Los sistemas de captación de agua y riego deben estar asociados a otros factores de producción, tales como: semillas de buena calidad, experiencia en técnicas de conservación suelo y agua, conocimiento en el manejo del cultivo, planificación de la producción, cosecha, gestión y comercialización.



Técnicamente la debilidad de los sistemas de riego son las limitadas fuentes superficiales de agua, principalmente en las zonas secas de América Central. Por lo tanto la prioridad debe ser las formas de captación del agua, dando énfasis a captar al máximo las aguas lluvias y las escorrentías por medio de acequias, pozos, reservorios, uso de techos, etc.

Otro factor relevante es la conservación de las fuentes hídricas y zonas de recarga, lo que implica una visión integral del sistema hídrico, con un enfoque de GIRH, considerando la microcuenca como parte del sistema de producción.

El riego también tiene fuertes implicaciones sociales como: conflictos con otros propietarios o la comunidad, disputas internas por el uso o reparto del agua, la necesidad de establecer turnos de riego, contar con recursos financieros y conocimiento por los daños que sufre la infraestructura; en muchos casos no se logra un uso correcto de la infraestructura y con facilidad algunos productores abandonan los sistemas.

Otra práctica que se está validando en zonas secas de la región y que está siendo promovida por ONGs y proyectos, es el uso de energía solar, sin embargo tiene implicaciones de alta inversión inicial, establecer formas de organización y administración local y una mayor capacitación a los usuarios para el mantenimiento y uso de los equipos.

Los crecientes problemas de inseguridad alimentaria y la creciente escasez de agua, acentúan la necesidad de hacer un uso más eficiente de los recursos hídricos. En Centroamérica ya se ha comprobado que la aplicación de tecnologías para el uso eficiente del agua es fundamental para una producción sostenible, en vista de la creciente variabilidad de las precipitaciones y la alta cantidad de agua que demanda la agricultura, principalmente la que se usa para el riego tradicional. Por tanto la contribución de estas tecnologías a la SAN es fundamental, considerando el contexto regional y global en donde el incremento de la población y el cambio climático están acentuando la competencia por los limitados recursos hídricos.

El uso de tecnologías sostenibles para el aprovechamiento del agua a nivel de la agricultura familiar es fundamental, de lo contrario a los pequeños agricultores no les será fácil pasar de la agricultura de secano y contar con el agua necesaria para la producción de alimentos.

5

TECNOLOGÍAS Y BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA



Además de las condiciones agroecológicas de la finca o de la zona, se estima que existen al menos 6 criterios técnicos fundamentales en la identificación de las tecnologías eficientes para el uso del agua, considerando el tipo de patio, parcela o finca; el valorar y considerar estos criterios favorece la efectividad de las tecnologías y su contribución al manejo sostenible del agua y de las fuentes hídricas. Estos criterios son los siguientes:

1. Precipitación promedio anual
2. Disponibilidad de agua en la finca o en su cercanía
3. Pendiente del terreno
4. Textura del suelo
5. Profundidad del suelo
6. Capacidad de infiltración del suelo

Otros criterios están relacionados con condiciones socioeconómicas que determinan los objetivos que tiene la familia o el productor o productora. En este aspecto se destacan: tenencia de la tierra,

nivel de conocimiento, acceso a asistencia técnica, capacidad económica, cantidad de mano de obra disponible, acceso a insumos o materiales externos, tipo de rubro productivo, nivel tecnológico y experiencia en prácticas sostenibles de conservación y manejo de suelos.

Una característica que se puede resaltar es que dentro de la población, son las mujeres las que sufren más los efectos de la inseguridad hídrica, ya que éstas son quienes se encargan de la recolección del agua, el cuidado de las y los niños, aseo de las viviendas, lavado de ropa y utensilios; también en algunos casos tienen responsabilidad en la producción agrícola a nivel de huertos, especies menores y parcelas familiares. Por eso resulta importante que los proyectos e iniciativas orientadas a contribuir a la seguridad alimentaria consideren tecnologías e instrumentos que promuevan la equidad de género a nivel de la agricultura familiar. Esto sin duda contribuirá al nivel de adopción

de la tecnología y la práctica que se está promoviendo.

Todas las prácticas y tecnologías que se promuevan para el uso eficiente del agua, deberían estar acompañadas por acciones dirigidas a la conservación y protección de las áreas de recarga o fuentes hídricas. Es decir que se debe trabajar con un enfoque integrado que considera todo el sistema y las variables que influyen en la cantidad y calidad del agua, y del suelo, las cuales son fundamentales para asegurar una buena producción.

De la misma forma se deberá procurar introducir el análisis de variables climáticas, como por ejemplo los niveles de precipitación y su variación en el año, para que los productores puedan asociar sus periodos de siembra y la selección de cultivos y semillas, con estas últimas. De esta forma se es-

tarán implementando acciones más integrales y sostenibles, que contribuirán a la reducción de la vulnerabilidad de las familias rurales y a la adaptación al cambio climático.

A continuación se describen algunas de las prácticas y tecnologías más relevantes y validadas para la recolección y uso eficiente del agua en el contexto de la región centroamericana. Las mismas están basadas en los criterios anteriores y están muy ligadas a contribuir a la adaptación al cambio climático y a favorecer la seguridad alimentaria, principalmente en zonas secas de América Central.

TECNOLOGÍA

5.1 Prácticas de conservación de suelos y manejo integrado de cultivos para riego y humedad



Foto: GWP Centroamérica

DESCRIPCIÓN

Existen algunas buenas prácticas agronómicas, agroecológicas o tecnologías para el manejo sostenible de suelos que favorecen la conservación in situ del agua, estas reflejan la importancia de constituir un enfoque integral en la conservación del suelo y agua, así como de los otros elementos del entorno ecosistémico natural.

En relación al manejo sostenible del agua, el aporte principal de estas tecnologías es en relación a su apoyo a la zona de recarga hídrica o fuentes de agua en el entorno de las cuencas y microcuencas hidrográficas. Su aplicación permite que los agricultores puedan realizar sus procesos productivos de manera sostenible y bajo un enfoque de protección ambiental.

Dentro de las tecnologías más efectivas y apropiadas en la región de Centroamérica se pueden destacar las siguientes:

- Riego mediante construcción de labranza en surco o zanja,
- Acequias de retención e infiltración de agua,
- El rastrojo como mulch,
- Captación de agua con camellones de piedra siguiendo las curvas de nivel
- Captación y retención de agua en terrazas

- amplias e individuales para árboles frutales o forestales,
- f. Reforestación o regeneración natural de recargas hídricas,
- g. La agroforestería o árboles dentro de la parcela (ejemplo Quesungual) como fuente para brindar cobertura en el suelo,
- h. Uso de barreras vivas: vetiver y otras en cercas vivas,
- i. Uso de cultivos de cobertura como las leguminosas,
- j. Captación de agua por bacheo.

CONTRIBUCIÓN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Estas prácticas agrícolas de conservación se basan en lograr la menor alteración o labranza posible del suelo y en el mantenimiento de la cobertura de restos vegetales y de cosechas. La protección basada en la regeneración natural y en dejar parte de la vegetación existente permite una mejora de las condiciones ambientales y de la biodiversidad.

Con estas prácticas de manera general se logran los siguientes resultados:

- Reducción de la erosión,
- Incremento en los niveles de materia orgánica,
- Incremento de la fertilidad natural y estructura del suelo,
- Mayor biodiversidad,

- Fijación de Carbono,
- Menor emisión de CO₂ a la atmósfera,
- Menor escorrentía,
- Menor contaminación de aguas superficiales,
- Mayor capacidad de retención de agua,
- Menor lixiviado de nutrientes,
- Menor riesgo de inundaciones.

VENTAJAS

- Son prácticas que favorecen los microclimas y ecosistemas naturales.
- Se mejoran los suelos y se pueden proteger fuentes de agua naturales.
- Sirven para lograr una diversificación productiva, manejo de animales y mejora de la dieta alimenticia e ingresos familiares.
- Permiten una mejor integración de la familia y en especial a las mujeres.
- Los excedentes productivos, semillas y material vegetativo se pueden colocar en el mercado local.

DESVENTAJAS

- Implica tener más tierra disponible para agricultura.
- Se requieren ciertos conocimientos agroecológicos y de reciclaje de materiales.
- Se demanda más mano de obra aparte de la familiar.
- Debe existir mercado local para productos y subproductos.

RECURSOS:

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Guía metodológica de alternativas técnicas de agua*. Guía No. 3, Asistencia técnica, guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

5.2 Protección de manantiales o fuentes de agua

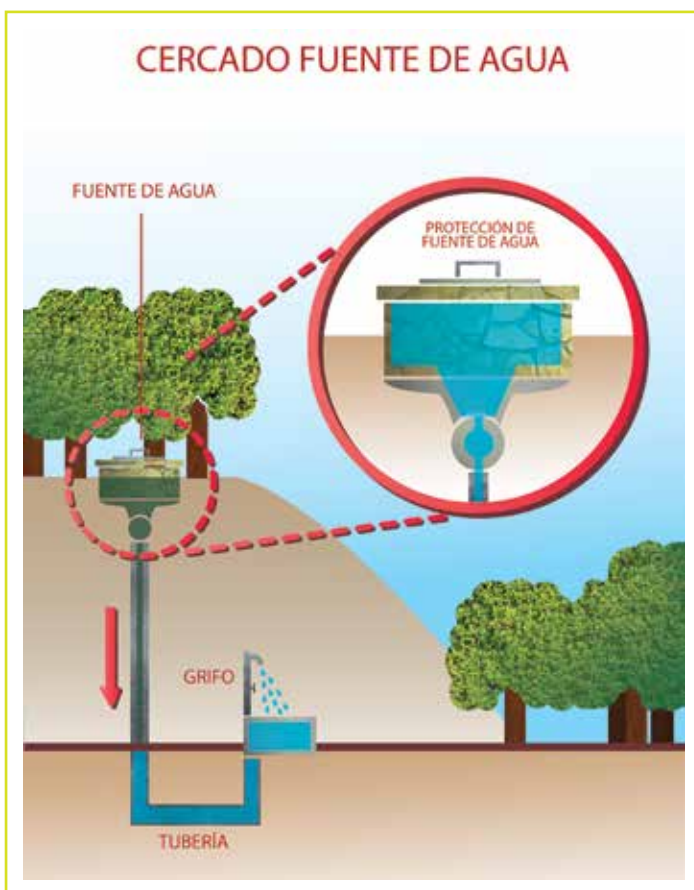
DESCRIPCIÓN

Son las prácticas que se realizan para mejorar la producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las fuentes de contaminación para tener agua segura para el consumo de la familia y garantizar la producción inocua de alimentos que se producen en el patio o la finca.

Se busca asegurar el abastecimiento de agua a partir de la captación segura de pequeñas fuentes subterráneas de agua ubicadas en las proximidades

de las viviendas o de las parcelas agrícolas. Dentro de estas prácticas se pueden destacar: barreras vivas, barreras muertas, cercado de fuentes de agua, reforestación, incorporación de rastrojos, reciclaje, uso de abonos orgánicos, uso de productos biológicos y sistemas silvopastoriles entre otras.

Por lo general el punto de abastecimiento de agua puede encontrarse en el lugar en donde se ubica la fuente de agua, o puede ser conducida hacia don-



de la necesitan los usuarios mediante la utilización de mangueras o tuberías de pequeño diámetro. Su aprovechamiento requiere de asegurar una mínima organización comunal o de productores y productoras que vele por el adecuado uso y mantenimiento del punto de abastecimiento y de su entorno. Esta opción permite una buena integración de la familia y es, en la mayoría de los casos, la mujer la más activa en esta práctica local.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Es una opción para todo clima en zonas rurales dispersas y en zonas urbanas marginales. Es adecuada independientemente del nivel de lluvias y de temperaturas. Son prácticas apropiadas para zonas de laderas orientadas a la protección de fuentes de agua y particularmente de las franjas de recarga hídrica, lo que favorece la cantidad y calidad del agua.

RECURSOS:

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2012, agosto). *Tecnologías para cosechar agua*. El Morralito del INTA. Año 4, Edición No.18. Managua, Nicaragua.
- (2009, diciembre). *Guía de tecnologías apropiadas para la adaptación a cambio climático en vivienda saludable y saneamiento básico para el medio rural*. Contrato de Servicios PE/ CNT/0900208.001. Perú. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/texcom/sct/048036.pdf>
- Bogotá, Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico*. Organización Panamericana de la Salud.

CONTRIBUCIÓN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Facilitan los procesos de protección y retención de las aguas en sus fuentes naturales, evitando pérdidas en escorrentía o daños en los suelos, subsuelos y propiedades en las zonas de cuencas.

VENTAJAS

- Por lo general son fuentes que están cercanas a las viviendas o parcelas.
- Permite la participación de toda la familia.
- Se logra usando materiales locales.
- Fácil de construir y de darle mantenimiento por los mismos usuarios o familias beneficiarias.
- Requiere de una pequeña inversión.
- Mayor posibilidad de contar con agua de buena calidad microbiológica.
- Existe utilización de material educativo básico para operación y mantenimiento.

DESVENTAJAS

- En algunos casos existe racionamiento del servicio por el bajo rendimiento o agotamiento de la fuente.
- Generalmente implica acarreo del agua a la vivienda y almacenamiento intra-domiciliario.
- Si es para fines domésticos, el agua está expuesta a contaminación por acarreo, almacenamiento y manipulación.
- Si es para fines productivos, el uso del agua tiene que ser regulado si no, se crean conflictos entre los usuarios.
- Por lo general con una sola conexión se atienden a varios usuarios.
- Se requiere de una mínima organización comunal que vele por el adecuado uso y mantenimiento del punto de abastecimiento y de su entorno.

MATERIALES

- Uso de materiales locales,
- Siembra de árboles o barreras vivas,
- Caja de captación mediante el uso de concreto,
- El surtidor es de tubería de PVC y los grifos de PVC o metal,
- Material informativo básico para operación y mantenimiento.

5.3 Tecnologías para la captación y almacenamiento de agua

Tradicionalmente las fuentes de agua provienen de quebradas, ríos o lagunas, esto implica que estas fuentes mantengan caudales permanentes y en especial su flujo al final del verano de cada año y así poder definir su uso para fines de consumo humano y productivo. Otros sitios de captación incluyen nacientes, manantiales, ojos de agua o chagüites y pozos superficiales.

Actualmente las técnicas de captación, más utilizadas en zonas secas son la recolección de agua de lluvia, de escorrentía y la extracción de aguas subterráneas; estas técnicas tienen como complemento, el establecimiento de estructuras de almacenamiento. En América Central se han probado diferentes técnicas de captación, pero para fines de la presente guía sólo se mencionarán las más comunes o con replica local, que pueden construirse a través de la mano de obra familiar o comunal, que requieren pocos insumos externos o bajas inversiones y que ya se utilizan en el área rural o periurbana de la región. Una forma de conceptualizarla captación del agua es considerarla como “cosecha de agua”, que es la práctica orientada a capturar el agua de lluvia, a través de la construcción de obras adecuadas para su almacenamiento.



Foto: Vera Boerger

CONTRIBUCIÓN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Dentro de un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos y de manejo sostenible del suelo y del agua en el sector agrícola, todas las tecnologías para la captación y almacenamiento de agua tienen potencial positivo para contribuir a la adaptación al cambio climático, pues permiten almacenar el agua de la precipitación durante la temporada lluviosa para hacerla disponible en la producción agrícola durante la época seca. Lo fundamental es que cada tecnología requiere una adecuación a las condiciones naturales y socio-económicas del territorio o la zona de influencia.

Otra característica de muchas de estas tecnologías es que tienen la posibilidad de integrar un enfoque de participación activa de hombres y mujeres, de modo que la perspectiva de la equidad de género es viable principalmente en la utilización

de aquellas tecnologías de fácil adopción, bajos costos y que usan materiales locales; así como aquellas tecnologías que permiten tener un uso diverso desde el aprovechamiento para consumo humano, hasta riego suplementario en las parcelas o fincas familiares, tal como ocurre con cultivos de hortalizas, musáceas, tubérculos, frutales o manejo de especies menores.

De acuerdo con Bocek (s.f.), los criterios para determinar cuál es el mejor método para almacenar agua de lluvia o de escorrentía incluyen:

- El objetivo por el cual el agua se recolecta,
- La pendiente del terreno,
- Las características del suelo,
- Los costos de construcción,
- La cantidad, intensidad y distribución estacional de las lluvias,
- Factores sociales tales como la tenencia de la tierra y las prácticas tradicionales del uso del agua.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Dentro de los criterios de selección para la obra se destacan:

- Conocer el área del techo, que puede ser provisto de zinc, tejas o plástico con paja.
- Conocer la precipitación promedio anual en mm del sitio donde se va construir el sistema, sabiendo que: 1 milímetro equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado.
- Contar con espacio para la construcción de la infraestructura de almacenamiento.
- Techos de calamina o zinc.
- Tanque de almacenamiento.
- Tubería, canaletas o canales de PVC, metal, madera o bambú.
- Tubos de PVC de 2 pulgadas.
- Concreto o madera para fijar el tanque.
- El filtro de cemento, hierro de ¼ de pulgada y alambre galvanizado.
- Esponja de 2 pulgadas.

5.3.1 Cisterna tipo tinaja

DESCRIPCIÓN

Por lo general es una estructura en forma de tinaja o de un cilindro enterrado en el suelo. De este tipo de cisternas existen varios modelos, es una estructura que contribuye con el almacenamiento del agua la cual se puede utilizar para diversas actividades, principalmente es para uso doméstico u otras como: riego de alivio en sequías prolongadas durante el invierno, riegos en cultivos de verano, incluyendo frutales, huertos familiares, cultivos de parra y para ganadería, aunque en menor escala.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Este tipo de cisternas o tinajas se puede usar en un rango amplio de condiciones agro ecológicas

y climáticas, principalmente para aquellas zonas donde hay problemas de baja precipitación y además mala distribución, inclusive se puede utilizar donde puede llover hasta 2,500 mm pero con distribución muy irregular. En terrenos muy arcillosos o muy arenosos es necesario reforzar bien el suelo, por lo que se recomienda su construcción en suelos que tengan un nivel medio de arcilla y de arena.

En pendientes mayores del 30 % resulta más difícil la construcción de estas cisternas, por lo tanto para construirla primero se necesita nivelar el terreno o hacer una pequeña terraza en el lugar de la obra.

VENTAJAS

- Es de fácil construcción con apoyo de personas locales,
- No ocupa mucho espacio debido a que está enterrada,
- Se llena con agua de techo, potable, de río, aguas conducidas por bombas EMAS y por esorrentías.

DESVENTAJAS

- Dependiendo de su tamaño y uso la capacidad es limitada,
- No se recomienda para suelos muy arcillosos o muy arenosos, pues tienen costos de construcción muy elevados,
- Necesita de una inversión inicial importante,
- Se requiere apoyo de un constructor local.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Los materiales e insumos para la construcción de la estructura y su mantenimiento son básicos y la mayoría son comprados fuera de las comunidades rurales. Después solo demanda vigilancia permanente para que se mantenga limpia. Se debe cuidar la estructura de captación para su



abastecimiento (por ejemplo, sistemas de canales si es captación de agua de techo).

Una variante en la cisterna convencional es una construcción en forma cilíndrica, que puede ser reforzada con un tejido de hierro en las paredes (ferro cemento), se construye a una profundidad

de 2 metros y un diámetro de 1.20 metros. Este modelo se recomienda para las zonas donde el suelo es muy flojo y se corre el riesgo de que las paredes se derrumben. Los costos de éstas suelen ser un poco más altos que el tipo tinaja, sin embargo esto no encarece mucho los precios.

MATERIALES PARA UN MODELO DE 3m³

- 9 bolsas de cemento
- Medio quintal de hierro de 3/8 de pulgada, 1 varilla de ¼ de pulgada
- 0.45 gr. de alambre de amarre o alambre dulce
- 1 m de tubo PVC, 1'',
- 1.5 m³ de arena,
- 300 ladrillos curvos,
- Lámina de zinc liso, std. de 1.83 m,
- Cuchara pequeña de albañilería,
- Brocha de 10 cm, Esponjas y baldes,

- Cinta métrica, Nivel para construcción,
- Lana, codal o plancha metálica para compactar el cemento,
- Zaranda de 4x4 cm,
- Cedazo para arenillado o filtro de arena,
- Cegueta, Sierra para cortar tubo,
- Barras, palas y otras menores.

Los costos en general pueden variar en dependencia de la zona en donde se esté instalando y del tamaño y los materiales que se definan. Estos costos se estiman en aproximadamente US\$ 80 a US\$ 200.

RECURSOS:

- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios. Serie técnica, Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.
- (2012). Cisternas para guardar agua de lluvia. Revista Enlace, Caps: Agua para la comunidad, Numero especial, Año 22, 2012. Managua, Nicaragua.

Lagunetas, reservorios o embalses

DESCRIPCIÓN

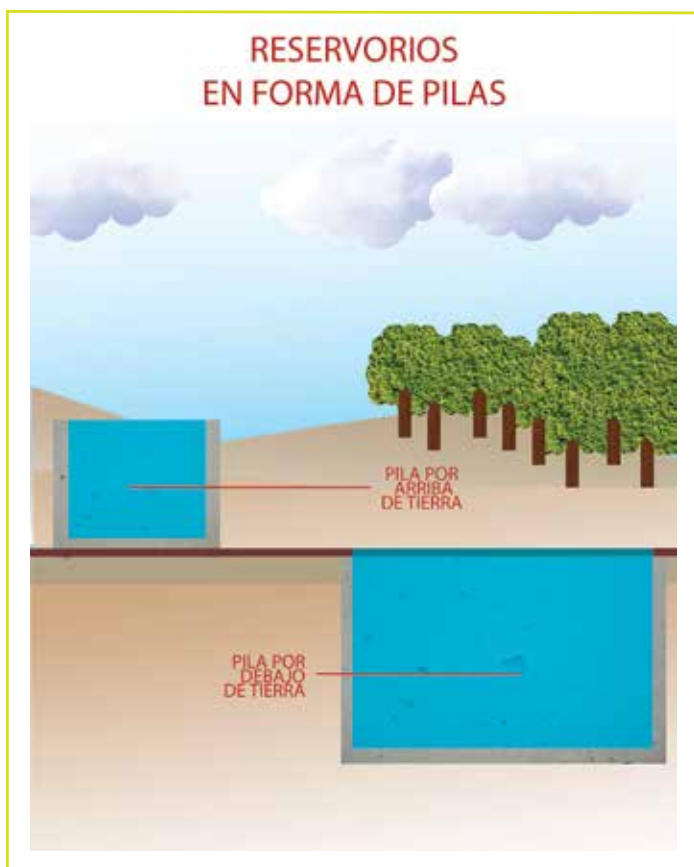
Las lagunetas, reservorios o embalses son grandes depósitos formados artificialmente que se construyen cerrando la boca de un pequeño valle, micro cuenca, hondonada o vertiente, mediante una presa, o la construcción de un dique para detener el escurrimiento del agua, aprovechar el agua lluvia y crear el embalse. El agua almacenada se utiliza en un sistema de microriego en los períodos críticos de sequías, en áreas pequeñas de cultivos, para orientarla hacia pilas para consumo animal y también en el consumo humano cuando se le da el tratamiento adecuado tal como cloración, hervido o filtrado.

Es un tipo de excavación cuyo objetivo es coleccionar y almacenar agua lluvia o de fuentes superficiales, para disponerla para el abrevaje de animales, especialmente en potreros con deficiencia hídrica. Su uso también se puede orientar para otros fines productivos en el predio. El volumen unitario puede variar desde 180 m³ a 500 m³, con una o más entradas, de bordes inclinados en forma de plato, para asegurar la estabilidad de las paredes.

Para la construcción de reservorios o embalses la selección del lugar es un aspecto fundamental ya que se busca tener un mínimo movimiento de tie-

rra y una máxima capacidad de almacenamiento. En la protección de los reservorios se sigue usando cercos o barreras vivas. Cuando el reservorio es





para fines de ganadería se establecen pilas o bebederos asociados para aumentar su vida útil. Se debe tener en cuenta la permeabilidad del suelo del lugar de instalación, puesto que el agua podría infiltrar rápidamente, por lo que la impermeabilización con plásticos o cemento es importante cuando las condiciones lo ameriten.

El reservorio es una estructura de almacenamiento de agua que se construye enterrado en el suelo, principalmente en zonas de ladera. En estructuras más pequeñas cuando se utiliza cemento es una especie de pila enterrada, con la característica de que ésta tiene la forma de una panela o tapa de dulce, es decir, que es más pequeña del fondo y más ancha y larga de la parte superficial. A esta forma se le conoce también como forma de trapecio.

El reservorio está diseñado de tal manera que puede ser abastecido a través de manguera, de captación directa de la lluvia, o por escorrentía, por medio de acequias.

El agua captada en un reservorio se le puede dar los siguientes usos:

- Abastecimiento de agua para los sistemas de riego
- Abrevaje de animales o aguar el ganado

- Actividades domésticas
- Riego de cultivos de patio

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Dos condiciones esenciales para tener éxito con estas obras de captación son: contar con el suministro seguro de agua y la existencia de un suelo que contenga suficiente arcilla. Esta tecnología justifica su implementación en zonas secas y semihúmedas, en donde no existen fuentes de agua que puedan ser utilizadas de forma directa y en donde la distribución de las lluvias es irregular.

Son estructuras que se recomiendan para zonas secas con precipitaciones que alcanzan hasta los 1500 mm por año, en donde la distribución de las lluvias es irregular, con períodos contrastados de deficiencia de agua para los cultivos. Se observan buenos resultados en suelos de textura arcillosa por el mejor nivel de compactación que alcanzan. En suelos francos y arenosos es necesario reforzar las paredes para evitar fisuras y la fuga de agua. En algunos se usan materiales como plásticos para lograr un buen sellado y evitar la filtración del agua.

VENTAJAS

- Es una obra permanente y de mayor durabilidad.
- Es de fácil construcción usando materiales locales como: tierra, piedra y arcilla.
- El cemento normalmente se restringe al aliviadero y dissipador de energía.
- El plástico negro se emplea para mejorar la impermeabilización del dique, si es necesario.
- Aprovechamiento del agua por gravedad, ahorrando la inversión en adquisición y mantenimiento de equipos de bombeo y el costo de la energía correspondiente.
- Si la construcción es sólida y bien diseñada sobre los causes de las quebradas (capacidad, borde libre, materiales adecuados), podrían ser un factor de estabilización de dichos causes.
- Los costos de operación y mantenimiento son relativamente bajos.

DESVENTAJAS

- Se requiere que la tierra sea propia o asignada a un grupo o comunidad mediante acuerdo legal.
- La inversión inicial puede ser elevada para los productores pobres, incluyendo la dificultad de encontrar maquinaria en las comunidades rurales.
- Grupos de pequeños productores organizados

- por lo general requieren cooperación externa.
- Se necesita contar con una fuente de agua permanente para abastecerlo y de un mantenimiento constante para evitar fisuras.
- No se adecua a terrenos con fuertes pendientes (mayores de 35 %) y a suelos muy arcillosos o muy arenosos.
- Cuando la construcción de la presa es deficiente, existe el peligro de la rotura del dique y de inundaciones, por tanto se deben considerar tener aliviaderos.
- Debe mantenerse un buen control de las que- mas, construir obras de conservación de suelos, reforestación y estabilización de torrentes, y evitar la sedimentación por el agua lluvia y los vientos.
- Requiere de conocimientos mínimos técnicos para definir el sitio adecuado ya que es una obra fija, analizar el tipo de suelos, de pendientes y el grado de compactación requerida.
- Las pérdidas de agua por evaporación son altas si las lagunetas se construyen de poca profundidad, ya que el espejo de agua expuesto es mayor.
- La contaminación del agua por agroquímicos, heces animales y humanas, hace necesaria la delimitación de los puntos de consumo humano y animal, y otros usos productivos.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Dado su tamaño por lo general la construcción de lagunetas o reservorios son parte de una comunidad, una cooperativa, un grupo de productores o un productor privado con capacidad de inversión o beneficiarios de un programa de cooperación externa.

La construcción de estas obras en suelos arcillosos no precisa de materiales externos, en el caso de que los suelos sean de textura franco o arenosos se requiere de plástico, cemento y piedras para impermeabilizar el fondo del estanque. Si se tratara de un muro de contención se puede colocar una pieza de plástico en el centro del mismo para ayudar a disminuir la filtración de agua.

Cuando el tamaño de las lagunas es grande se requiere de tractor de oruga para la remoción del suelo y su compactación. En general, la cons-

trucción de lagunetas requiere los siguientes materiales: plástico, cemento, arena, y herramientas menores, barras, palas, picos. La mayor demanda de mano de obra está en el mantenimiento para evitar el asolvamiento y sobre todo para su cuidado, sobre todo para asegurar que los animales domésticos no le causen daños.

Los reservorios más grandes tienen formas de pequeñas lagunas en las parcelas. La capacidad de un reservorio depende de muchos condicionantes entre los que se destacan la capacidad económica del productor, la cantidad de tierra y la topografía del terreno. Otros reservorios de mayor tamaño se han construido usando maquinaria (tractor de oruga), para la remoción del suelo y su compactación, estos reservorios pueden llegar a tener hasta 20 x 10 x 2.50 metros, y son usados principalmente por grupos de ganaderos de zonas secas.

Para la construcción se hace un recorrido por la finca a fin de definir el sitio adecuado para la construcción del reservorio, que tenga por lo menos las siguientes características:

- a. Debe tener en la parte superior un área suficiente que permita recoger el agua de escorrentía o directamente de las lluvias.
- b. Que en la parte inferior haya espacio para sembrar granos básicos, hortalizas, frutales, maderables, etc., donde puedan utilizar fácilmente el riego por gravedad.
- c. Que en caso de llenarse el reservorio, se pueda drenar fácilmente el agua sin dañar la parcela, ni los cultivos que están en la parte inferior.
- d. Que el terreno permita fácilmente la captación de agua por nivel, realizando una zanja con al menos una pendiente del 1% ó 2% dirigida hacia el reservorio.

Los costos promedios de acuerdo al tamaño de la obra pueden oscilar entre US\$300.00 y US\$ 3000.00, existen estimaciones de un costo promedio de US\$ 3.00 por metro cúbico. Su variación depende de la zona donde se construya, distancia de traslado de materiales, del tipo de materiales que se utilicen en la construcción de la obra y el costo del mantenimiento también depende del tamaño de la obra.

RECURSOS:

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Guía metodológica de alternativas técnicas de agua*. Guía No. 3, Asistencia técnica, Guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie técnica, Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

Pequeños pozos de captación de agua

DESCRIPCIÓN

Estos pozos de al menos 2 metros cúbicos sirven para almacenar agua lluvia captada de los techos, de aguas grises ya reciclada, riachuelos o pequeñas fuentes permanentes o para traer agua de cualquier fuente que aumenta su caudal durante la temporada de invierno.

Los pozos construidos de manera continua se utilizan para diferentes fines domésticos en el patio cercano de la casa o para actividades productivas como riego de hortalizas, frutales o granos básicos. Cuando se quiere facilitar el riego, los pozos se construyen en laderas de 10% a 30% de pendiente, de tal forma que se pueda manipular una manguera pequeña en forma de sifón, o para riego por aspersión.

Una variante en la construcción de la estructura para el almacenamiento de agua es la que se construye como una especie de pila semienterrada, en forma de una panela o tapa de dulce, que es más pequeña del fondo y más ancha y larga en la parte superficial, dando la forma de un trapecio. Esta estructura está diseñada de forma que puede ser abastecida de agua a través de manguera, de captar el agua directo de la lluvia o por escorrentía desde la ladera. Se busca captar agua en período de invierno y utilizarla en riegos de alivio en caso de retiro prolongado de las lluvias y así disminuir el peligro de perder la producción por sequía.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Esta tecnología justifica su implementación en zonas secas y semihúmedas donde no existen fuentes de agua que puedan ser utilizadas de forma directa. La construcción de pozos no se recomienda en terrenos con pendientes demasiado fuertes y en caso de hacerlo se deberán tomar algunas medidas en observancia al tipo de terreno y no incrementar la erosión; si se ubican en terrenos arenosos o muy arcillosos será necesario reforzar las paredes para evitar fisuras y la fuga del agua.

VENTAJAS

- Es una obra permanente y de mayor durabilidad.
- Se pueden construir en forma de batería o conjunto a lo largo de una pendiente.
- Es una estructura de fácil mantenimiento y de menor costo.

- Se puede construir en la parcela o el huerto cerca de la casa lo que favorece la integración de las mujeres y los niños en las actividades agrícolas.

DESVENTAJAS

- Requiere de conocimientos mínimos y análisis para definir el sitio adecuado ya que es una obra fija.
- Se necesita contar con una fuente de agua permanente para abastecerlo y de un mantenimiento constante para evitar fisuras.
- No se adecua a terrenos con fuertes pendientes (mayores de 35 %) y a suelos muy arcillosos o muy arenosos.
- La construcción de estos pozos requiere de cierta capacidad económica del productor para la inversión inicial.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de pozos se requiere de arena, piedras, cemento, malla o tela de alambre, varilla de hierro de 3/8". Los pozos ubicados en laderas pueden ser de 1 a 2 metros de ancho, 1.5 a 4 metros de largo y hasta 1 metro de profundidad. Se logran construir a una distancia de 20 a 40 metros uno del otro, a lo largo de la barrera viva o en curva con un poco de desnivel. Los pozos de menor capacidad (por ejemplo de 2 metros cúbicos), deben colocarse más cerca uno de otro; mientras que los pozos más grandes deben dejarse a mayores distancias. La distancia entre una curva y otra debe ser de 15 a 25 metros.

Para pozos de 6 metros cúbicos las dimensiones son las siguientes:

- Base inferior de $2 \text{ m}^2 = 2 \text{ m}$ de largo por 1 m de ancho
- Base superior de $6 \text{ m}^2 = 3 \text{ m}$ de largo por 2 m de ancho
- Tirante (profundidad) de 1.5 m .

Para la ubicación de los pozos también se debe de tomar en cuenta el lugar de las fuentes de agua, si es posible el pozo debe estar abajo de las fuentes de agua y arriba de las parcelas donde se va a usar, de tal forma que no se necesite ninguna bomba para subir el agua. Los pozos deben construirse en lugares firmes y donde la tierra sea del propio productor ya que es una obra permanente. Algunos pozos captadores se construyen como si fuera una pila enterrada, dejando una inclinación del 25%

en las paredes, que le da una forma de trapecio, lo cual ayuda a la resistencia de la estructura.

Los pozos ubicados en las parcelas también se pueden construir abajo de las barreras vivas, donde se hacen las zanjas a nivel. Cuando no existen

barreras, se traza una curva con un desnivel de 0.5 a 1%. Este desnivel es suficiente para que el agua sobrante llegue con seguridad de un pozo a otro o a un desagüe para que el agua siga su curso después de haber llenado los pozos.

RECURSOS:

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002, junio). *Guía para la aplicación del riego localizado*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Honduras. San Lucas, El Paraíso.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2004, julio). *Manejo de agua para salvar los cultivos en períodos de sequía. Instructivo para técnicos y promotores*. Cosecha / PASOLAC.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2004, marzo). *Memoria II bolsa regional de oferta y demanda de tecnologías del agua*. PASOLAC. Managua. López, G., Ardón, M. y Tomas, E. (2006). *Cosecha y aprovechamiento de agua y humedad en zonas de trópico seco*. COSECHA, Trocaire, Pan para el Mundo, PASOLAC. Tegucigalpa, Honduras.

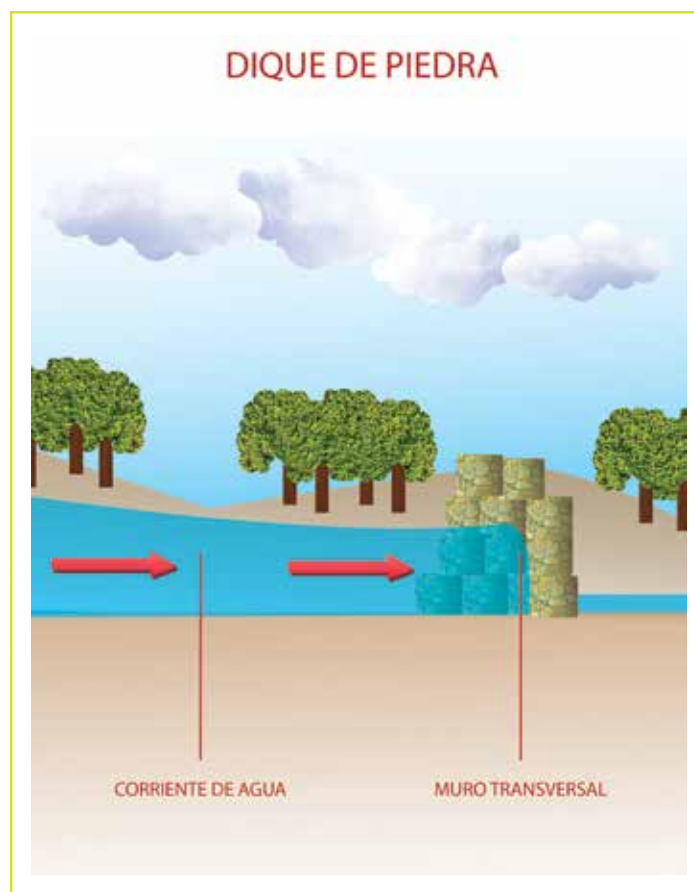
Diques de piedras

DESCRIPCIÓN

Los diques de piedras son muros o cercas de piedras de base ancha para retener el agua y la tierra erosionada con una vertedera y un delantal frontal. Se recomiendan en donde existen cárcavas, las cuales se forman cuando se juntan dos o más laderas. Dependiendo del tamaño de las laderas y de la precipitación, la cantidad de agua que pasa por la cárcava puede ser muy alta. En zonas con precipitaciones muy altas o con tormentas muy fuertes se necesitan diques más anchos y a menor distancia.

En suelos mal drenados la cárcava puede tener una función de drenaje. En este caso antes de diseñar los diques, es importante entender bien todo el balance de aguas y de humedad en la cuenca. Los diques se construyen perpendicularmente y en forma de media luna a la cárcava. Las dimensiones y distancia entre los diques dependen de la profundidad y pendiente de la cárcava. Los diques de piedras tienen la finalidad de disminuir paulatinamente la velocidad de las corrientes de agua y de detener la tierra que se llevan.

En el transcurso de los años, lo que eran zanjones, con los diques se van a transformar en terrazas fértiles, donde se pueden sembrar frutales, tubérculos y caña. Con el control de las cárcavas se pretende establecer de nuevo el equilibrio en el cauce de las aguas. De esta manera, se quiere mejorar la retención e infiltración del agua para proteger y recuperar las fuentes de agua. La construcción de los diques debe ser parte de un plan más integral del manejo y de la protección de la cuenca. El control de la erosión y de la escorrentía en la superficie de las laderas, a los lados de la cárcava es parte esencial para la recuperación de la cuenca.



CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

La tecnología es apropiada para diferentes tipos de alturas y de pendientes; en suelos degradados se debe combinar con tecnologías que mejoren la fertilidad. Los diques de piedras son más difíciles

de establecer en suelos arenosos y francos, preferiblemente superficiales y profundos. En suelos poco pedregosos puede ser más apropiado construir los diques combinándolos con postes prendizos para fortalecer el muro.

En suelos de baja infiltración es importante complementarlo con tecnologías que mejoran la infiltración en las laderas alrededor de la cárcava. Puede reducir las corrientes de agua significativamente en pendientes fuertes, pero se debe combinar con otras tecnologías de control de erosión en las laderas alrededor de la cárcava en pendientes arriba de 20%.

VENTAJAS

- La función principal es el control de las cárcavas dentro, al lado, o en la parte de arriba de la parcela, por tanto beneficia a varias familias.
- Los diques reducen las altas corrientes de agua y a su vez la pérdida de agua, se mejora la infiltración y a demás las pequeñas terrazas que se forman paulatinamente se pueden utilizar para siembras de verano.
- La tierra que se acumula detrás de los diques es de muy buena calidad y se aprovecha para la siembra.

DESVENTAJAS

- La construcción de diques requiere experiencia y un nivel de moderado a alto en conocimientos.
- Requiere de una buena colaboración y organización entre los participantes o usuarios para construir y mantener la obra.
- Los diques de piedras se construyen en la época seca. Considerando la pendiente y el tamaño de la cárcava, se necesita bastante mano de obra para construirlos.
- No contribuyen directamente a la disponibilidad de alimentos, productos forestales o energéticos.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Se necesitan insumos externos como piochas y cinta métrica. Siendo el insumo interno principal las piedras. Las actividades para establecer la tecnología son las siguientes:

1. La construcción debe iniciar en la cabecera de la cárcava. Cuando la cárcava no es profunda, el muro puede estar a la altura del terreno; cuando es profunda, el muro debe ir elevándose paulatinamente.
2. El dique de piedra es un muro en forma de media luna con una base de 2 a 3 veces más ancha que el borde superior y una inclinación inversa o talud del 10%. La base del muro debe estar bien enterrada, tanto en el fondo de la cárcava como en los taludes. Se aconseja que se profundice la base y los taludes a unos 30 cm por cada metro de altura del muro. Las piedras más grandes se utilizan en medio de la cárcava.
3. El muro tiene una superficie cóncava, que en su parte más baja sirve de vertedero. El vertedero permite la salida en forma controlada de las aguas acumuladas por el muro.
4. En la parte frontal, abajo del muro se construye un delantal o piso protector, en una superficie horizontal de piedras que amortigua la caída del agua, evitando que la corriente socave el pie del dique. El delantal debe de estar bien enterrado en el pie del muro. Su ancho es igual a la altura del muro.
5. Las dimensiones y distancia entre los diques dependen de la profundidad y pendiente de la cárcava.

Actividades para mantener la tecnología:

1. Después de uno o varios inviernos, el dique se va a rellenar con toda la tierra que las corrientes traen con ellas. De pronto habrá necesidad de subir el muro del dique, colocando más piedras u otros materiales.
2. La tierra que se acumula detrás del dique es buena. Una vez estabilizado el equilibrio en el fondo del zanja, se puede proceder a la rehabilitación de la cárcava. Esto incluye la reducción de la inclinación de los taludes y la siembra de vegetación protectora. Se recomiendan especies de baja y mediana altura con sistemas radiculares densos y profundos.
3. En el caso de un buen control de las corrientes de agua por la cárcava, se puede proceder a sembrar cultivos como frutales, tubérculos y caña.

RECURSOS:

- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (1999, diciembre). *Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua*. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica Manejo y Aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

Micro presas desmontables

DESCRIPCIÓN

Esta tecnología consiste en hacer represas en una quebrada o en un río, de forma que permita almacenar agua suficiente, según sea la necesidad.

Estas represas se hacen propiamente en el cauce de la quebrada o el río, razón por la cual se construye una estructura desmontable, lo que permitirá armarla en la época de verano para ser usada y desarmarla en temporada de lluvia, para evitar que la obra sea destruida por las corrientes fuertes de agua.

Estas pueden ser construidas de sacos con arena y plástico o de piedras bolón, acomodadas una sobre otra en sentido transversal a la pendiente del terreno o curso de las aguas para formar el muro de retención.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Estas estructuras se ubican en cauces de quebradas y ríos, preferiblemente en sitios con pendientes menores al 15%, en caso de ser mayor, se debe reforzar el muro con mampostería o postes para evitar efectos posteriores por inundaciones o derrumbes. El tipo de suelo no es relevante y es más para climas secos o semisecos.

VENTAJAS

- Una vez construida requiere poca mano de obra para mantenimiento,
- Se adapta a todo tipo de suelo,
- Se alcanza una mayor diversificación productiva en las parcelas.

DESVENTAJAS

- Dependiendo de los materiales puede tener un costo relevante el construir la presa,

- Montaje y desmontaje anual,
- Nivel de organización para manejo y uso del agua para mantener producción escalonada y tecnología apropiada,
- Requiere de alto nivel de conocimiento para administrar el recurso hídrico con planes de riego a nivel comunitario.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Son estructuras físicas construidas con diferentes tipos de materiales, en forma de muros colocados transversales a la pendiente de las corrientes de aguas efímeras y permanentes en quebradas. Esta tecnología es una opción económicamente viable, donde se aprovecha los recursos locales y la innovación para construirla. Se utilizan sacos de polipropileno, plásticos salineros, piedras, cinta métrica (5m), pega amarilla, pala cuadrada, pala redonda, cuaderno, lapicero y se hace uso de mano de obra familiar.

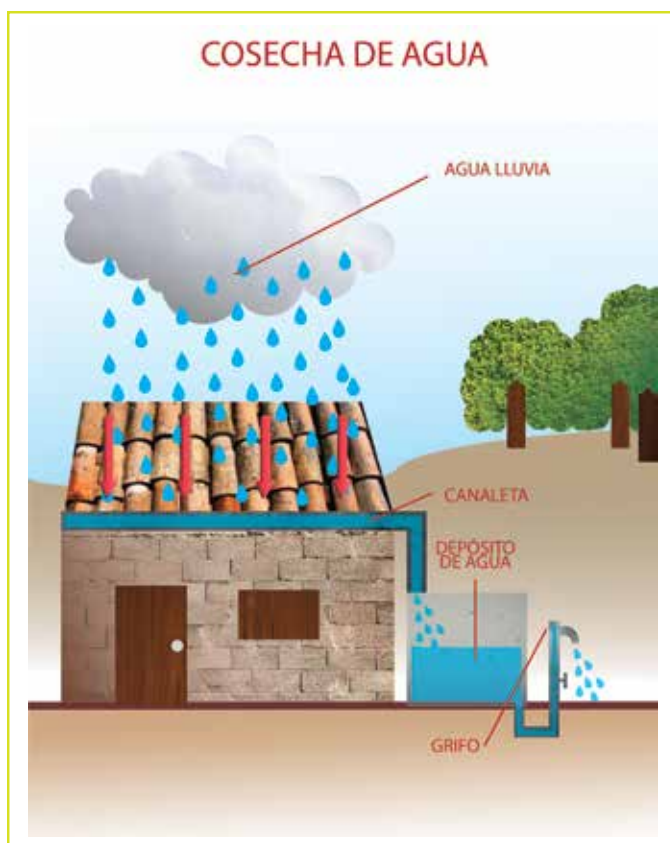
Cuando es construida de sacos, estos llenos de arena, se ubican en sentido transversal a la pendiente o a la corriente de la quebrada para retener el agua. Se recomienda ubicar doble filas de sacos traslapados para dar mayor resistencia al muro de retención, el plástico calibre 1000 micrones, o salinero de 6000 micrones, debe colocarse entre las dos filas de sacos, para evitar que el plástico sea perforado por peces. Cuando se usa piedra, esta es acomodada una sobre otra en sentido transversal a la pendiente del terreno o del curso de las aguas para formar el muro de retención.

El costo promedio de una micropresa desmontable de sacos con arena y plástico es de US\$249.00. El costo promedio de esta alternativa tecnológica con piedra es de US\$86.00.

RECURSOS:

- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (1999, diciembre). *Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua*. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica Manejo y Aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Guía Metodológica de Alternativas Técnicas de Agua*. Guía No. 3, Asistencia técnica, Guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.

Captación o cosecha de agua lluvia a través de techo



DESCRIPCIÓN

La tecnología consiste en la captura del agua que cae directamente sobre los techos de las casas u otras construcciones como escuelas o bodegas. El objetivo es captar el agua lluvia y pasarla a estructuras de almacenamiento y uso posterior para consumo humano o en pequeños huertos familiares o escolares. La cantidad de agua que se logre acumular dependerá de la precipitación anual de la zona y del área techada con que se cuente. Esta tecnología corresponde a soluciones del tipo unifamiliar o multifamiliar. El tamaño de las estructuras de almacenamiento depende del área de captación, la precipitación y la demanda de agua de los usuarios o beneficiarios. Para el consumo directo el agua debe ser desinfectada y si las circunstancias lo requieren, previamente debe ser filtrada.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Esta tecnología se recomienda principalmente para aquellas zonas secas donde hay problemas de agua ya sea porque las precipitaciones son bajas (menores a 1,500 mm), o porque la distribu-

ción de las lluvias es muy irregular. Sin embargo, la tecnología se puede usar en cualquier tipo de condiciones climáticas, teniéndose algunas consideraciones con la textura del suelo si se va a utilizar cisterna como medio de almacenamiento del agua. Para el cálculo del volumen de agua, de conversiones y pérdida por evaporación, se requiere de apoyo técnico. Por ejemplo: una construcción con un área techada de 6 metros por 8 metros (48 metros cuadrados), con una precipitación de 900 milímetros anuales, de los que se puede captar un 60 % equivalente a 540 mm, el techo tiene la capacidad de captar 26 metros cúbicos de agua o sea 26,000 litros de agua.

VENTAJAS

- Apropiado para comunidades con precipitación continua y se garantiza agua en época seca.
- Se pueden utilizar recursos locales para su implementación.
- Bajo costo adicional si ya existen los techos.
- De fácil implementación y mantenimiento por el usuario.

DESVENTAJAS

- La cantidad de agua captada depende del área de recolección, es decir del tamaño del techo y de la intensidad de las lluvias.
- No es un sistema permanente.
- Si no se cuenta con techos adecuados, algunos sistemas tendrán un alto costo inicial.
- Se requiere apoyo técnico para calcular la capacidad de captación de un techo y el volumen promedio de agua que cae en la zona.
- Se requiere mantenimiento continuo.
- El agua puede requerir de tratamiento para su uso.
- Puede presentarse crecimiento de bacterias por el largo tiempo de almacenamiento.
- Pueden requerir filtración.

El costo del establecimiento de esta tecnología está en dependencia del tipo de material que se use para los canales de captación y del largo que éstos tengan; también influye la estructura que se utilice para el almacenamiento, que pueden ser cisternas, pilas o tanques. El costo de los canales de captación está alrededor de US\$ 30.00 y el de la estructura de almacenamiento con capacidad de 3 a 4 metros cúbicos, oscila entre los US\$ 100.00 y US\$ 200.00.

Para calcular la cantidad de agua a almacenar se toma en cuenta lo siguiente:

1. Supongamos que en la localidad la lluvia fuerte dura 1 hora, y se registran 20 mm, esto equivale a 2 cm medidos en un recipiente, lo que es igual a 0.02 metros.
2. Si tenemos un techo de 8 metros de largo y 5 metros de ancho, esto equivale a 40 metros cuadrados.
3. Entonces se multiplica el área del techo por la cantidad de agua caída en esa área = $40\text{m}^2 \times 0.02\text{ m} = 0.8\text{ m}^3$ (800 litros) lo que equivale a 4 barriles.

Los canales en el techo deberán ubicarse con un desnivel del 2% en dirección hacia el tanque de almacenamiento. Los canales recolectores desembocan en un filtro a través de tubos PVC de 2 pulgadas. El filtro se utiliza para evitar el paso de basura hacia el tanque o pila de almacenamiento y se construye similar al filtro de las cisternas utilizando materiales tales como arena, cemento, hierro de $\frac{1}{4}$ de pulgada, alambre galvanizado y 50 centímetros cuadrados de esponja de 2 pulgadas. Éste se encuentra conectado a la estructura de almacenamiento (cisterna, tanque, pila).

RECURSOS:

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2012, agosto). *Tecnologías para cosechar agua*. El Morralito del INTA. Año 4, Edición No.18. Managua, Nicaragua.
- Fundación Hondureña de Ambiente y Desarrollo. (2010, junio). *La Cosecha de agua lluvia. Guía para el usuario de sistemas domicili-ares en zonas secas*. UE- Fundación Vida-RRAS-CA, Tegucigalpa, Honduras.
- Perú, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2001, enero). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

TECNOLOGÍA

5.4 Tecnologías para la distribución de agua para fines agropecuarios

La característica principal de los sistemas de riego en América Central ha sido el desarrollo de obras de captación de agua en las partes altas de los ríos para conducirla hasta las partes bajas de topografía plana a través de canales sin revestimiento o tuberías. Cuando se usa agua de alta calidad física, química y biológica, se facilita la aplicación de riegos presurizados y el cumplimiento de la normativa relativa a la inocuidad de los alimentos.

Cuando los sistemas de riego son artesanales sufren daños recurrentes por las escorrentías de invierno, provocando azolves y deslaves que interrumpen la conducción del agua y elevan sus costos anuales. En el caso de las áreas regadas en las márgenes de los ríos, el mayor desafío que enfrentan son los daños a las áreas de cultivo, pues carecen de protección ante las crecidas de los cauces de los ríos. Algunos sistemas han construido muros o diques, lo cual reduce los impactos negativos en las obras y los cultivos.

En las últimas décadas se ha dado énfasis a los sistemas de riego o microriego que han permitido apoyar los programas de seguridad alimentaria y de diversificación agropecuaria, los cuales han evidenciado el alto grado de apropiación de la mayoría de productores o productoras de sus sistemas



Foto: GIMP, Centroamérica

y del agua que utilizan. El alto costo de la energía eléctrica y de los combustibles ha incidido en el cambio de los sistemas de riego que funcionan con bombeo. La mayoría de los sistemas adoptados utilizan aguas superficiales y funcionan por gravedad. La tendencia en general en el sector

agrícola de América Central va orientado al uso de sistemas de *riego por goteo*, que es considerado el más eficiente en la aplicación de agua a los cultivos.

Un sistema de riego está constituido de manera simplificada por una línea de conducción del agua y una red de distribución. La línea de conducción es la que lleva el agua desde la fuente, pozo o toma de río hasta el inicio de cada parcela.

La forma de aplicar el agua en los cultivos influye en forma decisiva en los rendimientos de los cultivos o el efecto en rubros como el huerto familiar, los sistemas agroforestales y la ganadería. El tipo de tecnología de riego o equipo a usar en un sistema de riego debe corresponder a las necesidades del tipo de cultivo y además debe considerar las condiciones agroecológicas del terreno lo que determinará la eficiencia en el uso de agua. Se estima que algunas de estas tecnologías o equipos no siempre contribuyen a la adaptabilidad al cambio climático.

Los métodos de riegos más utilizados se pueden agrupar en cuatro tipos:

- a. Gravedad o superficie
- b. Aspersión y micro aspersión
- c. Localizado o por goteo
- d. Subirrigación

Los métodos de aspersión, micro aspersión y goteo, también se denominan riego presurizado, ya que el agua se conduce a presión hasta las salidas por donde se distribuye a las plantas. La agricultura en América Central cada día adopta más métodos de riego presurizados, porque se adaptan mejor a las condiciones de los productores, hacen un menor uso del agua y permiten regar con más frecuencia, aplicando láminas pequeñas y manteniendo la humedad con un uso más racional del recurso hídrico. Estas prácticas tecnológicas con riego requieren de mayores esfuerzos institucionales y también de la población local para prove-

char la capacitación especializada y la aceptación de la cultura del riego.

BENEFICIOS Y COSTOS DEL RIEGO

La energía más utilizada para el riego en la producción agroalimentaria y de pequeña y mediana escala es la gravedad. También en los equipos y materiales utilizados, se acostumbra elegir, los de un menor costo como tubos de polietileno o poliductos, mangueras perforadas artesanalmente para goteo, aspersores de jardinería, etc. Los sistemas a esta escala son más baratos que los diseñados y establecidos usando equipos y materiales técnicamente más completos y validados; igualmente son más baratos en relación a los que usan energía eléctrica o combustible.

En situaciones óptimas, y considerando las condiciones socioeconómicas donde suelen instalarse los microriegos, será siempre preferible el riego por aspersión debido a sus menores costos de inversión (menos de US\$ 2,500.00/ha para aspersión contra no menos de US\$ 3,500.00/ha en el caso del goteo) y de mantenimiento.¹⁴

Una vez establecidos los sistemas de riego, es común que los usuarios de algunos sistemas mencionen que el agua no es suficiente debido a deficiencias en las obras de captación, variación de los caudales, rompimientos y fugas en los sistemas, falta de mantenimiento de la infraestructura, que no cuentan con repuestos oportunos y de igual calidad, en consecuencia un creciente número de usuarios abandonan el uso de los sistemas apoyados por proyectos externos, ya que se ven afectados los coeficientes de uniformidad en el suministro del agua, la eficiencia en su uso y la productividad de los rubros.¹⁵

También se identifica que muchos productores

14. Carrazón, J. (2007, octubre). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria, FAO, Tegucigalpa, Honduras.

15. Amézquita, M. (2012). *Diagnóstico del riego en el Altiplano Occidental*. Diagnóstico Nacional de Riego de Guatemala. FODM-USAID.

Tabla 2. Resulta estimaciones promedio de generación de empleo por hectárea regada

VARIABLE	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	RESULTADO
Hectáreas incorporadas	Área del proyecto	1 hectárea
Jornales generados (ejecución de obras y prácticas culturales)	Para cultivos anuales se utilizan 324 jornales por cosecha y se estiman 2 cosechas al año, equivalentes a 648 jornales; para cultivos perennes se utilizan solamente 324 jornales al año.	648 jornales
Puestos fijos de trabajo	$648 \text{ jornales} / 250 (\text{constante}) = 2.59 \text{ puestos fijos}$	2 puestos fijos
Beneficiarios directos	Es el número de proyectos x 6 (media que se utiliza de miembros integrantes del núcleo familiar).	6 beneficiarios directos
Beneficiarios indirectos	Son los puestos fijos x 6 (media que se utiliza de miembros integrantes del núcleo familiar)	12 beneficiarios indirectos

Fuente: Departamento de Riego del MAGA, 2012; citado en Diagnóstico del riego en el Altiplano Occidental realizado por Mario Amézquita (2012), 2012. Diagnóstico Nacional de Riego de Guatemala. FODM-USAID.

han dejado de utilizar o nunca han usado prácticas de conservación y manejo de suelos y agua, principalmente por aspectos de mano de obra, tiempo, necesidad de ganar áreas de cultivo o el desconocimiento de los beneficios de dichas prácticas. Estos factores son fundamentales en la cultura para lograr la sostenibilidad en el uso del riego.

Entre los beneficios económicos más evidentes del riego se encuentran el aumento de la productividad agrícola, el aumento de los ingresos y la generación de empleo rural. Los beneficios de mayor producción, menos costos y acceso al mercado son los que determinan finalmente el nivel de rentabilidad de un rubro productivo. Sin embargo, el riego es definitivo en estos resultados, en la planificación del cultivo y en la época oportuna para venderse en el mercado. El Departamento de

Riego del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de Guatemala estima que una hectárea (ha) bajo riego genera 648 jornales al año, dos puestos fijos de trabajo, seis beneficiarios directos y doce beneficiarios indirectos, tal como se detalla en la Tabla 2.

Estos mismos estudios realizados en Guatemala, y que orientan los promedios del resto de América Central, reflejan que el aumento en rendimiento e ingresos netos para distintas hortalizas y frutas es claramente superior con agricultura que utiliza riego que con respecto a la que no usa esta tecnología. Los incrementos de ingresos netos son superiores al 300% en cultivos de pepino, lechuga y chile jalapeño; y mayor al 200% en tomate, chile pimiento, sandía, cebolla, papa, coliflor, repollo y maíz dulce entre otros.

Riego por Aspersión

DESCRIPCIÓN

Esta tecnología consiste en hacer llegar el agua a las plantas en forma localizada, para lo cual se usa mangueras de polietileno de media pulgada, la que se coloca a lo largo de donde se quiere regar.

Para la ubicación de los micro aspersores se debe de tomar en cuenta la cobertura de cada aspersor, los que pueden cubrir en un diámetro de hasta 2 metros, en dependencia de la presión con que llegue el agua. Funcionan por la presión del agua que es trasladada desde la fuente de almacenamiento por un poliducto o manguera y que al llegar al aspersor lo pone en funcionamiento asperjando el agua en la superficie de cultivo. Es necesario que el punto de almacenamiento esté a un nivel más alto que el lugar donde se encuentra el aspersor, para generar buena presión.

El sistema es recomendado para usarse en frutales, bancales de hortalizas o para cultivos de porte bajo. Existen diversas variantes de sistemas de aspersión, desde aquellos en los que el agua viene directamente de fuentes naturales u otros que se apoyan en un tanque de captación, pero la base es contar con micro aspersores de baja presión para un área mayor de siembra.

Los sistemas de microriego son una tecnología que debe ser validada y adoptada por los pequeños productores de ladera, estos deben satisfacer algunos criterios que incluyen:

- a. rusticidad, es decir que los sistemas de microriego deben en lo posible hacer uso de materiales locales;
- b. bajo costo, los costos de implementación y manejo deben estar al alcance de la economía campesina;
- c. fácil manejo, la operación de los sistemas debe facilitar las labores de la finca y no complicarlas;
- d. debe ser ambientalmente amigable, el riego debe contribuir con la conservación de los recursos naturales, principalmente en lo que se refiere a conservación y preservación de las fuentes de agua mediante el uso eficiente de los mismos.

El costo asociado con la implementación de un sistema de microriego puede ser cubierto por los aumentos de productividad del cultivo seleccionado; sin embargo, el impacto ambiental debe ser valorado, pues una vez que los sistemas estén instalados y en operación, las parcelas cuentan con agua permanente y por lo tanto se puede trabajar con escalonamiento y programación de cultivos de acuerdo a la demanda del mercado y épocas de producción.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

Estos sistemas de microriego no presentan ninguna restricción de tipo topográfico ni de textura de suelo para su establecimiento. Una de las mayores ventajas que presentan es que pueden utilizarse

en áreas con topografía muy heterogénea y con pendientes moderadas, aunque también pueden ser usados en terrenos con pendientes mayores al 30%.

Esta tecnología se recomienda más para zonas secas o semihúmedas con precipitaciones que llegan hasta los 1500 milímetros anuales, máxime cuando se tienen periodos secos claramente definidos.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Es una tecnología viable para apoyar la adaptación climática, siempre que el agua tenga un buen uso y manejo, de acuerdo al área y tipo de cultivo utilizado. El problema se origina cuando se necesitan mayores volúmenes de agua para ciertos cultivos comparado con otros tipos de sistemas de riego.

VENTAJAS

- Son sistemas sencillos de establecer y mantener, que no requieren de mucha mano de obra.
- Esta tecnología puede usarse aunque no exista seguridad o tenencia de la tierra, ya que los materiales se pueden retirar fácilmente del terreno si es necesario.
- El riego por aspersión puede ser utilizado para la siembra de diversos rubros productivos y durante todo el año.
- Esta tecnología demanda cierta capacidad económica de parte de los productores, sin embargo, de acuerdo a la vida útil del equipo y su inversión inicial, su costo anual es prácticamente insignificante al compararlo con otros costos de operación de los procesos productivos.

DESVENTAJAS

- El sistema necesita presión suficiente del agua para su buen funcionamiento.
- El taponamiento de los emisores por causas físicas, químicas y biológicas del agua de riego, a los sistemas de filtrado o el tipo de emisores.
- La salinidad en zona radicular puede aumentar sustancialmente bajo inadecuadas condiciones de diseño y manejo.
- Mala distribución del agua ya que solo se humedece entre 30% a 60% del volumen radicular.
- Puede sufrir daños por animales, personas y si existen vientos fuertes, ya que el poliducto queda al descubierto.
- Alto costo inicial debido a que toda la instalación es de carácter permanente y requiere de

una gran cantidad de accesorios externos para su adecuado funcionamiento.

- Requiere de una mayor capacidad técnica que otros métodos de riego, ya que las instalaciones modernas aplican agua y fertilizantes en forma simultánea. La mayoría de los actuales sistemas utilizan elementos electrónicos.
- Se requiere preparación del operador para obtener el máximo provecho de los niveles de automatización.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Para la construcción se necesita comprar los aspersores, poliducto de ½", alambre o pita para amarrarlos, estacas para colocarlos y malla plástica para filtro del agua.

Para la construcción de los microaspersores se utilizan principalmente las pajillas que traen los bombones (dulces), se usa alambre de amarre y pedazos de hule. Las variantes de los sistemas de aspersión están dadas por la diversidad de tamaños y modelos que existen de los aspersores a utilizar que pueden ser grandes, medianos o micro aspersores.

En la instalación de un sistema, sólo se necesitan dos personas y en cuanto al mantenimiento lo puede hacer una sola persona, ya que éste consiste en revisar al menos dos veces a la semana el poliducto para verificar si hay fugas de agua. En caso del aspersor se debe confirmar que esté en buenas condiciones para que la distribución del agua sea óptima. El sistema debe operar en cada estación por un tiempo promedio de dos horas, lo cual permite humedecer el suelo a una profundidad de 10 cm, que es el lugar donde se encuentra la mayor parte de raíces adventicias de las plantas.

Un detalle importante en estos sistemas es la instalación de una pequeña malla de plástico colocada en la boca del tubo del poliducto para filtrar el agua que ingresa al sistema de aspersión, lo cual evita que las impurezas lleguen a obstruir el aspersor.

Para un buen funcionamiento se requiere la existencia de manuales o normas para el uso de los sistemas de microriego, con información suministrada por los productores, con el propósito de contribuir con la difusión y uso adecuado de la tecnología.

El costo de un sistema de riego por aspersión depende del área a regar. Una estimación general se puede realizar tomando como referencia los costos aproximados de los materiales: 100 m de

poliducto de ½" cuestan US\$ 13.00 dólares y 100 m de poliducto de 2" cuestan US\$ 85.00. La cantidad de poliducto depende del área a regar y de la distancia a que se encuentra la fuente de agua. Los aspersores tienen un valor estimado entre US\$ 4.00 y US\$ 6.00 dólares cada uno, dependiendo de

la capacidad dada por el número de éstos. Una superficie de 50 x 20 m podría regarse colocando 4 aspersores medianos en línea. Hay aspersores de grandes a gigantes, para áreas grandes de riego.

RECURSOS:

- Aguirre, J. L. y Meza, M. J. (2011, noviembre). *Diseño de un sistema de riego por goteo para producción de hortalizas y semillas en Zamorano, Honduras*. Proyecto especial de graduación, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras.
- Carrazón, J. (2007, octubre). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Tegucigalpa, Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

Riego por aspersión con sistema tipo microjet

DESCRIPCIÓN

Es un sistema artesanal simple que distribuye el agua de manera uniforme, con un daño mínimo al cultivo y al suelo. Se puede utilizar desde áreas pequeñas hasta 1 manzana. Para lograr una buena distribución del agua en la parcela a irrigar se necesita una altura de la fuente al microsistema de 2 metros como mínimo; cada microaspersor tiene capacidad para irrigar un radio de 4 metros en un tiempo de 30 a 60 minutos.

Este tipo de riego por microaspersión puede ser utilizado en cultivos de hortalizas, en granos básicos de porte bajo como el frijol, en frutales y café en período de crecimiento, en donde todavía las condiciones físicas facilitan la ubicación de los microaspersores.

Algunas de las características de estos sistemas son:

- Microjets, con una amplia gama de caudales y diámetros de riego para asegurar la máxima eficiencia, ahorrando agua, fertilizante y energía.
- Las piezas están fabricadas con materiales de alta calidad, resistentes a la radiación ultravioleta y productos químicos utilizados en agricultura, garantizando la máxima precisión y durabilidad.
- Los componentes son fácilmente intercambiables entre sí, permitiendo el diseño más apropiado para cada necesidad.
- Boquillas y difusores en diferentes medidas y colores para su fácil identificación.
- Disponibles con conexión roscada o directa.
- Usados en el riego de bajo volumen en cultivos hortícolas, frutícolas, vitícolas, flores, invernaderos, viveros, protección contra heladas y jardines.



- Factibilidad de entregar el juego completo con estacas, microtubo y conexión.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

Es un microsistema muy apropiado para zonas con escasas precipitaciones, que alcanzan máximo unos 1500 milímetros anuales, aunque también puede ser utilizado en zonas con precipitaciones mayores, para la producción en período seco. Para garantizar la presión durante su funcionamiento, es preferible que exista una pendiente fuerte entre el punto donde está el agua y la parcela. Y

adentro de la parcela se prefiere la menor pendiente posible.

Esta tecnología no tiene limitantes serias basadas en la textura del suelo, pero hay que tomar en cuenta que los cultivos en suelos arenosos demandan el riego con intervalos más cortos que en suelos francos o arcillosos, lo que aumenta la demanda de agua.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Es una tecnología que contribuye de manera relativa con la adaptación climática, esto siempre que exista un buen uso y manejo del agua, según el área y tipo de cultivo que se siembre. El problema se origina cuando se necesitan mayores volúmenes de agua para el riego de ciertos cultivos y por lo tanto necesitan traer el agua de una zona de mayor pendiente.

VENTAJAS

- Se trata de una estructura liviana y de bajo costo que usa materiales locales, de modo que puede ser utilizada por todo tipo de productor o productora.
- Este sistema se puede aplicar aun en terrenos donde el productor no tiene seguridad de la tierra, ya que por el tipo de material utilizado se puede levantar fácilmente.
- No requiere alto nivel de conocimiento o preparación técnica.
- No se necesita contratar mano de obra porque se utiliza únicamente a la familia.

DESVENTAJAS

- Se requiere buena presión del agua.
- Demanda ciertos insumos externos como poliducto y aspersores.
- Si no se tiene buen manejo o mantenimiento se daña fácilmente el poliducto.
- Vientos fuertes pueden afectar la distribución del agua.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Esta tecnología no requiere de gran cantidad de materiales externos, el material requerido para la conducción del agua es básicamente la manguera o poliducto, además se necesita alambre dulce y bambú.

Para la construcción y mantenimiento del sistema no se necesita contratar mano de obra porque se utiliza únicamente a la familia.

El costo del microsistema de riego dependerá de la distancia de la fuente de agua a la parcela a irrigar. Por ejemplo, a una distancia de 50 metros desde la fuente a la parcela, el costo es de US\$ 53 por instalación en un área de 0.11 hectáreas, esto si los materiales son adquiridos en casas comerciales. Este valor ha sido modificado en Honduras por los productores que están implementando el microsistema, a un costo de US\$ 24 por 0.11 hectáreas, debido a la combinación de materiales comerciales con los existentes en la zona (residuo de hule, bambú o carrizo), en general los costos varían entre US\$ 30 a US\$ 60 por instalación de un área de 0.11 hectáreas.

RECURSOS:

- Carrazón, J. (2007, octubre). *Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Tegucigalpa, Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia. Disponible en http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/manual_de_riego.pdf
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica Manejo y Aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.
- Disponible en www.fundesyram.info, 2012, San Salvador, El Salvador.

Microriego

DESCRIPCIÓN

Esta tecnología se usa en áreas de riego que suelen estar situadas en pequeñas vegas a las orillas de ríos o quebradas, o en las zonas menos inclinadas de las laderas, lo que permite utilizar la gravedad como energía. Es una tecnología que requiere materiales de fácil aplicación con buen funcionamiento, baja inversión, bajo costo de mantenimiento y una eficiencia aceptable, comparada con otros sistemas de similar diseño. Los componentes de este sistema de riego son: tubería principal, secundaria y regante, accesorios de acople para tuberías de polietileno o poliducto, mangueras, válvulas, adaptadores, filtro artesanal, goteros artesanales y aspersores de jardinería. Tanto el riego con microaspersión como el riego por goteo se pueden incluir dentro de un sistema de microriego.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

Para establecer un sistema de riego es fundamental el cálculo de las necesidades hídricas tomando en cuenta el tipo de suelo, la infiltración básica, la capacidad de retención de humedad, porcentaje de agua permisible, época de siembra, etapa de crecimiento de los cultivos y profundidad radicular. Desde el punto de vista climático es ideal para condiciones secas y semisecas, así como apoyo suplementario a las necesidades del agua de los cultivos y la existencia de los microclimas.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las tecnologías basadas en microriego son una buena medida ambiental, porque optimizan y racionalizan la cantidad de agua que se aplica al cultivo o plantación, por lo tanto contribuyen positivamente con la adaptación al cambio climático y permiten mejorar los niveles de producción y de la siembra continua.

VENTAJAS

- Bajo costo de inversión, pues el diseño tiene un valor hasta de un 60% menos que el convencional.
- Bajo costo de mantenimiento del sistema que permite un fácil lavado de tuberías y destape de los goteros, comparado con el sistema convencional, que es difícil y de costosa labor.
- Requiere mínima presión para su operación, el diseño trabaja con presiones muy bajas de 1 a 2 metros, esto se debe al diseño de salida libre



que posee el agua a través de los goteros, en cambio el tradicional, debe trabajar con presiones de más de 5 metros.

- Es fácil de operar tanto por hombres como por mujeres.
- Es fácil de elaborar.
- Se adapta a cualquier topografía y áreas de terreno.

DESVENTAJAS

- El material puede deteriorarse, por lo cual debe protegerse.
- La eficiencia de aplicación del agua es baja, si se compara con la del riego por goteo convencional.
- Los goteros se obstruyen y hay que destaparlos frecuentemente.
- La aplicación es menos uniforme que si se aplican mangueras con goteros prefabricados, lo que puede dañar los cultivos.
- Es de corta duración (2 a 4 años).

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

La importancia de este tipo de sistema radica en que los productores que poseen las condiciones para implementar el riego, podrán tener acceso a

la tecnología en el momento que lo deseen por su bajo costo, además combina materiales y accesorios convencionales de riego con otros que no han sido diseñados para tal fin. El costo en equipo para un área de 800 m² es aproximadamente de US\$ 180.

La energía utilizada para el riego suele ser la gravedad y los equipos y materiales utilizados son, por lo general, materiales adaptados como tubos de polietileno o poliductos, mangueras perforadas artesanalmente para goteo y aspersores de jardinería, entre otros. Se suponen de bajo costo o, por lo menos, de menor costo que el mismo tipo de sistemas diseñados y montados con equipos y materiales técnicamente más sofisticados.

Sistemas de Microriego por goteo

Existen diferentes tipos de sistema de riego por goteo:

- Riego por goteo con manguera de polietileno y tornillo goloso,
- Riego por goteo con cinta industrial, con goteros integrados,
- Riego por goteo con bambú,
- Riego por goteo con carrizo (de plantas de mora o maicillo)
- Riego por infiltración con ollas de barro,
- Riego por goteo con botellas plásticas,
- Riego por goteo con energía solar.

VENTAJAS

- Se puede aplicar en terrenos con pendientes, sin causar erosión.
- Las plantas aprovechan mejor el agua que se aplica, porque la reciben de la zona en donde crecen las raíces.
- No se pierde mucha agua por evaporación.
- Junto con el agua se pueden aplicar fertilizantes.
- Hay un buen control de la cantidad de agua que se aplica.
- Se reducen los costos de control de malezas.
- Se reduce el ataque de plagas y enfermedades, porque no hay exceso de humedad.
- No hay compactación del terreno.
- Se puede entrar a la parcela en cualquier momento, ya que las calles permanecen secas.
- Ahorro de mano de obra, porque hay poco control de malezas y no se mueven tuberías ni mangueras.
- Los materiales son livianos y fáciles de transportar.

DESVENTAJAS:

- El sistema tiene un costo inicial considerable.
- Se requiere de más mano de obra, incluyendo personal capacitado para diseño e instalación.
- El agua debe ser limpia para no obstruir goteros.
- Requiere buen tratamiento y control.
- No se pueden usar en cultivos con grandes poblaciones de plantas.
- Limita algunas labores culturales al cultivo como el aporque.

MATERIALES, CONSTRUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO

Estos son diversos de acuerdo al sistema que se utilice, se pueden usar desde materiales externos o industriales hasta materiales locales, naturales o reciclados de bajo costo. Son sistemas de fácil adopción y su uso permite la integración familiar y la participación activa de mujeres, jóvenes y niños. La variante en esta tecnología está dada por el tipo de cinta, tipo de goteros y la distancia entre éstos. Se puede usar cinta plana, la cual necesita un poco más de presión para el desplazamiento del agua, y cinta redonda con la que el agua se desplaza con más facilidad y necesita menos presión.

El micro riego por goteo consiste en hacer llegar el agua en forma de gota hasta la raíz de la planta, lo que permite un uso más racional del recurso hídrico. El riego por goteo ofrece muchos beneficios, entre ellos: la reducción del consumo de agua y requerimiento de menor mano de obra, mejor manejo de fertilización y control de plagas y de enfermedades, además provee a la planta la cantidad exacta de agua que necesita.

Usando los sistemas de riego por goteo también se puede hacer una calendarización de la producción, la introducción de nuevos cultivos, hacer fertilizaciones y a aplicar otros insumos a los cultivos a través del sistema. Esto permite mejorar la eficiencia, reducir la mano de obra, cultivos más uniformes y plantas más vigorosas.

La distancia entre los goteros dependerá del cultivo a regar. Los tipos de goteros pueden ser: industriales, artesanales (golosos y carrizos), e incorporados en la parte interior de la manguera, superficiales o también con extensión.

Se ha demostrado que sistemas de riego básicos pueden ser diseñados e instalados a un costo razonable de US\$1000/hectárea. Otros sistemas más sofisticados pueden costar entre US\$1,700.00 y US\$2200/hectárea. Su rentabilidad está deter-

minada por el tipo de cultivo que se siembre y la intensidad en el uso durante todo el año.

CONTRIBUCIÓN A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Estas tecnologías ayudan a los agricultores en la adaptación al cambio climático haciendo más eficaz el uso de agua, siendo una tecnología que usa menos agua que los riegos por gravedad y

aspersión, y proporciona una aplicación más homogénea de agua a la parcela cultivada. El riego por goteo reduce la demanda de agua y reduce las pérdidas de agua por evaporación. Programar la aplicación del agua resulta en que la misma sea aplicada directamente y de acuerdo a lo que requiere. Además, la aplicación de fertilizante es más eficiente puesto que puede aplicarse directamente a través de las cintas o tuberías.

RECURSOS:

- Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2005). *Manejo de Suelos y Agua: Tecnologías y Metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras*. PASOLAC-SAG-FAO-INIA.
- Carrazón, J. (2007, octubre). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica Manejo y Aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Caracterización de los sistemas de riego en territorio de MANCUERNA: Fortaleciendo Capacidades con el Pueblo Mam para la gobernabilidad económica en agua y saneamiento*. Guatemala.
- Programa de riego por goteo, "Resultados reales para personas reales", CDA, Fintrac, Inc. San Pedro Sula, Honduras, 2012.

TECNOLOGÍA

5.5 Sistemas de bombeo

Las bombas son dispositivos que permiten tener acceso al agua, tanto el agua superficial de ríos y quebradas como el agua subterránea sea transportada a través de tuberías o mangueras para ser almacenada temporalmente en estructuras como: pilas, tanques plásticos o barriles. El agua así obtenida se orienta a cubrir las necesidades de con-

sumo humano, uso doméstico, riego a mayor y a pequeña escala y para el abrevadero del ganado.

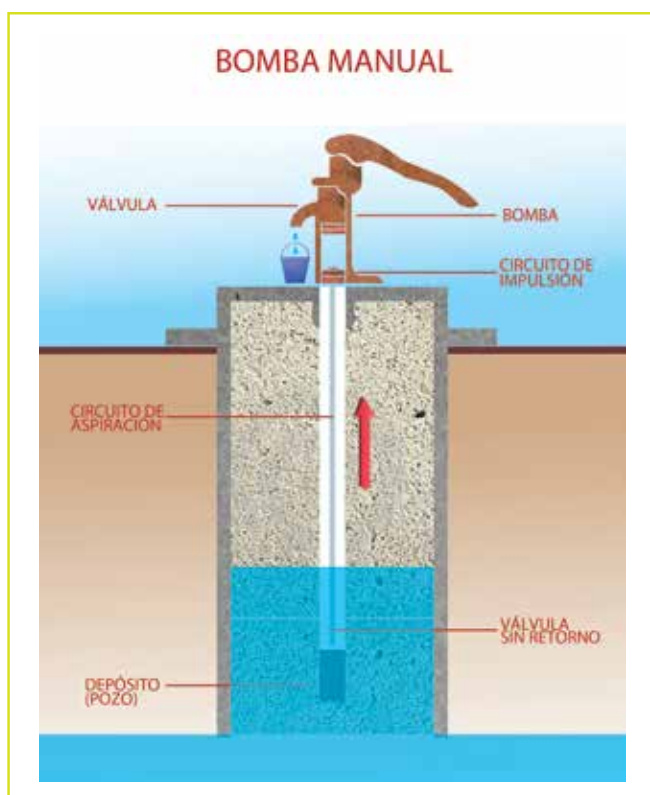
Existen diferentes *tipos de bombas*, pero entre las más conocidas con fines de riego sobresalen:

Bomba Rochfer

DESCRIPCIÓN

Es una bomba que funciona por la energía provista por una fuente de agua, normalmente un río, una quebrada o un pozo de 6 m de profundidad y no necesita de ninguna fuente de energía convencional como electricidad o carburantes. Para su diseño se requiere de una fuente de agua para accionar la rueda y un desnivel local suficiente para que el agua pueda ser conducida hasta el tope de la rueda. Desde el lugar donde está la bomba, se construye un canal o un tubo para devolver el agua de accionamiento a la quebrada o río. Si se utiliza la misma fuente para abastecerse del agua, se instala una línea de succión desde la fuente

hasta la bomba y, desde ese punto, una línea de conducción hasta el tanque de almacenamiento. El agua bombeada se debe almacenar en presas naturales o tanques de cualquier tipo desde donde se suministrará el agua por gravedad hacia los lugares donde se vaya a utilizar ya sea para riegos, abrevaderos u otros. La bomba Rochfer puede llevar una cantidad de hasta 100 m³/día por bomba y se puede bombear agua hasta 350 m de altitud y hasta 10 Km de distancia. A diferencia del ariete hidráulico en este sistema el bombeo está separado de la succión, por tal motivo se puede colocar la bomba en una caída de agua no salubre y bombear desde un nacimiento de agua o represa.



CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

Las bombas Rochfer tienen aplicación ideal en propiedades rurales de cualquier actividad y sin mayores restricciones climáticas, representan la solución más adecuada cuando se requiere un abastecimiento eficiente práctico, seguro y económico.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Es viable para contribuir a la adaptación al cambio climático ya que realiza un uso racional del recurso hídrico y no impacta en las condiciones ambientales.

VENTAJAS

- No tiene costos de operación ya que no gasta energía eléctrica ni combustibles.
- Funciona de manera automática las 24 horas.
- Suministra hasta 100,000 litros de agua al día.
- Distancia de bombeo de hasta 10 km.
- Usa energía renovable y no provoca daños ambientales.
- Su mantenimiento es sencillo y de bajo costo.
- Las empresas distribuidoras dan garantía de 2 años y una vida útil de 20 años.

DESVENTAJAS

- Existe una inversión inicial importante, por lo tanto es para obras comunitarias o familias con mayores ingresos.
- Requisitos del diseño exigentes para que sea factible su funcionamiento.
- Se necesita una fuente de agua con un caudal grande para accionar la bomba.
- Calidad de agua limitada o agua subterránea de poca profundidad o aguas superficiales.
- Se requiere cierto nivel de formación para operar y dar mantenimiento.
- Se necesita acceso a un proveedor para reemplazos y reparaciones, por lo general no existen muchos en la región.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Para su funcionamiento se requiere de la perforación de un pozo o la construcción de una línea de succión desde la quebrada, así como una caída de agua mínima de 2 m y un caudal de 4 pulgadas como mínimo, se precisa además de un canal de desagüe. Por lo general no exige un gran costo de operación, pero si un nivel adecuado de protección y vigilancia para que no existan daños externos.

Para su instalación y de acuerdo a las necesidades de los usuarios existen diferentes tamaños de bomba con diámetros de 1.10 m (MS-32), 1.37 m (MS-6) y 1.90 m (MS-4). Los modelos MS-70 y MS-89 suben agua hasta 150 m y los modelos MS-42 y MS-51 suben agua hasta 200 m, la MS-4 puede bombear hasta 52,000 litros diarios. Las capacidades de bombeo están vinculadas con el caudal de agua disponible en los arroyos y ríos para impulsar las ruedas según su tamaño, por ejemplo el caudal mínimo para accionar la bomba MS-42 es de 5 litros por segundo.

El costo principal es la compra del equipo, pero existe un costo para construir la estructura de concreto para sujetar la bomba, el mismo es de alrededor unos US\$ 600. Puede existir otro costo si se requiere de una excavación para utilizar más de una bomba. Los costos promedios de las bombas son de: US\$ 1000 (MS-32), US\$ 1350 (MS-6) y US\$ 2400 (MS-4).

Bomba Flexi Emas

DESCRIPCIÓN

Esta bomba es sencilla, funciona por la acción directa de poder humano. Se puede bombear desde una profundidad de 40 m de pozos excavados manualmente, pozos perforados manualmente o micro captaciones de agua. Con esta bomba no hay riesgo de contaminar el agua por el proceso de bombeo como la bomba de mecate. Sin embargo el esfuerzo humano en sacar el agua es mucho menor con la bomba de mecate.

Donde existe agua subterránea superficial o donde se han excavado pozos o se dispone de acuíferos poco profundos, se emplea este tipo de bomba que permite obtener el agua del subsuelo, directamente por la acción del usuario. Puede implementarse para un nivel de servicio unifamiliar, multifamiliar y para uso en pequeñas parcelas productivas.

La bomba EMAS se le llama también Flexi porque se puede instalar en el lugar más conveniente y admite que se le hagan adaptaciones. Se le llama EMAS porque fue construida porque fue construida en la Escuela Móvil de Agua y Saneamiento de Bolivia. La bomba Flexi EMAS está diseñada para instalarse en pozos perforados a mano o a máquina.

Es una bomba muy sencilla o “flexible”, de fácil traslado e instalación y de bajo costo, además está diseñada para elevar el agua en terrenos ondulados, elevando de 20 a 25 metros verticales de agua. La primera bomba fue construida con válvulas de pie y pistón, las cuales ya han sido modificadas. Las válvulas que funcionan actualmente, se les llama válvulas Sheck, con balín en el pistón y tubo de cilindro, los cuales se fabrican de adaptadores macho y hembra con rosca de 1/2 pulgada y con una goma de hule o cualquier otro material que sirva de empaque.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

La bomba EMAS, se adapta a una gran diversidad de condiciones físicas, lo fundamental es tomar en cuenta la diferencia de altura y la distancia entre la fuente de agua y el punto hasta donde se pretende conducirla así como la profundidad desde donde se bombeará. Cuando se necesita trasladar el agua a puntos más altos y la pendiente es mayor al 30%, se requiere de un gran esfuerzo para el bombeo.



Foto: Héctor Tablas

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Es una tecnología compatible con el ambiente, pero su uso se ve limitado a tareas domésticas y producción de alimentos para la familia a pequeña escala.

VENTAJAS:

- Se puede conducir el agua a la distancia que el usuario la requiera, y puntos más elevados que la fuente, hasta de 40 m de altura.
- Fácil de construir con materiales de ferreterías o de fácil adaptación por el agricultor, por tanto es de bajo costo y de fácil instalación.
- Ideal para comunidades cuya única fuente es agua subterránea con nivel poco profundo.
- Se logra agua de buena calidad microbiológica.
- Fácil de operar y de dar mantenimiento.
- El bombeo puede ser realizado por mujeres o niños en pozos poco profundos.
- Es un sistema móvil
- Diseñada para uso familiar y no comunal, ideal para poblaciones dispersas.

DESVENTAJAS:

- La bomba no está diseñada para un uso liviano, ya que al manipularla, succiona el agua desde pozos profundos de más de 10 m desde donde la empuja hasta su destino, para lo que se requiere de fuerza física.
- Para regar áreas grandes se requiere de estar bombeando casi de forma permanente, por lo que prácticamente no es apropiada para estas superficies.
- No siempre los materiales son lo suficientemente fuertes para soportar un mal manejo, por lo tanto requiere de un a manejo y mantenimiento adecuado para que dure al menos 5 años.
- La manipulación se hace difícil en fuentes de agua que tienen más de 8 metros de profundidad y más aún si se quiere transportar el agua a puntos con pendientes mayores a un 30 %.
- Puede haber dificultad para conseguir repuestos o materiales de las bombas.
- Requiere de mantenimiento especializado.
- Necesidad de almacenamiento intradomiciliario.
- El agua está expuesta a contaminación por acarreo, almacenamiento y manipulación.

MATERIALES NECESARIOS Y CONSTRUCCIÓN

La bomba puede ser fabricada por la comunidad con accesorios disponibles en los mercados locales. Su cilindro es de solamente 1 ½" y tiene dos tubos más de PVC de 1 ½" para un pozo de 10 m de profundidad. En resumen para su construcción se requiere de materiales como ser: 1 tubo PVC de ½" de diámetro, 1 tubo PVC de 1" de diámetro, 1 tubo PVC de 1 ¼", 2 niples HG de ½", 1 THG de ½", HG (hierro galvanizado), 1 niple HG de ½" por 1 metro de largo, 1 codo combinado PVC de ½" con rosca en un lado, 2 yardas de manguera flexible de ¾" de diámetro, -preferible manguera forrada, 2 bridas de 1", 1 llave de pase de ½" estilo media vuelta, 3 adaptadores machos PVC de ½", 1 reductor PVC de 2 a ½", 1 tapón hembra liso de 2", 1 tubo de PVC

liso de ½", 1 tapón hembra con rosca PVC de ½", 2 adaptadores hembras o camisas combinadas de ½", 1 rollo de teflón, 1/8 de pegamento PVC, 1 neumático descartado de motocicleta o de bicicleta, 2 balines o canicas, carbón para el calentamiento de los tubos y una plantilla de hule para empaque neolay o cuero curado. Esta opción técnica no requiere de gran inversión, ya que es de bajo costo (no supera los US\$ 100)

El costo de instalación de la bomba EMAS, está en dependencia de la profundidad del pozo donde se instale; entre más profunda esté el agua se requiere de mayor cantidad de tubo para la instalación. Otro factor que influye en el costo de instalación es la distancia a la que se quiera trasladar el agua, a mayor distancia se necesita más manguera y esto eleva los costos.

Los tipos de pozos pueden ser:

1. De tipo excavado, el forro del pozo puede ser de mampostería o concreto armado debidamente revestido.
2. De tipo perforado, el forro del pozo es de tubería de PVC.

La cubierta del pozo incluye la losa de concreto armado que protege sanitariamente el pozo y sirve de asiento a la bomba.

Las bombas utilizadas dependen de la profundidad del acuífero por ejemplo: a) bomba de succión ($h < 7m$) y b) bomba de elevación ($h > 7m$). Estas tienen un costo promedio de US\$ 450 a US\$ 600.

La bomba de tipo pedal es para productores que tienen acceso a fuentes de agua como pozos, ríos, estanques y que utilizan el sistema de cosecha para irrigación durante la época seca. Esta tiene la capacidad de succionar el agua hasta una profundidad de 7 metros y elevarla hasta una altura máxima de 13 metros al centro de abastecimiento. Contiene dos mangueras, una de succión de 7 metros y una de descarga de 25 metros, esta posee equipo de repuesto y mantenimiento.

RECURSOS

- López, G., Ardón, M. y Tomas, E. (2006). *Cosecha y aprovechamiento de agua y humedad en zonas de trópico seco*. Cosecha-Trocaire-Brotfur die Welt-PASOLAC. Honduras.
- Programa de Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central. (2004, marzo). *Memoria II: Bolsa regional de oferta y demanda de tecnologías del agua*. Managua.
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de Honduras. (2002, junio). *Guía para la aplicación del riego localizado*. San Lucas, El Paraíso.
- (2002). Bomba Manual de Agua: Especificaciones Técnicas. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org>
- Mendonça, Sérgio Rolim. (1999). *Guía latinoamericana de tecnologías alternativas en agua y saneamiento*. Recuperado de <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-bombas.htm>
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

Bomba con fuente de energía eólica

DESCRIPCIÓN

Es otro tipo de energía renovable que se utiliza para alimentar el bombeo de agua con fines domésticos o productivos. La energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. Estos funcionan por un molino que es impulsado por el viento y así hace funcionar la bomba. Este tipo de bombeo se ha utilizado más en medianas y grandes propiedades privadas pero también para proyectos comunitarios, muchos no han sido exitosos y tienen que complementarse con generadores eléctricos.

Por lo general es un sistema que permite extraer el agua subterránea desde un pozo perforado o excavado mediante el uso combinado de bombas manuales y molinos de viento. En este caso debe contarse con un reservorio para almacenar el agua y de allí distribuirla a la población a través de redes de distribución a conexiones o piletas públicas, en función del grado de dispersión de las viviendas.

Para la selección y ubicación de estos equipos, debe verificarse la dirección y velocidad promedio anual del viento; para estos casos la velocidad mínima recomendable es de 8 Km/h (5 millas/h). La capacidad de succión del sistema no deberá sobrepasar la producción de la fuente de agua.

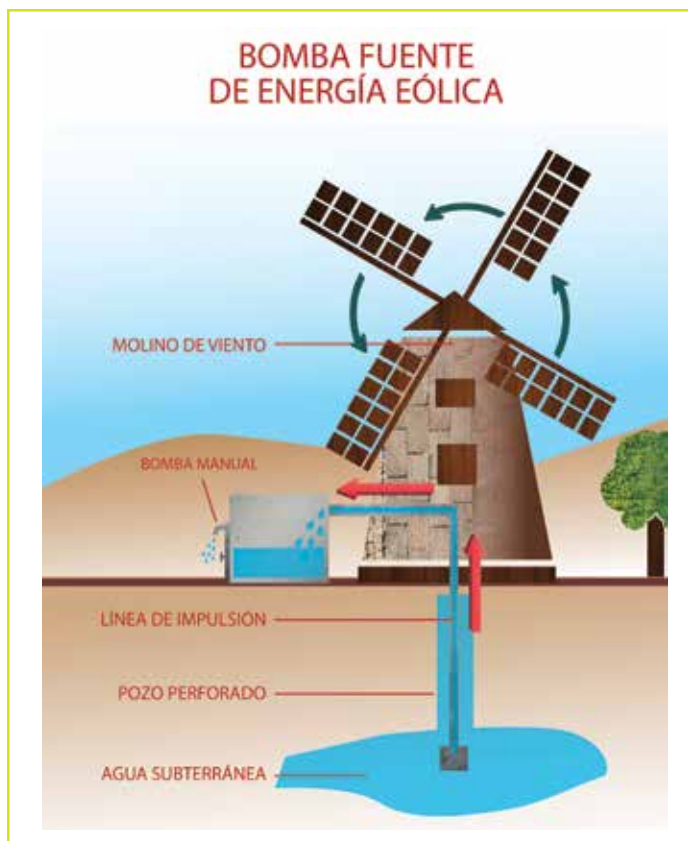
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones atmosféricas y los residuos contaminantes producidos por plantas termoeléctricas que funcionan con combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde.

Para su establecimiento se requiere condiciones especiales de vientos, pero pueden instalarse en espacios no aptos para algunos cultivos, como en zonas desérticas, cerca de las costas, en laderas áridas y muy empinadas. Esta tecnología puede ser construida en lugares a los que se le da otros usos al suelo como para la ganadería o para cultivos como trigo, maíz, papas, remolacha, etc.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Ha sido considerada una tecnología limpia, sin embargo estudios recientes muestran que donde existen grandes plantas eólicas la temperatura local aumenta en comparación con áreas en las que



no hay instalaciones de este tipo. Se considera que la tierra alrededor de los parques eólicos de nueva construcción se calienta más que las áreas adyacentes, sobre todo durante la noche.

VENTAJAS

- Buena solución para poblaciones dispersas,
- Se aprovecha una energía renovable y gratuita,
- Se disminuye el uso de combustibles fósiles.

DESVENTAJAS

- Se requiere de una fuerte inversión inicial pero su instalación es rápida, por lo tanto para fines de suministro de agua se logra solo mediante subsidios o donaciones.
- Está limitado por las condiciones del viento en la zona, el cual tiene que ser constante sin interrupción.
- Para la operación y mantenimiento demanda un buen nivel de organización.
- Se requiere de disponibilidad de repuestos y facilidades para la reparación.
- En general tiene altos costos financieros, de operación y de mantenimiento.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

- Instalación de pozos excavados o perforados
- Bomba: generalmente son de pistón de eje vertical, sin golpe de ariete.
- Línea de impulsión: tubería de hierro galvanizado protegido contra la corrosión.
- Cubierta del pozo: Losa de concreto armado para proteger el pozo, con buzón de inspección.
- Molino de viento: Montado sobre una torre de hierro, implementada con un rotor eólico, con aspas y veleta de F^oG^o; los tipos instalados son Gyre y JUSTY Wind.
- Reservorio: circular o rectangular con dispositivos de regulación y operación.
- Conexiones domiciliarias y piletas públicas: a patio del usuario; la pileta pública debe tener pedestal para sostén del grifo y poza, ambas con un sistema de drenaje e infiltrarlo en el suelo.
- Drenaje en zona de captación: evacua los excedentes del bombeo y rebose de reservorio para infiltrarlo en el suelo.

RECURSOS:

- *Bombas hidráulicas mediante energía eólica*. Recuperado de <http://www.solliclima.es/bombas-hidraulicas-con-energia-eolica>
- Blanco, J. (2004). *Barreras de los proyectos eólicos en América Central*. BUN-CA.

Bomba de Mecate

DESCRIPCIÓN

La bomba de mecate es sencilla y consiste en hacer pasar una serie de tapones plásticos por dentro de un tubo de PVC, que atados a una cuerda de nylon funcionan como un pistón y el tubo como un cilindro de dirección. La operación de la bomba de mecate es sencilla y consiste en dar vuelta a una manigueta metálica o de madera que a la vez mueve una rueda para la extracción del agua de pozos.

La bomba de mecate es una tecnología que permite al productor extraer agua de profundidades hasta de 40 m. Sin embargo, diseños especiales tienen capacidad para instalarse a 80 m y volverla disponible para ser utilizada en el riego total o parcial de pequeñas parcelas durante el verano o en los periodos críticos durante el invierno, también para el consumo humano y animal. La bomba de mecate permite la extracción de agua de pozos hacia la superficie y mediante la adaptación de una torre, el agua puede elevarse a puntos más altos, esta elevación depende de la altura de la torre.

Una vez extraída el agua de la fuente se puede utilizar en la siembra de hortalizas, maíz, frutales y para consumo humano y de animales. El máximo de área que se puede establecer con la bomba de mecate manual es para el riego de 1,500 a 5,000 m² (2 a 8 tareas) como máximo, aunque existen otras variantes que permiten el aumento del área de riego.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

La bomba de mecate se recomienda para zonas secas en las que el agua es escasa y el abastecimiento para el consumo humano, animal o para riego se realiza de pozos excavados y de gran profundidad, aunque esta tecnología no tiene limitante para ser usada en zonas con precipitaciones elevadas.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Tiene una contribución moderada al proceso de adaptación al cambio climático ya que puede ser accionada tanto por la fuerza humana (manos o pies), como usando el viento, animales e inclusive con motores eléctricos o de combustible.

VENTAJAS

- Este tipo de bomba puede ser accionada por las manos, por los pies, por el viento, por animales y con motores eléctricos o de combustible.
- Permite distribuir el tiempo y el esfuerzo de bombeo entre toda la familia, ya que puede ser utilizada por hombres, mujeres y niños.
- Facilita la extracción suficiente de agua que puede ser almacenada en tanques y luego utilizada en riego, o para el consumo animal.
- Es de fácil adaptación para ser accionada con motores de diesel y gasolina o animales como caballos, burros y cabros.

DESVENTAJAS

- Se requiere una inversión inicial,
- Se necesitan conocimientos para instalación y mantenimiento,
- Cuando el pozo no es bien tapado el agua se puede contaminar y no es apta para consumo humano.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Los materiales para construir una bomba de mecate sencilla son accesibles y se pueden encontrar en el mercado o ferreterías. Existen otros modelos como la bicibomba, aerobomba y la bomba de tracción animal que se pueden adquirir ya construidas. La construcción de la bomba de mecate requiere de materiales externos como: aceitera o engrasadora, 8 metros de alambre para sondear, tubos de PVC de 1" de diámetro, golosos de ¼", clavos de 2 ½", pegamento PVC, hule de llantas, espiches de madera y las herramientas: martillo, sierra de mano, formones, llaves para fijar golosos.

Cuando la bomba se instala en una base de concreto, se requiere de herramientas especiales como: broca para concreto de 5 y 8 milímetros, ta-

ladro, sacabocados para concreto, cincel, espiches de madera y llaves para fijar los golosos. Una vez instalada la bomba se deben engrasar los bushing o balineras cada 15 días, si la cabuya se mete en la ranura de la rueda, se recomienda ponerle ahí un neumático de bicicleta bien socado para evitar roces y que sea más fácil darle vueltas. También se usan dos chumaceras en lugar de los bushing metálicos, el giro es más suave y brinda mayor durabilidad a la bomba.

A la bomba de mecate manual sencilla o a las aéreas se le han hecho diversas adaptaciones o cambios (Bombas kit, extrafuerte y bicibomba). Los materiales usados se pueden adquirir a un precio de US\$ 80 a US\$ 270 dólares la unidad. En algunos casos este precio incluye su instalación y el entrenamiento de las personas que la van a manejar. En los países existen personas o instituciones que se dedican a la construcción y distribución de bombas de mecate de diferentes diseños. La aerobomba de mecate, también conocida como bomba de mecate con molino de viento, tiene un costo mayor que oscila entre US\$ 900 y US\$ 1600 por unidad.

RECURSOS:

- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica Nº 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.
- Revista Enlace, Caps: Agua para la comunidad, Numero Especial, Año 22, 2012. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Guía metodológica de alternativas técnicas de agua*. Guía No. 3, Asistencia técnica, guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.

Bomba de Ariete Hidráulico

DESCRIPCIÓN

La bomba de ariete o ariete hidráulico es un equipo sencillo que utiliza la energía del agua situada a una altura mayor (el desnivel de un río, presa u otro depósito) y que permite elevar el agua hasta una altura mayor que la inicial, mediante el fenómeno físico conocido como 'golpe de ariete' El equipo bombea el aguade forma continua y funciona sin necesidad de energía eléctrica o combustible, por tanto, la convierte en una tecnología limpia, ecológica, eficiente y sostenible.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

La bomba de ariete permite mejorar la disponibilidad de agua para los cultivos establecidos en la época lluviosa, y debido a la infiltración posterior en la parcela, facilita terminar un ciclo productivo al principio de la época seca o durante una canícula.

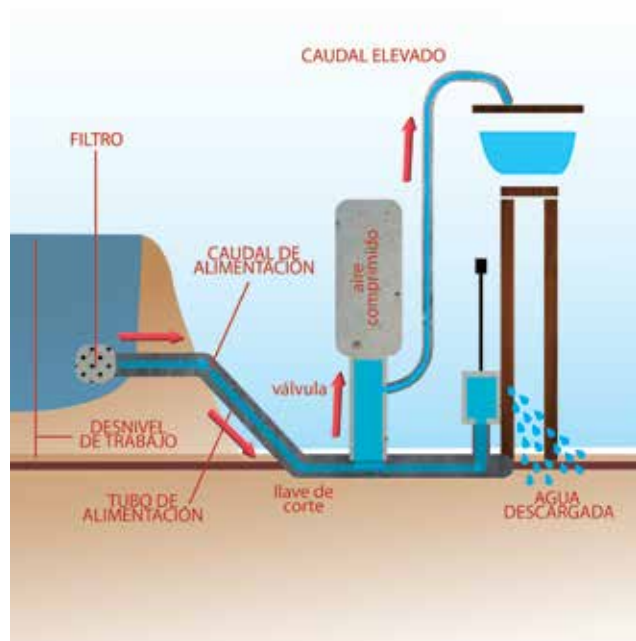
Se recomienda esta tecnología para zonas donde hay abundante agua para la producción, principalmente en zonas donde la precipitación es de 1500 a 2500 milímetros anuales.

Cuando se necesita elevar el agua con ariete hay que tener en cuenta que entre más alto se quiere llevar el agua, mayor deberá ser la caída o largo del tubo de entrada del agua para hacer funcionar el ariete. Un metro de tubo de entrada es capaz de levantar diez veces una columna de agua.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Logra una contribución adecuada al proceso de adaptación al cambio climático, ya que se basa en uso eficiente y ecológico del agua sin afectar su circulación en el cauce del río o canal.

BOMBA ARIETE HIDRÁULICO



VENTAJAS

- No requiere electricidad, ni combustible, ni trabajo humano para su funcionamiento.
- Funciona automáticamente ante un suministro de agua en forma continua.

DESVENTAJAS

- De limitado acceso ya que es poco usada en los países de América Central.
- El mantenimiento es de mucho cuidado para que no se detenga el funcionamiento.
- En la toma de agua no debe haber entrada de aire y el sitio donde se ubica el ariete debe tener un desagüe por el agua que salpica.

- Con alto desnivel de bombeo necesita un caudal grande para el funcionamiento.

MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Los elementos básicos que integran un sistema de bombeo de ariete hidráulico son los siguientes:

- Depósito de origen, puede ser una presa, un río o cualquier otro medio que permite crear un desnivel de al menos 1 metro, en relación con la bomba de ariete hidráulico.
- La tubería de carga o alimentación, debe ser de acero galvanizado o hierro fundido para que resista las vibraciones que produce el golpe de ariete, debe tener una longitud entre 6 y 12 metros y colocarse con una pendiente que logre que la bomba de ariete hidráulico opere de forma automática.
- La válvula de impulso o de trabajo, debe tener el mismo diámetro del tubo de impulso.
- La válvula de retención, es la mitad del diámetro de la válvula de impulso.
- El tanque hidroneumático o cámara de aire, sirve como colchón de amortiguación contra la propagación de los golpes de ariete en la tubería de descarga o de entrega.
- La tubería de descarga o de entrega, debe ser menor o igual a la mitad del diámetro del tubo de alimentación y se determina según el caudal de bombeo, el largo del tubo y la potencia disponible.
- Los depósitos de almacenamiento pueden ser: tanques plásticos, barriles, pilas, reservorios, lagunetas, etc.

Los materiales y costo varían según el modelo de bomba de ariete hidráulico a implementarse (entre 2" para 1/2" y 4" para 1/2"), también influyen las condiciones existentes en el sitio de establecimiento de la bomba, por tanto se estiman entre US\$ 425 y US\$ 1215. Los costos incluyen equipo de bombeo de ariete hidráulico, represa o caja de derivación, accesorios y pila de almacenamiento.

RECURSOS:

- Instalación y funcionamiento del Ariete Hidráulico. Youtube.com Videos FUNDESYRAM, 18 abril 2013, El Salvador. Disponible en <http://www.youtube.com/videosfundesyram>
- Comités de Agua Potable y Saneamiento. (2012). Agua para la comunidad, *Revista Enlace*. Numero Especial, Año 22,2012. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Guía metodológica de alternativas técnicas de agua*. Guía No. 3, Asistencia técnica, guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.
- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

Bomba de Motor de combustible o eléctrico

DESCRIPCIÓN

Las bombas de combustible diesel o gasolina se utilizan para bombear agua de fuentes ubicadas a un nivel más bajo de la parcela que se quiere irrigar. El alto costo de este tipo de equipos de bombeo se puede justificar con el manejo de áreas mayores de cultivo, en dependencia de la capacidad de producción de agua de la fuente y de la capacidad del motor de la bomba.

En el comercio están disponibles los equipos de bombeo a gusto del cliente, según su capacidad económica. Con estos equipos el agua se puede bombear a un estanque ubicado a un nivel más alto, para luego distribuirla en un sistema de riego utilizando la fuerza de gravedad de diferentes modalidades: aspersión, goteo y superficie, entre otros. También se puede impulsar el agua directamente al sistema sin pasar por un estanque de almacenamiento. En este caso el costo del riego se eleva por el uso permanente de diesel, gasolina, o energía eléctrica para mover la bomba de agua.

CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS

Se adaptan a diferentes condiciones climáticas y de suelos; aunque son más utilizadas donde existen mayores caudales de agua y que permiten una mayor justificación de su uso con rubros agrocomerciales; por tanto también tiene un impacto ambiental en el uso de los recursos hídricos y en las emisiones de gases cuando se trata de bombas operadas con combustibles.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Este tipo de tecnología tiene un impacto negativo al cambio climático por la quema de combustibles fósiles para su operación. Sin embargo, cuando se usa energía hidroeléctrica, por ejemplo en el caso de Costa Rica, el uso de la bomba eléctrica no se considera un efecto negativo al cambio climático.

VENTAJAS

- En muchos casos su tamaño y peso son más reducidos.

- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Según el modelo se pueden instalar en cualquier sitio.
- Tienen rendimiento muy elevado, típicamente en torno al 75%, aumentando a medida que se incrementa la potencia de la máquina.
- Los motores eléctricos no emiten contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro sí emiten contaminantes.

DESVENTAJAS

- Tiene mayores costos de compra, mantenimiento y funcionamiento del equipo.
- Compra constante de combustibles fósiles.
- Necesidad de estar conectado a una red eléctrica.
- Mayores daños de contaminación o efectos ambientales.
- Se requiere de cierta capacidad técnica para funcionamiento y mantenimiento.

MATERIALES E INSTALACIÓN

La implementación de esta tecnología demanda la adquisición de insumos externos como los motores de gasolina o diesel, bomba de agua, mangueras de conducción y de succión. Además, para un sistema mediano de bombeo se requiere:

- 1 Bomba de 5.8 cm y 3.5 HP.
- 7 metros de manguera de succión de 5.8 cm.
- 2 niples stc de 5.8 cm.
- 1 válvula de pozo.
- 92 m de manguera de 5.8 cm.

La implementación de la tecnología no demanda mucha mano de obra para su operación; el mantenimiento del equipo lo puede realizar cualquier persona con un mínimo de entrenamiento ya que éste se centra principalmente en mantener el nivel de combustible adecuado, el cambio de aceite se debe realizar cada 40 horas de trabajo, vigilar que no se presenten fugas tanto de combustible como de aceite y procurar la reducción de fugas de agua por roturas de las mangueras de conducción.

RECURSOS:

- Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). *Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios*. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCOOPERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

Bombeo con energía solar a nivel comunitario

La energía solar fotovoltaica se utiliza para hacer funcionar lámparas eléctricas, para iluminación o para hacer funcionar radios, televisores y otros electrodomésticos de bajo consumo energético, generalmente, en aquellos lugares donde no existe acceso a la red eléctrica convencional.

La energía solar brinda otra solución para el abastecimiento de agua a una comunidad que no tenga electricidad, también el agua puede ser utilizada para regar pequeños huertos o patios familiares. Si la insolación en la zona es suficiente, los paneles fotovoltaicos pueden generar la electricidad requerida para alimentar la bomba y dar agua a la comunidad.

El costo de inversión puede variar según el tamaño de la cobertura que se desea alcanzar, por lo general es un costo elevado pero a través de su vida útil puede ser muy económico. El costo es casi proporcional al tamaño del sistema, por tanto el sistema debe ser lo más pequeño posible para

abastecer la cantidad de agua que se requiere.

Los componentes principales de este sistema son: Arreglo fotovoltaico, pozo, bomba y motor, tanque, y sistema de distribución. Por otra parte, el poder que se requiere para bombear el agua, depende de: Caudal, profundidad del agua, altura del tanque y pérdidas de fricción en la tubería. Todo este sistema tiene un costo variable de acuerdo a la actividad o el uso que se quiere brindar con la energía solar fotovoltaica.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En América Central actualmente este tipo de energía se está utilizando muy poco para fines de riego o producción agroalimentaria, pero si es viable para sistemas de riego por goteo en grandes extensiones en zonas secas o áridas. Al usar una energía limpia se hace un aporte positivo a la adaptación y mitigación al cambio climático.

RECURSOS:

- Biomass Users Network (2002). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*. Biomass Users Network (BUN-CA). -1 ed. - San José, Costa Rica.
- Experiencia comunitaria de Colonia Palmira, Totogalpa. INPRHU, Somoto, Madriz. *Revista Enlace*. Nicaragua, 2012.

TECNOLOGÍA

5.6 Reutilización del agua

El creciente deterioro de los recursos hídricos convencionales procedentes de acuíferos, ríos y lagos ha llevado a un mayor reciclaje de las aguas residuales domésticas y de otros usos no contaminados, ya sea tratadas o sin tratar para el riego. La reutilización del agua para estos fines plantea asuntos de calidad del agua, de salud pública en general y de los trabajadores agrícolas en particular.

Este modelo de gestión del agua es una tendencia reciente en Centroamérica, pero ya existen experiencias de tecnologías sencillas que se pueden replicar a nivel de las familias rurales principalmente para siembra en cultivos del patio o huerto familiar, hortalizas y algunos granos básicos.

En otras regiones del mundo ya se han validado diversos sistemas de dosificación y desinfección

que permiten un uso eficiente del agua y de los nutrientes en los sistemas de riego, siendo sistemas propicios para lograr una mayor producción por metro cuadrado. Este tipo de aguas servidas surge del tratamiento de aguas grises mediante biofiltros o humedales artificiales, que se utilizan en sistemas de riego que se adaptan a las condiciones, el estado del cultivo y el tipo de sustrato requerido por la planta. Un adecuado manejo de las aguas servidas puede convertirse en una herramienta dinámica para contribuir en la producción agrícola y la seguridad alimentaria de los pequeños agricultores y sus familias.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Esta tecnología es compatible con la adaptación al cambio climático y muestra algunos beneficios

potenciales de la reutilización de aguas servidas para la agricultura como los siguientes:

- Conservación y utilización más racional de los recursos de agua dulce, especialmente en las áreas con escasez hídrica.
- Menor contaminación de aguas superficiales.
- Reducción en las necesidades de fertilizantes artificiales.
- Conservación del suelo gracias a la acumulación de humus y prevención de la erosión.
- Contribución a una mejor nutrición y seguridad alimentaria para muchas familias.

Por otro lado la reutilización de las aguas servidas, ofrece tanto una ventaja medioambiental como una económica, pues se convierte en una nueva fuente de agua, contribuye a la reducción de la contaminación al reducir las aportaciones de dióxido de carbono y permite el aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua. De esta forma se evita que los valiosos nutrientes desaparezcan en el medio ambiente y se convierte en un buen ejemplo de la integración del agua y su contribución a la adaptación al cambio climático.

Dentro de las medidas para reutilización de las aguas servidas se destacan:

- El uso de filtros
- La infiltración en el suelo de aguas grises in situ
- Humedales artificiales o estanques artificiales poco profundos a los que se añade plantas acuáticas.
- Evitar la remoción de sedimentos
- Evitar las salpicaduras
- Utilización de filtros sencillos
- Construcción de pequeños diques

BIOFILTROS

Las aguas grises del domicilio familiar desembocan en una única tubería, la cual va a parar directamente en el primer filtro o tambor, consistente de un barril metálico en el que se depositan las aguas grises, previo al paso por una malla-colador en la que se deposita la grasa, que es retirada dos veces a la semana de manera manual. En el primer filtro hay una toma de agua desde la parte inferior, para que las grasas que no hayan sido removidas con la malla, queden en superficie y no continúen el proceso.

El segundo filtro-tambor es una especie de filtro de sedimentación, que tiene en primer lugar una capa de carbón normal (se preferiría emplear car-



bón activado, pero es demasiado caro) y después sucesivas capas de piedras y gravas, desde los elementos más gruesos hasta los más finos, empezando con cantos y acabando con arena.

APORTE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Esta tecnología contribuye a la adaptación al cambio climático ya que permite una reutilización racional del agua y un mejor aprovechamiento del recurso, disminuyendo el impacto sobre los recursos hídricos al hacer un uso más eficiente del mismo.

DESVENTAJAS EN EL USO DE AGUAS RESIDUALES

- Obstrucción de las salidas en el uso de riego con aguas residuales.
- Posible pérdida de valor de mercado de algunos productos por la interrupción del riego.
- Si se usa riego por inundación los trabajadores agrícolas deben usar en sus tareas calzado apropiado y guantes para la cosecha y manipulación de los productos.
- Debe existir rigurosa higiene personal y doméstica.
- Se dan ciertos problemas de malos olores.

RECURSOS:

- García, J.(2010). *Experiencias en prácticas de manejo de aguas servidas para la producción agrícola a pequeña escala. Recomendaciones de políticas públicas en el ámbito local*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (INFO. Santiago de Chile.
- Cartilla para la construcción de un filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo. Disponible <http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/cartilla-filtro-aguas-grises/>



Foto: GWP Centroamérica

6

CONSIDERACIONES FINALES



6.1 Conclusiones generales

- Debido al cambio climático, todos los años América Central experimenta grandes pérdidas humanas, refugiados climáticos e impactos económicos y sociales severos, que disminuyen la capacidad de los países para hacer frente a otros problemas claves como los relacionados con la inseguridad alimentaria, la pobreza y el desarrollo de su infraestructura social y productiva.
- El uso intensivo de energía de origen fósil y la conversión de tierras de bosques a cultivos, la degradación de las cuencas y los acelerados procesos de urbanización, son factores que agudizan las consecuencias del cambio climático en la región.
- Alcanzar la seguridad hídrica constituye en sí un problema fundamental de desarrollo, que es influenciado por la variabilidad climática, por lo que la gestión sostenible del agua debe ser una acción prioritaria para la adaptación al cambio climático.
- El uso de tecnologías eficientes para el uso del agua en la agricultura, son fundamentales para la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria a nivel de la agricultura familiar en Centroamérica, especialmente en los territorios ubicados en el corredor seco.
- La legislación nacional y las estrategias en torno a la seguridad alimentaria y el cambio climático han tomado mayor impulso en la región, lo que es visible con la existencia de nuevas políticas, leyes y programas orientados a la SAN y a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como con diferentes programas o proyectos de agricultura familiar o economía familiar en donde el agua es un factor clave para la producción de alimentos.

- Se ha identificado que en la década de los 80 hasta inicios del presente siglo, se desarrollaron en Centroamérica diferentes programas y proyectos ambientales, agrícolas y de desarrollo rural que dieron énfasis en experimentar, validar o difundir tecnologías sostenibles de suelo y agua; sin embargo, al querer recopilar las experiencias exitosas y más difundidas principalmente en el tema del agua, se encuentra que tanto a nivel institucional como de campo las fuentes de información sobre los efectos positivos de estas experiencias, han sido muy poco documentadas y cuantificadas.
- El desarrollo y aplicación de tecnologías para el uso eficiente del agua no puede ser abordado de manera aislada, sino que debe ser parte de un enfoque integral de conservación de suelos y de agua en apoyo a la seguridad alimentaria y a la adaptación al cambio climático, lo que requiere de una orientación de manejo integral de cultivos, manejo de cuencas y mayor esfuerzo de asociatividad local y relacionamiento y complementariedad institucional en el abordaje de la temática del agua.
- Es necesario documentar los beneficios que se obtienen de la aplicación de las tecnologías de uso eficiente del agua en la agricultura para la adaptación al cambio climático, con el fin de divulgarla entre los gobiernos nacionales, municipalidades, empresa privada y la cooperación externa y así contribuir en una aplicación más amplia de las mismas.
- El medio principal por el cual se manifiestan los impactos del cambio climático es el agua, por lo tanto su gestión sostenible resulta fundamental para lograr la adaptación y la sostenibilidad de las actividades productivas.
- Los países de la región están avanzando en la actualización del marco político y regulatorio para la gestión integrada del agua, el riego y la seguridad alimentaria, como un elemento clave para contribuir a la adaptación al cambio climático.

6.2 Recomendaciones generales

- En América Central es necesario tomar mayores medidas destinadas a implementar una sólida gestión del agua y la seguridad hídrica como acciones que favorecen la adaptación al cambio climático, pues esto contribuirá a reducir la vulnerabilidad de los sectores que dependen de este vital líquido, entre ellos la agricultura.
- Es importante que los proyectos de agricultura sostenible y desarrollo rural incorporen las variables de cambio climático y gestión sostenible del agua, a través de la promoción de tecnologías de uso eficiente del agua y de enfoques de manejo integrado de cuencas, para contribuir de forma efectiva a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.
- Las acciones de adaptación al cambio climático deben incluir una combinación de medidas “duras” de infraestructura y “blandas” de tipo institucional, que faciliten la implementación de estrategias para el uso sostenible del agua, el desarrollo de capacidades y la aplicación de buenas prácticas y tecnologías que conserven el agua, el suelo, la biodiversidad, y que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.
- Dentro de las medidas de adaptación al cambio climático son relevantes diversas prácticas y tecnologías orientadas a racionalizar el uso del agua, dentro de éstas se destacan los métodos de riego por goteo, por aspersión, y los cultivos en secano, los cuales se deben aplicar con base en las condiciones climáticas, socioeconómicas y agroecológicas del sistema productivo.
- Procesos de sensibilización y concientización, son importantes para la adopción de las tecnologías de uso eficiente del agua, pero se requieren de mayores esfuerzos de inversión en infraestructura, equipos y formación humana para crear una cultura de la gestión sostenible e integrada de los recursos hídricos, bajo un enfoque de manejo de ecosistemas y uso racional de los recursos naturales.
- El uso eficiente del agua requiere de una asistencia técnica integral, revalorizar prácticas tradicionales, rescatar cultivos tradicionales resistentes a la sequía, plagas y enfermedades, contar con material vegetativo adecuado y retomar enfoques agroecológicos con base en sus cultivos.

- A nivel local y municipal se debe continuar apoyando y fortaleciendo la formulación, aprobación e implementación de Ordenanzas Municipales, que regulan prácticas como la no quema, incorporación de rastrojos, protección de fuentes de agua, apoyo agroforestal, manejo integral de cuencas y en general un enfoque de innovación del sistema productivo y de gestión del agua que retome enfoques como la compensación por los servicios ambientales hídricos.
- Como parte de las acciones para contribuir a la seguridad alimentaria, adaptación al cambio climático y la seguridad hídrica, es necesario fortalecer los sistemas de gobernanza existentes en la región. Esto incluye promover la elaboración e implementación de marcos políticos y regulatorios sobre estos temas, así como el fortalecimiento institucional a todo nivel, para promover la organización y efectiva participación comunitaria en los procesos de adopción e implementación de prácticas y tecnologías para el uso eficiente del agua a nivel de la agricultura familiar.
- Las tecnologías sostenibles para el uso de agua se deben promocionar dentro de un enfoque de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas (MICH) para que tengan impactos permanentes y efectivos en la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.
- En América Central se demanda de mayor esfuerzo científico y técnico para investigar, validar y valorar la importancia de las tecnologías de uso eficiente del agua y su contribución ante la seguridad alimentaria y en especial sobre cómo contribuyen con la adaptación al cambio climático.
- Es fundamental fortalecer la generación y transferencia de tecnologías a nivel regional, incluyendo la atención y utilización de los conocimientos tradicionales e indígenas relacionados con el recurso agua y la producción agropecuaria, para contribuir de forma efectiva a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL:

Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria, FAO Informe Sobre Temas Hídricos 38. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/018/i3015s/i3015s.pdf>

Agua y Seguridad Alimentaria, FAO. Disponible en http://www.unwater.org/worldwaterday/downloads/WWD2012_BROCHURE_Es.pdf

Agua y Seguridad Alimentaria. Disponible en http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/food_security.shtml

Asociación comunitaria unida por el agua y la agricultura. Programa recursos hídricos. Recuperado de <http://www.acua.org.sv/programas/recursos-hidricos>

Asociación Mundial para el Agua, capítulo Centroamérica. (2011, abril). Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada. Con el apoyo del Programa de Desarrollo de Zonas Fronterizas en América Central, de la Unión Europea y el Banco Centroamericano de Integración Económica. Varios autores, Tegucigalpa, Honduras.

Bendaña, G. (s.f.). Agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua, Acción Contra el Hambre y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura con el apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea.

Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe, FAO. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/captacion-y-almacenamiento-de-agua-de-lluvia/>

Centro Humboldt – Christian Aid. (2011, enero). Mapeo de riesgos, procesos, políticas públicas, y actores asociados al cambio climático en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Compendio de Sistemas y Tecnologías de Saneamiento. Recuperado de <http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/contenido.html>.

Cooperación Suiza para el Desarrollo. (2006, junio). Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios. Serie Técnica Guía 9/2006, Técnica N° 532, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central INTERCO-

PERATION – COSUDE, Managua, Nicaragua.

El desarrollo del microriego en América Central, FAO. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/aj470s/aj470s.pdf>

Estrategia regional de cambio climático. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Sistema de la Integración Centroamericana. Noviembre, 2010. Recuperado de http://elsalvador.usaid.gov/uploaded/mod_documentos/1%20Estrategia%20Regional%20de%20Cambio%20Climatico.pdf

Estrategia y Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. El Salvador, San Salvador. Marzo, 2010. Recuperado de http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/ECA-GIRH%202010.pdf

Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica, 2009-2024. Centroamérica. Mayo, 2008. Recuperado de http://www.ruta.org/documentos_no_indexados/ERAS/ERAS-21-MAYO-FINAL.pdf

Estudio de Caracterización del Corredor Seco Centroamericano. FAO-Unión Europea-Acción contra El Hambre, Tegucigalpa, Honduras. Diciembre, 2012. Recuperado de http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/tomol_corredor_seco.pdf

Evaluación de los flujos de inversión y financiamiento para la mitigación y adaptación al cambio climático. CATIE-Honduras, SERNA-PNUD. Agosto, 2011. Recuperado de http://www.undpcc.org/docs/Investment%20and%20Financiamiento%20flows/I&FF%20reports%20and%20suppl%20information/Honduras/Honduras_Informe_Final__FIF_PNUD_05_12_2011_Editado_for%20upload.pdf

García, J. (2010). Experiencias en prácticas de manejo de aguas servidas para la producción agrícola a pequeña escala. Recomendaciones de políticas públicas en el ámbito local. (INFO), FAO, Santiago de Chile.

Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (2012). Perfil Ambiental de Guatemala, 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Guía de tecnologías apropiadas para la adaptación a cambio climático en vivienda saludable y saneamiento básico para el medio rural. Contrato de Servicios PE/ CNT/0900208.001, Perú. Diciembre, 2009. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/textcom/sct/048036.pdf>

Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2005). Manejo de suelos y agua. Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. PASO-LAC-SAG- FAO –INIA.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2011). Guía metodológica de alternativas técnicas de agua. Guía No. 3, Asistencia técnica, Guías para extensionistas agropecuarios, INTA, FAO- PESA / AECID, Managua, Nicaragua.

López, G., Ardón, M. y Tomas, E. (2006). Cosecha y aprovechamiento de agua y humedad en zonas de trópico seco. Cosecha-Trocaire- Brotfur die Welt-PA-SOLAC. Honduras.

Manuales sobre tecnologías apropiadas. Recuperado de <http://www.alianzaporelagua.org/manuales-sobre-tecnologias-apropiadas.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). Agricultura Mundial: Hacia 2015/2030. (World Agriculture: Towards 2015/2030), Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012, diciembre). Marco estratégico regional para la gestión de riesgos climáticos en el sector agrícola del corredor seco centroamericano. FAO-Unión Europea-Acción contra El Hambre. Tegucigalpa, Honduras.

Pasaporte para integrar el género en los programas de agua, FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/017/i3173s/i3173s.pdf>

Sistemas agroforestales reducen desnutrición y vulnerabilidad ante cambio climático. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/prensa/noticias/sistemas-agroforestales-reducen-desnutricion-y-vulnerabilidad-ante-cambio-climatico>

Tecnologías alternativas en Guatemala. Recuperado de <http://www.lanzanos.com/proyectos/tecnologias-alternativas-en-guatemala>

Vega, E. y Vega, M. (2003). Implicaciones económicas de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica: 1996-2001. Para la Comisión Regional de Recursos Hidráulicos. CIECO, Costa Rica.

Sadoff, C. y Muller, M. (2010, marzo). La Gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: Efectos anticipados y respuestas esenciales. TEC No. 14, Global Water Partnership.

Suadi, J. (2013, abril). Seguridad alimentaria y nutricional en Centroamérica y República Dominicana, tendencias y desafíos. Presentado en la memoria del foro centroamericano y de República Dominicana: Seguridad hídrica y alimentaria, el nexo entre el agua y la producción de alimentos. Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica, Consejo Agropecuario Centroamericano.

Tecnología para combatir sequías. Guatemala. Recuperado de <http://www.dca.gob.gt/index.php/template-features/item/4297-nueva-tecnolog%C3%ADa-para-combatir-las-sequ%C3%ADas.html>

Vega, E. y Vega, M. (2005). Vulnerabilidad ante desastres naturales. ¿Cómo actuar?. CIECO, Costa Rica.

Web CENTA: <http://www.centa.gob.sv/>

World Risk Report 2012. Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS) y The Nature Conservancy (TNC). Disponible en <http://www.ehs.unu.edu/file/get/10487.pdf>

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CARE: Cooperative for American Relief Everywhere (por sus siglas en inglés), Cooperación para la Asistencia en todas partes

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CC: Cambio Climático

CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

CCAW: Conservation of Central American Watersheds (por sus siglas en inglés), Programa de USAID para la Conservación de Cuencas Centroamericanas

CEL: Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

CENTA: Centro Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (El Salvador)

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CEPRENAC: Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central

CESTA: Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical	JICA: Japan International Cooperation Agency (por sus siglas en inglés), Agencia de Cooperación Internacional del Japón
CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	LWR: Lutheran World Relief (por sus siglas en inglés), Asistencia Mundial Luterana
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería
CONAP: Consejo Nacional de Áreas Protegidas	MAGA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
COSUDE: Cooperación Suiza para el Desarrollo	MAGFOR: Ministerio Agropecuario y Forestal
ERAS: Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica 2009-2024	MARENA: Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales (Nicaragua)
ERCC: Estrategia Regional de Cambio Climático	MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (por sus siglas en inglés), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	MDL: Mecanismo para un Desarrollo Limpio
FHIA: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola	MIDINRA: Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria
FOMILENIO: Fondo del Milenio	MIRA: Mitch Integral Reactivation Activities
FUNDE: Fundación Nacional para el Desarrollo	ONG: Organización No Gubernamental
FUSADES: Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social	OPS: Organización Panamericana de la Salud
GCCC: Grupo Consultivo de Cambio Climático	PAES: Programa Ambiental de El Salvador
GEI: Gases de Efecto Invernadero	PASOLAC: Programa de Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central
GRD: Gestión de Riesgos de Desastres	PCaC: Programa Campesino a Campesino
HHF: Huertos Hidropónicos Familiares	PESA: Programa Especial para la Seguridad Alimentaria
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura	PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
INCAP: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá	PRRD: Programa Regional de Reducción de Desastres
INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales	PSA: Pago por Servicios Ambientales
INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria	REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (por sus siglas en inglés), Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
InSAN: Inseguridad alimentaria y nutricional	RRD: Reducción de Riesgos de Desastre
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (por sus siglas en inglés), Panel Intergubernamental de Cambio Climático	SAF: Sistemas Agroforestales
IPH: Índice de Pobreza Humana	SAN: Seguridad Alimentaria y Nutricional
IRA: Infecciones respiratorias agudas	SERNA: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente

SICA: Sistema de Integración Centroamericana

UNA: Universidad Nacional Agraria

UNAG: Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos

UNOP: United Nations Office for Project Services (por sus siglas en inglés), Oficina de Servicio de Proyectos de las Naciones Unidas

UNES: Unidad Ecológica Salvadoreña

USAID: United States Agency for International Development Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

VULSAC: Proyecto Reducción de la Vulnerabilidad del Sector Agropecuario ante las Alteraciones Climáticas.

ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical

GLOSARIO DE TERMINOS¹⁷

Adaptación: Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes.

Adaptación al cambio climático: Se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada.

Agricultura: En sentido ampliado se entiende la producción de cultivos, el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras.

Agricultura familiar: Actividad agrícola caracterizada por depender directa y principalmente de la fuerza de trabajo familiar y por desarrollar la actividad productiva en el lugar de la vivienda de la familia.

Agricultura de secano: Es aquella en la que el ser humano no contribuye con agua, sino que utiliza únicamente la que proviene de la lluvia.

Agua grises: Son desechos de aguas domésticas exceptuando el agua con contenido fecal, pueden ser derivadas del lavabo o lavamanos, lavadora, ducha, etc.

Agua residual: El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. A las aguas residuales también se les llama agua servidas, fecales o cloacales.

Agua servidas: Agua proveniente por uso de baños, preparación de alimentos y utilización de detergentes, en instalaciones de uso doméstico o con características similares. En ocasiones se denominan como Agua residual.

Agua subterránea: Califica a todas las aguas que se encuentran debajo de la superficie del suelo en contacto directo con el suelo o en el subsuelo y que por la gravedad transitan a velocidades variables en las fisuras y los poros en medio saturado o no hacia niveles bajos.

Ambiente: Es el entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

Aporcar: Es cubrir con tierra ciertas plantas, para que se pongan más tiernas y blancas.

Área de recarga acuífera: Son aquellas áreas del terreno, donde el agua se filtra al suelo, que alimenta la zona saturada del acuífero.

Balace hídrico: Es el cálculo de la diferencia en volumen de agua, entre el agua que ingresa a un sistema hídrico, dígase cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica o acuífero, y el agua que sale en un tiempo determinado.

Buenas prácticas: La aplicación del conocimiento disponible a la utilización de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que procuran la viabilidad económica y la estabilidad social.

¹⁷ Glosario basado en los glosarios publicados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC y publicaciones FAO.

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. La CMCC 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".

Canícula: Es la temporada del año en que el calor es más fuerte, tanto en el hemisferio Sur como en el Norte.

Cárcava: Las cárcavas son los socavones producidos en rocas y suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia.

Ciclo hidrológico: Es el proceso por medio del cual, el agua ingresa a la tierra por medio de la lluvia. Luego por medio del calor, el agua de los ríos, de las quebradas, de los lagos, del mar, del suelo y aquel interceptado por las plantas, se evapora. Este vapor de agua al alcanzar las alturas se condensa, formando las nubes. Las nubes en contacto con el frío, hacen que el agua vuelva a caer a la tierra otra vez, en forma de lluvia.

Clima: En sentido estricto, se suele definir el clima como el 'estado medio del tiempo' o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes, durante períodos que pueden ser de meses a miles o millones de años.

Combustibles fósiles: Combustibles basados en carbono de depósitos de carbono fósil, incluidos el petróleo, el gas natural y el carbón.

Cuenca: La zona de drenaje de una corriente, río o lago.

Cuenca hidrográfica: Es un territorio o área geográfica, delimitado por las partes más altas de las montañas, llamadas divisorias de aguas o parte aguas, desde donde el agua al ingresar con las lluvias, drena hacia la parte más baja hasta alcanzar el cauce de las quebradas o ríos pequeños, el agua de estos ríos fluye hacia otros cauces mayores y luego hacia el cauce o río principal. Este último drena sus aguas hacia una cuenca más grande o hacia el mar.

Cuenca hidrológica: Unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas, las cuales drenan superficial o subterráneamente hacia una salida común. Cuando los límites de las aguas subterráneas no coincidan con la línea divisoria de aguas super-

ficiales, dicha delimitación incluirá la proyección de las áreas de recarga de las aguas subterráneas, que fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente.

Deforestación: Es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal y convierte las zonas de bosques en zonas no boscosas.

Desertificación: Degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas, y zonas subhúmedas secas como el resultado de diversos factores, que incluyen variaciones climatológicas y actividades humanas.

Desnutrición: Resultado de la ingesta insuficiente de alimentos para atender continuamente los requisitos dietéticos de energía, también se refiere a la mala absorción de los alimentos o la mala utilización biológica de los nutrientes consumidos.

Ecosistema: Sistema de organismos vivos que interactúan en su entorno físico. Los límites de lo que se puede denominar ecosistema son un poco arbitrarios, y dependen del enfoque, del interés o estudio. Por lo tanto, un ecosistema puede variar desde unas escalas espaciales muy pequeñas hasta, en último término, todo el planeta.

El Niño Oscilación Meridional (ENOM): El Niño, en su sentido original, es una corriente cálida que fluye periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, causando alteraciones en las pesquerías locales. Este fenómeno oceánico se asocia con una fluctuación de las pautas de presión intertropical en la superficie y la circulación en los océanos Pacífico e Índico, llamada Oscilación Meridional, o ENOM.

El Niño consiste en un calentamiento anómalo en gran escala de las aguas superficiales del Océano Pacífico central y oriental que tiene lugar frente a la costa peruana, unido con variaciones en la atmósfera que afectan a las características meteorológicas en una gran parte de la cuenca del Pacífico. Entre las variaciones figura el valor negativo del índice de oscilación meridional (SOI), que expresa la diferencia de presión atmosférica entre el Pacífico oriental y occidental, así como el debilitamiento sostenido de los vientos y el aumento de la nubosidad sobre el Pacífico tropical.

El Niño es el componente oceánico, mientras que la oscilación meridional es el componente atmosférico. Esta combinación da lugar al término ENSO (El Niño Southern Oscillation). El Niño aparece cada 2 a 7 años, con intensidad y duración variables y, por lo general, alcanza su nivel máximo en torno a la Navidad, de donde toma el nombre de El Niño (en referencia al Niño Jesús). Durante el fenómeno se producen variaciones importantes en las temperaturas y en los regímenes pluviales, con efectos positivos o negativos en la agricultura.

Emisiones: En el contexto de cambio climático, se entiende por emisiones a la liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período de tiempo específicos.

Energías renovables: Fuentes de energía que son sostenibles, dentro un marco temporal breve si se compara con los ciclos naturales de la Tierra, e incluyen tecnologías no basadas en el carbono, como la solar, la geotérmica, la hidrológica y la eólica, además de las tecnologías neutras en carbono, como la biomasa.

Erosión: Proceso de retiro y transporte de suelo y roca por obra de fenómenos meteorológicos, desgaste de masa, y la acción de cursos de agua, glaciares, olas, vientos y aguas subterráneas.

Escorrentía superficial: Agua procedente de la lluvia que circula por la superficie y se concentra en los cauces. La escorrentía superficial es función de las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca y está íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.

Fenómenos meteorológicos extremos: Fenómeno raro dentro de su distribución estadística de referencia en un lugar determinado.

Gas de efecto invernadero: Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), y ozono (O_3) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH): Es el mecanismo que aspira reunir a las instituciones de gestión del agua –usualmente fragmentadas– y a los usuarios de la misma, en un proceso de planificación integral, administración de los recursos hídricos y asignación de los mismos, de preferencia a escala de toda la cuenca hidrológica” (GWP, 2000).

Humedad del suelo: Cantidad de agua almacenada dentro o en la superficie de las tierras, que se encuentra disponible para la evaporación.

Hundimiento: Descenso repentino o gradual de la superficie de la tierra con un movimiento horizontal ligero o nulo.

Infiltración: Es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.

Inseguridad alimentaria: Situación en que las personas carecen de acceso garantizado a la canti-

dad suficiente de alimentos inocuos y nutritivos para el crecimiento y desarrollo normales, así como para llevar una vida activa y salud.

Manantial: Conocido como naciente, es la salida natural proveniente de un acuífero.

Mitigación: Intervención humana para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero, producto de las actividades antropogénicas y fomentar los sumideros que capturan dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de la atmósfera.

Mulch: El mulch está formado por diversos materiales que se colocan sobre el suelo para mantener la humedad y mejorar las condiciones del mismo. El uso de mulch es una de las mejores prácticas para reducir la pérdida de agua del suelo, mejorar su estructura y minimizar el crecimiento de hierbas.

Nutrientes: Elementos presentes en las aguas para riego que propician un mejor rendimiento de los cultivos.

Opciones tecnológicas conocidas: Tecnologías que actualmente están en funcionamiento o en fase experimental. No incluyen ningún tipo de nueva tecnología que requiera avances tecnológicos muy importantes.

Protocolo de Kyoto: Es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. El Protocolo de Kyoto se adoptó en el tercer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMCC en 1997 en Kyoto, Japón. Contiene unos compromisos legales vinculantes, además de los incluidos en la CMCC.

Reforestación: Plantación de árboles en tierras que han contenido bosques previamente pero que fueron convertidas a cualquier otro uso.

Regiones áridas: Ecosistemas con menos de 250 mm de precipitación anual.

Regiones semiáridas: Ecosistemas que tienen más de 250 mm de precipitación al año pero que no son muy productivas; normalmente se clasifican de pastizales.

Resiliencia: La capacidad de un sistema para recuperarse o ajustarse frente a los cambios ambientales.

Riego localizado: Técnica de riego mediante la cual el agua procedente del cauce o lugar de almacenamiento se conduce a través de tuberías hasta el cultivo y se libera gota a gota en el lugar donde se ubica la planta. Las técnicas más comunes son el riego por goteo y el riego por burbujas.

Riego por aspersión: Técnica de riego mediante la cual el agua llega a las plantas de forma difuminada.

Riego por goteo: Técnica de riego localizado superficialmente, que implica un importante ahorro de agua por medio de tuberías fabricadas con plástico. El agua se deposita gota a gota en las plantas a través de pequeños agujeros y previene la saturación de suelos.

Riego por inundación: Técnica de riego tradicional mediante la cual el agua procedente del cauce o lugar de almacenamiento, discurre a través de canales hasta la parcela de cultivo mediante gravedad, inundando la zona de plantación. También conocido como riego por anegamiento.

Riego por surcos: Variante del riego por inundación en la que el agua discurre por unos surcos en forma de U o V en el interior de las parcelas de cultivo. Es especialmente adecuado en aquellos cultivos que son sensibles al exceso de humedad.

Riesgo: Una función del impacto esperado o el anuncio de la probabilidad de daños y pérdidas sobre las personas o sobre los medios de vida de éstas de acuerdo al nivel de vulnerabilidad.

Seguridad Alimentaria: La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa.

Seguridad hídrica: Integra la preocupación por el valor intrínseco del agua con su uso para la supervivencia y bienestar del hombre, se orienta a erradicar la responsabilidad fragmentada por el agua e integrar la gestión de los recursos hídricos a través de todos los sectores: finanzas, planificación, agricultura, energía, turismo, industria, educación y salud.

Sequía: Fenómeno que se produce cuando la precipitación ha estado muy por debajo de los niveles normalmente registrados, causando serios desequilibrios hidrológicos que afectan de manera adversa a los sistemas terrestres de producción de recursos.

Tecnología: Una pieza de equipo o técnica para facilitar la realización de una actividad concreta, en agricultura para lograr una producción eficaz y rentable.

Uso consuntivo del agua: Son aquellos usos que extraen o consumen el agua de su lugar de origen (ríos, lagos y aguas subterráneas), sin que se devuelva a su sistema hídrico; algunos ejemplos son agua usada en fabricación, agricultura y preparación de alimentos.

Uso no consuntivo del agua: Corresponde a los usos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua sin extracción o consumo del recurso, por ejemplo: la generación hidroeléctrica, la navegación, la mejora de la calidad del agua, la acuicultura y para fines recreativos.

Variabilidad del clima: La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos, como las desviaciones típicas y la ocurrencia de fenómenos extremos del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados.

Vetiver: La planta de vetiver es una gramínea perenne, existen como 10 especies de gramíneas comunes de la Tribu *Antropogoneae* que se encuentran en las regiones tropicales del mundo y que pertenecen a la subfamilia *Panicoindae* y dentro de estas el pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) que ha demostrado ser ideal para la conservación del suelo y agua, la humedad del suelo y otros usos como en bioremediación, bioingeniería, forrajes, agroforestería, medicinal, artesanía, energía, etc.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o la incapacidad de resistencia de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, de sufrir daños por acción de un fenómeno, peligro o amenaza por ejemplo el cambio climático y los fenómenos extremos.

ACERCA DE GWP

La **Asociación Mundial para el Agua** (GWP, por sus siglas en inglés) es una red internacional de organizaciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos. La visión de GWP es la de un mundo donde la seguridad hídrica esté garantizada y su misión es apoyar a los países en la gestión sostenible de los recursos hídricos a todos los niveles. Fue establecida en 1996 para fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), que es un proceso encargado de promover la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

ACERCA DE FAO

La **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)** es el organismo encargado de liderar los esfuerzos de la comunidad internacional en la lucha contra el hambre en el mundo. La esencia de las actividades de la FAO es alcanzar la seguridad alimentaria para todos, y asegurar que las personas tengan acceso regular a alimentos de buena calidad que les permitan llevar una vida activa y saludable. Los objetivos estratégicos de la FAO son: Contribuir a erradicar el hambre, la inseguridad alimentaria y malnutrición; aumentar la productividad agrícola de manera sostenible; reducir la pobreza rural; fomentar sistemas agrícolas y alimentarios más inclusivos y eficientes; y proteger los medios de vida ante los desastres.



Global Water
Partnership
Central America



www.gwpcentroamerica.org

www.fao.org

ISBN 978-92-5-307930-8



9 789253 079308

I3442S/1/09.13