



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidentes!*

**MARENA**  
Ministerio del Ambiente  
y los Recursos Naturales



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

Cooperación Suiza  
en América Central

# Inventario de Prácticas y Tecnologías



para la adaptación al cambio climático

Proyecto "Enfoque Territorial contra el Cambio Climático, Medidas de Adaptación y Reducción de Vulnerabilidades en la Región de Las Segovias-Nicaragua"



# Inventario de Prácticas y Tecnologías para la adaptación al Cambio Climático

El estudio fue realizado en el marco del proyecto “Enfoque Territorial contra el Cambio Climático, Medidas de Adaptación y Reducción de Vulnerabilidades en la Región de Las Segovias-Nicaragua” que ejecuta el PNUD en los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí y financiado por la Agencia Suiza de Cooperación en América Central.

Apoyo logístico e institucional

PNUD

Participantes del proceso

Técnicos de ONGs, Instituciones del Estado, responsables de áreas ambientales de las alcaldías y productores/as de los municipios de: San Lucas, Somoto, Totogalpa, Telpaneca, Santa María, Macuelizo, Mozonte, Ocotal, Estelí, San Fernando, Pueblo Nuevo, Jalapa, Condega y La Trinidad.

Revisión

Equipo Técnico Proyecto LECRDS/PNUD

Sonia Gómez  
Douglas Benavidez  
Néstor Castellón  
Carlos Pérez

La información, análisis y recomendaciones contenidas en el “Inventario de prácticas y tecnologías para la adaptación al cambio climático” no necesariamente reflejan las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, su Junta Directiva y Estados miembros; tampoco de la Cooperación Suiza en América Central.

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA</b>	<b>1</b>
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>3</b>
<b>IV. RECOMENDACIONES</b>	<b>11</b>
<b>V. TÉRMINOS IMPORTANTES</b>	<b>12</b>
<b>VI. FICHAS DE TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>13</b>
Barreras vivas	14
Cisterna y pila	15
Acequias a nivel	16
Aguada mejorada	17
Diques de piedra y prendones	18
Laguneta	19
Micropresas fijas y desmontables	20
Micro riego por goteo	21
Reservorio	22
Árboles dispersos en potreros	23
Bosquetes energéticos	24
Cercas vivas	25
Cortinas rompe vientos	26
Fogón mejorado	27
Horno mejorado	28
Plantaciones forestales	29
Reforestación	30
Regeneración natural	31
Sistemas agroforestales de café	32
Sistema agroforestal con granos básicos	33

## I. INTRODUCCIÓN

El acelerado y progresivo deterioro que sufren los recursos naturales especialmente el suelo, agua y bosque, ha llevado algunos municipios de las Segovias en Nicaragua a situaciones críticas de desequilibrio ambiental, expresándose en un incremento de la vulnerabilidad ante amenazas naturales que están relacionadas a la variabilidad y al cambio climático.

La población más vulnerable es la que se ubica en la zona rural ya que su medio de subsistencia y desarrollo son los sectores agrícola e hídrico, siendo estos los que se encuentran mayormente amenazados.

Tomando en consideración esta problemática se ha realizado un inventario de prácticas y tecnologías de adaptación al cambio climático en Las Segovias, con el fin de conocer cuáles han sido exitosas y pueden ser replicadas y adoptadas en la zona.

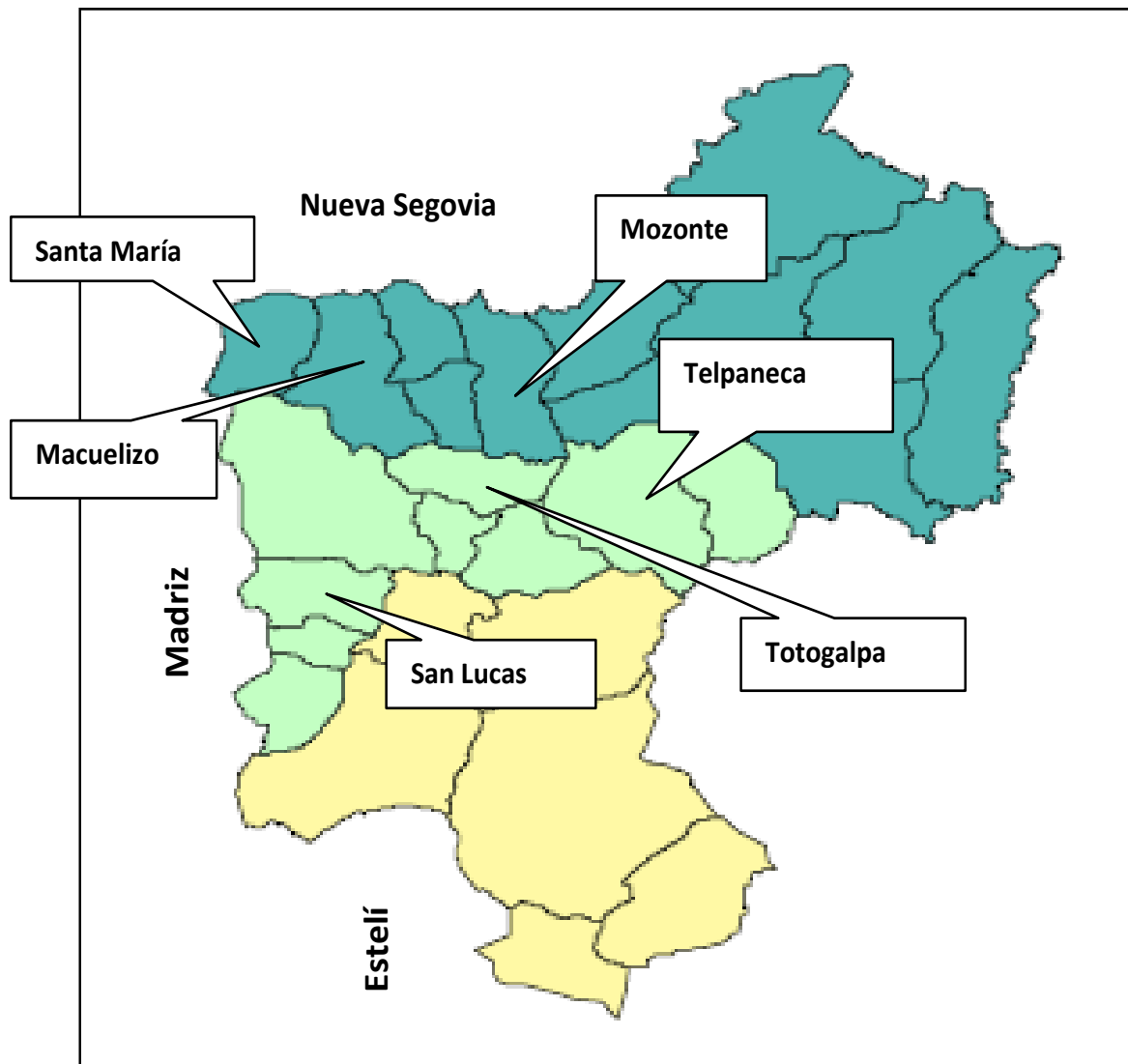
## II. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en los 27 municipios de Las Segovias con énfasis en 3 municipios del departamento de Madriz (Telpaneca, Totogalpa y San Lucas) y 3 municipios del departamento de Nueva Segovia (Mozonte, Macuelizo y Santa María).



Para el levantamiento de información se definieron y priorizaron los sectores agua, suelo y bosque; y se hizo a través de entrevistas y diálogos con grupos focales integrados por productores, organizaciones y actores institucionales.

Para priorizar los sectores se tomó en cuenta las recomendaciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) que propone acciones y medidas para la adaptación al cambio climático en agricultura, recursos hídricos, manejo sostenible de la tierra y bosque; retomando el concepto de medidas de adaptación definido como los ajustes que se producen en un ecosistema, como respuesta para moderar el daño causado por el cambio climático, o para aprovechar oportunidades en respuesta a esos cambios.



***División política de Las Segovias y ubicación de los municipios de interés en el estudio.***

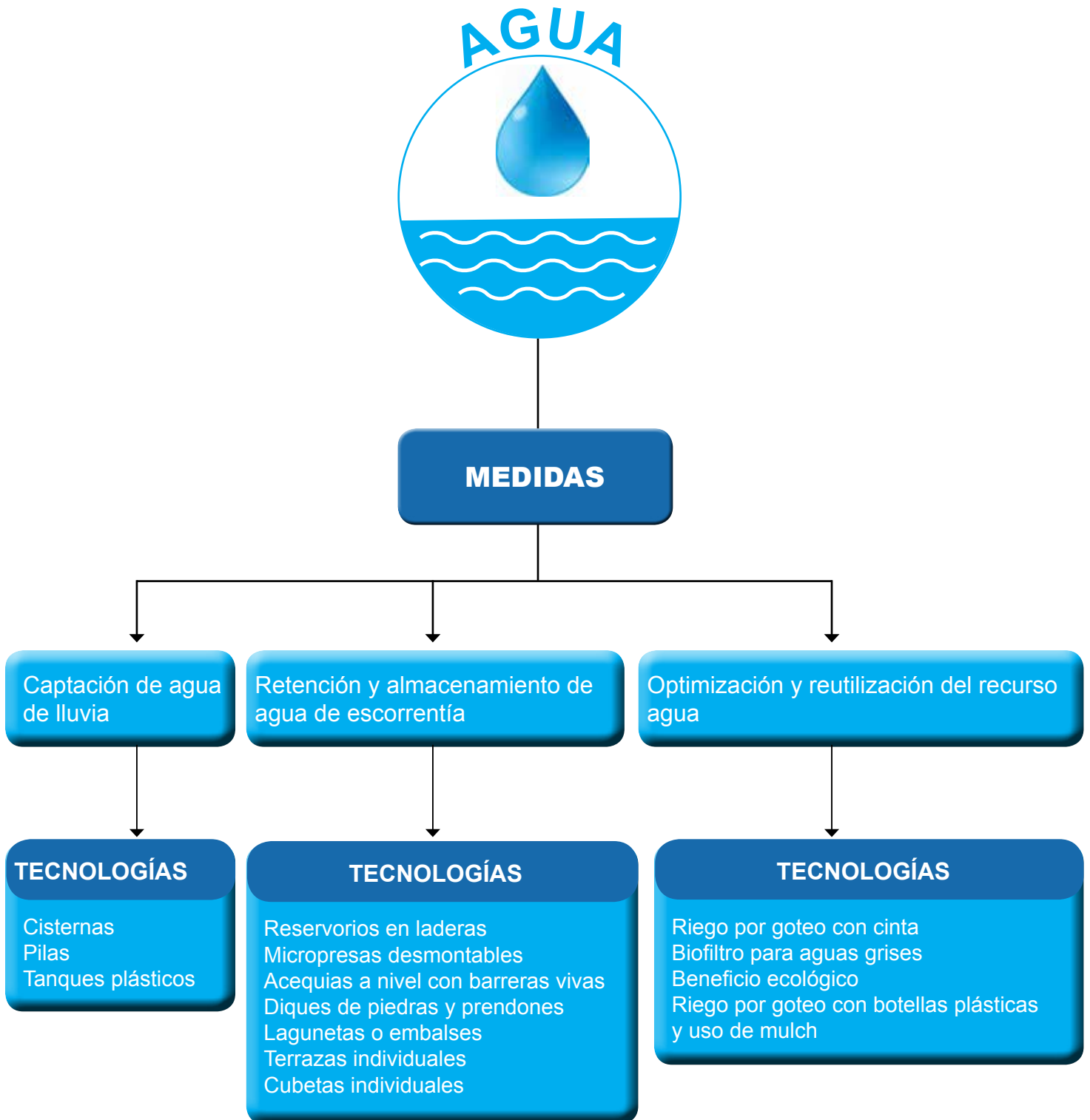
### III. RESULTADOS

Como resultado del estudio se identificaron 47 prácticas y tecnologías; de éstas 20 son dirigidas a la conservación y protección del suelo y al manejo de los cultivos, 14 utilizadas para la captación y almacenamiento de agua, así como la optimización y reutilización de este recurso y 13 tecnologías para restaurar y aumentar la cobertura arbórea dentro de los agroecosistemas, la optimización de los recursos forestales (leña) y la disminución de la presión a los remanentes de bosques.

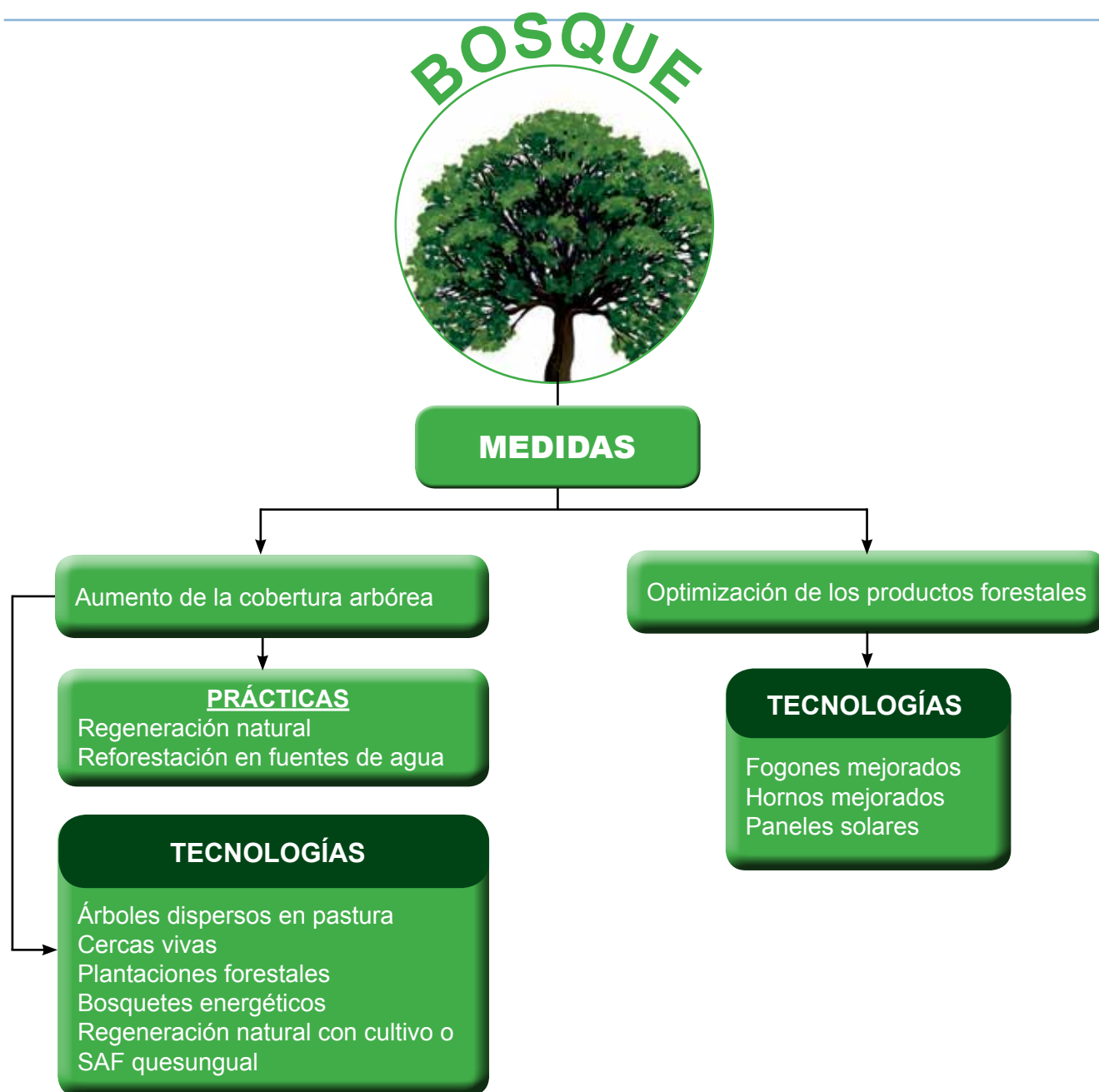
De estas tecnologías y prácticas identificadas 33 fueron propuestas por técnicos y productores/as para seguirse promoviendo en los municipios de interés, las que están basadas principalmente en el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos suelo, agua y bosque; dirigiendo su prioridad a aquellas que contribuyen con el recurso agua.

#### Tecnologías y prácticas de adaptación al Cambio Climático propuestas para el sector suelo.









### Prácticas y tecnologías adoptadas por los/as productores/as en los municipios de interés del estudio.

Con una muestra de 131 productores/as el 71% han adoptado más de una tecnología y/o práctica siendo las mayormente adoptadas aquellas que contribuyen a la conservación de suelo y agua, mismas que están relacionadas al manejo sostenible de la tierra (retención y mejora de la fertilidad), captación y aprovechamiento de agua, manejo de la biomasa y optimización de los productos forestales. A nivel de prioridad se identificaron: barreras vivas de diferentes especies, no quema, barreras muertas, diques, abonos orgánicos, cisternas, reservorios, reforestación y cercas vivas.

El análisis refleja que éstas prácticas y tecnologías son las que mayormente han sido transferidas por los diferentes actores de desarrollo presentes en éstos municipios.

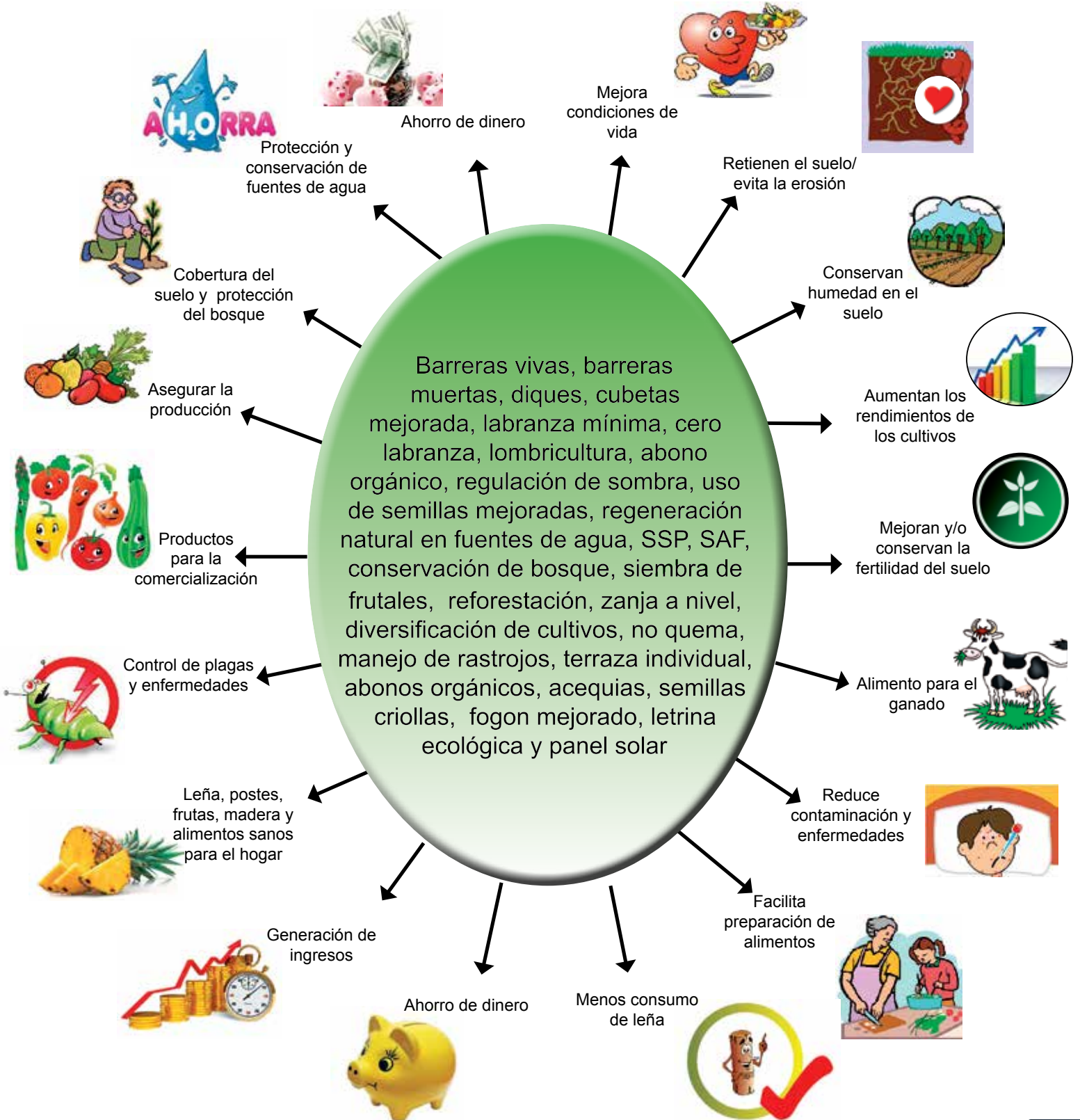
## ¿Por qué han adoptado estas prácticas o tecnologías?

"Esto es lo que respondieron"



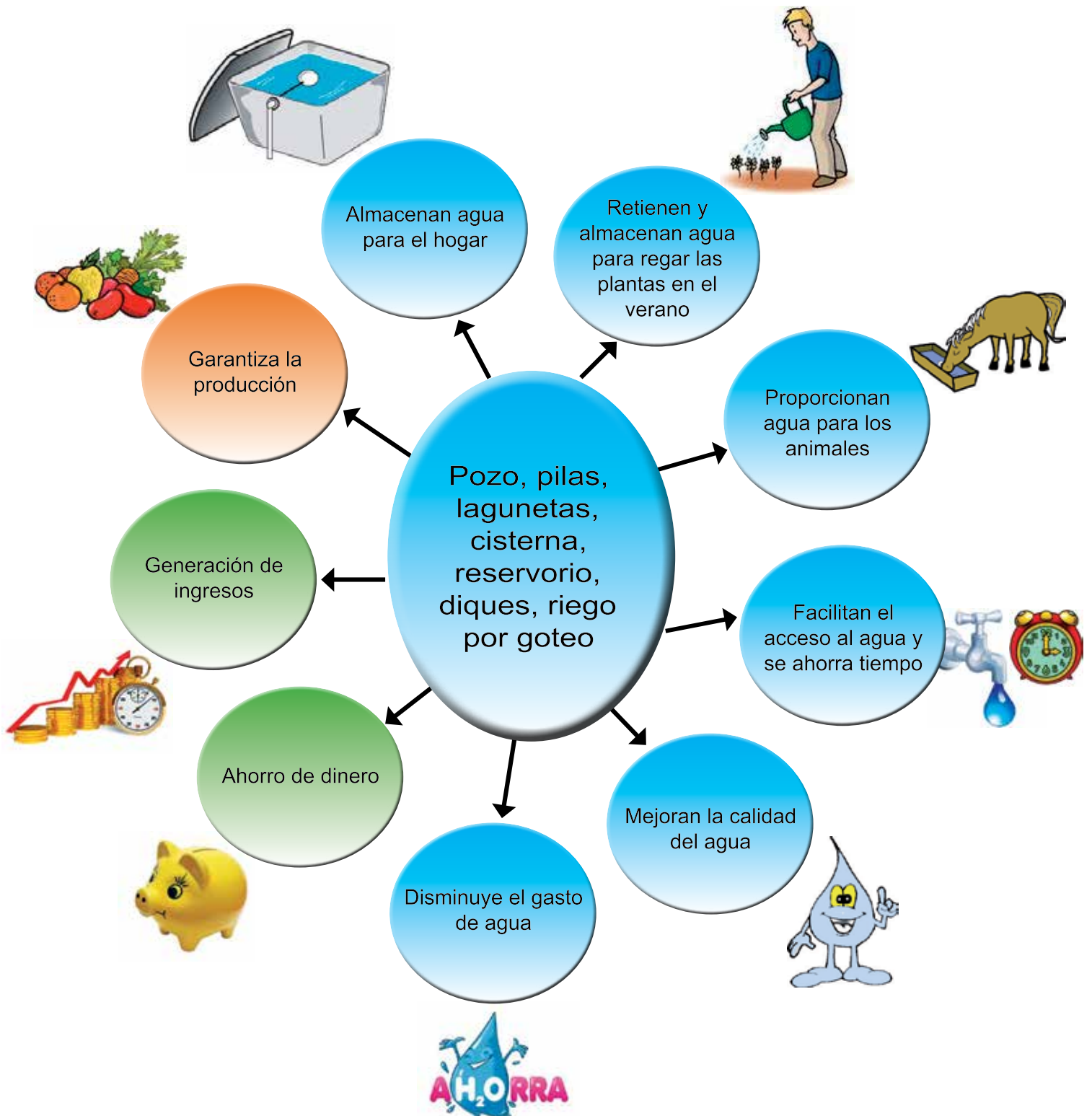
## ¿Cuáles son los beneficios obtenidos de estas prácticas o tecnologías?

"Esto es lo que respondieron"



## ¿Cuáles son los beneficios obtenidos de estas prácticas o tecnologías?

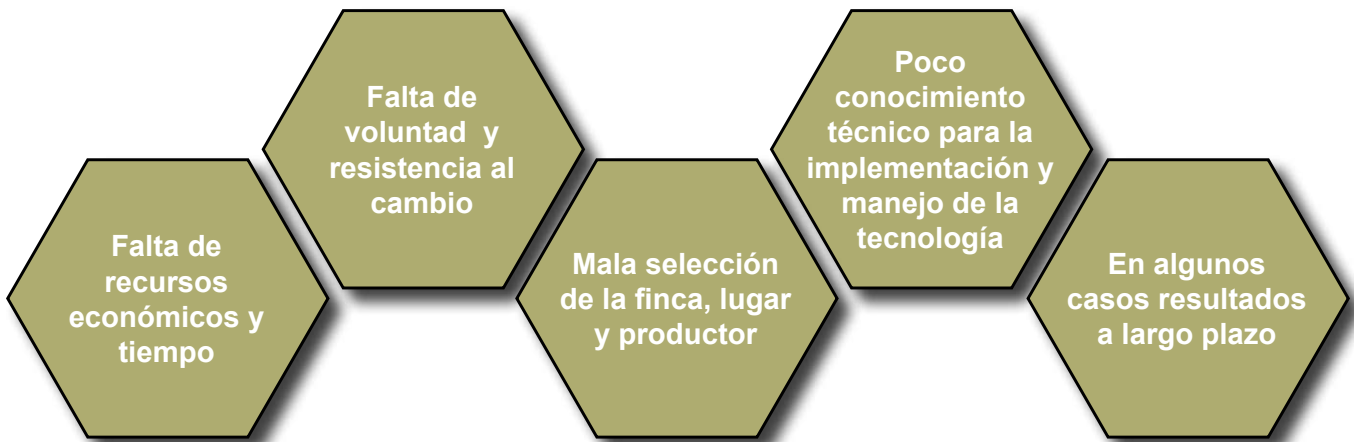
"Esto es lo que respondieron"



*El estudio revela que de los 131 productores/as entrevistados 43% no continuaron implementando o han abandonado las tecnologías y prácticas*

## ¿Por qué han abandonado estas prácticas o tecnologías?

"Esto es lo que respondieron"



## Limitantes que han incidido en el nivel de adopción

### Percepción del cambio climático

Falta información limita la reflexión sobre los efectos del cambio climático y consecuencias en la vulnerabilidad de las fincas

### Transferencia de las tecnologías

Enfoques de proyectos ASISTENCIALISTAS y de poca duración  
Poca articulación entre los actores que transfieren tecnologías  
Debilidad en sistemas de monitoreo y evaluación  
Poca participación comunitaria en todas las fases del proyecto  
Mala selección de fincas, familias y tecnologías

## Oportunidades que han incidido en la adopción de tecnologías



## IV. RECOMENDACIONES

### Técnicas

- Establecer tecnologías de uso efectivo del agua (lluvia, agua almacenada y marginal)

- Diseñar planes agrosilviculturales para restaurar áreas críticas (recargas hídricas, fuentes hídricas y áreas riparias)

- Implementar tecnologías que optimicen los recursos forestales

- Diversificar cultivos

- Establecer prácticas agroecológicas

- Establecer sistemas agroforestales

### Operativas/Institucionales

- Invertir en capital humano (crear y fortalecer capacidades)

- Coordinar, crear sinergias y complementar acciones

- Fortalecer mecanismos y procesos de transferencia

- Incentivar la adopción de tecnologías

- Incidir en políticas públicas para una mejor gestión de los recursos naturales

- Generar mecanismos de negociación con los/as productores

## V. TÉRMINOS IMPORTANTES

### **Capacidad adaptativa**

Capacidad de cambiar la conducta para responder a un clima cambiante. Esto debe incluir la aplicación de soluciones para proteger los medios de vida de los impactos negativos del cambio climático o permitir a los individuos y hogares que se beneficien de posibles impactos positivos del cambio

### **Cambio climático**

Modificación del clima con respecto al historial climático. Los cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todo en los parámetros meteorológicos temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad entre otros; y es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera debido a las concentraciones de gases de efecto invernadero

### **Medidas de adaptación**

Ajustes que se producen de forma natural dentro de un ecosistema o dentro de un sistema humano, como respuesta al cambio climático. Esas medidas de adaptación sirven para moderar el daño, o para aprovechar oportunidades en respuesta a esos cambios

### **Resiliencia**

Capacidad que tiene un sistema para recuperarse o volver a su estado original después de un disturbio

### **Práctica**

Se asocia a los términos tradicional, nativa y local, lo cual hace referencia a las prácticas propias que se realiza de una forma continuada y conforme a sus reglas

### **Tecnología**

Conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad

### **Adopción**

Resultado de la decisión de los/as productores/as de usar o no una tecnología determinada, aun cuando el período de asistencia técnica haya terminado

### **Transferencia de tecnología**

Conjunto de procesos que abarcan el intercambio de conocimientos, fondos y bienes entre las diferentes partes interesadas que conduce a la difusión de la tecnología

### **Vulnerabilidad**

Incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación



## VI. FICHAS DE TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

“A muchos productores/as los ONGs e instituciones nos han acostumbrado a traernos casi todos los recursos a la parcela y nos han mal acostumbrado a estarlos esperando siempre; sin embargo, hay cosas que las podemos hacer por nuestra propia cuenta”

*Grupo Focal, Santa María, Nueva Guinea*



“Para hacer cambios se necesita trabajar la conciencia”

*Silvano Muñoz,  
Productor de San José de Amucayan,  
Telpaneca*



## Barreras vivas

Manejo sostenible de la tierra (retención de suelo y mejora de la fertilidad)

Son hileras de plantas, árboles, arbustos o pastos perennes, establecidos perpendiculares a la pendiente sobre curvas a nivel.

Su principal función es reducir la velocidad del agua de escorrentía pendiente abajo, para que no alcance límites erosivos y se infiltre, además, retiene los sedimentos de suelo y residuos vegetales que transporta el agua.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Al reducir la erosión y la pérdida de nutrientes favorece la retención y optimiza la poca lluvia que cae, manteniendo la humedad en el suelo y aprovechándola para la producción de los cultivos.

Puede proveer leña para el consumo quitándole presión al bosque.

En períodos secos puede ser usado como forraje para el ganado.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Depende de la especie de material vegetativo que se use.



Foto: Productor: Francisco Olivas Municipio: Pueblo Nuevo ONG: CIPRES

### Costos de la tecnología

Varían en dependencia del tipo de material que se utilice, tipo de suelo, costo de la mano de obra y de las habilidades del agricultor.



## Cisterna y pila

Captación de agua de lluvia en techos

Son estanques de forma rectangular, en forma de tinaja o cilindro con dimensiones de acuerdo a la necesidad del volumen de agua que se desea almacenar.

La función principal es captar agua pluvial en periodo lluvioso, para garantizarla en la época seca.

Estas estructuras forman parte del sistema de captación de agua pluvial en techos (SCAPT); que consiste en la colocación de canales en las caídas de agua de los techos de las casas u otras construcciones.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

El agua almacenada es utilizada en períodos críticos de sequía, para riego de cultivos, suministro de agua para el ganado y para uso doméstico.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda principalmente para zonas con precipitaciones bajas (menores a 1,500 mm) o distribuidas irregularmente.



Foto: PIMCHAS, ERN, ACTUMAN, INPRHU

### Costos de la tecnología

Un sistema de captación de agua de lluvia con almacenamiento en pila con capacidad de 1.35 m<sup>3</sup> tiene un costo promedio de U\$ 186.00

Una cisterna de 50 m<sup>3</sup> cuesta en promedio U\$ 1,000.00

## Acequias a nivel

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía

Son zanjas o canales de forma trapezoidal, conectadas entre sí por una especie de tabique y construidas a nivel y en dirección transversal a la pendiente.

La función principal es acumular y filtrar el agua que precipita y/o se escurre en la parcela para ponerla a disposición de los cultivos.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

El agua retenida y almacenada en la acequia producto de las precipitaciones, se infiltra de forma paulatina en la parcela y es aprovechada para la producción de cultivos en períodos de escasez hídrica.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda en suelos con buena infiltración (francos, francos-arenosos y franco-arcillosos). En suelos profundos o moderadamente profundos, con bajo porcentaje de pedregosidad y pendientes de moderadas a leves.

Se justifica en pendientes fuertes en zonas semi-secas; combinándola con otras obras de conservación de suelo.

Se recomienda en el trópico y sub trópico seco; en zonas húmedas existe el riesgo de la acumulación de agua y la sobresaturación del suelo.



Foto: Productor: Francisco Olivas Municipio: Pueblo Nuevo ONG: CIPRES

### Costos de la tecnología

El costo para una manzana con 12% de pendiente es aproximadamente de U\$ 72.00 para el establecimiento y U\$ 6.00 para mantenimiento.



Foto: PIMCHAS, ERN, ACTUMAN, INPRHU

## Aguada mejorada

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía

Son lugares naturales o artificiales que se llenan de agua de la lluvia que cae directamente o por escorrentía superficial y en algunos casos de nacientes naturales. Estas estructuras sirven de abrevadero para el ganado y su principal función es almacenar agua para aliviar la poca disponibilidad en época seca.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Este aprovisionamiento de agua permite solventar las necesidades en verano o cuando la distribución de las lluvias es irregular, agua que puede ser usada para el ganado, piscicultura o actividades domésticas.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se pueden construir en suelos pesados con un alto contenido de arcilla, con una profundidad de al menos 60 centímetros para poder formar un lecho impermeable para la aguada y con ello garantizar que el agua no se filtre hacia el subsuelo.

Pendientes menores al 40% para evitar la erosión hídrica y el arrastre de sedimentos hacia la aguada.

Pueden establecerse en zonas secas o húmedas.

### Costo de la tecnología

El costo depende de las dimensiones de la aguada y de los bebederos; si la construcción es con reservorio y pileta tiene un costo aproximado de U\$ 604.25

## Diques de piedra y prendones

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía

Son muros de piedras, postes, estacaones prendedizos o de cualquier otro material, capaz de retener el agua y la tierra que es arrastrada por la lluvia en las zanjas, cauces o canales que se forman dentro de las parcelas. Se construyen perpendicularmente y con forma de media luna.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Los diques retienen el agua que se escurre por las parcelas y la conservan en el suelo, siendo aprovechada por las plantas y pastos en períodos secos.

Contribuyen a controlar las cárcavas y establecer de nuevo el equilibrio en el cauce de las aguas.

Mejoran la retención e infiltración del agua.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Difíciles de establecer en suelos arenosos y francos; pero se utilizan en suelos superficiales y profundos, en todas las pendientes.

Se utilizan en suelos superficiales y profundos, en todas las pendientes.

Se pueden implementar en todas las alturas.



Foto productores: Celestino Benavides B y Miguel Ordoñez  
Comunidades: El Quebracho, Estelí y Piedra Larga Abajo, Condega ONG: POSAF, CARE-PIMCHAS

### Costos de la tecnología

Se calcula que para su establecimiento se invierten aproximadamente: US\$ 42.50 y para su mantenimiento aproximadamente: US\$ 5.10.

Diques contruidos de 10 x 15 metros con cemento, arena y piedra bolón tienen un costo de U\$ 130 cada uno incluyendo mano de obra y traslado de materiales.

## Laguneta

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía superficial

Son depósitos formados artificialmente que se construyen preferiblemente en un pequeño valle, microcuenca, hondonada o vertiente que permite detener el escurrimiento del agua y almacenarla.

La función principal es detener y almacenar el agua que se escurre en la parcela o finca para ser utilizada en períodos críticos.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

El agua almacenada durante la época de invierno puede ser utilizada para riego complementario en períodos de sequía, consumo animal y humano, necesitando en el último caso la aplicación de tratamientos tales como hervido, clorado o filtrado.

Contribuyen a la recarga de acuíferos, control de erosión, cría de peces y mejoramiento del valor paisajístico del entorno; seguridad alimentaria y mejora de los ingresos económicos de las familias.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Es preferible construir las en suelos con baja capacidad de infiltración (suelos de textura arcillosa).

Zonas secas con precipitaciones hasta los 1,500 mm por año.

La presencia de un ojo de agua permanente en la finca es una ventaja que permite almacenar agua todo el año.



Foto productores: Alexis Cáceres Municipio: Jalapa y Víctor Beltrán  
Municipio: San Lucas ONG: Alcaldía de Jalapa NS y Somoto-Madriz

### Costo de la tecnología

El costo varía según el lugar por el acceso a la maquinaria pesada; sin embargo el costo promedio es de U\$ 4.35 a 4.75 el m<sup>3</sup>. En las Segovias se han construido lagunetas a un costo de \$1,300 dólares con una capacidad de 3,000 m<sup>3</sup>. Para bajar costos se recomienda la construcción manual de lagunetas más pequeñas.

El mantenimiento se hace cada dos años y su costo depende del tamaño de la laguneta. En lagunetas de gran tamaño se utilizan tractores y el valor de una hora de trabajo es de \$60 dólares, el total va a depender de la cantidad de horas necesarias para extraer el material arrastrado por las corrientes que alimentan las lagunetas.

## Micropresas, fijas y desmontables

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía

Son estructuras que pueden ser construidas de sacos con arena y plástico; piedra bolón y también de madera con bases de concreto. Se construyen en forma de muro y pueden ser desmontadas cuando las lluvias son muy fuertes para evitar que las corrientes las dañen.

Su función principal es captar y almacenar agua en el cauce de una quebrada o río.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Almacena agua que puede ser utilizada en períodos críticos de sequía, como riego complementario y/o para terminar ciclos de cultivos.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomiendan en pendientes no mayor del 15%. Con pendientes más altas la presión del agua es mayor y puede causar daños en las contenciones.

Se recomienda principalmente en zonas secas y semi-húmedas, con precipitaciones hasta 1,500 mm.

Requiere de preferencia que la disponibilidad de agua sea permanente.



Foto: Comunidades: Mechapa Arriba, Estelí y Sábana Grande Condega  
ONG: ASOGAPCON, FIDER/PIMCHAS; INTA

### Costos de la tecnología

Micro-presa desmontable de sacos con arena: El costo promedio es de U\$ 239.00 con muro de retención de 8.75 m<sup>2</sup>.

Micro-presa desmontable con piedra bolón: El costo promedio es de U\$ 86.00; para un área de 7 m<sup>2</sup>.

Mini-presa desmontable comunitaria: El costo es de 2,500 a 3,000 dólares. Más el valor de la tubería madre con tubo galvanizado de 3 pulgadas.

La mini presa fijas construidas por el PIMCHAS tienen un costo entre los U\$ 800 a 1,200 este depende del ancho del cauce de la corriente y el caudal del agua.



## Riego por goteo

Optimización y reutilización del recurso

Es un sistema que permite conducir el agua hasta los cultivos mediante una red de tuberías y aplicarla de forma periódica a través de emisores o “goteros”. Existen dos tipos de riego por goteo; con manguera de polietileno y golosos y riego por goteo con cinta industrial con goteros integrados.

Se usa comúnmente en cultivos en áreas pequeñas como hortalizas y/o ramadas, ya sea en campo o en ambiente protegido.

La función principal es optimizar y hacer un uso más eficiente del agua.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Haciendo uso eficiente del agua en zonas donde hay escasez, se puede garantizar producción de alimento.

Promueve la implementación de cultivos alternativos de bajo requerimiento hídrico.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Cualquier tipo de suelo.

Necesita nivel de pendiente suficiente entre el punto donde está el agua y la parcela para garantizar la presión y el agua salga por los goteros.

Se recomienda en zonas con bajas o irregulares precipitaciones.



Foto productores: Alexis Cáceres Municipio: Jalapa y Víctor Beltrán  
Municipio: San Lucas ONG: Alcaldía de Jalapa NS y Somoto-Madriz

### Costo de la tecnología

Los costos específicos varían dependiendo de cada caso. El costo aproximado para implementar el micro riego por goteo con cinta es de US 1,500 a 1,700 por/ha, incluyendo la mano de obra en la instalación.

Este cálculo no incluye la construcción del tanque de captación el pozo. El costo aproximado para implementar el micro riego por goteo con golosos para regar 200 plantas, utilizando 6 rollos de manguera de 1.27cm, es de US\$ 230.00

## Reservorio

Retención y almacenamiento de agua de escorrentía

Es una fosa construida en forma de panela de dulce, es más pequeña del fondo y más ancha y larga en la parte de arriba. Pueden tener cualquier medidas en largo y ancho, pero la profundidad no debe ser más de 2 metros cuando se utilice plástico para impermeabilizar, ya que este mide 2.20 metros de ancho, 2 metros para la superficie y 20 centímetros para el traslape o unión de los cortes.

La función principal es captar y almacenar el agua que cae directamente de la lluvia, el techo de las casas, de las escorrentías o de un ojo de agua.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Se garantiza agua para producir bajo riego, principalmente en lugares donde las precipitaciones son escasas o se ausentan.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Requiere terrenos impermeables y profundos.

Pendiente moderada y en caso de pendientes fuertes usar: diques, barreras vivas o muertas y cercas vivas. Se puede utilizar en todas las alturas.



Productor: Francisco Olivas Cruz, Los Horcones, Pueblo Nuevo. CIPRES

### Costos de la tecnología

El costo de construcción del reservorio de 6 m<sup>3</sup> oscila entre los U\$ 150.00 y U\$ 300.00

Para su mantenimiento se calculan aproximadamente: U\$ 15.00 al año.



## Árboles dispersos en pasturas

Aumento de la cobertura arbórea

Es un sistema silvopastoril que consta de árboles distribuidos al azar dentro de un potrero.

Las especies que generalmente se usan en la zona son: genízaro, guácimo ternera, guachipilín, guanacaste de oreja, leucaena y madero negro entre otras.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Bajo la copa de los árboles la temperatura es menor en 2 a 3 grados en comparación a la temperatura ambiente, prestando mejores condiciones al ganado para realizar el procesos de digestión y reproducción.

Los árboles y el pasto evitan el golpe de las gotas de lluvia directo al suelo reduciendo procesos de erosión y escorrentía superficial, garantizando una mayor infiltración del agua y reciclaje de nutrientes para ser aprovechados por el cultivo.

Las especies usadas fijan fijan nitrógeno, aportan materia orgánica, capturan y almacenan carbono.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda en cualquier tipo de pendiente, cualquier altura sobre el nivel del mar, funciona en todas las zonas. Sin embargo, su uso es más recomendado en las zonas secas.



Productor: José Antonio Olivas Quintero

Comunidad: El Chacón-Pueblo Nuevo

ONG: PIMCHAS/POMAFMA

### Costo de la tecnología

El costo aproximado para el establecimiento de 1 hectárea de árboles en pastura oscila entre 80 y 100 dólares.

El costo de mantenimiento es relativamente bajo, para el caceo y raleo se invierten aproximadamente 20 dólares, en los primeros años la relación costo es menor a 1, pero a partir del cuarto años se observa un incremento de la relación costo beneficio.

## Bosquetes energéticos

Aumento de la cobertura arbórea

Son plantaciones de especies energéticas establecidas de forma cuadrada o rectangular. La función principal es la producción de leña, aunque se puede obtener forraje durante las podas.

Se establece en terrenos planos o en pendientes en forma de tres bolillos.

Las especies que se utilizan son de uso múltiple como eucalipto, guásimo, leucaena, chaperno negro, roble sabanero, coyote, guachipilín, laurel negro y madero negro.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Mejora el microclima, captura y retiene el CO<sub>2</sub> y aumenta los sumideros de carbono.

Hay menos dependencia de combustibles difíciles de adquirir como el gas butano.

La disponibilidad de material energético y disminuye la presión al bosque.

### Condiciones ecológicas para la implementación

La textura, pendiente y profundidad del suelo está en dependencia de la especie a establecer.

Se recomienda en todas las alturas y diferentes regímenes de lluvia, pero especialmente en las zonas secas que carecen de leña.



Foto: Productor: Lenin Alfaro Zelaya  
Comunidad: Las Brisas-Somoto ONG: Amigos de la Tierra

### Costos de la tecnología

Para el establecimiento de un bosque energético de 1 hectárea, se necesitan aproximadamente entre 300 y 360 dólares.

El costo aproximado de mantenimiento es de 58 dólares por hectárea por año.



Productor: José Antonio Olivas Quintero  
Comunidad: El Chacón-Pueblo Nuevo      ONG: PIMCHAS/POMAFMA

## Cercas vivas

Aumento de la cobertura arbórea

Son hileras de especies leñosas colocadas en los linderos de las fincas o parcelas. Según la cantidad de especies y la altura de copa, las cercas vivas pueden llamarse simples o multi-estratos. Estas últimas son las más recomendadas porque representan diversidad de especies de árboles, lo que garantiza una variedad de productos para el autoconsumo y la venta.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Se mejora el microclima, proporcionando mayor humedad y condiciones para la producción.

Se reducen pérdidas de suelo por erosión provocando una mayor infiltración del agua de escorrentía.

Los árboles fijan y retienen carbono.

### Condiciones ecológicas para la implementación

En el caso de las estacas que tienen un enraizamiento más lateral y superficial, se recomiendan los suelos francos arenosos.

Se necesita suelos profundos, aunque está en dependiendo de la especie a plantar, se puede utilizar en cualquier pendiente, altura y se puede implementar en diferentes regímenes de lluvias.

### Costo de la tecnología

El costo aproximado para establecer un kilómetro de cercas vivas simple es de 280 a 330 dólares. Sólo incluye los estacones y la mano de obra.

Tiene una relación costo beneficio en el primer año menor a 1, en el año 2 y 3 aumenta, pero hasta el año 4 año se nota el incremento de la relación costo beneficio.

El mantenimiento de la cerca viva (rondas y podas), tiene un costo aproximado entre 15 y 20 dólares al año.

## Cortinas rompevientos

Aumento de la cobertura arbórea

Son parte integral de un sistema agroforestal y consiste en densas filas (una o más) de árboles y arbustos que funcionan como muros de vegetación o barreras naturales.

Un kilómetro de cortina tiene una cantidad de árboles equivalente a 1.35 hectárea de plantación en bloque de 3x3 metros, para un total de 1,100 árboles.

La función principal de esta tecnología es disminuir la velocidad y fuerza del viento para reducir el daño en los cultivos.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Representan una importante posibilidad de captura de carbono y contribuyen con un mayor rendimiento en los cultivos y/o producción de carne y leche, por su acción protectora en áreas afectadas por el viento y temperaturas bajas.

### Condiciones ecológicas para la implementación

El tipo de suelo y pendiente está en dependencia de la especie a establecer, en suelos compactados con capas duras hay que remover el suelo.

Funcionan en diferentes regímenes de lluvia y altura, aunque es más recomendada en las zonas por debajo de los 800 metros de altitud.



Foto: Productor: Lenin Alfaro Zelaya  
Comunidad: Las Brisas-Somoto ONG: Amigos de la Tierra

### Costos de la tecnología

El costo aproximado oscila entre 150 y 220 dólares. Solo incluye mano de obra y las plantas.

El costo aproximado para el mantenimiento varía entre 25 y 35 dólares al año (mano de obra).



## Fogón mejorado

Optimización  
de los productos forestales

Es una alternativa para reducir el consumo de leña, disminuir la destrucción del bosque, preservar los recursos naturales y el medio ambiente.

y el modelo que se ha promovido en la zona es el CETA, es un tipo de fogón con estructura de ladrillo cuarterón, con mezcla de arcilla y cemento, reforzada con hierro.

La durabilidad está estimada aproximadamente en 10 años.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Disminuye la deforestación, hay menos presión sobre los remanentes de bosques, disminuyen las emisiones de dióxido de carbono, menos exposición a enfermedades respiratorias.

Reduce la contaminación del ambiente y hay exposición a enfermedades respiratorias.

### Condiciones para la implementación

Se necesitan 3 días hombres y conocer los distintos pasos para la construcción de las estufas mejoradas. Se recomienda todo tipo de productor: grande, mediano o pequeño.

Productor: José Antonio Olivas Quintero  
Comunidad: El Chacón-Pueblo Nuevo      ONG: PIMCHAS/POMAFMA

### Costo de la tecnología

Para la construcción de una estufa ahorradora de leña, se necesitan entre 80 y 100 dólares (aquí se incluye mano de obra, materiales).

El mantenimiento de la tecnología tiene bajo costo.

## Hornos mejorados

Optimización de productos forestales

Es una alternativa para un mejor uso y manejo del recurso leña dentro de las fincas; aporta en la disminución del tiempo horario para la realización de los productos horneados al ser mucho más rápido, contribuye en la mejora de la salud de la familia y mejora de la dieta humana por el consumo de los alimentos preparados.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Disminuye la deforestación por la reducción del consumo de leña.

Hay menos presión sobre los remanentes de bosques.

Disminuyen las emisiones de dióxido de carbono.

### Condiciones para la implementación

Para la construcción del horno mejorado se necesitan 4 días hombres aproximadamente, varillas de hierro, bisagras, ladrillos, barril, sacos, baldes, pala, piocha.

Lo puede implementar todo tipo de productor/a.



Productora: Mercedes Aguilera  
Comunidad: Santa Rita-Condega ONG: PIMCHAS/ASOGAPCON

### Costos de la tecnología

El costo para aplicar esta tecnología es de 115 dólares aproximadamente (materiales, mano de obra).

El costo de mantenimiento es muy bajo, únicamente se debe limpiar la chimenea cada 6 meses y reparar las fisuras.



## Plantaciones forestales

Aumento de la cobertura arbórea

Consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos comerciales o de conservación.

Se recomiendan especies forestales como: aceituno, cedro real, laurel, pochote, mandagual, ojoche, guachipilín y caoba.

La función principal es la producción de madera, leña y postes.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Reducen el avance de las áreas secas, mejora el microclima y los nutrientes del suelo, las raíces profundas de los árboles extraen nutrientes de capas profundas del suelo, y a la vez enriquece las capas superficiales a través de la hojarasca, protegen el suelo contra la erosión, mejoran la infiltración y conservan humedad.

Proveen refugio, alimento y condiciones para la reproducción de la vida silvestre.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomiendan suelos profundos para asegurar el desarrollo de la plantación, pendientes fuertes donde la vocación principal de la tierra es forestal. Pueden funcionar en todas las zonas, sin embargo, el crecimiento y desarrollo es más lento en zonas secas.



Foto: Productor: Isidro Cáceres Meza

Comunidad: Nuevo Amanecer Municipio: San Fernando ONG: CARE-PIR

### Costo de la tecnología

El costo de la tecnología varía entre los 350 y 400 dólares aproximadamente. Aunque en una plantación forestal el aprovechamiento comercial (madera) es a largo plazo, ya en el año 3 se obtienen algunos beneficios (leña, postes). A partir de ahí la relación costo beneficio es mayor que 1, en algunos casos por cada dólar invertido se pueden obtener 3.66 dólares.

El mantenimiento de esta tecnología cuesta aproximadamente entre 100 y 120 dólares por hectárea por año.

## Reforestación

Aumento de la cobertura arbórea

La reforestación mediante el establecimiento de árboles es un proceso que permite poblar un espacio con árboles y arbustos con diferentes propósitos y así obtener bienes (madera, forraje, frutas, leña, entre otras) y servicios ambientales (fijación de nitrógeno, protección de suelos y agua, conservación de la biodiversidad).

La función principal es repoblar zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Regulan las condiciones del microclima local, disminuye la contaminación ambiental, genera hábitat para la fauna silvestre, principalmente las aves, mejora la infiltración y conserva la humedad en el suelo.

Es una práctica importante para la protección de las fuentes de agua, las raíces de los árboles y la hojarasca protegen el suelo contra la erosión, mejoran la infiltración y restauran espacios para la protección del recurso hídrico (fuentes de agua, áreas de recarga hídrica, orillas de ríos, quebradas).

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda en todo tipo de pendiente y funciona en todas las zonas; sin embargo, el crecimiento y desarrollo de los árboles es más lento en zonas secas.



Productora: Mercedes Aguilera  
Comunidad: Santa Rita-Condega ONG: PIMCHAS/ASOGAPCON

### Costos de la tecnología

Depende del área a reforestar.

El costo aproximado para el establecimiento de 0.5 hectárea oscila entre los 200 y 350 dólares.

El costo para el mantenimiento de 0.5 hectárea varía entre los 25 y 30 dólares al año.



Foto: Productor: Isidro Cáceres Meza  
Comunidad: Nuevo Amanecer Municipio: San Fernando ONG: CARE-PIR

## Regeneración natural

Aumento de la cobertura arbórea

Esta práctica consiste en mantener y manejar árboles en el terreno a través de la regeneración natural, la cual está ligada a la no-quema y a la chapia selectiva, considerando un ordenamiento de la finca en general

La función principal es el aprovechamiento del terreno, la diversificación del ecosistema y la protección del suelo y fuentes hídricas

Con esta práctica se reduce la necesidad de mano de obra y de insumos en comparación con las plantaciones forestales y la reforestación.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Es una práctica importante para la protección de las fuentes de agua, enriquece las capas superficiales del suelo a través de la hojarasca que se acumula bajo la copa de los árboles que con el tiempo se convierte en materia orgánica. Las raíces de los árboles y la hojarasca protegen el suelo contra la erosión, mejoran la infiltración y conserva la humedad.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Suelos profundos y superficiales, pendientes fuertes donde la vocación principal de la tierra es forestal. Funciona en todas las zonas y alturas, sin embargo, el proceso de la regeneración es más lento en zonas secas.

### Costo de la tecnología

El costo para el establecimiento de una hectárea de regeneración natural es de 100 a 120 dólares aproximadamente.

Este solo incluye el costo de mano de obra y algunas herramientas (lima y machete).

El costo de mantenimiento es de 60 dólares anuales, solo incluye mano de obra para limpieza y raleos.

## Sistema agroforestal de café

Aumento de la cobertura arbórea

Es una forma de cultivar café donde se incorporan árboles de diferentes especies. Se pueden obtener una mayor producción y sostenibilidad en el sistema, debido a que se aplican las prácticas adecuadas que permiten consolidar o aumentar la productividad del cultivo y las plantaciones forestales.

La función principal de la tecnología es proteger los recursos importantes como el agua, suelo y bosque, sin afectar la producción del cultivo.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Los árboles y la hojarasca protegen al suelo de la erosión hídrica, contribuyen con el secuestro y retención de carbono, fijan nitrógeno en el caso de leguminosas y aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo.

Los árboles en los cafetales preservan la biodiversidad, mejoran el ciclo del agua y la infiltración de ésta en el suelo, que permite alimentar las fuentes de agua como ríos y arroyos, reducen la temperatura ambiental en el lugar donde se ubica el sistema.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda en alturas arriba de los 900 metros sobre el nivel del mar, suelos con textura franco arenoso y profundos para un buen desarrollo de las raíces del café y árboles. Precipitaciones entre los 1,600 y 1800 mm anuales y pendiente arriba de 40%.



Productor: Isidro Cáceres Meza  
Comunidad: Nuevo Amanecer-Jalapa  
ONG: CCAJ

### Costos de la tecnología

El costo para el establecimiento de 1 hectárea de Sistemas Agroforestales con café, es de 1,200 dólares aproximadamente, incluyendo mano de obra e insumos.

El costo de mantenimiento en los dos primeros años de haber establecido el sistema es de 55 dólares aproximadamente.

## Sistema agroforestal con granos básicos

Aumento de la cobertura arbórea

Este tipo de Sistema Agroforestal está basado en tres tipos de cobertura sobre el suelo: manejo de rastrojos, cultivos y árboles.

La función principal de la tecnología es mejorar la fertilidad y humedad del suelo y aprovechamiento del mismo.

Su uso después de varios años, incrementa los rendimientos por efecto del mejoramiento de la fertilidad e incrementa la humedad.

### Contribución de la tecnología a la adaptación al cambio y variabilidad climática

Captura y retiene carbono, utiliza menos cantidad de fertilizantes nitrogenados, mejora la fertilidad, aumenta la humedad y la materia orgánica en el suelo.

Los árboles funcionan como cortina rompeviento, protegiendo al cultivo de los efectos del viento, mejora el microclima en la parcela y los árboles sirven de refugio para los animales silvestres.

### Condiciones ecológicas para la implementación

Se recomienda en zonas por debajo de los 900 msnm con problemas de deforestación y sequía, la textura del suelo depende de las especies de árboles a establecer así como de las variedades de granos básicos -

Puede establecerse en cualquier tipo de pendiente, precipitaciones anuales por debajo de los 1,000 mm.



Foto: PESA 2008; POSAF II /MARENA 2005

### Costo de la tecnología

El costo para el establecimiento de una hectárea de regeneración natural es de 100 a 120 dólares a aproximadamente.

Este solo incluye el costo de mano de obra y algunas herramientas (lima y machete).

El costo de mantenimiento es de 60 dólares anuales, solo incluye mano de obra para limpieza y raleos.

## TABLA DE CONVERSION DE PESOS Y MEDIDAS

	para convertir	en	multiplicar por
<b>TEMPERATURA</b>	Centígrados o Celsius	Fahrenheit	9/5 y sumar 32° F
	Fahrenheit	Centígrados o Celsius	Restar 32° F mult.x 5/9
<b>LONGITUD</b>	Metro	centímetros	100
	Metro	pie	3.2808
	Metro	pulgadas	39.37
	Metro	yarda	1.093613
	Centímetros	pulgadas	0.3937
	Centímetros	metros	0.01
	Centímetros	milímetros	10
	Milímetro	centímetros	0.1
	Milímetro	pulgadas	0.0394
	Yardas	pie	3
	Yardas	metros	0.9144
	Pie	centímetros	30.48
	Pie	metros	0.3048
	Pie	pulgadas	12
	Millas	yarda	1760
	Millas	pie	5280
	Millas	metros	1609.344
Millas	kilómetros	1.609344	
Pulgada	Centímetros	2.54	
<b>VOLUMEN</b>	Metro cúbico	Pie cúbico	35.31
	Metro cúbico	Pulgada cúbica	61023.3779
	Litro	Onzas (US)	33.8147
	Pulgada cúbica	centímetro cúbico	16.38706
	Pulgada cúbica	Onzas (US)	0.5541
	Pie cúbico	centímetro cúbico	28320
	Pie cúbico	Pulgada cúbica	1728
	Pie cúbico	Litros	28.32
US Galones	Litros	3.7853	

## TABLA DE CONVERSION DE PESOS Y MEDIDAS

	para convertir	en	multiplicar por
<b>PESO</b>	Kilogramos	Libras	2.2046
	Gramo	Ounces (avoirdupois)	0.353
	Tonelada métrica	kilogramos	1000
	Tonelada métrica	Libras	2205
	Tonelada corta	Libras	2000
	Tonelada corta	Kilogramos	907.1849
	Tonelada corta	Tonelada Larga	0.8929
	Tonelada corta	Tonelada métrica	0.9072
	Tonelada Larga	kilogramos	1016
	Tonelada Larga	Libras	2240
	Tonelada Larga	Ton. Corta	1.12
	Libras	Onzas	16
	Libras	Gramos	453.5924
	Libras	Kilos	0.4536
<b>PRESION</b>	Kilogramos por centímetro cuadrado	Libras por pulgada cuadrada	14.2234

<b>SUPERFICIE</b>	Acre	Hectárea	0.405
	Acre	Manzana	0.575
	Centímetro <sup>2</sup>	Pulgada <sup>2</sup>	0.155
	Centímetro <sup>2</sup>	Pie <sup>2</sup>	0.108
	Hectárea	Manzana	1.423
	Kilómetro <sup>2</sup>	Milla <sup>2</sup>	0.386
	Manzana	Acre	1.736
	Manzana	Hectárea	0.703
	Manzana	Metro <sup>2</sup>	7,026
	Hectárea	Metro <sup>2</sup>	10,000



Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidente!*

**MARENA**  
Ministerio del Ambiente  
y los Recursos Naturales



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Cooperación Suiza  
en América Central**



Al servicio  
de las personas  
y las naciones



Si bien el cambio climático tiene un carácter mundial, sus repercusiones negativas se hacen sentir en mayor grado entre las personas y los países más pobres ya que estos son más vulnerables debido a que dependen en gran medida de los recursos naturales; es por ello que la implementación de estas prácticas y tecnologías es un esfuerzo de la adaptación al cambio climático que contribuye a que las comunidades mejoren los ecosistemas y medios de vida para ser menos vulnerables.