

---

## **11. PROPUESTAS FRENTE A LA ESCASEZ DE AGUA: ÁREAS PROTEGIDAS Y ALMACENAMIENTO DE AGUA**

La Orinoquía es una de las zonas de Colombia con mayor pluviosidad, dicha característica ha favorecido la presencia de bosques húmedos que aún cubren gran parte del territorio y permiten una gran diversidad. Las precipitaciones de lluvia varían entre 2.000 y 4.500 milímetros al año, esto representa suficiente agua si se compara con las precipitaciones del altiplano cundiboyacense, que están entre 800 y 900 milímetros al año, esto significa que la región recibe 3 o 4 veces más agua que el centro del país.

A pesar de esas ventajas, ya se están presentando largas y prolongadas sequías en la región, sumado al hecho de que esta es una de las zonas más pobres en abastecimiento de agua potable; dichas sequías podrían afectar no solamente las aguas superficiales y las industrias que dependen de estas, sino también, las aguas subterráneas. Los locales perciben la disminución de las aguas al notar que muchos ríos que eran navegables ya no lo son (Instituto Humboldt, 2018).

El profesor Avellaneda (2014) sostiene que los conflictos ambientales y las sequías están relacionados con cuatro factores: “1) Tres décadas de explotación petrolera, incluyendo no solamente la explotación del petróleo, sino también la sísmica que causa profundización de las aguas y la construcción de oleoductos, 2) Distritos de riego sin regulaciones hídricas para los siempre crecientes cultivos de arroz y palma africana, 3) Tala de bosques en la llanura y en el piedemonte para reemplazarlos por cultivos agroindustriales y para la creación de potreros para el ganado, y 4) Obras de infraestructura como vías, campos petroleros, etc. Que causa desestabilización de las vertientes cordilleranas” (Revista Semana, 2014).

---

Como no es justo presentar solamente los problemas, en las siguientes páginas se plantean algunas posibles soluciones frente a la escasez del agua de la Orinoquía: 1) Aumento de las áreas protegidas, 2) Almacenamiento del agua en el subsuelo y 3) Almacenamiento de agua lluvia en superficie.

### **11.1 Áreas protegidas**

Parte de la solución a los desafíos previamente mencionados está en la creación de áreas protegidas que conectan los páramos con los bosques del piedemonte, con los ríos, y con morichales y esteros hasta los ríos Meta y Orinoco, que cumplen la función de receptores de todas las aguas de la Orinoquía.

Cuando se menciona las áreas protegidas, generalmente se piensa en la preservación de los bosques y la biodiversidad, pero el WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) defiende que con esas zonas no solo se preserva la biodiversidad, sino también, la cultura, en este caso, la cultura llanera que es tan rica e importante en el contexto nacional.

La representante del WWF recuerda que en la Orinoquía colombiana se han identificado 1479 especies de flora, alrededor de 200 mamíferos distintos, 507 tipos de aves, 65 de reptiles, 49 de anfibios y 175 de mariposas (Higgins, 2014). Aún con toda esa riqueza faunística, los ecosistemas de la región se encuentran subrepresentados dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; y, por el contrario, representa el mayor porcentaje de ecosistemas transformados a nivel nacional con un 19 %.

Como se ha reiterado en los otros capítulos, la sabana inundable tiende a tornarse desértica durante el verano y ocasiona la muerte de muchos animales. Aunque esa sequía de cuatro meses hace parte de un ciclo natural, tiene el potencial de incrementarse con los aumentos de temperatura que se espera con el cambio climático producto de la emisión excesiva de gases de efecto

---

invernadero, esos aumentos de temperatura se traducirán en mayor evaporación, lo que significará menos agua superficial.

El desafío es que el desarrollo que se lleva a cabo en la Orinoquía no ha cuantificado el cambio climático, ni las áreas que se deberían proteger por su biodiversidad, por su capacidad para proveer bienes ecosistémicos, ni tampoco se han comprendido bien las dinámicas hidro climatológicas.

Se hace necesario armonizar la agroindustria, la explotación de petróleo y gas, con la organización territorial y con la protección de la biodiversidad. Como todo debe partir del ordenamiento territorial, el uso de la tierra se debe ordenar con criterios de sostenibilidad adicionando las nuevas condiciones del cambio climático y los escenarios futuros.

Porque si las actividades productivas, especialmente las empresariales, se hacen sin una estrategia de conservación, podrían no ser sostenibles, además de causar daños irreparables que tendrían que heredar las generaciones futuras. Cualquiera que sea el modelo económico que se adelante en la Orinoquía, este debe propender por valorar la riqueza ambiental y cultural, además de proteger el agua y la biodiversidad (Higgins, 2014).

La creación de áreas protegidas es una manera de resguardar la biodiversidad, y se convierte en una necesidad prioritaria en la que se pueden considerar varias posibilidades, así: 1) Parques Nacionales, como la Sierra de La Macarena, ubicado al suroccidente del departamento del Meta. Todos los parques no tienen que ser nacionales ni de grandes dimensiones, se puede considerar la creación de parques o reservas de orden departamental y municipal. 2) Bosques nacionales, especialmente hacia el piedemonte. 3) Reservas naturales privadas como las reservas naturales La Aurora y Palmarito. 3) Reservas indígenas. 4) Eco hoteles, etc.

Los grandes hatos y haciendas son buenos candidatos a reservas naturales privadas, las que ya suman más de 57.000 hectáreas, y en Casanare se tienen buenos ejemplos en los hatos: La Aurora, Palmarito, La Esperanza, Las Malvinas, San Pablo y El Boral (Figura 56).

**Figura 56**

*Ubicación de áreas protegidas y reservas naturales privadas*



*Nota.* Modificado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021)

**El Hato La Aurora.** La reserva natural de La Aurora, es un buen ejemplo de un dueño de hato quien observa y se da cuenta de que las legendarias haciendas ganaderas están desapareciendo, que las sabanas ganaderas se han reemplazado por otras industrias, que esas industrias son principalmente monocultivos que deforestan

---

y que dejan sin hogar a cientos de especies, y de paso acaba con buena parte de la centenaria sabiduría llanera.

Así nació la idea de Nelson Barragán Plata de formar la reserva natural La Aurora y el eco hotel Juan Solito, ubicados en Paz de Ariporo (Casanare), con el objeto de preservar el llano tradicional de ganadería extensiva, sin destruir los ecosistemas donde convive el ganado vacuno con la fauna silvestre.

La reserva tiene casi 10.000 hectáreas y alberga más de 40.000 chigüiros, miles de venados, cientos de especies de aves, bastantes reptiles, armadillos, osos hormigueros, zorros, saínos, cerdos silvestres y tortugas, todos ellos dispersos en sabanas, bosques, esteros y corrientes en total estado natural (Revista Semana, 2014).

Las visitas turísticas no solamente permiten observar la flora y la fauna llanera en su estado natural, sino también las labores de ganadería conocidos como los trabajos de llano, la sabiduría relacionada con los usos de diferentes especies de flora, y, sobre todo, maravillarse de los llameantes amaneceres y atardeceres únicos en el mundo (Figura 57).

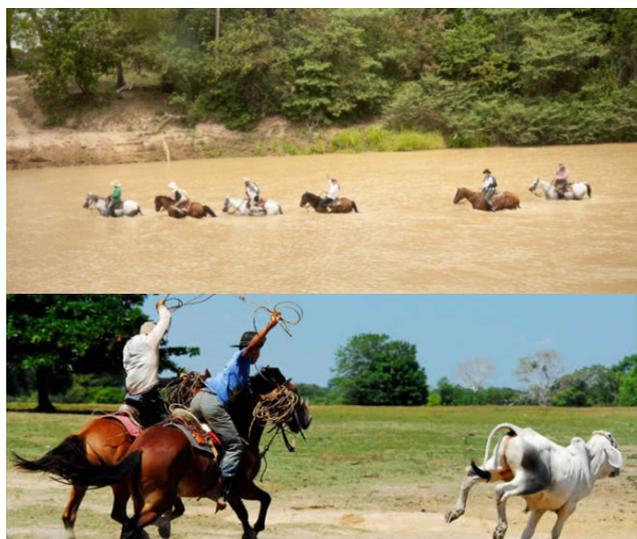
De esta forma, el señor Barragán busca demostrar cómo la ganadería tradicional puede respetar el medioambiente, al mismo tiempo que se aprovecha la biodiversidad y el paisaje para el ecoturismo.

**El Hato Palmarito.** Cuando el dueño del Hato Palmarito ubicado al borde del extremo sur del río Cravo Sur en la población de Orocué, se dio cuenta de que ese paraíso natural estaba siendo rodeado por grandes plantaciones y por la exploración petrolera, decidió registrarlo ante Parques Nacionales como reserva natural de la sociedad civil (Figura 58).

---

### Figura 57

*Trabajos de llano con participación de turistas en el hato-reserva La Aurora*



*Nota.* Revista Semana (2014)

Las más de 2.000 hectáreas de la Fundación Palmarito es una muestra de cómo el sector privado puede ayudar a proteger el patrimonio nacional; pero no solamente preservar, sino también recuperar vastos sectores que han sido degradados.

Este es un buen ejemplo del trabajo conjunto que se debe dar entre los propietarios privados, las comunidades locales y las instituciones públicas. El trabajo de la Fundación se resume en lo que dicen sus encargados: “Nuestro objetivo no es detener el progreso, pero sería un suicidio dejar acabar los ecosistemas” (Revista Semana, 2014).

**Otras reservas en Casanare:** La Aurora y Palmarito no son los únicos, ya que otros hatos también han tomado la iniciativa de convertirse en reservas de la sociedad civil. Entre estos tenemos: **Las Malvinas**, ubicado en el municipio de Orocué, con una extensión de más de 500 hectáreas. **San Pablo**, también en el municipio en Orocué con

---

un área de más de 20.000 hectáreas. **El Boral**, ubicado en la vereda Palmarito de Orocué (Casanare) con un área de 9.000 hectáreas.

**Figura 58**

*Paisajes llaneros en el Hato Palmarito*



*Nota.* Revista Semana (2014)

Por su parte Corporinoquía ha declarado como Distrito de Manejo Integrado las áreas de **San Miguel de Farallones** con una extensión de más de 3.000 hectáreas, y el área de la **Laguna del Tinije** con más de 13.000 hectáreas, ambas en el municipio de Aguazul (Casanare). En el departamento del Vichada; en el municipio de La Primavera, se encuentra **La Laguna de la Primavera**, estimada como ecosistema trascendental de inapreciable valía ambiental de los Llanos Orientales.

Entre Casanare y Arauca se encuentra el **sistema de humedales de Paz de Ariporo – Hato Corozal**, dicho complejo hace parte del gran sistema de humedales del norte de la Orinoquía, representativo de los sistemas de sabanas inundables, claramente, dignos de preservar. **Wisirare** es un humedal cerca de Orocué que encierra dos grandes lagunas de origen antrópico y que forman un importante refugio de aves acuáticas durante el verano.

---

**En el departamento del Meta** se resaltan **La Sierra de la Macarena** que es una serranía aislada con alturas de más de 2 km que marcan la transición entre la Orinoquía y la Amazonía. En donde se encuentra el famoso **Caño Cristales** o “río de los siete colores”. La Macarena hace parte de un sistema ambiental especial que incluye el **Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos y el Parque Nacional Natural Tinigua**.

**En el departamento de Arauca** predomina los **Saladillales**, que son un complejo de sabanas inundables y humedales localizados en la llanura aluvial araucana, entre las municipalidades de Arauca, Puerto Rondón y Cravo Norte. Las pendientes oscilan entre el 1 y 8 % y el paisaje está compuesto por terrazas medias y bajas de origen fluvio-lacustre, planicies de desborde, pequeños bancos con algunos escarceos, zurales disgregados, zonas de drenaje muy pobre y pantanos.

Adicionalmente, se encuentran algunos médanos que constituyen franjas disgregadas y paralelas a las redes de divisoria de aguas de la llanura eólica. De igual forma, sobresale: el Santuario de Flora y Fauna Arauca, Distrito Nacional de Manejo Integrado, y el área protegida con recursos administrados **Cinaruco**.

**Las sabanas inundables del Lipa** son sistemas de humedales ubicados al norte del departamento de Arauca que están compuestos por esteros, lagunas y otros humedales que forma el río Lipa en crecientes y épocas secas. Los sistemas se conectan en épocas de lluvias con la llanura de inundación del río Arauca y el caño Caranal, lo que hace de la zona un lugar con inundación casi permanente.

**En el departamento del Vichada** es importante el **Parque Nacional Natural El Tuparro** que es reservorio de aves, orquídeas, monos, serpientes, caimanes llaneros y delfines rosados de agua dulce (toninas). Sobresalen cerros de altura inferior a 900 m, remanentes del antiguo macizo de Guayana, compuestos de composición cuarzosa; en El Tuparro, resaltan los **Raudales de Maipures** sobre el río Orinoco y en la desembocadura del río Tuparro, donde el río Orinoco se estrecha

---

por 5 Km y su corriente fluye ruidosamente entre rocas gigantescas (Instituto Humboldt, 2018).

En el extremo sur-este de Vichada está la **selva de Matavén**, selva anegada y navegable en la que viven varias tribus indígenas, sobresalen los cerros de piedra que resaltan como islas y que son una ventana a la antiquísima raíz del continente, el Escudo Guayanés.

**En Guainía** es representativo **la estrella fluvial del Inírida y los cerros de Mavecure** que es uno de los lugares megadiversos de Colombia, en ella confluyen los ríos Guaviare, Atabapo e Inírida, que desembocan luego en el río Orinoco; dicha estrella fluvial se considera como uno de las acumulaciones de agua dulce de mayor envergadura en Colombia y en el mundo, y fue declarada zona Ramsar.

Las serranías del Escudo Guayanés son afloramientos graníticos del Escudo de la Guayana, es decir, montículos de roca ígnea conformados por hierro, cuarzo y otros materiales que aparecen, ya sin suelo, desgastados por la erosión. En el Guainía los más famosos son los **cerros de Mavecure**, estos son tepuyes que han sido meteorizados y redondeados a lo largo del tiempo por la lluvia y el viento.

**En Guaviare** está la **serranía de La Lindosa**, que es un rosario de salientes rocosas ubicados entre los ríos Guaviare e Inírida, ubicado en la franja que marca la transición entre la Amazonia y la Orinoquía. Las formaciones rocosas de esta serranía se han erosionado parcialmente y han formado una enmarañada red de cárcavas y escarpes como la **Puerta de Orión**, que tienen como fondo las sabanas naturales. Los escarpes fueron utilizados durante siglos por las tribus indígenas de la zona como refugio rocoso, y sobre las rocas trazaron cientos de pinturas rupestres.

**Conclusiones.** Se espera que los parques y bosques nacionales sigan creciendo, a la par de las iniciativas privadas de preservación. Las reservas existentes se han agrupado en la “Red de Reservas Privadas

---

de la Orinoquía” que pretende unir las iniciativas privadas impulsando el registro de más reservas, y conciliando el desarrollo y la conservación de la ganadería extensiva y sostenible con el ecoturismo.

Cualquiera que sea el modelo de propiedad o administración de las áreas protegidas, o parques nacionales, estas deben propender por: la preservación de animales en riesgo de desaparecer, la iniciativa de la conservación privada, el esfuerzo en combatir el tráfico de especies silvestres, la investigación básica, el monitoreo de especies invasoras, el fortalecimiento y concientización ambiental entre habitantes rurales y urbanos de la Orinoquía, el promover el ecoturismo comunitario en los parques nacionales y reservas privadas, y el brindar la asesoría para el desarrollo de modelos productivos con menor impacto ambiental, que promueva la mejora de la calidad de vida de las poblaciones de la zona (*Ver Anexo: Las maravillas de la Orinoquía*).

## **11.2 Almacenamiento del agua en el subsuelo – recarga artificial de acuíferos**

Como se mencionó en el Capítulo 4, los altos niveles de evapotranspiración en la Orinoquía producto de las altas temperaturas, particularmente en el verano, hacen que el almacenamiento artificial en presas y jagüeyes durante este período, no sea la mejor opción, por lo que se deben considerar otras alternativas. Una de ellas es almacenar el agua en el subsuelo, también conocida como recarga artificial de los acuíferos.

**Definición.** La recarga artificial es una serie de sistemas que posibilitan, mediante esfuerzo antrópico, la infiltración de agua en un acuífero. La recarga del acuífero puede ser directa o inducida. Su implementación incrementa la disponibilidad del recurso acuático y puede mejorar su calidad.

En el caso particular de la Orinoquía, se puede utilizar la recarga artificial para: almacenar agua subterránea a partir de escorrentía, reducir el descenso de los niveles de los acuíferos en lugares con excesivo

---

bombeo, mantener los niveles ecológicos de agua en humedales estratégicos como esteros y lagos, reducir los costos de transporte, almacenamiento y bombeo de agua, aprovechar las propiedades del subsuelo para filtrar aguas residuales y para diluir altos contenidos de contaminantes como nitratos, fosfatos, cloruros y otros.

Articulado a lo anterior, el origen del agua para la recarga artificial podría ser: 1) agua de las corrientes y caños o agua de escorrentía de campos y ciudades, 2) agua residual doméstica, 3) agua procedente de otro acuífero o de manantiales. Dependiendo del origen, se puede considerar cierto grado de tratamiento.

**Información básica.** Para que un proyecto de recarga sea exitoso se debe contar con suficiente información acerca de:

- Litología y aspectos geológicos del acuífero.
- Geometría del acuífero.
- Niveles piezométricos.
- Análisis químicos y de calidad del agua.
- Conocimiento de las constantes o parámetros hidráulicos (permeabilidad, transmisividad, conductividad hidráulica, porosidad efectiva, coeficiente de almacenamiento).
- Conocimiento sobre el flujo regional.
- Ubicación de zonas de recarga y descarga.
- Usos y consumos de agua.
- Balance hídrico.

**Métodos de recarga.** El siguiente paso es determinar los métodos de recarga más apropiados desde la perspectiva técnica y el punto de vista económico (viabilidad). No solamente se deben considerar distintas alternativas de posibilidades de infiltración, sino también, examinar las instalaciones auxiliares, los sistemas de monitoreo, seguimiento y los sistemas de transporte de agua de infiltración. La Tabla 5 presenta los diferentes métodos y sistemas de recarga artificial que se pueden considerar dependiendo del acuífero y de la recarga.

**Tabla 5***Diferentes métodos y sistemas de recarga artificial de acuíferos*

<b>Superficiales</b>	<b>En cauces</b>	Serpenteos y represas	Se trata de aumentar el tiempo y la superficie de contacto entre el agua de escorrentía y el terreno, mediante la construcción de diques o muros de tierra.
		Escarificación	Escarificar o rastrillar la base del río eliminando lodos y mejorando la infiltración.
		Vasos permeables	Son embalses superficiales cuyo piso no es totalmente impermeable.
	<b>Fuera de cauces</b>	Balsas	Son excavaciones alargadas poco profundas y de gran área donde la infiltración se da por el fondo principalmente.
		Fosas	Son similares a las balsas, pero la infiltración es por los flancos.
		Canales	Son excavaciones o conductos de agua profundos que siguen las curvas de nivel del terreno. La infiltración se produce por el piso y por los lados.
		Campos de extensión	Consisten en aspersar agua sobre la superficie del terreno, normalmente mediante riego con grandes aspersores.

<b>En profundidad</b>  Simas y dolinas  Drenes y galerías  Zanjas y pozos	Pozos de inyección	Son pozos de inyección para inyectar agua en el acuífero.
	En los terrenos calcáreos, se pueden utilizar las simas y dolinas para infiltrar agua en el acuífero.	
	En el fondo de un pozo tipo aljibe se hacen drenes y galerías para introducir el agua.	
	Gran excavación de infiltración de poca hondura que se rellena de grava y en la cual se ubican pozos de recarga.	

*Nota.* Tomada textualmente de IGME (2021)

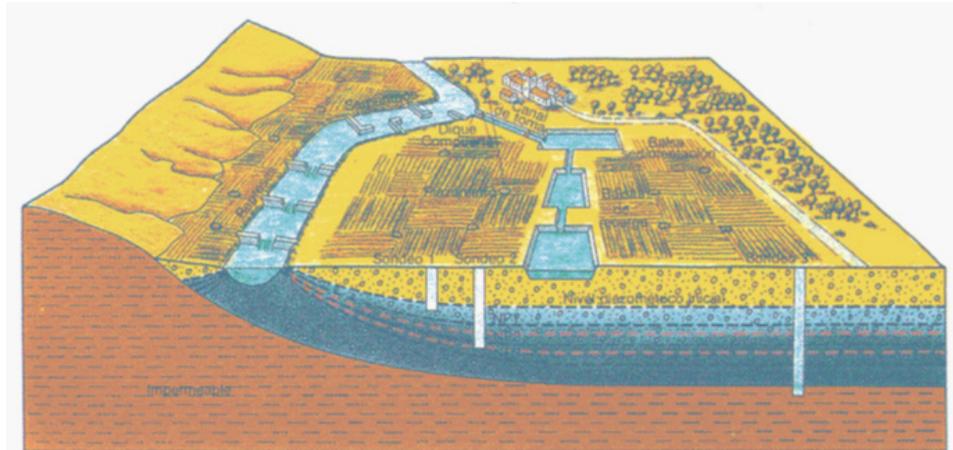
Los métodos de recarga y almacenamiento superficial de agua en el subsuelo son los más prácticos y presentan menos problemas técnicos de recarga profunda.

La Figura 59 presenta un esquema de recarga de acuíferos libres superficiales utilizando canales y balsas donde la infiltración se produce por los lados, y particularmente por el fondo.

---

### Figura 59

Esquema de recarga de acuíferos libres superficiales utilizando canales y balsas



Nota. IGME (2021)

La recarga superficial sería el método óptimo para los acuíferos superficiales de las sabanas de la Orinoquía que son arenosos y freáticos. De esta forma, el agua se almacenaría para épocas de sequía evitando la evaporación del agua, el proceso de filtración también podría ayudar a descontaminar los acuíferos con bajos costos.

La recarga ya se está dando en muchos de los humedales que existen en la región de la Orinoquía, pero esta se podría mejorar e implementar en diferentes áreas, considerando algunas de las opciones presentadas en la Tabla 5.

### 11.3 La cosecha de agua – almacenamiento de agua en superficie

Cosechar agua es utilizar, acumular o represar toda la cantidad de agua posible producida en tiempos de lluvia, para así tener almacenamiento para proveer las necesidades en los períodos de verano o secos. La cosecha de agua es la acumulación de agua lluvia para usarse en la vida diaria.

---

Este tipo de obtención de este recurso ayuda a reducir la explotación de los acuíferos superficiales o libres, ya que deja de usar el agua que se obtiene de manera convencional y en cambio utiliza la que proviene de las lluvias en actividades como regar las plantas, o limpiar los baños, entre otros. En la actualidad esta forma de obtener agua es cada vez más común en climas áridos y secos que es donde más escasea el agua.

El cosechar el agua lluvia podría disminuir en cerca de un 50% el agua potable que se usa en una casa diariamente. La recolección del líquido puede ser muy básica o más complicada en función de los recursos disponibles. La transformación que subyace a estas prácticas, comienza desde colocar contenedores o canaletas en los tejados o jardines para recogerla y poder utilizarla posteriormente.

También se puede organizar un sistema de recolección que consiste en canales y bajantes que recogen el agua de lluvia que viene del techo y pasa por un filtro para eliminar parte de los sedimentos que contiene y posteriormente almacenarla en un tanque (Figura 60).

**Figura 60**

*Recolección del agua lluvia que cae al techo y es conducida hasta un tanque de almacenamiento*



---

## **Ventajas**

1. Permite que los hogares que no tienen una fuente de agua confiable puedan tener una.
2. Disminuye el uso diario de agua en los hogares.
3. Reduce el consumo de agua potable en actividades diarias.
4. Reduce el impacto ambiental y la huella hidrogeológica que generan los humanos.
5. Disminuye el uso de los acuíferos superficiales o libres.
6. Aunque generalmente no es potable, se puede utilizar en otras cosas como jardines y baños.

## **Desventajas**

1. En algunos lugares puede resultar costoso instalar los sistemas de recolectar y almacenar el agua lluvia.
2. Si solo llueve en una o dos épocas del año; por lo tanto, se reduce la posibilidad de almacenar agua.
3. En lo posible, el agua lluvia cosechada no se debe utilizar como agua potable por los contaminantes en la atmósfera y en el techo, por lo tanto, sus usos deben ser limitados.
4. No es fácil sobrevivir solamente con el agua cosechada de la lluvia, ya que se requerirían grandes contenedores para almacenar toda el agua que consumiría un individuo.

La cantidad de agua lluvia puede parecer muy poca para almacenar, pero se ha encontrado que un (1) milímetro (mm) de lluvia caída en 1 metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de captación (techo) produce un litro de agua acumulada; por lo tanto, si caen 100 mm en un techo que tiene 30 m<sup>2</sup> producirá 3.000 litros de agua que se pueden almacenar y utilizar.

Finalmente, el total de agua que se podría acopiar, dependería del área del techo de la casa y de la precipitación en esa zona. Para conocer la precipitación del sector se puede consultar a la oficina meteorológica. En el caso de Colombia se puede revisar la página web del IDEAM donde se obtiene de forma gratuita dichos valores de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio de

---

interés. En la Orinoquía, la precipitación promedio durante el año es de 2.000 a 2.500 mm; pero en la época seca (diciembre-marzo), puede reducirse a cerca de 200 mm. En el Capítulo 4 se explica los cambios de precipitación a través del año en la región.

Es pertinente aclarar que, por razones de higiene, se acostumbra a no utilizar la primera lluvia y dejar que esta limpie la suciedad y polvo acumulado en el techo; por lo tanto, la captación se haría a partir de la segunda lluvia. En algunos países como Chile, no solo se recolecta la lluvia que cae al techo, sino también la niebla y la lluvia utilizando redes atrapa nieblas y atrapa lluvias.

Si se decide cosechar el agua lluvia, es porque la región es realmente seca y el agua se considera escasa y vital; por está razón, las otras opciones de conseguir agua están descartadas. La mejor utilización de la cosecha del agua es para regadío que se puede maximizar cultivando en invernaderos e irrigando las plantas con sistemas de goteo.

El costo de estos sistemas de captura de agua está limitado a los tanques colectores, los tubos, canales de captación y transporte del líquido vital. Si el agua recolectada se utiliza para riego no habría necesidad de filtrarla, pero si se usa para lavar ropa, sería necesario hacerlo; y si se emplea para el consumo humano, es necesario potabilizarla mediante filtros de arena y adición de cloro.

Los métodos más prácticos y económicos para la recolección de agua lluvia son aquellos en los que se utiliza la gravedad para la conducción del agua, y así, evitar los costos extras de tener una motobomba (Figura 60).

Para finalizar, es importante referir que entre las personas que han utilizado exitosamente este método de captación, se hace evidente el sentimiento de autosuficiencia al obtener resultados e ingresos extra, gracias al uso de un recurso que de otra manera se habría perdido.

