



Financiado por
la Unión Europea



FIIAPP
COOPERACIÓN ESPAÑOLA



GUÍA PRÁCTICA COMUNITARIA PARA LA SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

MÉXICO



Elaborado por:
Cynthia Madriz Q.
Jorge Rodríguez.
Gustavo Solano.
Asociación ABA.



TABLA DE CONTENIDOS

Guía práctica sobre siembra y cosecha de agua de lluvia	2
Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y siembra y cosecha de agua (SYCA)	2
La siembra y cosecha de agua como una solución basada (SbN) en la naturaleza	3
Consideraciones generales	4
Construcción infraestructura.....	6
Se construye un dique con las siguientes características	6
Manejo y monitoreo de los reservorios de agua de lluvia	11
Infografía Resumen de Siembra y Cosecha de agua de lluvia en México	12
Conceptos Claves	13
Bibliografía consultada	14



1-GUÍA PRÁCTICA SOBRE SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA DE LLUVIA.

La guía de Siembra y cosecha de agua de lluvia propuesta para México pretende ser un documento informativo, en el cual toda persona o grupo social (mujeres, hombres, jóvenes, adultos mayores, entre otros.) de una manera sencilla, pueda contar con un documento de consulta rápida, que les permita tener una base para construir reservorios de siembra y cosecha de agua de lluvia, como una alternativa que permita solventar necesidades de agua a través de infraestructura de bajo costo y rápida construcción, utilizando un legado cultural y técnico heredado por culturas ancestrales como la Inca. La guía práctica es de uso general, pero hace énfasis en el papel de la mujer en su construcción, mantenimiento y beneficios.

Las mujeres han demostrado que ante la adversidad y limitaciones se debe actuar rápidamente y con soluciones que aseguren estabilidad y bienestar familiar, tal es el caso de mejorar la disponibilidad de agua en comunidades donde el estrés hídrico se ha acrecentado en los últimos años, producto del cambio climático. Esto ha afectado con mayor severidad a niños y niñas, mujeres y adultos mayores. Ante esta situación la construcción de reservorios es una alternativa adecuada que podría ser liderada por mujeres o grupos de mujeres.

2-SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

2

Los problemas actuales que se generan de las prácticas inadecuadas de producción y los efectos del cambio climático, principalmente aquellos asociados a la escasez o disponibilidad de agua, se pueden enfrentar con soluciones convencionales o soluciones basadas en la naturaleza (SbN). Las SbN en su concepto más amplio encierra todas aquellas acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen. Sus beneficios son múltiples y se describe en forma resumida en la figura 1.



4

Figura # 1: Fuente: Sexto informe sobre políticas locales de lucha contra el cambio climático.
<https://www.iagua.es/noticias/grupo-inclam/soluciones-basadas-naturaleza-futuro-sostenible-municipios>

Para enfrentar los problemas asociados a la disponibilidad de agua se puede optar por una construcción con insumos naturales (SBN) o con materiales como el cemento, hierro u otros cuya producción puede generar emisiones o impactos secundarios (sistema convencional).

La decisión de usar SBN o el sistema convencional depende de varios factores como: 1) disponibilidad de materiales; 2) topografía; y 3) suelos, entre otros.

Para ilustrar estos dos métodos se presenta la figura 2, desarrollado por la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua donde de modo comparativo se expone lo que son las Soluciones convencionales de Infraestructura Gris versus las Soluciones de Infraestructura Natural o Verde.

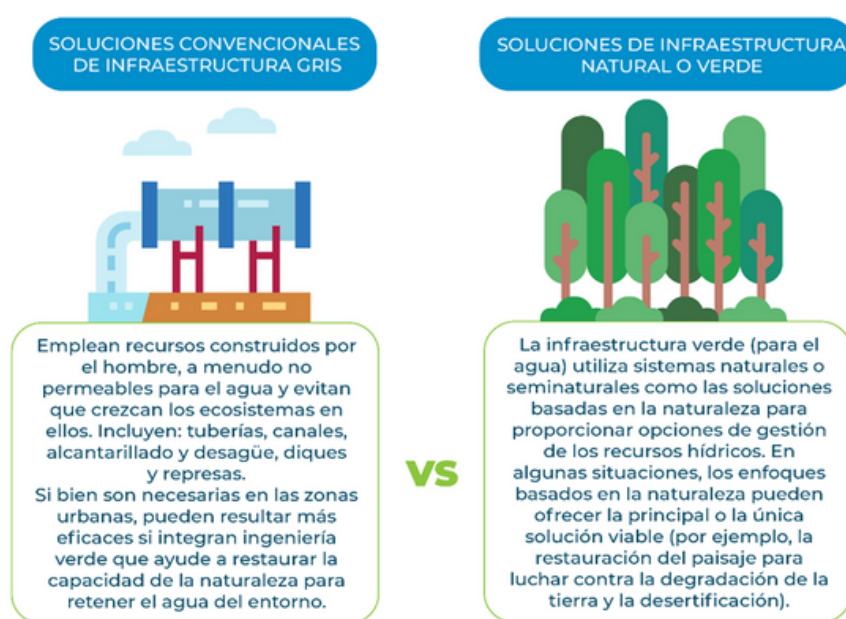


Figura 2: Fuente: <https://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/los-fda-como-solucion/>

La presente guía se concentra en las SBN considerando que las mismas tienen una serie de beneficios como:

- Menores costos de establecimiento.
- Requieren menos tiempo para su establecimiento.
- Menos o nulo impacto sobre el entorno ambiental.
- Sus costos de mantenimiento son menores que obra gris.
- Por qué regeneran o conservan ecosistemas.

3. LA SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA COMO UNA SOLUCIÓN BASADA (SBN) EN LA NATURALEZA.

Las necesidades y presión sobre el recurso agua es cada vez cada mayor, principalmente ante las proyecciones que se derivan de los escenarios de cambio climático. Las sequías e inundaciones han generado grandes pérdidas humanas y económicas y se requiere medidas urgentes que permitan resolver este problema que se agudiza cada día más.

Una de estas medidas es la siembra y cosecha de agua de lluvia, que ha sido desarrollada en Perú a partir de conocimiento ancestrales Incas y cuyo concepto parte de un respeto al agua y su consideración como ser vivo que debe cuidarse. La gestión del agua de lluvia incorpora elementos espirituales, por ello parte del reto es proponer soluciones al déficit hídrico no solamente desde el punto de vista de establecimiento de infraestructura hídrica, sino también desde una perspectiva cultural que asegure los derechos ambientales de poblaciones en condición de vulnerabilidad como las mujeres, quienes por su condición de madres y de responsabilidades con los otros miembros de la familia, se ven afectadas por la falta de agua y las largas distancias donde se encuentran las fuentes de abastecimiento.

- **La siembra de agua:** Se denomina al proceso de recolección de agua de lluvia por medio de infraestructuras que permitan almacenar y fomentar la infiltración el agua, con el objetivo de mejorar el abastecimiento de aguas subterráneas que puedan aflorar en forma de ojos de agua o nacientes. Captar el agua es sembrar agua y aprovechar el agua de los nacientes es cosechar el agua. En la figura 3, se ilustra el sistema desde una perspectiva de territorio.

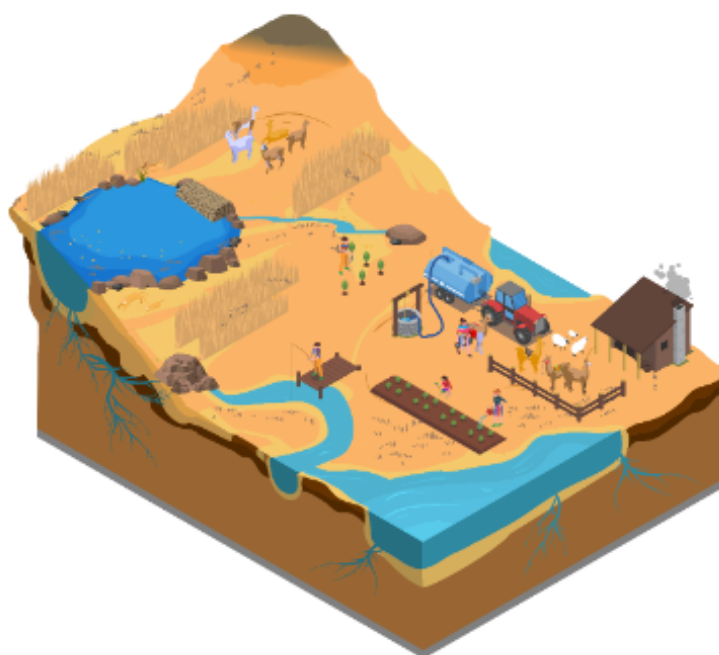


Figura 3: Esquema de Siembra y Cosecha de agua de lluvia.
Fuente: Najar, R. 2022.

4- PASOS A SEGUIR PARA CONSTRUIR UN RESERVORIO DE AGUA DE LLUVIA.

A continuación, se describen las etapas a considerar para construir un reservorio de agua de lluvia.

4.1. Consideraciones generales:

1. **Análisis del marco regulatorio del país:** Se debe tomar en cuenta el entorno político, legal, ambiental y social de cada país, para asegurar que el marco jurídico permita el establecimiento de infraestructuras hídricas a partir de reservorios. El área lineal de construcción permisible es criterio del constructor.

2. Análisis del régimen de precipitación y condiciones climáticas en general: es importante seleccionar sitios que tengan precipitaciones que permitan captar y almacenar agua.
3. Deben contemplarse en la selección, aquellas fincas localizadas en zonas de cuenca alta o media para aprovechar las pendientes del terreno y con ello favorecer la infiltración que genera un aumento de los caudales sub superficiales.
4. Diagnóstico del sitio: Se debe considerar la morfología del terreno, identificando sitios con formaciones tipo “olla natural” en donde la remoción de tierra sobre el sitio sea mínima a la hora de construir el reservorio; se debe analizar además la red de drenajes que se tienen en la zona (ríos, manantiales, nacientes, fuentes de extracción como los pozos, galerías de agua); análisis del régimen de precipitación y de todas las condiciones climáticas presentes en el sitio. Ver figura 4



Figura 4. Topografía ideal para construir un reservorio.
Fuente: Najar, R. 2022.

5. Es importante considerar que en el sitio confluyan aguas de lluvia, es decir que escurra agua que asegure oferta del líquido cuando se den las precipitaciones.
6. Es importante considerar que los terrenos donde se realicen estas infraestructuras no conlleven a un riesgo civil; además debe de establecerse un sistema de salvaguardas que permitan prever posibles colapsos de las estructuras del reservorio que puedan ocasionar desbordamientos, inundaciones, o daños que pongan en riesgo poblados cuencas media y baja, además se deben seleccionar áreas en donde no se tenga que eliminar la cobertura forestal actual.
7. Lagunas que fueron drenadas para cambio de uso como pastizales o cultivos, deben ser priorizadas, ya que permite restaurar ecosistemas.
8. Fincas localizadas cerca de áreas naturales, áreas silvestres protegidas y preferiblemente en corredores biológicos, ello mejora la conectividad y aumenta la capacidad de infiltración del paisaje.
9. Es importante Identificar áreas para establecer reservorios, cercanos a sistemas de producción agropecuaria.

4.2. Construcción infraestructura.

4.2.1. Es necesaria una fase mínima de estudio y análisis del suelo previo a su construcción, que contemple la apertura de un hoyo o calicata, para determinar la presencia de arcilla y otros tipos de suelos.



Figura 5: Calicata: Hoyo que se hace en el suelo como técnica para determinar composición del suelo.
Fuente: Najar. R. 2022.

4.2.2. Se determina dónde se va a construir el dique.



Figura 6: Determinar ubicación del dique.
Fuente: Najar. R. 2022.

4.2.3. Se construye un dique con las siguientes características:

Dique: Los diques son una de las partes más importante a la hora de construir un reservorio de agua de lluvia, ya que permiten embalsar y soportar el volumen necesario de agua y formar lo que constituye realmente el reservorio; de ahí la especial importancia de su diseño y construcción. El dique es un muro de forma trapezoidal, con características básicas como las que se citan a continuación:

- a) deben ser capaces de soportar la presión del agua que se capte en el reservorio.
- b) deben ser impermeables, cabe destacar la importancia de que el suelo sea un suelo constituido principalmente por arcillas, de manera que las infiltraciones se reduzcan y el proceso de infiltrado hacia el sub-suelo sea controlado y gradual.
- c) debe construirse de manera tal, que se eviten desbordamientos de agua por encima del mismo, ya que eso afectaría considerablemente las características originales del dique.

Medidas promedio de la estructura del dique: Las medidas promedio para elaborar un dique para un reservorio, se basan pensando en la forma de un triángulo trapecio como se mencionó anteriormente, en donde se toma inicialmente una “base mayor” o “anchura de base” de siete metros de ancho (7m). Esta medida se comprueba y se define según la “olla” de captación que se haya construido para el reservorio, puede ser en algunos casos más de siete metros, dependerá de las circunstancias reales “in situ”. Y una “base menor (corona)” o “anchura de coronación” de dos metros (2m). Ver figuras 7 y 8.

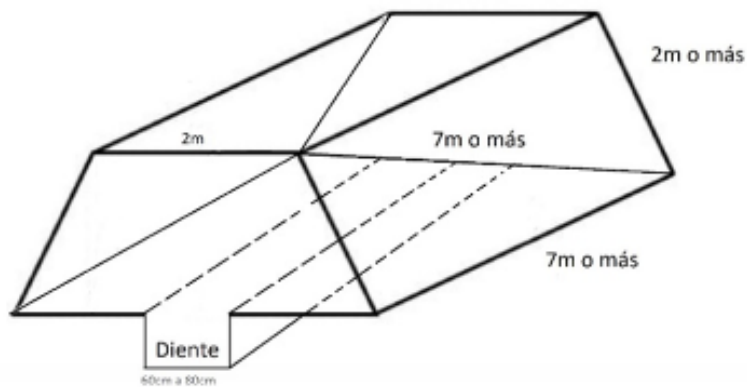


Figura 7: Medidas aproximadas para la construcción de un dique, en reservorios de agua.
Fuente: Madriz, C. 2020

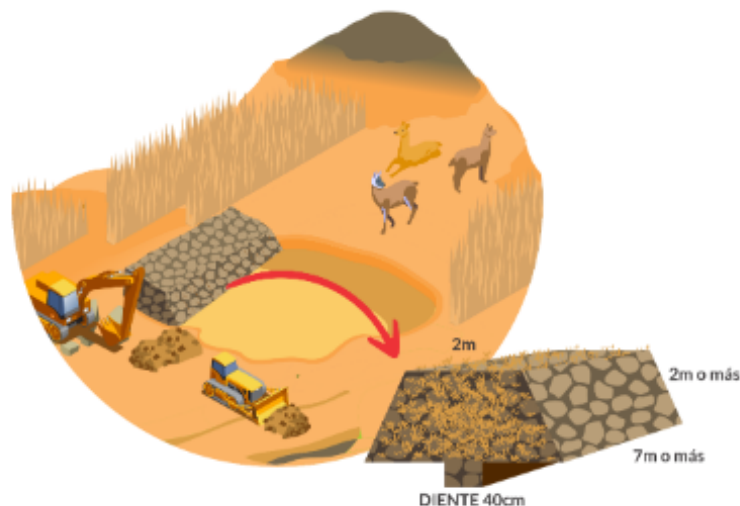


Figura 8: Reservorio de agua de lluvia y la construcción del dique.
Fuente: Najjar. R. 2022.

- **Taludes internos y externos del dique:** El talud interno es la cara que está en contacto directo con el agua del reservorio de agua y la externa es la cara posterior; sus inclinaciones están bajo el criterio de guardar la forma particular de trapecio, para mantener los niveles de filtración en rangos adecuados que eviten fallas por inestabilidad del suelo debido a la presión del agua. Las medidas de los taludes internos y externos también dependerán de la estructura del embalse, ya que éste determinará el alto de la pared del dique, de manera tal que la lámina de agua del reservorio no debe sobrepasar; estas pendientes laterales pueden partir de los dos metros de altura (2m) en promedio. Ver figuras 9, 10, y 11.

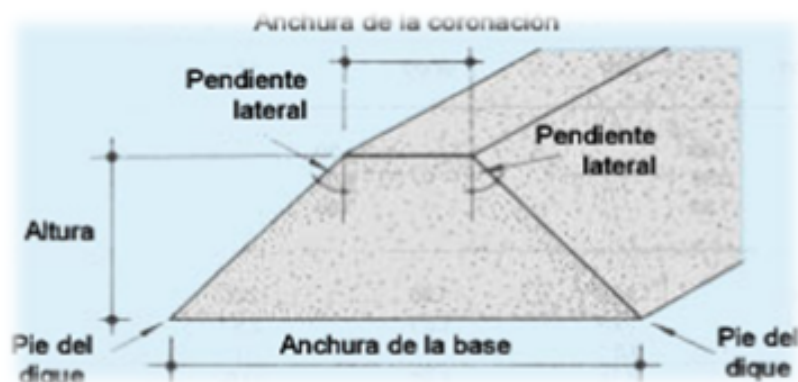


Figura 9: Partes de un dique.

Fuente: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s06.htm



Figura 10: Partes de un dique.

Fuente: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s06.htm.

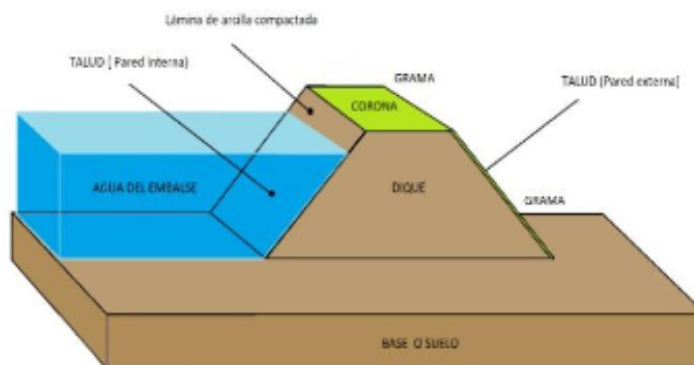


Figura 11: Vista lateral del dique.

Fuente: Madriz, C.2020.

- **Diente o zanja de fijación:** En la base del dique (base de 7m), en el centro de la estructura, internamente se debe hacer un “diente” o “zanja de fijación” aproximadamente de 60 a 80 centímetros con una profundidad no menor a 40 centímetros. Se ubica por debajo de la estructura del dique; el diente ayuda a dar más estabilidad, disminuyendo fallas por la inestabilidad del fondo del suelo conocida también esta inestabilidad como “sifonamiento”. Ver figura 12.



Figura 12: Vista lateral del dique. Zona Guanacaste Costa Rica, 2021.

- **Canal de “desfogue” o de “desagüe”:** Para finalizar el establecimiento del reservorio de agua de lluvia, se construye por último un “canal de desfogue” el cual tiene como función vaciar el agua del embalse de manera controlada, esto para evitar que el agua supere el nivel del dique. El canal de desfogue evita la sobresaturación de aguas provenientes del reservorio de agua. Ver figura 13



Figura 13. Canal de Desfogue.
Fuente: Najar. R. 2022.

- **Maquinaria adecuada:** Contar con maquinaria disponible para la construcción del embalse. Ejemplo: bajock o excavadoras, vagonetas para transportar material que se remueve del área seleccionada, compactadores, chapulín, entre otros). Ver figura 14



Figura 14. Maquinaria usada en construcción de reservorio. Zona Guanacaste, Costa Rica, 2021.

- **Tierra removida en el proceso:** Una vez iniciada la excavación del embalse (“olla de captación”), se recomienda utilizar la tierra removida nuevamente en el embalse para compactación de paredes del mismo, y para la formación de un dique que mantenga y que soporte la presión del agua una vez establecido. Ver figura 15



Figura 15: Excavación del reservorio. Zona Guanacaste, Costa Rica, 2021.

- **Compactación mecánica de las estructuras del dique y del embalse:** En el proceso la compactación mecánica de toda la estructura del reservorio es de suma importancia para asegurar que la contención del mismo sea efectiva. Ver figura 16



Figura # 16. Compactación de estructuras del reservorio por medio de maquinaria. Zona Guanacaste, Costa Rica, 2021.

- Plantar en taludes del dique especies forrajeras:

Se recomienda una vez construida la estructura del dique del reservorio, plantar con especies forrajeras, como pastos, en los taludes externos y corona del dique, y en los taludes internos hasta el nivel del agua aproximadamente. Ya que los pastos ayudan a prevenir la erosión del suelo y a su vez ayudan a mantener las condiciones originales de la estructura del dique. En el caso específico de Perú la utilización de piedra para compactar la estructura del dique ha dado buenos resultados.

NO se debe plantar árboles o arbustos en del dique, ya que las raíces podrían modificar y dañar las condiciones originales del dique, provocando un colapso de la estructura. Ver figura 17 y 18.



Figura # 17. Pastos plantados en “corona” del dique construido en zona de Guanacaste, Costa Rica, 2021.



Figura # 18. Pastos plantados en taludes de reservorio construido en zona de Guanacaste, Costa Rica, 2021.

5 -MANEJO Y MONITOREO DE LOS RESERVORIOS DE AGUA DE LLUVIA.¹

Como medidas de mantenimiento preventivo y correctivo, se recomienda las siguientes:

- Realizar revisiones periódicas de fallas o fracturas que puedan presentarse en el lecho o fondo del reservorio, sus paredes laterales o en el ancho corona

¹.Elaborado por Ing. Fanny Brenes.

7-CONCEPTOS CLAVES:

- Arcilla: Suelo o sedimentos de roca extremadamente pequeñas y lisas. Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y dureza al calentarla por encima de 800 grados centígrados.
- Calicata: Son excavaciones de profundidad pequeña a media. Permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar. Normalmente entrega la información más confiable y completa.
- Cambio climático: Modificación del clima con respecto al historial climático global, debido a causas naturales y por acción del ser humano.
- Cosecha de agua: El agua al infiltrarse llena las venas de la tierra (los mantos acuíferos subterráneos) los cuales, a través de "nacientes u ojos de agua" afloran a la superficie en donde son cosechados para la siembra de cultivos a través de riego, para alimentar al ganado o bien para consumo humano. Siembra y cosecha de agua (es un proceso integrado) de lluvia y su interacción con el recurso suelo.
- Embalse: Espacio donde se acumula agua por la obstrucción en lechos de río, cauces o por una estructura construida por el ser humano. Escorrentía: Agua de lluvia que circula sobre la superficie del suelo.
- Evaporación: Proceso físico del agua que consiste en el paso de un estado líquido hacia un estado gaseoso, por acción del calor.
- Infiltración: Penetración de agua de lluvia en el suelo.
- Sifonamiento: El proceso de sifonamiento puede definirse como una inestabilidad del suelo producida cuando un flujo de agua ascendente, es decir, en sentido contrario al peso del terreno, genera una presión igual a la presión de tierras, anulando, por tanto, la presión efectiva (Geocuantic. 2020).
- Siembra de agua: Es propiciar la captura de agua en las zonas altas de una cuenca, embalsarla para que luego se filtre subterráneamente, asegurando el recurso hídrico en tiempos de sequía y así permitir a los grupos beneficiados adaptarse al cambio climático.
- Talud: Pendiente de un muro más grueso en la parte inferior que en la superior, para que resista la presión de la tierra y del agua. Vertedero o aliviadero: Estructura hidráulica que permite el paso del agua de escurrimiento. Sirve de forma exclusiva para el desagüe.
- Reservorios: Un reservorio para siembra y cosecha de agua de lluvia, por definición es un almacenamiento en tierra que retiene el agua de escurrimiento superficial, producto de las precipitaciones y que puede estar localizado sobre el suelo o parcialmente enterrado.
- Zonas de montaña: Son aquellas zonas cuya altitud e inclinación del terreno crean condiciones especiales que afectan la consecución de las actividades humanas.

8- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- CARE, Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO) (2014). Cosecha de agua para producir y enfrentar las sequías. Managua, Nicaragua.
- Cooperación Suiza en América Central, Guía de selección de sitio y construcción RESERVORIOS.
- Decreto Ejecutivo N° 43100-MINAE -publicado el 25 de octubre del 2021- establece el "Reglamento para la cosecha de lluvia" Costa Rica.
- FAO (2000). Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Chile. FAO (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile.
- INTA, FAO-PESA (2011). Guía metodológica de alternativas técnicas de agua. Nicaragua.
- MONITOREO PARA DETERMINACION DE VARIABLES METEOROLÓGICAS E HIDROPEDOLÓGICAS. Ing. Fanny Brenes Bonilla. 2021.
- PROYECTO GLACIARES, Construcción de diques para la cosecha de agua en lagunas peri glaciares, Perú.
- SERFOR, PERÚ. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIOS ARTESANALES, ZANJAS Y ABREVADEROS.