

## GALERIAS FILTRANTES PARA SUBIRRIGACIÓN, BRASIL

*Aderaldo de Souza Silva, Ing. Agr. M.Sc. Investigador en Manejo de Suelo y Agua;*

*Everaldo Rocha Porto, Ing. Agr. Ph.D. Investigador en Manejo de Suelo y Agua;*

*Luis Henrique de Oliveira Lopes, Ing. Agr. M.Sc. Investigador.*

*EMBRAPA/CPATSA, Petrolina-PE, Brasil.*

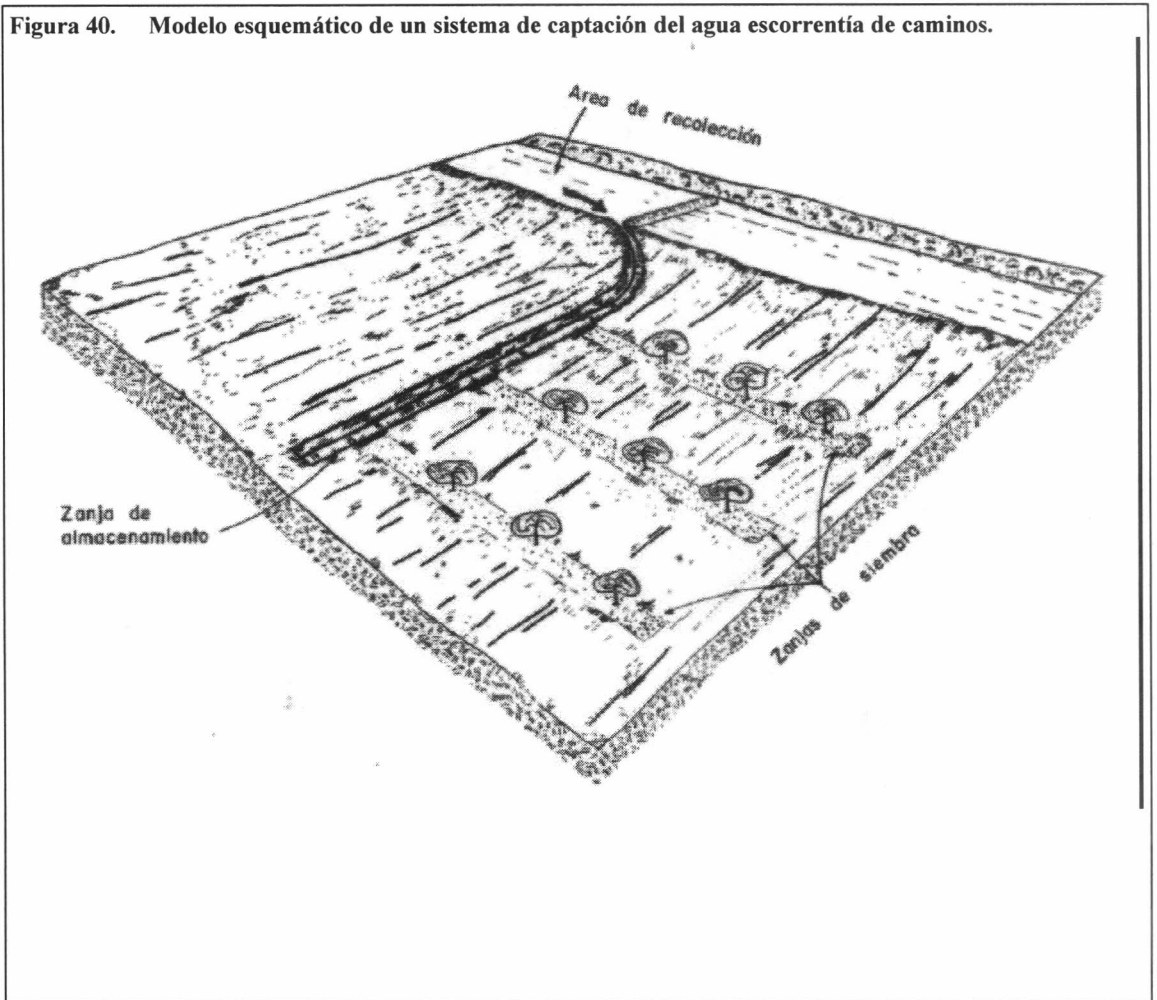
### *Antecedentes históricos*

El arte de recolectar agua de lluvia es milenario (National Academy of Science, 1974). Antiguamente, en la edad de bronce, se ampliaba la escorrentía superficial a través del aplanamiento de la superficie del suelo en las partes altas; ésta, era conducida por canales hacia las partes bajas y utilizada para la agricultura. Desde aquellos tiempos, se observaba también que los caminos tenían una gran capacidad de producir caudales significativos; sin embargo, sólo desde los años cincuenta, es que en Australia (Public Works Department of Western Australia, 1956), se empezó a estudiar científicamente la utilización de carreteras y caminos como una estrategia para la inducción del aprovechamiento de la escorrentía superficial. A propósito, millones de acres fueron recortados por carreteras con el objetivo de recoger agua de lluvia para los agricultores de ese país; pero, debido a la necesidad de sus pobladores, esa agua era almacenada en reservorios superficiales y tanques utilizándose en gran parte para consumo humano y animal; y, en raros casos, para cultivos. Actualmente existen experiencias de esta práctica con diferentes configuraciones en varios países como México, Israel y Brasil.

### *Aspectos técnicos*

#### Descripción

Normalmente, a lo largo de las carreteras y caminos se pierden grandes volúmenes de agua de lluvia por escorrentía superficial. El Sistema de Aprovechamiento de la Escorrentía Superficial por medio de Galerías Filtrantes para Subirrigación (SAES-GFS), consiste en la reconducción de esta escorrentía a través de canales que la transportan, por gravedad, hacia áreas de cultivo dejando el agua almacenada en el perfil del suelo, en galerías donde la infiltración ha sido previamente mejorada. Este sistema está constituido por tres componentes básicos: un área de recolección del agua de lluvia, un sistema de subirrigación consistente en una zanja de almacenamiento y una zanja de siembra (**figura 40**).

**Figura 40. Modelo esquemático de un sistema de captación del agua escorrentía de caminos.**

### Área de recolección del agua de lluvia

El área de captación generalmente la constituyen las carreteras que comunican a las unidades de producción con los municipios circunvecinos; y, en mayor parte, los caminos de servicio que día a día son recorridos por los agricultores y sus familias. También son contribuyentes de esta área las redes de drenaje naturales o artificiales existentes en las fincas. El agua recolectada es conducida artificialmente hacia una zanja principal de almacenamiento.

### Zanja de almacenamiento

Es un canal de tierra de 1 m de ancho, 1 m de profundidad y de longitud variable, con la función de recibir la escorrentía proveniente del área de recolección y conducirla hacia el área de siembra. Se debe construir sobre una curva a nivel con pendiente no mayor del 1%. En el inicio, debe tener un dissipador de energía construido con piedras u otros obstáculos que sirven para disminuir la velocidad del agua de escorrentía y, por consiguiente, la erosión hídrica, principalmente en carreteras con capacidad de producir intensa escorrentía. La longitud de la zanja varía en función del número de hileras que tenga el huerto y es determinada por la localización de la última de éstas.

### Zanjas de siembra

Perpendicularmente a la zanja de almacenamiento se construyen las acequias, zanjas o galerías de infiltración, espaciadas de acuerdo al espaciamiento entre plantas. El número total de zanjas depende del área con se cuente para la siembra y la posición de cada una de ellas está definida por la curva de nivel en que se encuentren, con una pendiente que va de 0,5 a 1,0%. El ancho de cada zanja es 1,0 m y la profundidad no menor de 1,3 m.

Si el suelo destinado para la siembra no tuviese buenas condiciones físicas, es importante crearlas. En este caso, se excava la zanja hasta la profundidad máxima deseada; el material removido es mezclado con materia orgánica en proporción que va del 20 al 25% y nuevamente colocado en su lugar. Con esta práctica, se incrementa la conductividad hidráulica y la capacidad de retención de humedad en el suelo donde se va a sembrar.

Los extremos de las zanjas de infiltración deben ser cerrados, en la parte posterior por el propio suelo y, en la parte anterior por paredes construidas con bloques de cemento o ladrillos de barro agujereados para permitir el paso del agua a través de los mismos. La **figura 41**, muestra en detalle, las zanjas de siembra.

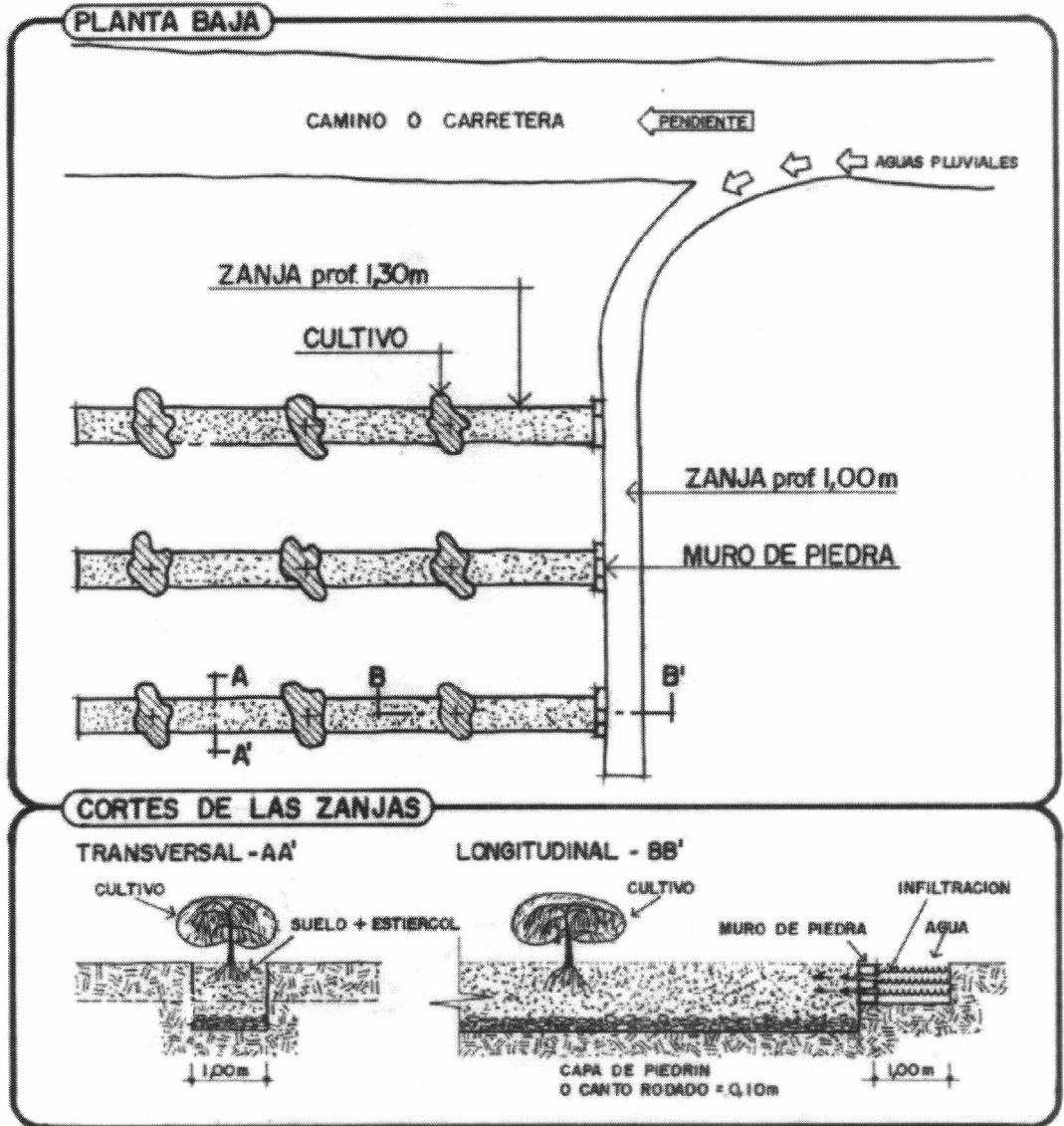
### Objetivos

Aprovechar racionalmente, parte del volumen de agua de lluvia que escurre anualmente sobre la superficie del suelo en las carreteras y caminos para incrementar el contenido de humedad en la zona del sistema radicular de los cultivos arbóreos por un período mas prolongado; atendiendo la demanda evapotranspirativa, por lo menos dos o tres meses después que las lluvias hayan terminado y garantizar la permanencia de los árboles durante todo el año.

### Ubicación y selección del sitio

El área de recolección, zanja de almacenamiento y zanjas de siembra, constituyen una infraestructura hídrica que da soporte al desarrollo de árboles frutales caseros en el medio rural, a nivel de pequeños agricultores. La finalidad principal del SAES-GFS, es hacer posible la producción de especies frutales en regiones agroecológicas con precipitaciones anuales alrededor de los 350 mm.

Figura 41 Esquema de sistema de captación del agua de escorrentía de caminos a través de galerías filtrantes para cultivos frutales, en el que se muestran en detalle, la zanja de almacenamiento y las zanjas de siembra.



Uno de los elementos más importantes para el éxito de esta tecnología es la capacidad de retención de humedad del suelo; por lo tanto, el conocimiento de su contenido de arcilla es

indispensable para la toma de decisiones en cuanto a la implantación o no del sistema. Es necesario que el contenido de arcilla en estos suelos no sea menor de 20%.

La implantación de este sistema, requiere una gran cantidad de mano de obra, principalmente si el suelo es pedregoso. Por lo tanto, es recomendable que sea introducido en programas de emergencia como estrategia para la generación de empleo en las zonas rurales.

Estudios realizados en los últimos 8 años, han demostrado resultados altamente promisorios con evaporación media anual de 2 850 mm en áreas con precipitaciones promedio anuales de 350 mm, principalmente con cultivos de marañón (*Anacardium occidentale L.*), acerola (*Malpighia glabra*), guanaba o guanábana (*Annona muricata*), limón (*Citrus latifolia*) y mango (*Manguífera indica L.*).

### Diseño

El dimensionamiento del SAES-GFS está implícito en la determinación del volumen total de agua necesaria para el almacenamiento en las zanjas de infiltración y estas, a su vez, con el número de frutales que se pretende explotar, además del dimensionamiento del área de captación del agua de lluvia.

A continuación se describen las necesidades básicas y características de un huerto frutal casero más común:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Número de hileras (NH)                                    | 7,0                   |
| Espaciamiento entre hileras (EH)                          | 8,0 m                 |
| Número de frutales por hilera (NFH)                       | 4,0                   |
| Espaciamiento entre frutales (EF)                         | 6,0 m                 |
| Número total de frutales (NTF)                            | 28,0                  |
| Longitud de la zanja (LZ)                                 | 24,0 m                |
| Area total del huerto (ATH)                               | 1152,0 m <sup>2</sup> |
| Profundidad de las zanjas (PZ)                            | 1,3 m                 |
| Ancho de las zanjas (AZ)                                  | 1,0 m                 |
| Capacidad de campo de la mezcla de suelo en la zanja (CC) | 0,3                   |
| Eficiencia en utilización del agua (EUA)                  | 70,0%                 |

### Volumen total de agua (VTA)

El dimensionamiento del total de agua está en función de la capacidad de almacenamiento de cada zanja, en metros cúbicos y del número total (NT) de zanjas en el huerto. Se debe considerar una pérdida de agua en la conducción del 10%. El volumen total es expresado en metros cúbicos por medio de la siguiente ecuación:

$$VTA = \frac{(LZ \times AZ \times PZ \times CC \times NH)}{EUA}$$

Sustituyendo los valores, se tiene:

$$VTA = \frac{(24,0m \times 1,0m \times 1,3m \times 0,3m \times 7,0)}{0,7}$$

$$VTA = 93,6 \approx 94m^3$$

### Area de Recolección (AR)

El área de recolección o captación se dimensiona en función del VTA, de la eficiencia de la escorrentía superficial (C) (**cuadro 14**), y de la precipitación anual a nivel del 50% de posibilidad de ocurrencia (P).

**CUADRO 14. Valores medios del coeficiente de escorrentía superficial (C) para diferentes coberturas.**

| Tipo de Cobertura                  | C   |
|------------------------------------|-----|
| PVC flexible de 1.0 mm             | 0,9 |
| Mezcla de cemento y arena          | 0,8 |
| Asfalto                            | 0,8 |
| Drenes de tierra                   | 0,6 |
| Carreteras y caminos de terracería | 0,5 |
| Suelo desnudo                      | 0,2 |
| Forrajes y drenes                  | 0,2 |

El cálculo del tamaño del área que se necesita para recolectar el total de agua deseado se hace de la siguiente manera:

$$AR = \frac{VTA}{P \times C}$$

### **Ejemplo 1:**

Para determinar el área de recolección necesaria para un huerto frutal, se considera una carretera de terracería de 3,0 m de ancho; se tienen datos de precipitación esperada con 50% de probabilidad de ocurrencia de 350 mm anuales. El volumen total de agua (VTA) necesario es de 94 m<sup>3</sup>.

$$AR = \frac{94m^3}{0,35m \times 0,5}$$

$$AR = 537m^2$$

Como la carretera tiene 3,0 m de ancho, el largo del área para atender las necesidades de agua del huerto es de:

$$AR = \text{largo (m)} \times \text{ancho (m)}$$

de donde:

$$\text{Largo} = \frac{AR(m^2)}{\text{ancho}(m)}$$

$$\text{Largo} = \frac{537m^2}{3m} = 17m \approx 180m$$

### Trazo

Efectuados los cálculos que determinan la dimensión del sistema, el próximo paso es realizar el trazo en el campo.

En primer lugar, se establece el área de recolección, marcando con piquetes el largo de la misma. Luego, partiendo del final del área de captación, por tanteo, se establece la curva de nivel con pendiente no mayor al 1% que servirá como zanja de almacenamiento. Es importante que la misma esté lo más próximo posible a las zanjas de siembra lo que permite una reducción en las pérdidas de agua en la conducción del caudal. Se debe también verificar la dificultad para la excavación en esta área; si el suelo es muy pedregoso, la utilización de mano de obra será mayor.

Enseguida, partiendo del trazo de la zanja de almacenamiento, se hace la demarcación de las zanjas de siembra. Estas deben estar al mismo nivel de la zanja de almacenamiento o más abajo puesto que la conducción del agua en las mismas será por gravedad. El fondo de las otras acequias debe coincidir, de preferencia, con una capa impermeable.

Las zanjas de siembra deben ser establecidas en áreas donde el suelo presente buenas condiciones para el cultivo. La pendiente en estas debe ser de 0,8 a 1,0%. No hay que olvidar la verificación del contenido de arcilla y la profundidad del suelo en esta área. Estos dos elementos son los responsables de la capacidad de retención de humedad en el perfil.

### Construcción

La construcción del sistema de galerías filtrantes debe iniciarse con el área de recolección. Una vez demarcada en el campo, se debe tratar de disminuir todas las irregularidades que pudieran existir en su superficie. La importancia de esto es que evita que parte del agua de lluvia se quede almacenada en algunas depresiones.

En general, los caminos son construidos de tal forma que el agua que cae sobre ellas no se empoza sino que escurre hacia las orillas donde se localizan los drenes recolectores o cunetas. Dependiendo de la pendiente del terreno y de la intensidad de la lluvia, el volumen de escorrentía que se obtiene es grande.

En caminos de tierra, al final del área de recolección, el caudal de escorrentía debe ser interceptado por un pequeño bordo de tierra o dique de aproximadamente 0,5 m de altura al final del cual inicia la zanja de almacenamiento.

La zanja de almacenamiento debe tener una pendiente de 0,8 a 1,0%, 1 m de ancho y 1 m de profundidad. El largo depende de la distancia existente entre la captación y el área de siembra. Cuando el volumen de agua fuere muy grande, se recomienda incrementar el ancho de esta zanja.

La excavación de las zanjas de siembra debe tener como límite de profundidad la capa impermeable, pero nunca debe ser menor de 1,3 m. Estas zanjas deben tener una pendiente de 0,8 a 1%. Es muy importante que se coloque en el fondo de las mismas, una capa de 0,05 a 0,10 m de cantos rodados, piedrín o cascajo. El objetivo de esta capa de piedra es aumentar la velocidad del flujo del agua hasta el final de la zanja de siembra cuando la zanja de almacenamiento esté llena y que la distribución de la humedad en el perfil del suelo sea más uniforme. Esto se debe a que en esta área se formará una napa freática que ascenderá por capilaridad hasta las capas más superficiales.

El próximo paso es cerrar la entrada de las zanjas por medio de una pared de bloc de cemento o ladrillo de barro, construida desde el fondo de la zanja hasta la superficie del suelo con el objetivo de no permitir que, una vez llenas las zanjas de siembra, la mezcla de suelo caiga hacia la zanja de almacenamiento. En la colocación de los bloques o ladrillos se deben dejar espacios vacíos para permitir que el agua de la zanja de almacenamiento pase a través de ellos hacia las zanjas de siembra.

El material que se remueve durante la excavación se debe mezclar con materia orgánica, de preferencia estiércol para colocarse nuevamente dentro de la zanja, arriba de la capa de canto rodado o piedrín. Este relleno debe hacerse hasta alcanzar una altura de 0,10 m sobre la superficie del suelo; pues, pasados unos días, estará nuevamente a nivel.

Por último, se efectúa la siembra de las plantillas, de acuerdo a las exigencias de cada una.

### Mantenimiento



Las galerías filtrantes constituyen un sistema de larga duración cuyo mantenimiento es requerido, principalmente, durante la primera temporada de lluvia. La preocupación principal debe ser el comportamiento de la escorrentía y el flujo del agua en la zanja de almacenamiento. Como el agua escurre con alta velocidad, es importante poner algunos obstáculos, tales como piedras, en el interior de la zanja de almacenamiento para que el agua escurra con menos violencia.

Otro punto importante, que merece atención al final de cada período lluvioso, es el pequeño bordo de tierra o dique que se ha construido transversalmente en la carretera. Con las lluvias de alta intensidad, existe la tendencia a que éste se deshaga; por lo tanto, es necesario rehacerlo antes de iniciarse el próximo período lluvioso.

Con el paso del tiempo, en la superficie de las zanjas de siembra se forma una capa dura. Es importante romper esta costra manualmente todos los años, con la ayuda de un rastrillo, para favorecer la infiltración del agua superficial de las lluvias y restablecer la aireación en la zona del sistema radicular.

El sistema, manejado de esta manera, tendrá una vida útil de alrededor de 15 años.

### Potencial de producción

El **cuadro 15**, presenta el promedio de producción por planta, en los primeros tres años, conseguido en el CPATSA, bajo condiciones climáticas severas, con un promedio total anual de precipitación y evaporación potencial de 350 mm y 2 850 mm, respectivamente.

**Cuadro 15. Promedio de tres años de producción de especies frutales, con aplicación de la tecnología de galerías filtrantes en el CPATSA.**

| Especie             | Producción (kg/planta) |
|---------------------|------------------------|
| Mango               | 3,0                    |
| Guanaba o guanábana | 2,0                    |
| Limón               | 3,0                    |
| Acerola             | 5,0                    |

Considerando que la probabilidad de producción de estos frutales sin aplicación de riego convencional es prácticamente imposible, los resultados presentados demuestran que, con la utilización de esta tecnología, existe un gran potencial para aumentar la producción y mejorar la dieta alimenticia de los pequeños agricultores de las zonas áridas y semiáridas. Es importante también resaltar que no hubo ninguna aplicación de abono químico.

#### Grado de complejidad

Esta tecnología permite su aplicación a diferentes escalas, desde dos a tres plantas, hasta huertos que puedan atender la demanda familiar y aún produzcan un excedente para comercialización. Presenta además, la ventaja de poder implantarse por partes y crecer cada año, en cuanto a área de siembra. El material para su implantación se encuentra en cualquier parte, por lo que el grado de complejidad es muy reducido.

#### Limitaciones

Las principales limitaciones que presenta esta técnica es que no puede implantarse en suelos con profundidad inferior a un metro, ni en zonas hiperáridas, ya que es necesario que la lluvia lixivie las sales acumuladas en la superficie del suelo debido al humedecimiento capilar ascendente del suelo.

#### **Impacto socioeconómico y ambiental**

##### Costo y retorno

El **cuadro 16**, presenta un análisis detallado de los costos y rendimientos de la aplicación de la tecnología para la producción de mango (*Mangifera indica L.*), en Petrolina, PE, Brasil. Según ese cuadro, los costos de inversión y agrícola son de \$EE.UU. 375,05 y \$EE.UU. 39,8 respectivamente. Es importante resaltar que el mango empieza a producir a partir del tercer año de implantación y estabiliza su producción hasta el quinto año. El **cuadro 16** demuestra, que del quinto año en adelante, la renta neta obtenida es de \$EE.UU. 112,1 por año.

**Cuadro 16. Costo y rendimiento anual del sistema de aprovechamiento del agua de escorrentía de carreteras y caminos para pequeños huertos frutales.**

**Detalles:**

|   |                                 |                      |
|---|---------------------------------|----------------------|
| <b>Cultivo: Mango (<i>Mangifera indica</i>)</b> | <i>Profundidad de la zanja:</i> | 1,30 m               |
| <i>Rendimiento base:</i>                        | <i>Número de hileras:</i>       | 7                    |
| <i>Distancia entre hileras:</i>                 | <i>Longitud de la hilera:</i>   | 24 m                 |
| <i>Ancho de cada zanja:</i>                     | <i>Área total del huerto:</i>   | 1 344 m <sup>2</sup> |
| <i>Volumen por zanja:</i>                       | <i>Volumen de las zanjas:</i>   | 218 m <sup>3</sup>   |
| <i>Número de plantas:</i>                       | <i>Valor US dólar:</i>          | 1,0 R\$*             |
| <i>Intereses (año):</i>                         | <i>Valor US dólar:</i>          | ,0 -Q-               |
| <i>Periodo de financiamiento</i>                | <i>Periodo de gracia:</i>       | 3 años               |

| Actividad                                    | Unidad         | Cantida<br>d | Valor<br>Unitario<br>(R\$) | Valor<br>Total<br>(R\$) | Valor<br>Total<br>SEE.U<br>U | Valor<br>Total<br>(-Q-) |
|--|----------------|--------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>1. Costos de Inversiones:</b>             |                |              |                            |                         |                              |                         |
| 1.1 Mano de obra/uso de implementos:         |                |              |                            |                         |                              |                         |
| • Localización del área                      | hom./día       | ,25          | 1,0                        | ,3                      | ,3                           | ,0                      |
| • Limpieza del área                          | hom./día       | ,50          | 1,0                        | ,5                      | ,5                           | ,0                      |
| • Trazo de la curva de nivel                 | hom./día       | ,25          | 1,0                        | ,3                      | ,3                           | ,0                      |
| • Excavación de las zanjas de siembra        | hom./día       | 109,20       | 1,0                        | 109,2                   | 109,2                        | ,0                      |
| • Excav. de la zanja de almacenamiento       | hom./día       | 54,60        | 1,0                        | 54,6                    | 54,6                         | ,0                      |
| • Colocación de la capa de canto rodado      | hom./día       | 1,00         | 1,0                        | 1,0                     | 1,0                          | ,0                      |
| • Colocación de la mezcla<br>suelo/estiércol | hom./día       | 21,84        | 1,0                        | 21,8                    | 21,8                         | ,0                      |
| • Construcción de las paredes                | hom./día       | 1,00         | 1,0                        | 1,0                     | 1,0                          | ,0                      |
| • Siembra                                    |                |              |                            |                         |                              |                         |
|  |                |              | <b>Sub-total</b>           | <b>190,1</b>            | <b>190,1</b>                 | <b>,0</b>               |
| 1.2 Materiales                               | m <sup>3</sup> | 2,18         | 2,0                        | 4,4                     | 4,4                          | ,0                      |
| • Canto rodado                               | m <sup>3</sup> | 43,68        | 3,0                        | 131,0                   | 131,0                        | ,0                      |
| • Estiércol                                  | bolsa 50 kg    | ,68          | 6,5                        | 4,4                     | 4,4                          | ,0                      |
| • Cemento                                    | mll            | ,34          | 50,0                       | 17,1                    | 17,1                         | ,0                      |
| • Ladrillo                                   | ud             | 28,00        | 1,0                        | 28,0                    | 28,0                         | ,0                      |
| • Plantillas                                 |                |              |                            |                         |                              |                         |
|  |                |              | <b>Sub-total</b>           | <b>184,9</b>            | <b>184,9</b>                 | <b>,0</b>               |
|  |                |              |                            | <b>375,05</b>           | <b>375,05</b>                | <b>,0</b>               |
| <b>Costo total de la inversión</b>           |                |              |                            |                         |                              |                         |
| <b>2. Costos Agrícolas:</b>                  |                |              |                            |                         |                              |                         |
| 2.1 Insumos:                                 |                |              |                            |                         |                              |                         |
| • Estiércol                                  | m <sup>3</sup> | 10,92        | 3,0                        | 32,8                    | 32,8                         | ,0                      |
|  |                |              |                            | <b>32,8</b>             | <b>32,8</b>                  | <b>,0</b>               |
| <b>Total costo insumos</b>                   |                |              |                            |                         |                              |                         |
| 2.2 Mano de obra/uso implementos:            |                |              |                            |                         |                              |                         |
| • Limpias y mantenimiento                    | hom./día       | 7,00         | 1,00                       | 7,0                     | 7,0                          | ,0                      |
|  |                |              |                            | <b>7,0</b>              | <b>7,0</b>                   | <b>,0</b>               |
| <b>Total costo mano de obra</b>              |                |              |                            |                         |                              |                         |
| <b>3. Costo:</b>                             |                |              |                            |                         |                              |                         |
| 3.1 Total (inversión + costo año 1)          |                |              |                            | 414,81                  | 414,81                       | ,0                      |
| 3.2 Anual (inversión + costo año 1)          |                |              |                            | 89,5                    | 89,5                         | ,0                      |

(Continuación cuadro 16)

| 4. Rendimiento Anual:                | Precio/kg |          |          | kg/área cultivada |       |            |       |             |
|--------------------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|-------|------------|-------|-------------|
|                                      | R\$       | \$EE.UU. | -Q-      | Año 1             | Año 2 | Año 3      | Año 4 | Año 5       |
| 4.1 Producción                       |           |          |          |                   |       |            |       |             |
| Mango                                | 2,0       | 2,0      | ,0       | ,0                | ,0    | 84,0       | 92,4  | 100,8       |
| 4.2 Renta bruta total                |           |          |          |                   |       |            |       |             |
| En R\$                               |           |          |          | ,0                | ,0    | 168,0      | 184,8 | 201,6       |
| En \$EE.UU.                          |           |          |          | ,0                | ,0    | 168,0      | 184,8 | 201,6       |
| En moneda local -Q-                  |           |          |          | ,0                | ,0    | ,0         | ,0    | ,0          |
| 4.3 Renta Neta                       |           |          |          |                   |       |            |       |             |
| En R\$                               |           |          |          | ,0                | -39,8 | 78,5       | 95,3  | 112,1       |
| En \$EE.UU.                          |           |          |          | ,0                | -39,8 | 78,5       | 95,3  | 112,1       |
| En moneda local -Q-                  |           |          |          | ,0                | ,0    | ,0         | ,0    | ,0          |
|                                      |           |          |          |                   |       |            |       | Total Anual |
| 5. Generación de empleo:             |           |          |          |                   |       |            |       |             |
| 5.1 Utilización de mano de obra      |           |          |          |                   |       | Area total |       | Por         |
| En la implant. del sistema           |           |          | hom./día |                   |       |            |       | m2          |
| En el mantenim. y labores culturales |           |          | hom./día |                   |       | 189,6      |       | ,14         |
|                                      |           |          |          |                   |       | 7,0        |       | ,01         |

R\$ es la moneda oficial de Brasil

Generación de empleo

La implantación y mantenimiento de esta técnica demanda mucha mano de obra. De acuerdo al **cuadro 16**, para una área total de 1 344 m<sup>2</sup> cultivada con mango, se utilizan 189,6 días/hombre para la implantación y 7,0 días/hombre/año para el mantenimiento y labores culturales.

Sostenibilidad

El sistema es considerado de alta sostenibilidad en virtud de que conserva suelo y optimiza el uso del agua en la producción agrícola.

Descripción de casosLugar y fecha

Hasta el momento solamente se tiene conocimiento de algunos casos aislados en México y de los trabajos efectuados por el CPATSA en Petrolina, PE, Brasil.

*Dirección para consultas*

EMBRAPA-CPATSA

Centro de Pesquisa Agropecuaria do Trópico Semi-Árido

Caixa Postal 23

56300 000 - Petrolina, PE, Brasil

Teléfono: (081) 961 4411

Fax: (081) 961 5681