

TÉCNICAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA EL RIEGO EN LA AGRICULTURA URBANA

Reinaldo Cun González y Ramón Pérez Leira
Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje
iird@ceniai.inf.cu

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su Plan de Plazo Medio 1996-2001 asigna especial atención al agua como recurso fundamental y resalta la importancia de su ordenación racional para aprovechar, al máximo, las posibilidades de producción de los cultivos.

En este sentido, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) conjuntamente con el Ministerio de la Agricultura (MINAG) colaboran en Cuba para fomentar políticas que estimulen el ahorro del agua con el uso de fuentes alternativas para el riego (aguas subterráneas, residuales y de lluvia), con el objetivo de reducir el consumo de agua potable y los consiguientes gastos de extracción, almacenamiento, tratamiento y bombeo.

Con el desarrollo de la Agricultura Urbana, en la producción de vegetales frescos se hace aún más evidente la necesidad de brindarle a los agricultores las mayores posibilidades y conocimientos para que puedan ejecutar sus proyectos productivos mediante recursos propios y sobre bases ecológicamente sostenibles.

Antecedentes históricos

A través de la historia se han utilizado diversas formas de captación de agua de lluvia. Parte de la agricultura, en el Medio Oriente, estuvo basada en técnicas de riego usando cauces escasos de agua. En el desierto de Negev, Israel, se descubrieron sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 4000 años o más, basados en técnicas de microcaptación para el cultivo de árboles. En el siglo XIX, fueron identificados, en el sureste de Túnez técnicas de microcaptación para el cultivo de frutales. Asimismo, en áreas desérticas de Arizona y el noreste de Nuevo México, por lo menos en los últimos 1000 años, se ha practicado el cultivo por inundación de los

ríos mediante el aprovechamiento de las corrientes efímeras. Esta tecnología tiene una serie de variantes que existen desde tiempos remotos en nuestra cultura indígena.

En este trabajo se pretende ofrecer, a los agricultores urbanos y periurbanos, los elementos básicos para adaptar a nuestras condiciones esta idea de origen milenario: *la captación del agua de lluvia*.

Captación de agua de lluvia

El agua de lluvia puede ser captada a través, del flujo de los techos y mediante la escorrentía superficial intermitente o efímera en el suelo. Para la selección de las técnicas específicas de captación de agua hay que considerar los criterios básicos siguientes:

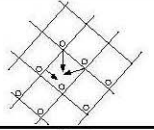
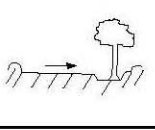
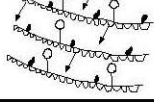
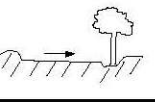


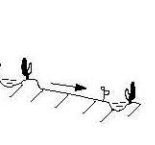
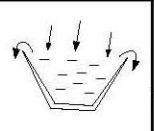
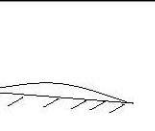
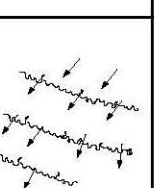
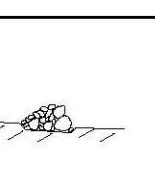
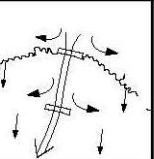
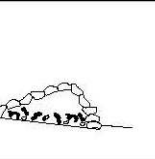


Pendiente: Es un factor geomorfológico que limita la captación de agua de lluvia. No se recomiendan áreas con pendientes mayores de 5%, ya que no se logra una distribución uniforme de la escorrentía y, además, se requieren grandes volúmenes de movimiento de suelos que no son económicos.

Suelos: Deben ser de textura arcillosa o loam arcillosa, profundos, fértiles, con permeabilidad moderada, ya que si la velocidad de infiltración del agua es elevada, la escorrentía superficial es despreciable.

Costo: En la construcción del sistema, no deben ser consideradas aquellas actividades que encarezcan la obra, como lo puede ser el movimiento de suelo y piedra que requiere de una gran cantidad de mano de obra y equipos.

En el cuadro 1 se resumen los sistemas más importantes para la captación de agua de lluvia informados en la bi

Cuadro 1. Resumen de las principales técnicas de captación de agua de lluvia

CLASIFICACIÓN	PRINCIPALES USOS	DESCRIPCIÓN	DONDE SON ADECUADOS	LIMITACIONES		
Microcaptaciones negarim	Técnicas de microcaptación. Área de captación en pendientes cortas	Árboles y pastos	Rejilla cerrada en forma de diamante o abierta en "V" formada por pequeños bordos de tierra con hoyos para infiltración	Para plantación de árboles donde el terreno no es uniforme o cuando se plantan pocos árboles	No de fácil mecanización por lo tanto se limita a pequeña escala. Difícil de cultivar entre líneas de árboles	 
Bordos en contorno	Técnicas de microcaptación. Área de captación en pendientes cortas	Árboles y pastos	Bordos de tierra en contorno espaciado a 5-10m con surco aguas arriba y represas	Para plantación de árboles en gran escala especialmente cuando se hace con maquinaria	No adecuado para terrenos dispares	 
Bordos semicirculares	Técnicas de microcaptación. Área de captación en pendientes cortas	Agostaderos y forraje (también árboles)	Bordos de tierra semicirculares con vertederos hacia el cultivo, en filas y con posiciones alternadas	Uti para resiembra de pastos, cultivos forrajes o árboles en agostaderos o pastizales degradados	No puede mecanizarse, por lo tanto se limita a áreas con mano de obra disponible	
Camellones en contorno	Técnicas de microcaptación. Área de captación en pendientes cortas	Cultivos	Pequeños diques de tierra en contorno espaciados de 1,5 a 3m, con surco aguas arriba con tapas. Terreno de captación sin cultivo entre bordos	Para producción de cultivos en zonas semiáridas especialmente cuando el suelo es fértil y fácil de trabajar	Requiere nuevas técnicas de preparación y de plantación por lo tanto su aceptación puede presentar problemas	 
Bordos trapezoidales	Técnicas de captación externa.(Captación en pendientes largas)	Cultivos	Bordos trapezoidales de tierra para captación de escorrentía proveniente de la captación externa y con desborde alrededor de los extremos laterales del bordo	Ampliamente adecuado (en varios diseños) para producción de cultivos en zonas áridas y semiáridas	Requiere mucha mano de obra ya que la escorrentía superficial no se distribuye uniformemente	 
Bordos de piedra en contorno	Técnicas de captación externa.(Captación en pendientes largas)	Cultivos	Bordos de piedra pequeños construidos en contorno a un espaciado de 15-35m que reducen la velocidad e infiltran la escorrentía superficial	Sistema versátil para producción de cultivos en una gran variedad de situaciones. Fáciles de construir por agricultores de escasos recursos	Sólo es posible cuando existe abundante piedra disponible	 
Presas permeables de piedra	Técnicas de agricultura de inundación	Cultivos	Largas presas de piedra de poca altura cruzando valles para disminuir la velocidad del agua, favorecer su distribución y controlar cárcavas	Adecuado para situaciones donde valles de pendientes suaves comienzan a presentar cárcavas y donde se requiere una mejor distribución del agua	Para sitios muy específicos, necesita bastante piedra y además transporte	 
Bordos escalonados	Técnicas de agricultura de inundación	Cultivos y langostas	Conjunto de bordos de tierra en forma de pierna de perro siguiendo la pendiente, para esparcir el agua de inundación	Para zonas áridas donde el agua se distribuye del cauce a la zona de cultivo o de forraje	No almacena mucha agua y requiere bastante mantenimiento en las primeras etapas después de la construcción	 

bliografía. No son los únicos sistemas conocidos, pero sí los más comunes y productivos.

Captación, a través de los techos

Este sistema facilita la recogida de agua con alta calidad. Es preciso lograr una correcta impermeabilización y uniformidad de las superficies con vistas a incrementar la eficiencia de captación. Se considera una eficiencia de captación aceptable a partir del 75 %. Si los techos son de tejas de barro o fibrocemento resulta muy fácil concebir la recolección por todo el perímetro techado. Si por el contrario, el techo es de placa, entonces se requiere analizar las características específicas del diseño. Por ejemplo, en muchos edificios se utiliza un colector que baja por la pared, en este caso sólo se necesita conectar este colector con la cisterna o depósito destinado a este fin. El área de captación define las dimensiones del reservorio de agua.

Canalización.

Las canaletas pueden ser de materiales diversos. Su función es recoger el escurrimiento de los techos y conducirlo hasta la tubería colectora. Pueden hacerse de tuberías o láminas acanaladas de aluminio, zinc o plástico. El ancho óptimo de estos elementos oscila entre los 20 y 30 cm, con profundidades de 10 a 20 cm. Debe tenerse en cuenta que mientras más cerca del techo se ubique la canaleta, más eficiente será la captación del agua. Debe procurarse una inclinación mínima que favorezca el escurrimiento hacia el tubo colector (Fig 1).

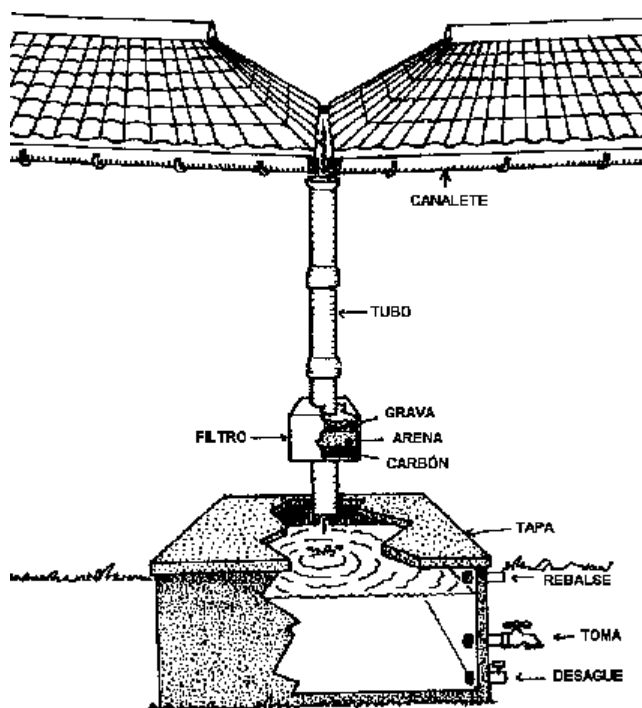


Figura 1. Sistema de captación, conducción, filtrado y almacenamiento del agua de lluvia

Entubamiento y filtración

El entubamiento debe hacerse procurando elegir el punto más bajo del vertimiento de las canaletas y con la menor altura posible hasta el depósito. Pueden utilizarse tuberías de diversos materiales, de diámetro adecuado, para la conducción de todo el volumen recogido.

La función del filtro es eliminar el polvo, hojas y otros materiales que se acumulan en los techos. Para su confección es factible utilizar recipientes plásticos. La calidad del filtrado depende del uso que se le va a dar al agua; para fines agrícolas se puede utilizar una variante de filtrado rápido con capas de grava y arena gruesa sin carbón. Los filtros deben limpiarse, como mínimo, una vez al año.

Depósitos o tanques

Este es el elemento más crítico para el establecimiento de la tecnología; resulta la fase más costosa de toda la instalación y, en ella, se refleja cualquier error de diseño o construcción de los otros elementos. Deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

El depósito o cisterna debe tener una tapa o cubierta que evite la entrada de agentes contaminantes (polvo, animales, insectos) e incluso la luz solar. Ello garantizará la higiene, además de reducir las pérdidas por evaporación.

Debe existir una correcta impermeabilización de las paredes y fondo del mismo para reducir al mínimo las pérdidas por filtración. Una buena eficiencia de almacenamiento se logra con valores superiores al 90 %.

El reboso o aliviadero del tanque debe permitir evacuar los excesos de agua lejos del área o, si es posible, a otro depósito para no desperdiciarlos; así se evitará un ambiente húmedo o encharcamientos en los alrededores.

Las dimensiones a tener en cuenta para diseñar el depósito serán las internas y no las externas.

Los depósitos pueden ser colocados sobre la superficie del terreno o en una excavación, construida de bloques o ladrillos, elementos prefabricados u otros; se pueden utilizar los barriles plásticos.

Los tanques en excavación se construirán distanciados y a niveles más altos que los depósitos sépticos (letrinas, fosas, etc.) para evitar el riesgo de contaminación biológica; deben sobresalir, al menos, 25 cm sobre el suelo. Por conveniencia, se recomiendan tanques amplios y poco profundos (1 - 2 m de profundidad).

Caso de estudio: Ciudad de La Habana

Según datos del Instituto de Meteorología, Ciudad de La Habana presenta un régimen de precipitaciones similar a la media del país, con dos períodos bien diferenciados: Uno lluvioso de mayo a octubre y otro menos lluvioso de noviembre a abril (tabla 1).

$$\frac{Va}{h} = A$$

$$\text{Sustituyendo, } \frac{38.5m^3}{1.75m} = 22 m^2$$

Tabla 1. Comportamiento mensual de la precipitación acumulada y días con valores superiores a los 5 mm

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipit. (mm)	60.5	59.1	53.3	57.9	134.6	215.9	165.9	165.1	183.9	161.1	72.6	52.8	1382.7
Días con lluvia >5 mm	3	2	2	3	5	8	8	7	7	6	3	3	55

Como se observa, en todos los meses ocurren precipitaciones superiores a los 5 mm, cuyas aguas pueden ser colectadas y, por lo tanto, disponer del recurso hídrico para el riego de los cultivos u otras actividades.

Si se cuenta con un área efectiva de captación de agua de 50 m² al año, pueden ser cosechados aproximadamente 51 851.25 litros (51.9 m³) con una eficiencia del 75 %. Es decir, se multiplica la precipitación total (1 382.7 mm) por el área (50 m²) y por el valor de eficiencia considerado aceptable (75 %).

$$\text{Volumen de agua colectada (Va)} = \text{Precipitación Total (Pt)} \times \text{Área de Captación (A)} \times \text{Coeficiente de eficiencia (Ke)}$$

$$Va = 1\,382.7 \text{ mm} \times 50 \text{ m}^2 \times 0.75$$

$$Va = 51\,851.25 \text{ litros} = 51.9 \text{ m}^3$$

Este es el volumen teórico que debe tener, el depósito, para almacenar el agua cosechada durante 1 año. Sin embargo, en la práctica, el cálculo para el diseño de los depósitos se hace sobre la base de la precipitación caída durante el periodo lluvioso (mayo – octubre).

$$Va = 1\,026.5 \text{ mm} \times 50 \text{ m}^2 \times 0.75$$

$$Va = 38\,493.75 \text{ litros} = 38.5 \text{ m}^3$$

Para almacenar 38.5 m³ de agua, se requieren 22 m² de área efectiva de captación (A), si se considera que la altura del depósito (h) es de 1.75 m con el objetivo de dejar 0.25 m por encima de la superficie del suelo.

Si se desprecia, por filtración, 10 % del volumen total cosechado se puede, entonces, disponer de 3 849.3 litros/año, que representa 2 887 litros mensuales, para la limpieza de animales y el riego de plantas.

$$Vt = 100 \%$$

$$Vf = 10 \%$$

Sustituyendo,

$$38\,493 \text{ l} = 100$$

$$Vf = 10$$

$$Vf = 3\,849 \text{ l}$$

Entonces,

$$V_{\text{real}} = V_{\text{total}} - Vf$$

$$V_{\text{real}} = 38\,493 \text{ l} - 3\,849 \text{ l}$$

$$V_{\text{real}} = 34\,644 \text{ l/año}$$

Por cada mes se dispone de:

$$\frac{34\,644 \text{ l}}{12 \text{ meses}} = 2\,887 \text{ l}$$

Para seleccionar una técnica específica se debe considerar, además de los criterios técnicos, las tradiciones culturales y costumbres sociales que prevalezcan en el área de interés, ya que, por encima de todo es necesario que los sistemas sean aprobados por las comunidades donde serán introducidas. Sin la participación y apoyo popular, los proyectos difícilmente tendrán éxito.

La tecnología para la captación de agua de lluvia es especialmente relevante en zonas donde el agua utilizada para la agricultura compite con la de consumo poblacional y en aquellas con déficit evidentes del recurso hídrico. No hay dudas de que estas técnicas, para la cosecha de agua de lluvia, constituyen alternativas útiles.

BIBLIOGRAFÍA

Critchley W.R.S. and Reij, C. 1989. *Water Harvesting for plant production: Part 2, Case studies and conclusions from Sub-Saharan Africa*.

Critchley W. y Klaus S. 1996. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia*. FAO. Santiago, Chile.

Evenari, M., Shanan, L and Tadmor, N.H. 1971. *The Negev, the challenge of a desert*. Harvard University press. Carnbridge, Mass.

INRH. 1998. "Política Ambiental del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos". Ciudad de La Habana.

Pacey, A and Cullis, A. 1986. *Rainwater harvesting; the collection of rainfall and runoff in rural areas*. IT Publications, London, UK.

Radulovich, R., Rodriguez, R. 1994. *Captación de agua de lluvia en el hogar rural*. Serie Técnica, Informe 2, CATIE, Costa Rica.

IIRD

Servicios que oferta

- Investigación y Desarrollo
- Cursos y Adiestramientos
- Consultoría técnica
- Servicios de Proyectos y Construcción
- Accesorios para sistemas de riego

**Por el desarrollo
de la eficiencia
total en el uso del
agua para el riego**

**Instituto de
Investigaciones
de Riego y
Drenaje**

Direc: Ave. Camilo
Cienfuegos y calle 27,
Arroyo Naranjo. Ciudad. de
la Habana, Cuba.
Tels: 91 7482, 91 7595
Fax: (537) 91 1038
Email: iird@ceniai.inf.cu

