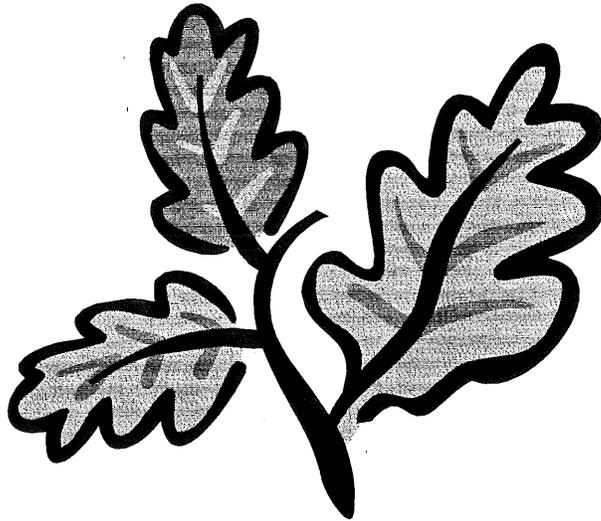
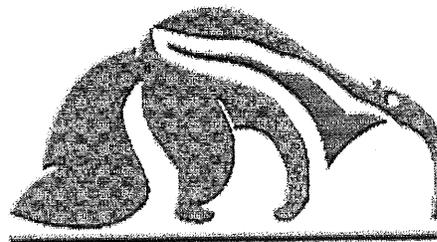
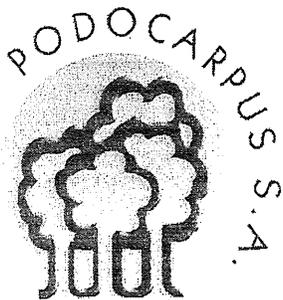


**FONDO DEL AGUA SISTEMA MOTAGUA POLOCHIC  
FUNDACIÓN DEFENSORES DE LA NATURALEZA  
PODOCARPUS S.A.**



**PROGRAMA DE EDUCACIÓN EN AGUA  
FONDO DEL AGUA SISTEMA MOTAGUA POLOCHIC:  
GUÍA CURRICULAR DE EDUCACIÓN.**



**Fundación  
Defensores de la Naturaleza**

**Guatemala  
Octubre 2003**

## Índice de contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>III. USO DE LA GUIA CURRICULAR.....</b>	<b>4</b>
3.1. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CAPACITACIÓN DE MAESTROS Y MAESTRAS.....	5
3.2. GUÍA DOCENTE SOBRE EL RECURSO AGUA.....	5
<b>IV. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL CURSO-TALLER DE CAPACITACIÓN A MAESTROS Y MAESTRAS.....</b>	<b>7</b>
<b>V. GUÍA DOCENTE SOBRE EL RECURSO AGUA.....</b>	<b>10</b>
5.1. PRESENTACIÓN.....	10
UNIDAD 1.    LA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	1
UNIDAD 2.    EL BOSQUE. EL BOSQUE ESTÁ VIVO. ¡VIVE!.....	11
UNIDAD 3.    EL BOSQUE NUBOSO Y LA PRODUCCIÓN DE AGUA.....	18
<b>VI. CUADERNO EDUCATIVO PARA USUARIOS DE SISTEMAS DE RIEGO (AGRICULTORES Y GANADEROS UNIDADES DE RIEGO.....</b>	<b>25</b>
5.1. PRESENTACIÓN: EL AGUA DE LA SIERRA DE LAS MINAS.....	25
UNIDAD 1.    LA CUENCA HIDROGRÁFICA Y EL CICLO DEL AGUA.....	26
UNIDAD 2.    ¿CÓMO CONTRIBUYE EL BOSQUE A LA PRODUCCIÓN DE AGUA?.....	29
UNIDAD 3.    ¿CÓMO PODEMOS ASEGURAR QUE SIEMPRE HABRÁ AGUA PARA EL RIEGO? .	35
UNIDAD 4.    CONSEJOS DE MEJORES PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y DEL AGUA:.....	39

## **I. INTRODUCCIÓN**

El uso eficiente del agua depende fundamentalmente del conocimiento sobre su valor de producción, distribución y consumo. Ese conocimiento se limita muchas veces a los conceptos generales aprendidos durante la vida escolar, sin entrar en detalles sobre las fuentes locales, sus amenazas, sus ventajas y factores que influyen en la calidad y en la cantidad.

Basados en dicha problemática, la presente guía curricular para educación sobre agua, posee como objetivo el fortalecer la información disponible sobre educación de agua y apoyar los procesos de capacitación para maestros y agricultores, y consecuentemente para la niñez del Sistema Motagua Polochic.

La guía se basa en el trabajo realizado por el Lic. Eliseo Gálvez para la Cuenca del Río Pasabien, dentro del proyecto del Fondo del Agua. En la Cuenca se realizaron una serie de talleres, grupos focales y entrevistas con los diferentes usuarios del agua. Éste trabajo socioeconómico<sup>1</sup>, perseguía el objetivo de determinar el grado de conocimiento de los diferentes usuarios sobre el agua: ciclo hidrológico, mantos freáticos, salud, contaminación, fuentes de agua, importancia para la biodiversidad, entre otros temas.

Con dicho conocimiento se formularon los siguientes documentos:

- Guía Docente sobre el Recurso Agua
- Guía Metodológica para la Capacitación de Maestros y Maestras.
- Subprograma de Educación Informal. Guión y Texto de 5 spot Radiales
- Subprograma de Educación Informal. Diseño de 3 afiches para 3 grupos meta.
- Cuaderno Educativo sobre el Recurso Agua. Dirigido al Sector Industrial del Valle del Motagua
- Cuaderno Educativo para Usuarios de Sistemas de Riego (Agricultores y Ganaderos)

Con ciertas adaptaciones y ampliaciones, el material será utilizado para toda la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic y su zona de influencia, que es lo que se ha denominado el Sistema Motagua Polochic. En los aspectos relacionados a educación formal, se iniciará a utilizar en el año 2004 y en las escuelas piloto seleccionadas por el proyecto del Fondo del Agua.

A continuación se presenta el material específico de aplicación en las escuelas y comunidades del Sistema Motagua Polochic. Como un primer paso, el material será distribuido en 40 escuelas de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y con mayor concentración en el lado sur de la misma.

---

<sup>1</sup> Análisis socioeconómico de la Cuenca del Río Pasabien, efectuado en el primer semestre del año 2003, por el Lic. Eliseo Gálvez, para el proyecto del Fondo del Agua.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Proporcionar material educativo para el inicio del Programa de Educación Ambiental, con énfasis en el agua, del proyecto del Fondo del Agua del Sistema Motagua Polochic.

### **2.2. Objetivos específicos**

2.2.1. Apoyar a los maestros ubicados dentro del Sistema Motagua Polochic, con material específico sobre educación en agua y manejo de cuencas.

2.2.2. Promover el buen uso del agua, evitando su desperdicio y siendo eficiente en su uso.

2.2.3. Apoyar a los pequeños irrigadores de la zona a utilizar el agua de forma eficiente y conciente.

## **III. USO DE LA GUIA CURRICULAR**

La guía curricular está estructurada para orientar a diferentes tipos de capacitadores y Maestros en general, sobre los puntos más importantes en una capacitación sobre el recurso agua. Se parte del supuesto que los usuarios del agua ya poseen algún tipo de formación en el área de Recursos Naturales Renovables y que también conocen aspectos generales sobre la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. Fundación Defensores de la Naturaleza ha impulsado este tipo de capacitación durante varios años.

El primer capítulo es parte del Programa de Educación formal y es de aplicación directa por parte de las maestras y maestros. Como se mencionó en la introducción, están basados en la Cuenca del Río Pasabien, como área piloto del proyecto. Sin embargo, las guías y sus contenidos se pueden aplicar a cualquier cuenca Hidrográfica y con mayor énfasis en las cuencas del lado sur de la reserva.

Se recomienda un proceso de actualización del material, en función de la cuenca y también realizar una visita de campo previa a la parte alta de la cuenca de jurisdicción del maestro, para poder ampliar en información sobre la importancia de la cuenca y planificar de mejor forma la cuarta actividad de la guía docente, que se realiza ya con los alumnos de las escuelas.

En el capítulo 3 se incluye material para el programa de educación no formal, el cual abarca a los principales usuarios del agua, como lo son los sistemas de riego. Se presentan este capítulo con el objetivo que los mismos maestros conozcan sobre el uso del agua en sistemas de riego y concienticen a los futuros trabajadores de dichas actividades económicas, sobre el uso adecuado del agua.

### **3.1. Guía Metodológica para la Capacitación de Maestros y Maestras**

La guía metodológica es una pequeña introducción a las unidades que deben conformar la guía docente, donde se presentan los temas, los objetivos y la metodologías propuestas para cada tema.

La guía presenta la sugerencia de realizar 4 jornadas de trabajo, las cuales pueden ser separadas en función del tiempo o la época más idónea para realizarla en cierta localidad o cuenca de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas o Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic.

Los temas sugeridos son:

- a) Importancia y objetivos del curso
- b) La Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas
- c) La Cuenca Hidrográfica
- d) El Bosque
- e) Como contribuye el Bosque a la producción de agua
- f) Gira interpretativa al bosque nuboso.

Como se puede observar, los temas son dirigidos al agua, aunque se pueden ampliar o reducir, dependiendo del conocimiento que los alumnos tengan sobre el tema. Por ejemplo otros temas sugeridos para ampliar pueden ser:

- Mantos freáticos,
- Especies de fauna y flora asociados al agua
- Los reptiles y anfibios de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic
- La economía del Valle del Motagua basada en el agua.
- Porque una Hidroeléctrica es Buena.
- Como ser más eficiente en los sistemas de riego.

### **3.2. Guía Docente sobre el Recurso Agua**

La guía docente sobre el recurso agua está desarrollada para que el maestro o maestra los utilice durante su jornada de trabajo donde se incluyen los aspectos de recursos naturales y ambiente.

Posee tres unidades didácticas con 4 componentes cada una:

Unidad 1: La cuenca hidrográfica

Unidad 2: El Bosque

Unidad 3: El Bosque Nubosos y la Producción de agua

Componentes:

- a) Definiciones y concepto del tema
- b) Desarrollo del tema
- c) Actividades que acompañan al proceso de enseñanza
- d) Actividades complementarias

### **3.3. Cuaderno Educativo para Usuarios de Sistemas de Riego (Agricultores y Ganaderos)**

Finalmente, el Cuaderno dirigido a los sistemas de riego, posee como estrategia el empezar a mejorar la infraestructura y en términos generales la eficiencia sobre la utilización del agua dentro de los sistemas.

Los temas que aborda el cuaderno son:

- a) La Cuenca hidrográfica y el ciclo del agua
- b) Como contribuye el bosque a la producción del agua
- c) Como podemos asegurar que siempre habrá agua para el riego
- d) Consejos de mejores practicas para la conservación de suelos y el agua

El proyecto del Fondo del Agua posee un proceso específico de capacitación y puesta en marcha de mejoramiento de los sistemas de riego de la cuenca del río Lato. Dicho aporte fue otorgado por la embajada británica y se debe iniciar a operar en el último trimestre del año 2003.

## **IV. Guía Metodológica Para el Curso-Taller de Capacitación a Maestros y Maestras**

La presente guía está dirigida para Maestros de Educación Primaria y se espera que sea de aplicación en el primer semestre del año 2004.

Tópico del Curso-Taller:

Educación para la Conservación de los Bosques y el Agua en la Cuenca

Temas Estratégicos a desarrollar:

- La Cuenca Hidrográfica
- El Bosque: bienes y servicios que brinda
- Contribución del Bosque Nuboso a la Producción de Agua

Tema Introdutoria:

- La Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas –RBSM-

Objetivo General:

Contribuir a la actualización pedagógica y ampliar la temática ambiental hacia la conservación de los bosques y el agua, de los maestros y maestras que trabajan en escuelas primarias de la cuencas que drenan hacia el Río Motagua, dentro del Sistema Motagua Polochic.

### **METODOLOGÍA**

<b>Día / tiempo</b>	<b>Tema: Contenido</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metodología</b>
1er Día Jornada única	Importancia y objetivos del curso	Describir de forma clara cuál es la importancia, los temas y objetivos del curso-taller que inicia.	Charla convincente y participativa por parte del Facilitador del curso-taller.
	Tema introductorio: la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas – RBSM	Retroalimentar este tema con maestros ya capacitados y presentar un enfoque regional de gran paisaje en la conservación del bosque y el agua.	Exposición Audiovisual por profesional invitado de Defensores de la Naturaleza
	Unidad 1 La Cuenca Hidrográfica: - el agua de la Sierra de Las Minas - la cuenca del río Pasabién o donde se	Definir y discutir el concepto de cuenca hidrográfica hasta que para todos sea claro y lo puedan transmitir.  Motivar a los maestros y	Charla participativa por parte del Facilitador del curso-taller donde expone los contenidos del tema.  Organizar a los maestros en pequeños grupos para realizar círculos de estudio para su primer acercamiento a la Unidad

Día / tiempo	Tema: Contenido	Objetivos	Metodología
	encuentre la escuela - manejo de cuencas hidrográficas - actividades de esta unidad para desarrollar con los alumnos	maestras para que desarrollen las actividades sugeridas para esta unidad que presenta la Guía Docente y desarrollar algunas.	1 de la Guía Docente.  Desarrollar la actividad demostrativa del inciso (a) del tema "Actividades" en la página 9 de la <i>Guía Docente</i> .  Escuchar del audiocassette No 1, la lección No. 1, " <i>El Agua Fuente de Vida</i> ".
2do Día Jornada Única	Unidad 2 El Bosque: - bienes y servicios que brinda el bosque - tipos de bosque - el agua como servicio ambiental del bosque - el ciclo del agua - funciones del bosque (regulador, protector y productor) - actividades de esta unidad para desarrollar con los alumnos	Presentar y profundizar en la discusión de los bienes y servicios que brinda el bosque  Indagar y aclarar conocimientos sobre las funciones del bosque y su relación con el ciclo del agua	Proyección del video, " <i>El Agua y la Vida</i> ". Al final motivar un foro sobre el video.  Exposición con ayudas visuales (acetatos, proyección power point, afiche, p.e.) por parte del Facilitador del Curso para desarrollar los contenidos de la Unidad.  Organizar a los maestros en pequeños grupos para realizar círculos de estudio referente a la Unidad 2 de la Guía Docente.  El Facilitador prepara las actividades descritas en los incisos (c) y (d) del tema "Actividades" en la página 16 de la <i>Guía Docente</i> . Escuchar del audiocassette No 1, la lección No. 2, " <i>Que llueva, que llueva</i> ".  Motivar a los maestros y maestras para que desarrollen con sus estudiantes las actividades de esta Unidad
3er Día Jornada Única	Unidad 3 Cómo contribuye el bosque nuboso a la producción de agua. - definición - funciones del bosque nuboso - tres pasos para asegurar que siempre habrá agua - actividades para desarrollar esta Unidad	Reflexionar sobre las amenazas que menguan el recurso agua en cantidad y calidad.  Ilustrar claramente la función de "esponja" del bosque nuboso.  Definir acciones concretas que son necesarias llevar a la práctica para proteger la cuenca hidrográfica, los bosques y el agua.	Exposición del Facilitador que inicia haciendo recordatorio del video, El Agua y la Vida. Se recomienda proyectar el segmento que ilustra el bosque nuboso (5 min).  Desarrollo de los contenidos del tema con ayudas visuales, y motivando la participación activa de los maestros y maestras.  Organizar a los maestros en pequeños grupos para realizar círculos de estudio referente a la Unidad 3 de la Guía

Día / tiempo	Tema: Contenido	Objetivos	Metodología
			<p>Docente.</p> <p>Escuchar del audiocassette No 2, las lecciones No. 3 y No. 4, “<i>Se fue el agua</i>”; y “<i>Los Detectives del agua</i>”.</p> <p>Hacer una reflexión final con los maestros sobre la importancia de realizar las actividades sugeridas en la Guía Docente, e invitarlos a que ellos apliquen otras que consideren apropiadas para cada unidad. Recordarles que será una forma de evaluación.</p>
<p>4to Día Jornada Única</p>	<p>Gira Interpretativa al bosque nuboso: La cuenca hidrográfica El bosque y la función esponja del bosque nuboso.</p>	<p>Reconocer in situ el tipo de suelo, los diferentes estratos del bosque y sus funciones.</p> <p>Internalizar por experiencia personal la maravilla del efecto “esponja del bosque” en la retención del agua.</p>	<p>Hacer una gira hacia la cabecera de la cuenca, donde haya una masa de bosque nuboso con árboles altos para distinguir los estratos o niveles en el bosque.</p> <p>Organizar la logística de la gira previamente a iniciar el curso-taller. Ponerse de acuerdo con la plenaria para la hora de partida a la gira. Se recomienda salir del lugar de reunión muy temprano en la mañana, para tener mayores posibilidades de encontrarse con neblina en el bosque.</p> <p>Si encuentran neblina en el bosque, el Facilitador de la gira puede explicar el fenómeno de la lluvia horizontal.</p>

#### **1.4 Actividad complementaria de esta unidad:**

Cada unidad en esta guía docente va acompañada de una lección auditiva presentada en los dos audiocassettes que se adjuntan a la presente guía docente. Cerciorase que en su guía van incluidos, sino solicítelos al programa que dirige la capacitación de maestro(as) en la cuenca donde usted trabaja.

- Previamente escuche en el audiocassette No. 1, *la lección No. 1 "El agua, fuente de vida"*.
- Presente y dirija la lección a sus estudiantes en el aula, anímeles a seguir paso a paso la misma y desarrollar las actividades intra y extra-aula que se sugieren en el audiocassette. Por ejemplo, contestar las interrogantes y cantar las canciones.
- Aquí puede incluir otras preguntas que puede derivar de los contenidos desarrollados en la unidad didáctica.

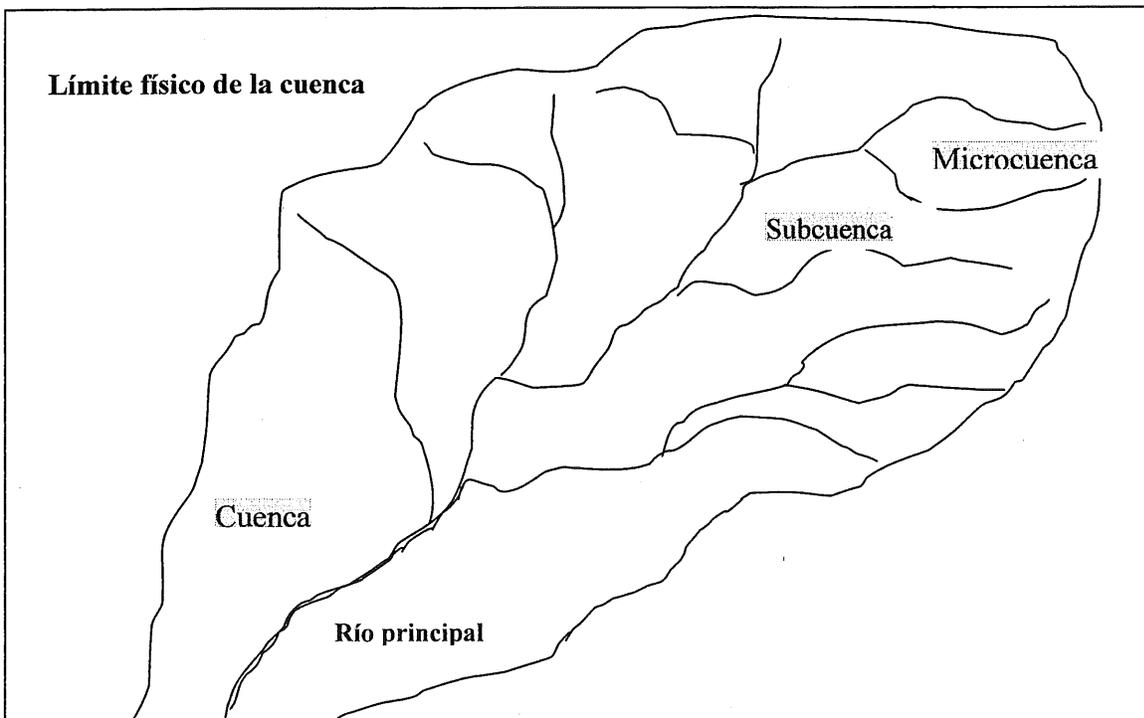
## **Unidad 1. La Cuenca Hidrográfica**

### **1.1 Definiciones y conceptos**

Se define a la cuenca hidrográfica en el aspecto físico, como el espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en el que se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal el cual se integra a otro río más grande, a un lago o al mar.

Pero la definición anterior es más de enfoque geográfico al que falta integrarle el aspecto social, económico, demográfico y biofísico. Integrando estos aspectos la cuenca hidrográfica se puede definir como: Un territorio caracterizado por un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y cuyas modificaciones se deben a la acción o interacción de los subsistemas sociales y económicos que encierra. O también como: un sistema de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental es un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar. Por su tamaño pueden dividirse en cuencas, subcuencas y microcuencas

**Figura: División de una cuenca**



## **1.2 Desarrollo del tema**

### **a. Cuenca Hidrográfica**

Donde quiera que vivamos nos encontramos rodeados de una red de cuencas hidrográficas. Compartimos estas cuencas con otras comunidades, pueblos y ciudades y una gran variedad de plantas y animales, formando también las unidades básicas de la ecología y el ciclo del agua.

Como ya se mencionó, técnicamente una cuenca hidrográfica es el área terrestre que escurre agua hacia un riachuelo, río, lago u otro cuerpo de agua. Piense en los bordes y la curvatura de una escudilla o tasa bola de barro, y siga la gota de agua que escurre hacia el centro del recipiente.

La línea del borde en el mapa de la cuenca hidrográfica del río Pasabién, demarca los límites o fronteras naturales de esta cuenca; a su vez esta es parte de otra cuenca mayor (la cuenca del río Motagua). Esto lo pueden observar en un mapa que muestra los ríos que drenan o bajan de la Sierra de Las Minas hacia el río Motagua. Toda la región sur de la Sierra de Las Minas, escurre sus aguas hacia este río, ¿lo ve? Cuando piensen en cuencas hidrográficas, trate que los alumnos vean ambas partes y el todo: las cuencas hidrográficas pequeñas se combinan para formar las más grandes.

La tierra no tiene que estar anegada de agua para formar parte de una cuenca hidrográfica. Los desiertos y zonas áridas también son parte de estos sistemas. Las cuencas hidrográficas juegan un papel importante en estos sistemas. Estas no sólo están limitadas por la superficie, el flujo de agua subterránea también juega un papel importante en estos sistemas.

En años recientes, los enfoques holísticos (la teoría que establece que el universo y especialmente la naturaleza debe ser vista como un todo en vez de partes distintas) pensando en términos de una cuenca hidrográfica, se han convertido en una parte importante del desarrollo y el manejo de los recursos. En vez de considerar los impactos ambientales con respecto de su propia finca o tierras privadas, el aserradero, la comunidad, el pueblo o la ciudad, se necesita pensar en términos de todo el ecosistema que les rodea. Esta forma holística de pensar nos exhorta a considerar cómo nuestras actividades impactan la calidad del agua, la ecología, la diversidad y la estabilidad de estos sistemas mayores.

El agua es un recurso natural indispensable para toda forma de vida existente en la tierra. De ella depende la vida humana, la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas. Se sabe que el agua ocupa aproximadamente tres cuartas partes de la superficie del planeta, pero sólo cerca del 3% corresponde al agua dulce. De ese porcentaje, el 70% está localizada en los polos; el 22% está en la superficie en estado de humedad y solamente el 0.01% conforma los ríos.

Todos vivimos en una cuenca hidrográfica. Las plantas y animales que viven en ella conviven con nosotros. Cada uno de nosotros afecta a la cuenca dependiendo del uso que hacemos de los recursos naturales. ¿Y qué es una cuenca hidrográfica? Como ya se mencionó, para ir internalizando el concepto a través de esta lectura, “es el área de terreno donde se drena el agua hacia una corriente, río, lago o mar. El agua viaja por la superficie terrestre a través de tierras forestales, campos agrícolas, praderas, terrenos suburbanos y calles, o se filtra por la tierra hasta llegar a una corriente subterránea y formar parte de esta. Las cuencas de drenaje tienen muchas formas y tamaños: algunas tienen montañas y colinas; otras son terrenos más planos.

Es importante tener presente que una cuenca hidrográfica puede ser afectada por diferentes acciones y prácticas. La construcción de ciudades y pueblos, la agricultura, la ganadería, la tala de árboles y el uso y disposición de muchos químicos y aguas jabonosas de las casas, afectan la cantidad y la calidad del agua que fluye por las cuencas.

Uno de los mayores fenómenos hidrológicos que afectan las cuencas son las inundaciones. Las inundaciones ocurren cuando el volumen de agua excede la capacidad que tiene un cuerpo de agua (corriente, río o lago) para mantener el agua dentro de sus riberas normales. Cualquier corriente, río o lago puede desbordarse.

#### **b. Manejo de las cuencas hidrográficas**

La cantidad y calidad de agua que drena a una cuenca hidrográfica depende del clima, la vegetación, el suelo, la geología y el desarrollo en la cuenca. Las prácticas que cambian las características de la vegetación y la superficie de las cuencas, pueden afectar la cantidad y la calidad del agua conducida por la corriente. Por ejemplo, puede ser que de una cuenca que fluirá de un bosque o pradera el agua puede ser de mayor cantidad y mayor calidad que de una cuenca desprovista de bosque y desarrollada con actividades agroindustriales o agrícolas sin conservación de suelos. Esto podría causar una inundación mayor de lo normal en una cuenca, ya que un volumen mayor de agua excede la capacidad natural de la corriente para transportar agua.

Las cuencas hidrográficas por su grado de intervención también se pueden clasificar como: cuencas no intervenidas o no desarrolladas, cuencas planificadas y cuencas no planificadas. Las primeras se refieren a cuencas de drenaje cuyas aguas en calidad y cantidad no han sido afectadas por el desarrollo. Las segundas consideran acciones planificadas que toman en cuenta los efectos en los recursos naturales de la cuenca, para ayudar a conservar la calidad y cantidad de agua que fluye de ésta. Por consecuencia, el desarrollo no planificado de una cuenca es causa potencial de la degradación de la calidad del agua y el incremento en pérdida de propiedad por inundaciones.

**c. El agua de la Sierra de Las Minas**

De la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, nacen 63 ríos que proveen agua fresca e influyen en las condiciones climáticas de la región. El agua de la Sierra de Las Minas beneficia a todos los pobladores de estas montañas, y de los valles de las cuencas así como a industrias y fincas de los valles circundantes a la Sierra. El valle del Motagua es uno de los más beneficiados, por ser uno de los valles más secos de Centroamérica (otra región similar está en Nicaragua) donde la precipitación promedio anual es de 600 mm (milímetros), y es donde se ubican los pueblos y ciudades de la región, donde también se ha desarrollado un corredor industrial de importancia socioeconómica en la región. Corredor industrial que incluye también embotelladoras y agroindustria.

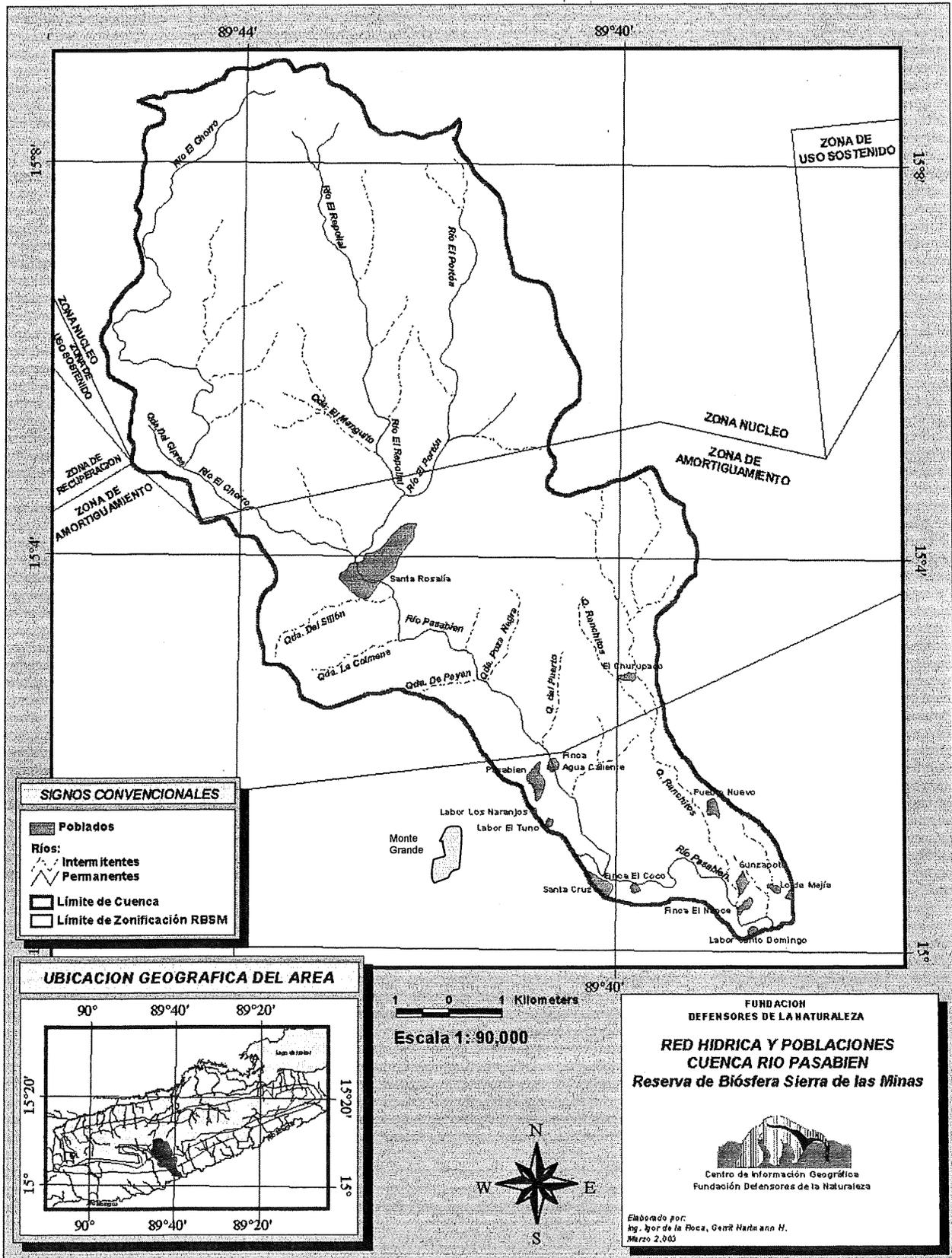
De acuerdo a un estudio (Brown, M, et al. 1996) realizado por la Fundación Defensores de la Naturaleza, ONG que trabaja en la conservación de la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, se determinó que en la cuenca del río Jones, Río Hondo, Zacapa; y en la cuenca del río El Hato, San Agustín Ac., El Progreso, más del 80% del agua es utilizada en irrigación en la época seca. En las mismas cuencas, los pastos con riego reportan una productividad hasta 28 veces más en comparación con los pastos no regados y los cultivos agrícolas como melón, tomate, café, uva, y otros tienen un rendimiento 6 veces mayor gracias al riego. Estas son algunas de las razones por las que en el programa educativo con relación al agua decimos que, "el agua es importante, cuidémosla".

El caso ilustrado con los datos del estudio citado, también pueden aplicarse para la cuenca del río Pasabién, porque su sistema de producción agropecuaria es similar a la cuenca del río Jones. Como dato específico de la cuenca Pasabién, el uso del agua para riego es de menor porcentaje porque el tamaño de la cuenca también es menor, aquí la red del sistema de riego está compuesto por 11 canales o tomas: 2 en la parte alta de la cuenca y 9 que riegan el valle de la cuenca que benefician a los habitantes de las nueve comunidades mayoritarias de la misma.

**Cuadro No. 1 Agua total, distribución per capita y uso por sector en Guatemala**

Agua total (Km <sup>3</sup> )	Agua per cápita (Km <sup>3</sup> )	Uso per cápita (metros <sup>3</sup> )	Extracción de agua por sector (%)		
			Doméstico	Industrial	Agrícola
116	10,920	139	9	17	74

Fuente: World Resources, 1996



#### **d. La Cuenca del Río Pasabién**

Al referirnos a la cuenca del río Pasabién, estamos hablando del territorio en el cual se ubica y se forma el río Pasabién. Y como puede observarse en el mapa anterior, lo conforman una serie de ríos más pequeños entre los que se encuentran el río El Portón y El Repollal que se unen para formar el principal afluente del río Pasabién; al que más adelante se le une el río El Chorro. Estos tres caudales se pueden apreciar desde la comunidad de Santa Rosalía Marmol, antes de formar la laguna de la represa de la hidroeléctrica del río Pasabién.

Dentro de la orografía de los límites de la cuenca Pasabién, se ubican dos cerros de importante elevación: el más alto es el Cerro de Los Monos, con una altura de 2327 msnm. El otro es el Cerro Redondo, con una elevación de 2080 msnm.

#### **¿Dónde se encuentra la cuenca del río Pasabién?**

Ubicada en el nororiente del País, en jurisdicción del municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa. La cuenca del río Pasabién es parte del gran paisaje del río Motagua y el macizo montañoso de la Sierra de Las Minas. Haciendo el recorrido por la carretera Interoceánica CA – 9N, también denominada carretera del Atlántico, entre los kilómetros 124 y 128 tomando como punto de partida la ciudad de Guatemala, es ahí donde se presenta el valle de la cuenca Pasabién.

#### **¿Qué características biofísicas tiene la cuenca?**

##### **Geomorfología**

La mayor parte de la superficie de la cuenca tiene un relieve irregular y pendiente promedio superior al 40%. Abarca un rango altitudinal desde 180 msnm, en la desembocadura al río Motagua, hasta los 2327 msnm. en el “Cerro de Los Monos” ubicado en la Zona Núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas.

Tiene una superficie de 10,158 hectáreas. Espacio en el cual se encuentran cinco zonas de vida de acuerdo a la clasificación de Holdrige: bosque muy húmedo subtropical frío (**bmh – S(f)**) con 2,937 ha que se ubica en el piso altitudinal de medio a alto en la cuenca; el bosque húmedo subtropical templado (**bh –S (t)**) con 4,881 ha.; el bosque pluvial montano bajo subtropical (**bp –MB**) con 1,608 ha. Se ubica en el piso altitudinal más alto de la cuenca; el bosque seco subtropical (**bs –S**) con 439 ha; y el monte espinos subtropical (**me –S**) con 293 ha. Los dos últimos en el piso altitudinal bajo de la cuenca, o sea en la planicie del valle.

## ¿Quiénes habitan la cuenca del río Pasabién?

### Un poco de historia y aspectos Demográficos

Esta región nororiental del país, fue ruta de paso de los encomendadores españoles desde la época de la conquista durante el siglo XVI. Esto sucedió por estar próxima al río Motagua y el puerto pluvial de Gualán, Zacapa, importante canal natural para los navíos españoles que transportaban las encomiendas del Reino de Guatemala hacia España.

Algunas familias del viejo continente se establecieron en la zona y fundaron las primeras "Estancias" o haciendas en la región. Dos siglos después ya estaban plenamente identificadas las primeras comunidades en la cuenca, como se muestra e los primeros censos ya en la época independiente de la República de Guatemala. Mismas que datan de la segunda mitad del siglo XVIII, como se muestra en el cuadro de la columna derecha, todas las comunidades con categoría de aldeas de la cuenca (Santa Cruz, Monte Grande, Sunzapote, Ojo de Agua, Santa Rosalía) ya aparecen en el Censo de Población de 1880.

Es evidente que estas comunidades no han registrado altos índices en sus tasas de crecimiento anual, como en otras regiones del país.

Pero también han sido responsables de la formación de otras comunidades que vienen a ser extensiones de las mismas, que ahora son los caseríos existentes en la cuenca (La Ceibita, Agua Caliente, Nuevo Sunzapote, Puente Mármol, El Peaje y Pasabién). Todas comunidades en la cuenca Pasabién y del municipio de Río Hondo, en el departamento de Zacapa.

### La Educación

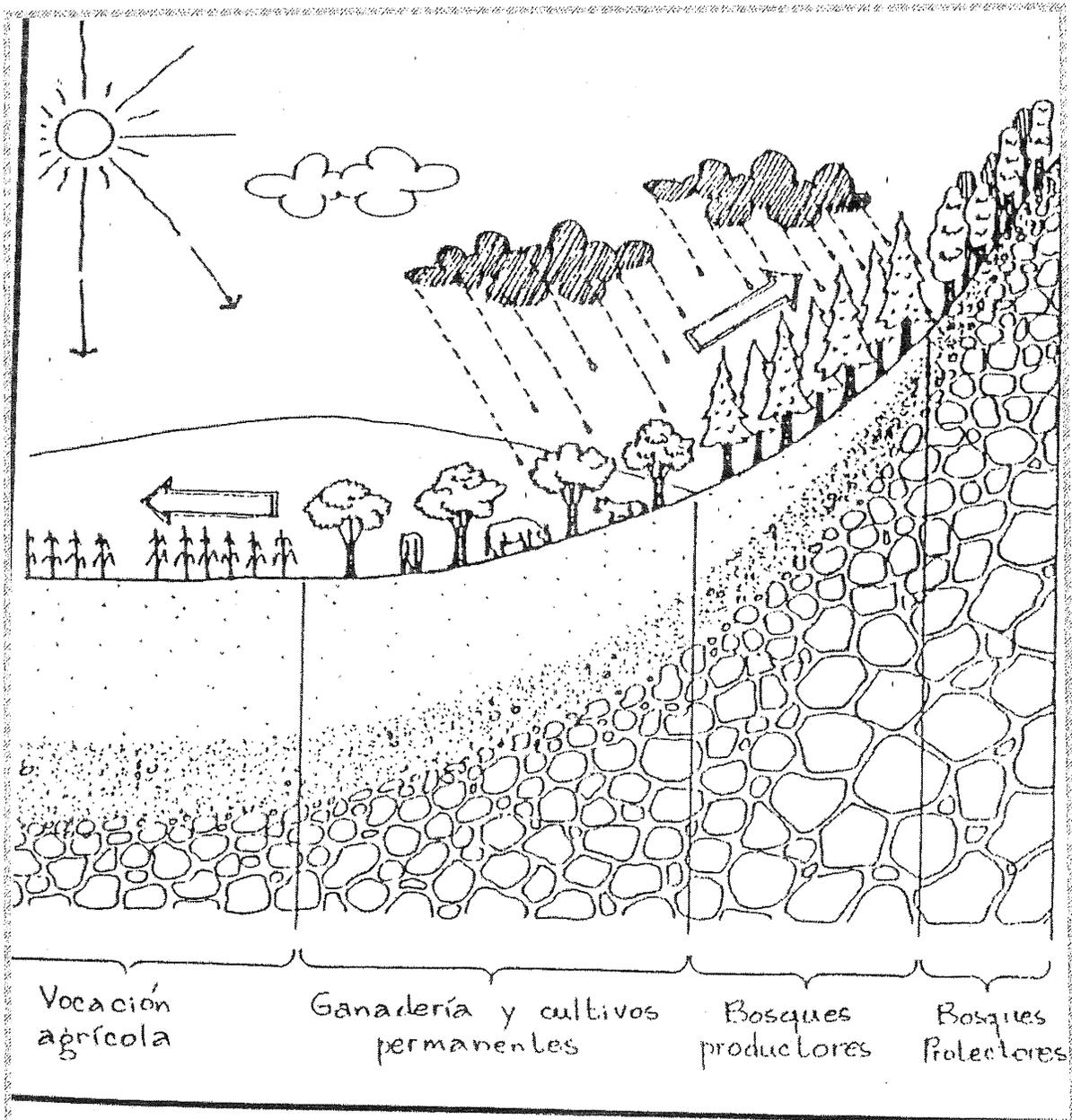
El total de la población que se registra en la cuenca hasta el año 2000, corresponde al 38% del total de este municipio y asciende a 7,084 habitantes<sup>2</sup>. De este total, el 35% de la población (infantes y adolescentes) corresponde al sector escolar con 1,453 niños, niñas y adolescentes hombres y mujeres que asisten a tomar clases a la escuela Primaria; y a los tres institutos de Educación Básica.

Cuadro No. 2 Educación en la cuenca del río Pasabién

Niveles de educación (cuenca)	Nivel de alfabetización en la cuenca	Escolaridad promedio adultos	Población que asiste a escuela
Nivel Primaria	29%	3º Grado estimado	Pre-primaria 168 Primaria 1,026
Nivel Básico			259
Pob escolar Total			1,453

Fuente: elaboración propia con información obtenida en el MINEDUC, Ofic. Río Hondo; y UTM Municipalidad de Río Hondo, Zacapa.

<sup>2</sup> Dos fuentes consultadas: Municipalidad (UTM) y Puesto de Salud Santa Cruz que lleva el censo de todas las poblaciones en la Cuenca Pasabién.



Dibujo: Módulo de Educación Forestal, BOPAZ

### **Vocación del suelo de acuerdo a su topografía**

### **3. Actividades**

a. ¿Qué es una cuenca hidrográfica?

**Objetivos –los alumnos deberán:**

- identificar una cuenca hidrográfica
- observar cómo fluye el agua de las áreas altas hacia las bajas en una cuenca hidrográfica; y
- observar la conexión entre las cuencas hidrográficas

**Materiales – lo que cada grupo necesita:**

- Un recipiente de al menos 22 cms de ancho, 33 cms de largo y 6 cms de profundidad. Se sugiere un recipiente de metal para hornear
- dos pliegos de periódico
- Un pliego de plástico delgado y flexible. Deberá ser más grande que el recipiente en todas sus dimensiones
- una botella rociadora
- agua para llenar la botella
- un libro

**Preparación del Maestro(a)**

- esta actividad está diseñada para que los alumnos trabajen en grupos de cinco
- mantenga un ejemplar del cartel o afiche “cuenca hidrográfica: lugar donde vivimos”, expuesto en una de las paredes del aula para que lo escudriñen antes de la actividad
- llene las botellas con agua y añádales gotas de colorante vegetal (añelina azul) para que se pueda identificar fácilmente
- prepare un modelo de ejemplo

**Procedimiento**

- Divida la clase en grupos de cinco. Cada grupo debe tener un recipiente, dos pliegos u hojas de papel periódico, un pliego de plástico, una botella rociadora y algo de cuña que formará la inclinación
- Pida a un alumno por grupo que estruje los pliegos de periódico por separado y que luego los coloque uno al lado del otro en un extremo del recipiente. Extienda el plástico sobre el periódico a manera que se formen colinas en las partes altas y valles en las bajas. Coloque una cuña en un extremo para formar la inclinación de la cuenca y facilitar que el agua escurra hacia un extremo del recipiente.

b. ¿De dónde proviene el agua que sale del chorro?

Otra actividad muy interesante y extramuros que complementa el aprendizaje de esta unidad, es salir de gira con los alumnos y ubicarse en un lugar donde se aprecie la mayor parte de la cuenca Pasabién y estudiar in situ el contenido del desarrollo de la presente unidad.

#### **1.4 Actividad complementaria de esta unidad:**

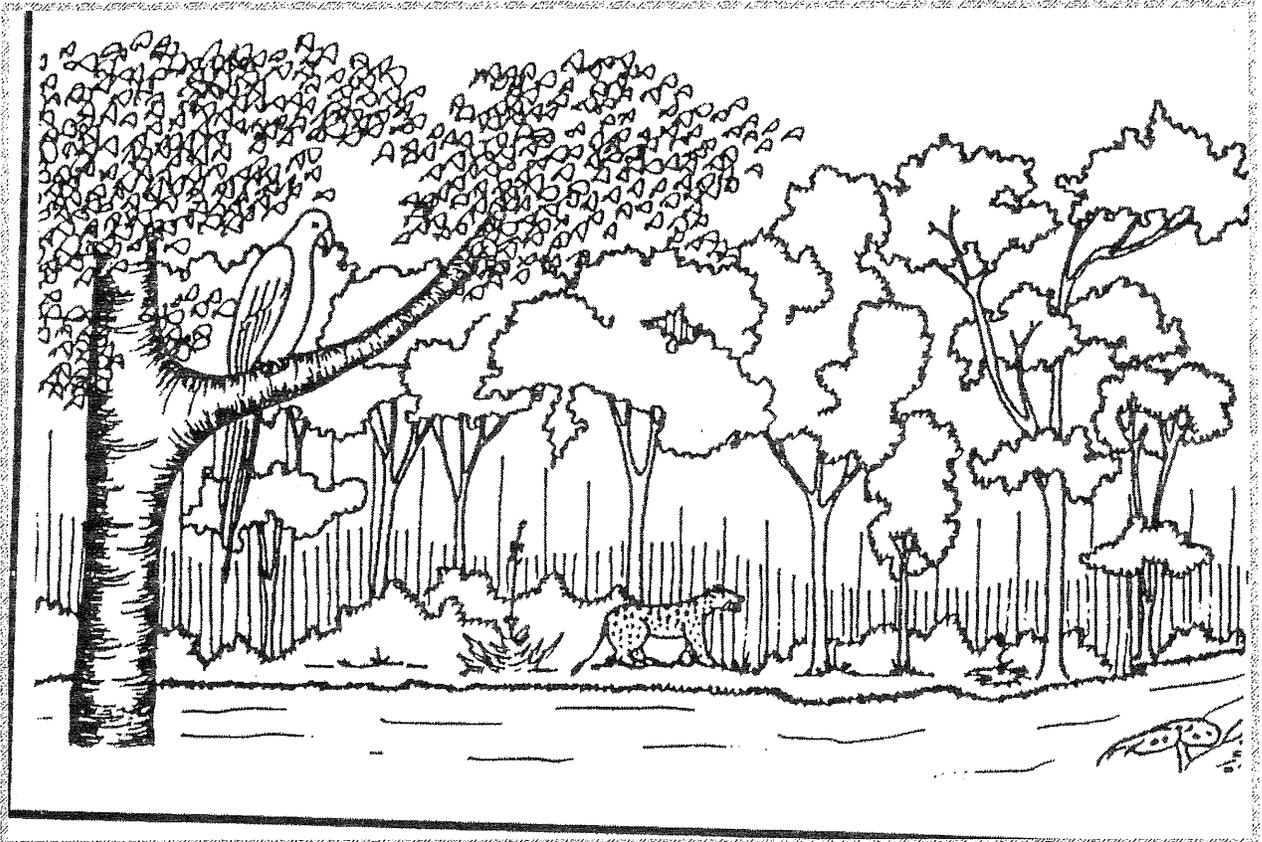
Cada unidad en esta guía docente va acompañada de una lección auditiva presentada en los dos audiocassettes que se adjuntan a la presente guía docente. Cerciorase que en su guía van incluidos, sino solicítelos al programa que dirige la capacitación de maestro(as) en la cuenca donde usted trabaja.

- Previamente escuche en el audiocassette No. 1, *la lección No. 1 "El agua, fuente de vida"*.
- Presente y dirija la lección a sus estudiantes en el aula, anímeles a seguir paso a paso la misma y desarrollar las actividades intra y extra-aula que se sugieren en el audiocassette. Por ejemplo, contestar las interrogantes y cantar las canciones.
- Aquí puede incluir otras preguntas que puede derivar de los contenidos desarrollados en la unidad didáctica.

## Unidad 2. El Bosque. El bosque está vivo. ¡Vive!

### 2.1 Definición y conceptos

El bosque es una área determinada donde la especie vegetal que sobresale son los árboles, en asociación con arbustos, hierbas, suelo y agua. Que interaccionan con otros factores abióticos y microorganismos. El bosque natural está compuesto por árboles nativos que no han sido plantados por el ser humano.



Dibujo: Módulo de Educación Forestal, BOPAZ

“El bosque”

### 2.2 Desarrollo del tema

#### a. Bienes que nos proporcionan los bosques

Los bienes que produce el bosque pueden ser maderables y no maderables. Los bienes maderables son los que se obtienen del fuste o tronco de los árboles y de sus ramas. Por ejemplo, madera, leña, postes, tablonos, vigas, estacas. Los bienes no maderables son aquellos que son diferentes a la madera, por ejemplo: hierbas comestibles o medicinales, frutos, hojas, semillas, raíces, bejucos, resinas, flores, musgos, hongos, broza y las especies animales que habitan en el bosque.

El uso ordenado de los bienes maderables y no maderables asegura su existencia permanente para las presentes y futuras generaciones.

**b. Servicios que nos proporcionan los bosques**

Los servicios ambientales son todos aquellos derivados de la existencia saludable de los bosques. Estos servicios son más numerosos que los bienes directamente utilizados o consumidos, son menos evidentes y menos valorados. Muchas veces también desconocidos. Sin embargo favorecen a todos los seres humanos que tengan o que carezcan de bosques.

Cuando los bosques desaparecen también desaparecen los servicios ambientales que generan. Los seres humanos dejan de disfrutarlos y hasta sufren su ausencia. Los servicios ambientales más conocidos de los bosques son: la regulación del ciclo del agua, uno de los más importantes; la protección de los suelos contra la erosión; el control del clima de la región; el paisajismo; la provisión de refugio para animales y plantas silvestres, evitando su extinción; evitan derrumbes, inundaciones y desastres; permiten la recreación; permiten el control de la contaminación al capturar gases de la atmósfera.

**c. El agua como servicio ambiental de los bosques**

El bosque es el componente natural que regula el ciclo hidrológico, es decir, equilibra la retención y distribución del agua en una cuenca hidrográfica.

Esta retención y distribución del agua en el suelo la realizan los bosques de tres maneras: 1. la broza que producen almacena más agua; 2. sus raíces penetran el suelo y permiten una mejor infiltración de la misma y 3. los árboles disminuyen la velocidad de las corrientes de agua de lluvia permitiendo mayor almacenaje e infiltración. Todo ello hace que se alimenten los acuíferos subterráneos y al mismo tiempo que se abastezca los ríos, quebradas, lagos, lagunas y pozos.

Los sitios donde se retienen y distribuyen mayores cantidades de agua se denominan "*zonas de recarga hídrica*". A estas zonas también se les denomina sitios "*aguas arriba*". Las zonas de recarga hídrica son áreas asociadas a una cuenca determinada, que recolectan el agua de lluvia y permiten que se infiltre hacia acuíferos subterráneos o superficiales que son los arroyos, las quebradas y ríos que conforman la cuenca hidrográfica.

**(Nota para Maestros(as):** En el afiche "*cuenca hidrográfica: lugar donde vivimos*" identifique con estudiantes de su clase la zona de recarga hídrica)

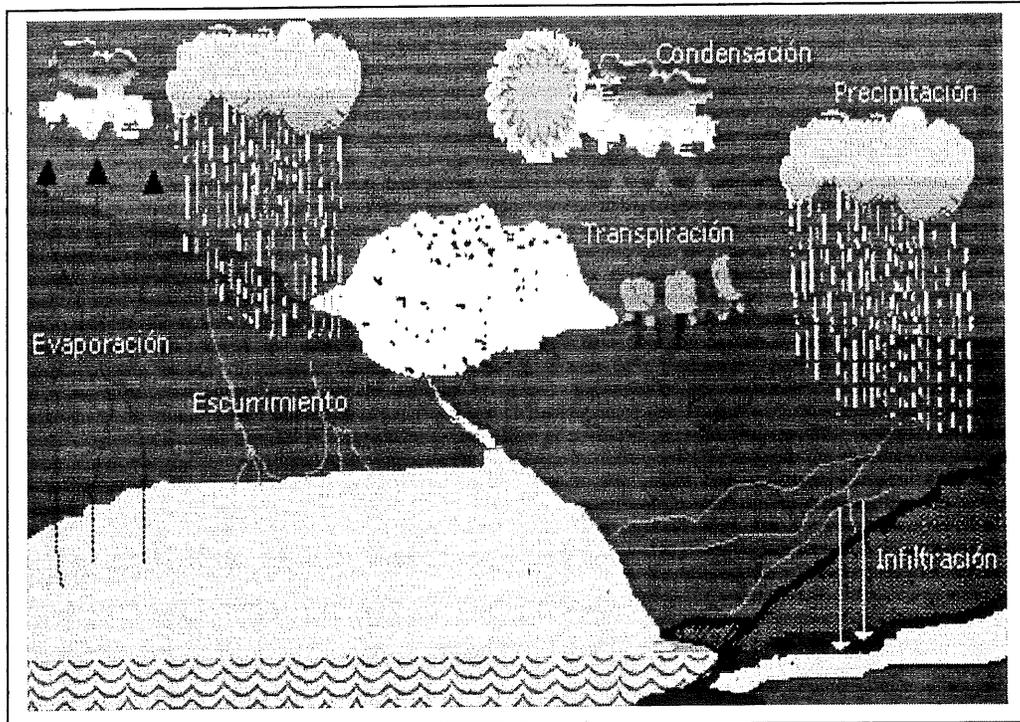
Cuando no hay bosques, en época de invierno aumenta el agua en los ríos y su llegada al mar es más rápida, pero también aumentan las inundaciones y los desastres. En verano, la falta de almacenamiento natural de agua provoca sequía y escasez. Todo ello afecta las cosechas, nuestras viviendas y tierras y en general nuestras vidas.

#### **d. El ciclo del agua**

El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en su fase líquida (lluvia) y sólida (nieve). La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la evaporación directa, a la transpiración por las plantas y animales y por sublimación (paso directo del agua sólida a vapor de agua). La cantidad total de agua que existe en la Tierra, en sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa, se ha mantenido constante desde la aparición de la humanidad.

El agua de la tierra se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera, entre los cuales existe una circulación continua, a lo que se llama ***el ciclo del agua o ciclo hidrológico***.

El movimiento del agua en el ciclo hidrológico es mantenido por la energía radiante del sol y por la fuerza de la gravedad.



#### e. Tipos de Clasificación de los Bosques

##### **Por las Especies que lo Componen:**

**Bosque de coníferas:** Es el bosque formado por especies con fruto en forma de cono o piña, entre las que tenemos al pino, ciprés, pinabete y araucaria.

**Bosque Latifoliado:** Es el bosque formado por especie de hoja ancha las cuales forman copas frondosas o redondeadas, tenemos como ejemplo la Ceiba, hormigo, caoba, cedro, palo blanco, aripín, eucalipto, encino, ilamo, liquidámbar entre otros.

**Bosque mixto:** Es aquel bosque conformado con una mezcla de especies latifoliadas y coníferas, en la que no existe dominación alguna de ninguno de los tipos.

**Bosque manglar:** Es un tipo especial de bosque latifoliado, ubicado en los litorales sirve como barrera natural para evitar que la salinidad del mar llegue a los suelos fértiles.

**Bosque xerofítico esclerófilo:** Son los que se desarrollan en zonas áridas, la mayoría de especies poseen espinas.

## **Funciones del Bosque**

El bosque como elemento vivo, realiza básicamente las funciones de:

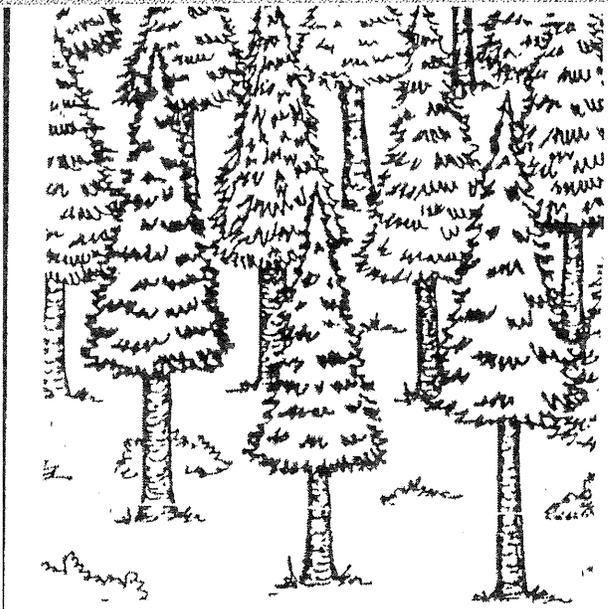
- 1) regulador,
- 2) protector y
- 3) productor.

Función de regulador: De la cubierta forestal depende el estado de equilibrio en que se encuentran el clima y el ciclo hidrológico.

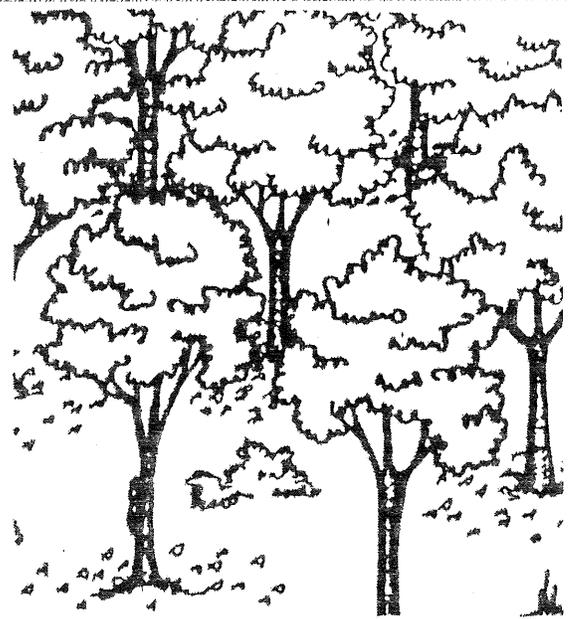
Influencias sobre el clima: Los bosques, moderan el clima local y de todo el mundo. Regulan el mantenimiento de la humedad y ofrecen menos variabilidad a las condiciones climatológicas.

Influencias Sobre el Ciclo Hidrológico: El bosque favorece la retención de humedad en el suelo, reduce el escurrimiento de agua sobre la superficie de éste, ayuda a que se realice la evapotranspiración en forma gradual y constante, también contribuye a una mejor distribución de las lluvias durante el año.

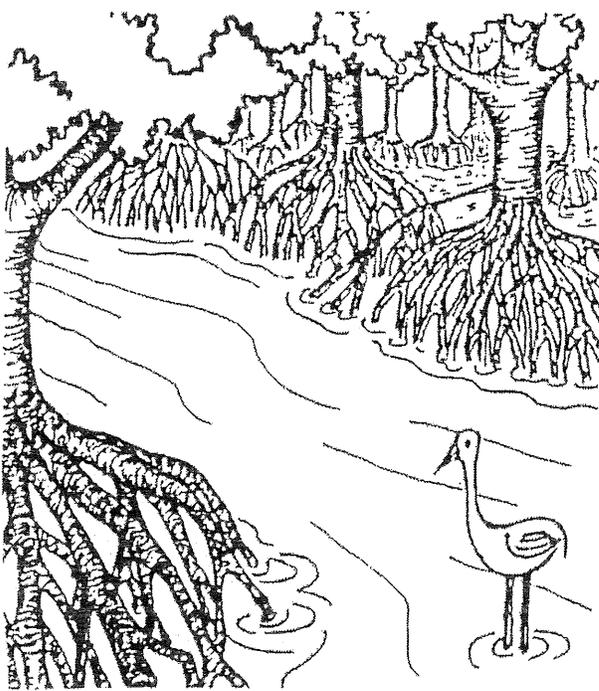
Función de Protector: El bosque ejerce influencia directa sobre la protección de los demás recursos naturales. La protección esta en relación directa para:  
Disminuir la erosión hídrica: La cual se produce cuando las gotas de lluvia desprenden las partículas del suelo y las transportan a lugares más bajos.



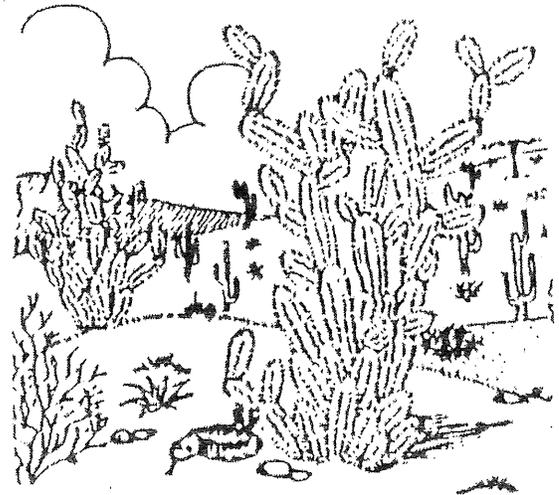
Bosque de Coníferas



Bosque Latifoliado.



Bosque Manglar.



Bosque Xerofítico.

Dibujo: Manual de Educación Forestal, BOPAZ

### Tipos de bosque.

¿Cuál es el tipo de vegetación predominante en el valle del Motagua? ¿Cuáles se encuentran en la parte alta de la cuenca?

**Disminuir la Erosión Eólica:**

Esta se produce cuando el viento traslada las partículas del suelo a otros lugares.

Proteger las fuentes de agua: Las raíces de los árboles ayudan a que el agua de lluvia penetre mejor en el suelo y se almacene en acuíferos que luego alimentan los nacimientos de agua haciendo disponible ésta, la mayor parte del año.

Refugio de la fauna: El bosque proporciona vivienda y alimento a la fauna silvestre.

Función de productor: El bosque proporciona diversidad de productos y subproductos los cuales sirven para satisfacer las necesidades del hombre y los animales. Los productos de mayor importancia son, materia prima para la industria: de la madera, papel, chicle, hule, farmacéutica, de pintura, barnices entre otros. Los subproductos que se obtienen del bosque incluyen leña, carbón, frutos, poste y madera para construcción rural.

Producción de oxígeno: Los bosques absorben el bióxido de carbono y agua del ambiente y por medio del proceso de fotosíntesis produce azúcares para su alimentación y liberan oxígeno al ambiente.

## **2.3 Actividades**

a) Visitar una área boscosa para poder relacionarla con el concepto de bosque, elaborar un listado de elementos que se puedan observar para luego representar por medio de un dibujo u otro medio plástico el bosque visitado.

Observar detenidamente para obtener una panorámica del entorno y las diferencias que existan dentro del bosque con relación a otras áreas.

b) Otra actividad puede ser comparativa, para ello después de visitar una área boscosa, en otra oportunidad y como complemento visitar un área sin bosque. Ahora pueden comparar: el clima, la humedad, la erosión y la fauna y flora.

c) Para observar el efecto del sol y el aire en la pérdida de la humedad del suelo: Llenar dos botes con suelo y aplicarles un vaso de agua a cada uno, colocar uno en la sombra de un árbol y el otro bote expuesto al sol y al aire. Observar dos horas después la diferencia de humedad que manifiesta el suelo de cada bote .

d) Para observar el fenómeno de la transpiración, seleccionar tres pequeñas ramas de árboles, arbusto y hierbas disponer de tres bolsas plasticas transparentes con capacidad para cinco libras introducir en cada una de las bolsas una rama, cerrar las bolsas, colocar una en la sombra y las otras dos bajo la luz del sol observar los resultados dos horas después.

Realizar una colección de productos y subproductos (o bien dibujarlos) provenientes del bosque y describir brevemente: Uso y origen.

#### 2.4 Actividad complementaria de esta unidad:

- Escuchar previamente el audiocassette No. 1, con la *lección No. 2 "Que llueva, que llueva"*. Antes de presentarla a los alumnos en clase.
- Presentar y dirigir la lección No. 2 "Que llueva, que llueva" a los alumnos en el aula para su seguimiento y discusión. Anime a los estudiantes a seguir la lección con sus interrogantes y cantos sobre el tema.
- Incluya otras preguntas sobre los contenidos de esta unidad cuando responden las del audiocassette. De esta forma está evaluando cuánto han comprendido y si hay necesidad de aclaraciones es el momento oportuno.
- Para incluir preguntas del contenido de esta unidad recuerde que puede detener o parar el audiocassette.

### Unidad 3. El Bosque Nuboso y la Producción de Agua

#### ¿Cómo contribuye el bosque nuboso a la producción de agua?

#### 3.1 Definiciones y conceptos

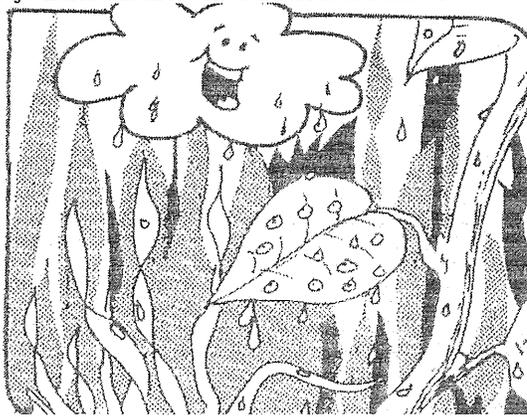
El bosque nuboso se define por la presencia frecuente de nubes que se encuentran al nivel de la vegetación, creando un ambiente muy húmedo. Hay dos maneras en que el bosque ayuda al abastecimiento de agua durante verano.

Primero, cuando las nubes chocan con la vegetación o se sientan encima de los árboles, ellas dejan pequeñas gotas de neblina, lo cual se llama "lluvia horizontal".

Estas gotas de neblina pueden aumentar la cantidad de lluvia recibida por el bosque. En la Sierra de las Minas se encuentran el área de bosque nuboso más grande de Guatemala, lo cual representa una fuente muy importante de agua para las comunidades vecinas.

Los meses cuando el bosque nuboso atrapa más neblina en la Sierra son al principio de verano, específicamente durante el periodo de mucho viento entre Noviembre y febrero.

Dibujo: Eliseo Gálvez R. Revista Ecos de la Sierra No. 7



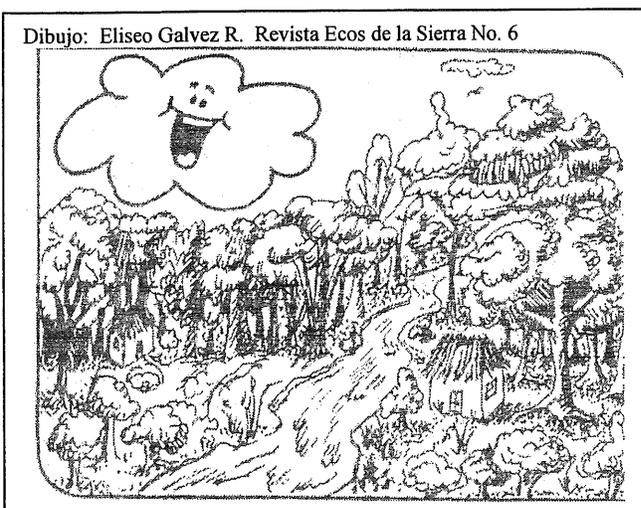
Como el bosque actúa como una barrera contra las nubes, se ha demostrado que los árboles altos atrapan más agua que los árboles pequeños o arbustos. Además las áreas más altas y expuestas al viento atrapan más neblina. Por eso, es muy importante proteger los grandes árboles del bosque virgen, especialmente en las partes altas de la montaña.

La segunda manera en que el bosque nuboso ayuda en la producción de agua es por el almacenamiento de grandes cantidades de agua durante en invierno para abastecimiento en verano. El bosque actúa como una esponja, absorbiendo el agua de lluvia y soltándola lentamente durante todo el año.

Diferentes partes del bosque ayudan a la retención de agua.

**Primero**, los varios niveles verticales de vegetación disminuyen la fuerza de las gotas de lluvia, haciendo que el agua llegue poco a poco al suelo. Imagine usted estar bajo el bosque durante un aguacero, con todas las ramas goteando.

**Segundo**, las hojas secas en el suelo absorben grandes cantidades de agua, hasta cuatro veces su peso en agua! esto quiere decir que una libra de hojas puede absorber hasta cuatro libras de agua ;



**Tercero**, el suelo del bosque tiende a ser liviano, con hoyos y canales hechos por gusanos, insectos y animales, donde entra fácilmente el agua al suelo.

En resumen, los varios niveles de vegetación, la broza y el suelo liviano del bosque todos ayudan al bosque a actuar como una esponja, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de agua.

### **La lluvia toma dos diferentes rutas para llegar a un río.**

Primero si no hay vegetación, el agua puede correr sobre la superficie de la tierra. Esta agua llega rápidamente al río y puede provocar crecidas e inundaciones.

Segundo, el agua puede estar absorbida por el suelo. Esta agua se mueve muy lentamente entre las pequeñas partes que componen al suelo, hasta llegar a un nacimiento o directamente al río.

En el bosque la mayor parte de agua penetra al suelo, que la purifica y la suelta lentamente. Aún después de una lluvia fuerte, el agua llega limpia a los ríos. Y como llega más despacio, existe menos peligro de inundaciones.

En cambio en áreas agrícolas, nada detiene la fuerza de las gotas de lluvia que golpean el suelo, lo desprenden y arrastran sobre el terreno, causando el proceso erosión. Esta agua sucia roba el suelo más fértil y el agua llega rápidamente al río, lo cual puede causar inundaciones en las partes bajas.

Para tener agua en verano, tenemos que proteger la vegetación en las partes altas de las cuencas, para que el suelo pueda absorber mucha agua. Las cabeceras de las cuencas alimentan las fuentes de agua y mantienen los caudales de los ríos en verano, si cortamos el bosque estas áreas, toda el agua va a correr por encima de la tierra, entonces se perderá el agua y el suelo en las crecidas durante el invierno,

La cantidad de agua que puede entrar al suelo depende mucho del uso del terreno. Cuando se convierte la parte alta de la cuenca del bosque en área agrícola (como una milpa), se pierden los varios niveles verticales de la vegetación que disminuían la fuerza de las gotas de lluvia y se pierden las hojas secas, los gusanos y los insectos que estaban encima y adentro del suelo y ayudaban en la absorción del agua.

Sin la protección adecuada las lluvias fuertes lavan el suelo superficial, que es la parte que tiene la capacidad más alta de absorber agua. Como el subsuelo siempre es más denso y arcilloso que el suelo superficial, el cambio de bosque a terreno agrícola aumenta la corriente superficial y disminuye la absorción del agua por el suelo. Es como si uno tomara la esponja y la convirtiera en asfalto. Con una superficie impermeable, el agua va a correr superficialmente, aumentando el caudal de invierno sin contribuir nada al almacenamiento de agua para verano.

Los terrenos pendientes fácilmente pierden su capacidad de almacenar agua, porque se erosiona fácilmente el suelo y los cultivos no son suficientemente para detener el agua. Por ejemplo, en un área arriba de Jones, sucedió un derrumbe en 1,996 que causó mucha erosión, luego en 1998 con la tormenta tropical Mitch los daños aún fueron mayores provocando grandes inundaciones en el valle de la cuenca y en las comunidades allí asentadas. (Recuerde que la población de la Espinilla fue evacuada por medio de helicópteros hacia un centro de refugio en Río Hondo)

La ganadería es muy dañina al suelo en áreas altas o pendientes, porque el peso del ganado apelmaza el suelo, reduciendo su capacidad de absorber agua. Es como si uno apretara la esponja antes de tratar de mojarla. Obviamente, no va a poder absorber mucha agua.

Durante el verano, cuando no llueve, los ríos dependen de los nacimientos y del agua de la tierra. Los resultados de nuestro estudio (Brown, M, 1995) demuestran que durante verano, los ríos de algunas áreas deforestadas tienen la mitad de agua que los ríos en áreas con bosque.

La reducción del caudal de verano puede perjudicar las ganancias agrícolas. Por ejemplo, esto puede notarse en terrenos regables abajo de una toma y terreno seco arriba de la toma. Los resultados de nuestro estudio demuestran que si se perdiera la quinta parte del caudal de verano en la cuenca del río Jones. Se tendría que convertir aproximadamente 400 manzanas (o más de seis caballerías) del terreno regable a terreno seco, lo cual causaría una pérdida anual de miles de quetzales para las familias de la comunidad.

Para resumir, los bosques nubosos nos ayudan de varias maneras: primero porque atrapan la lluvia horizontal durante verano; segundo por absorber y almacenar agua durante el invierno, por mantener la productividad del suelo y evitar la erosión. Si los eliminamos, estamos destruyendo el futuro de las próximas generaciones. No debemos olvidar que en los bosques nubosos vive nuestra Ave Nacional: El Quetzal y que debemos también que ayudar a conservarla.

### **¿Cómo podemos asegurar que siempre habrá agua para el riego?**

**Las siguientes tres acciones son muy importantes para proteger el agua.** Primero: proteger el bosque nuboso. Segundo, mejorar las prácticas agrícolas para evitar la erosión y la corriente superficial del agua, especialmente en las partes altas de la cuenca. Y tercero, evitar el desperdicio del agua.

Empecemos con una discusión **del primer paso—la protección del bosque nuboso.**

La Sierra de las Minas tiene la extensión más grande de bosque nuboso de toda Guatemala y de Centroamérica. Más de una tercera parte de todo el bosque nuboso del país queda dentro de la Reserva, con aproximadamente 6600 km<sup>2</sup> dentro de la misma. A pesar de su gran valor para la producción de agua, este bosque se encuentra constantemente amenazado.

La mayor amenaza es el cambio de uso de bosques a terreno para agricultura o ganadería—aunque el terreno de bosque nuboso es muy quebrado y poco fértil y entonces no es apropiado para la agricultura o ganadería.

Otra amenaza es el aprovechamiento de madera en áreas inapropiadas, como el bosque nuboso y las cabeceras de las cuencas.

En este caso, muchos chipes fueron cortados ilegalmente para venderlos. Como crecen muy lentamente, el bosque tardará muchos años en reemplazarla estos magníficos chipes.

Durante verano, la quema del rastrojo frecuentemente provoca incendios forestales como este.

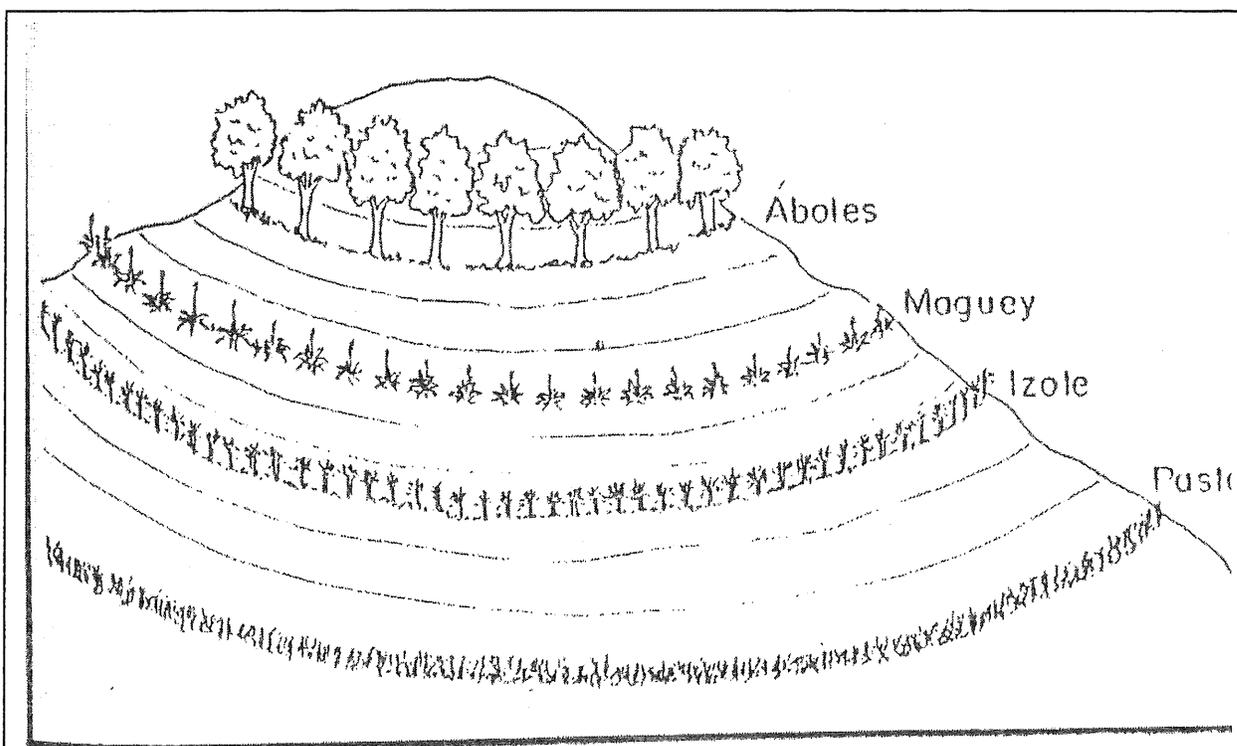
Estos incendios debilitan y reducen las áreas con bosque y las restantes los exponen a ser atacados por plagas, lo que al final también contribuyen a disminuir el manto vegetal natural de la tierra.

Los incendios convierten la tierra en un desierto ecológico. Perjudican mucho el almacenamiento del agua, porque además de reducir la cobertura forestal, destruyen la capa de hojas secas y la superficie del suelo, reduciendo la infiltración del agua.

Todos tenemos que trabajar juntos para proteger el bosque nuboso y reforestar áreas pendientes. Del otro lado de la sierra en la región Q'eqchí los vecinos de las comunidades lo están haciendo, hagámoslo nosotros también, porque para todos, *el agua es importante...*

**El segundo paso para proteger el agua es mejorar las prácticas agrícolas para aumentar la infiltración y reducir la corriente superficial del agua, para que no se sequen los nacimientos y ríos en verano.**

Los suelos bajo bosques siempre absorben más agua que los suelos agrícolas. Entonces, donde sea posible, se debe de proteger la cobertura forestal en áreas arriba de los nacimientos.



Sin embargo, muchas veces no es posible tener cobertura forestal en toda la parte alta de las cuencas, porque en algunas cuencas mucha gente ya vive en la parte alta. Entonces, en éstas áreas agrícolas se deben usar prácticas agrícolas que tienen diferentes niveles verticales de vegetación, como el bosque, y que protegen el suelo para evitar la corriente superficial del agua.

Una manera de proteger el agua en áreas agrícolas es sembrar árboles con cultivos. Por ejemplo, la combinación de café y madre cacao, que tiene varios niveles verticales de vegetación los árboles aumentan la absorción de agua por el suelo, porque sus hojas amortiguan el impacto de las gotas de lluvia, y sus raíces y hojas secas ayudan a proteger el suelo. Además los árboles fertilizan el suelo.

**Finalmente, el tercer paso para conservar el agua es evitar el desperdicio.**

En las fincas grandes en el Valle de Motagua, se usan sistemas de riego por goteo o aspersión. Estos sistemas son muchos más eficientes que el riego por gravedad. Usan menos agua por área, por lo que se puede incrementar el área de riego natural.

Además de usar mucha agua, frecuentemente los agricultores, que riegan por gravedad no se preocupan por dejar agua para los agricultores más abajo. En la parte alta de las cuencas, las tomas son grandes. Sin embargo, los agricultores debieran de estar consientes de las necesidades de las comunidades de abajo, y no desperdiciar agua que podría aumentar las ganancias agrícolas de otro agricultor.

Los Agricultores de la cuenca del río El Hato, nos contaron que ellos están organizados por toma, y algunas de las tomas tienen juez de agua para decidir cuanto tiempo de riego le toca a cada cual. Esta organización reduce el desperdicio del agua, porque se le asigna un horario de riego específico a cada agricultor, según sus necesidades. Todos los agricultores deben estar organizados como estos. Si todos trabajamos juntos, podemos asegurar que siempre habrá agua para los futuros hijos.

### **3.3 Actividades**

- a. Preguntas para discusión
  - ¿En su comunidad, qué se siembra en terrenos regables? ¿Qué se siembra en terreno seco? ¿Hay cultivos que solamente se pueden sembrar en terreno regable?
  - ¿Cuál es la diferencia en la producción del terreno regable y el terreno seco?

- ¿Han disminuido los caudales de los ríos durante su vida? ¿Porqué? (más uso del agua, menos lluvia, deforestación o pérdida de bosque en la cuenca)
- ¿Hay mucha deforestación en la cabecera o parte alta de la cuenca?
- ¿Cuál parte de su cuenca debe ser la zona de recarga de los acuíferos? (la cabecera de la cuenca incluyendo el bosque nuboso y áreas pendientes donde llueve mucho) ¿Cómo se usa este terreno? ¿Se usan prácticas de conservación de suelos en esta área?

#### **3.4 Actividad complementaria de esta unidad:**

- Escuche la lección No. 3 y No.4 del audiocassette No. 2, previo a presentarla a los alumnos en el salón de clase.
- Seleccione una de estas dos lecciones para discutirla en clase. Si va a discutir las dos que sean en días distintos y no el mismo día.
- Con los alumnos en clase dirija la *lección 3 "Se fue el Agua"*, Y como lección que invite a la acción, sigan la *lección 4 "Los detectives del Agua"*.
- Invite a los alumnos a organizarse para emprender acciones en favor del agua en la cuenca; y que las mismas tengan seguimiento durante todo el ciclo lectivo y aún los siguientes años de la escuela primaria.

## **VI. Cuaderno Educativo para Usuarios de Sistemas de Riego (Agricultores y Ganaderos Unidades de Riego)**

### **5.1. Presentación: El agua de la Sierra de Las Minas**

De la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, nacen 63 ríos que proveen agua fresca e influyen en las condiciones climáticas de la región. El agua de la Sierra de Las Minas beneficia a todos los pobladores de estas montañas, y de los valles de las cuencas así como a industrias y fincas de los valles circundantes a la Sierra. El valle del Motagua es uno de los más beneficiados, por ser el valle más secos de Centroamérica, donde la precipitación promedio anual es de 600 mm (milímetros), y es aquí donde se ubican pueblos y ciudades importantes de la región, y donde también se ha desarrollado un corredor industrial de importancia socioeconómica.

Dentro de la Cuencas piloto que se trabajan actualmente dentro del proyecto, se ha escogido la Cuenca del Río Pasabien, por su ubicación y contexto general de integración de varios usuarios: Sistemas de riego, hidroelectricidad, consumo domiciliar e industria. El uso del agua de la cuenca del río Pasabien es intensivo. De este río se deriva agua fresca para diez comunidades en el valle de la cuenca; lo que implica que más de siete mil personas son beneficiadas por el uso del agua domiciliar. Gracias al agua del río se generan 12 Megawatios de electricidad en hora/pico por la hidroeléctrica Pasabien, mismos que se conectan al sistema nacional de electrificación, haciendo más competitiva la producción industrial en la región como a nivel nacional por la continuidad y disponibilidad del servicio.

Muy importante es destacar también que este río alimenta 11 canales o tomas de riego para producir y cosechar la diversidad de cultivos en la cuenca; así como para la reproducción de ganado vacuno que es de importancia cuántica en la región. Estas son algunas de las razones socio económicas que nos llevaron a escribir el presente Cuaderno Educativo dirigido a ustedes. Ustedes que usan las tomas para riego de cultivos agrícolas, o bien para riego de pasto y mantenimiento de potreros para crianza de ganado y por esto y otras razones de tipo ambiental decimos que *El Agua es Importante*.

Este Cuaderno Educativo está escrito pensando en cada uno y todos ustedes, estamos seguros que el contenido desarrollado en cuatro temas muy importantes, darán un alcance mayor del que actualmente se le tiene al agua. Le hacemos la atenta invitación a que lo lea, lo discuta con los compadres y vecinos usuarios del agua. Léalo por partes o por temas, descubrirá que hay información que le será útil y de beneficio para todos.

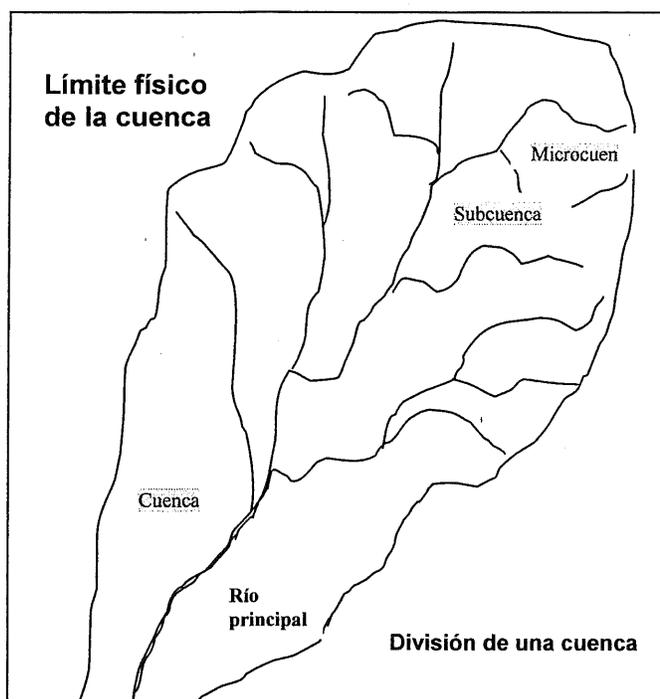
En este Cuaderno veremos ¿qué es la cuenca y cómo se da el ciclo del agua? ¿cómo contribuye el bosque a la producción de agua? y ¿cómo podemos asegurar que siempre habrá agua para riego?

## **Unidad 1. La Cuenca Hidrográfica y el Ciclo del Agua**

Se define a la cuenca hidrográfica en el aspecto físico, como el espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en el que se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal el cual se integra a otro río más grande, a un lago o al mar.

Pero la definición anterior es más de enfoque geográfico al que falta integrarle el aspecto social, económico, demográfico y biofísico. Integrando estos aspectos la cuenca hidrográfica se puede definir como: Un territorio caracterizado por un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar y cuyas modificaciones se deben a la acción o interacción de los subsistemas

sociales y económicos que encierra. O también como: un sistema de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental es un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar. Por su tamaño pueden dividirse en cuencas, subcuencas y microcuencas, como se aprecia en la figura de esta página.



### **Cuencas Hidrográficas**

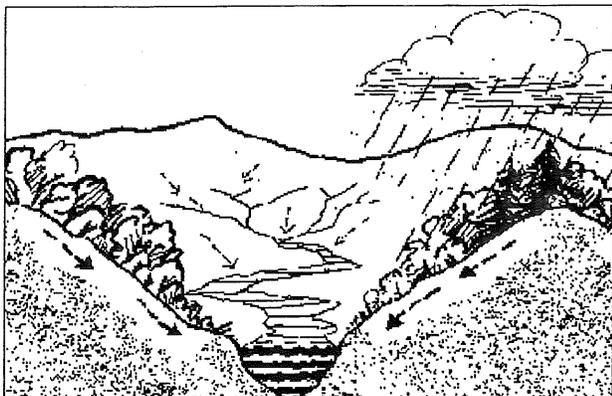
Donde quiera que vivamos nos encontramos rodeados de una red de cuencas hidrográficas. Compartimos estas cuencas con otras comunidades, pueblos y ciudades y una gran variedad de plantas y animales, formando también las unidades básicas de la ecología y el ciclo del agua.

**Dicho en otras palabras la cuenca hidrográfica es toda el área terrestre que escurre su agua hacia un riachuelo, río, lago u otro cuerpo de agua.** Observe con atención el paisaje en la otra columna y compare con el paisaje del cañón que forma el río Pasabien.

Si compara este paisaje con el que puede apreciar cuando hace un viaje por la carretera que conduce hacia Puerto Barrios, verá varias cuencas de ríos que se forman en la Sierra de Las Minas. ¿Cuáles cuencas conoce? Por ejemplo: la cuenca del río Teculután, la cuenca del río Jones, la cuenca del río Santiago. ¿Cuáles otras cuencas conoce?

La tierra no tiene que estar anegada de agua para formar parte de una cuenca hidrográfica. Los desiertos y zonas áridas también son parte de las cuencas.

Las cuencas hidrográficas juegan un papel importante en estos sistemas. Estas no sólo están limitadas por la superficie, el flujo de agua subterránea también juega un papel importante en estos sistemas.



**Paisaje de una cuenca hidrográfica**

Todos vivimos en una cuenca hidrográfica. Las plantas y animales que viven en ella conviven con nosotros. Cada uno de nosotros afecta a la cuenca dependiendo del uso que hacemos de los recursos naturales. El agua de la cuenca viaja por la superficie terrestre a través de tierras forestales, campos agrícolas, praderas, terrenos suburbanos y calles, o se filtra por la tierra hasta llegar a una corriente subterránea y

formar parte de esta. Las cuencas de drenaje tienen muchas formas y tamaños: algunas tienen montañas y colinas; otras son terrenos más planos.

Es importante tener presente que una cuenca hidrográfica puede ser afectada por diferentes acciones y prácticas. La construcción de ciudades y pueblos, la agricultura, la ganadería, la tala de árboles y el uso y disposición de muchos químicos y aguas jabonosas de las casas, afectan la cantidad y la calidad del agua que fluye por las cuencas.

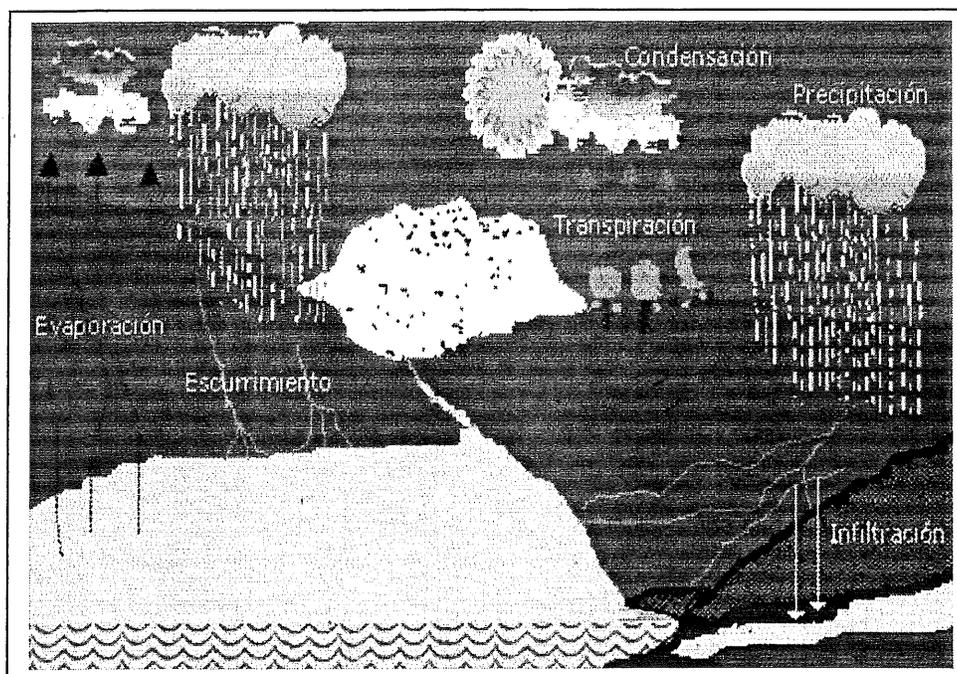
Uno de los mayores fenómenos hidrológicos que afectan las cuencas son las inundaciones. Las inundaciones ocurren cuando el volumen de agua excede la capacidad que tiene un cuerpo de agua (corriente, río o lago) para mantener el agua dentro de sus riberas normales. Cualquier corriente, río o lago puede desbordarse.

### **El agua y su ciclo permanente**

El agua es un recurso natural indispensable para toda forma de vida existente en la tierra. De ella depende la vida humana, la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas. Se sabe que el agua ocupa aproximadamente tres cuartas partes de la superficie del planeta, pero sólo cerca del 3% corresponde al agua dulce. De ese porcentaje, el 70% está localizada en los polos; el 22% está en la superficie en estado de humedad y solamente el 0.01% conforma los ríos.

El ciclo del agua comienza cuando el vapor de agua de la atmósfera se condensa y da lugar a precipitaciones tanto líquidas (lluvia) como sólidas (nieve, granizo, etc). De esta agua, una primera parte es interceptada por la vegetación, construcciones, etc. y devuelta a la atmósfera en forma de vapor; otra parte puede retenerse en la superficie y evaporarse también; una

tercera puede infiltrarse en el suelo contribuyendo a alimentar a la vegetación, siendo devuelta a la atmósfera por evaporación y/o transpiración, o bien pasar a engrosar las corrientes o almacenamientos subterráneos, de donde la mayor parte volverá a la superficie a través de manantiales o arroyos; y una última parte circulará sobre la superficie alimentando a los cauces superficiales.



Una vez que los ríos han vertido sus aguas a los océanos, el ciclo volverá a iniciarse al evaporarse el agua de su superficie y concentrarse en la atmósfera en forma de nubes. Observe la figura con mucha atención y trate de seguir el curso del agua cuando cae como lluvia hasta que vuelve a las nubes y continúa el ciclo.

Dibujo que representa el ciclo del agua

### La Cuenca del Río Pasabien

Al referirnos a la cuenca del río Pasabien, estamos hablando del territorio en el cual se ubica y se forma este río. Y como puede observarse en el mapa, lo conforman ríos más pequeños entre los que se encuentran el río El Portón y El Repollal que se unen para formar el principal afluente del río Pasabien; al que más adelante se le une el río El Chorro (ver mapa anterior).

## **Unidad 2. ¿Cómo contribuye el bosque a la producción de agua?**

El bosque es el componente natural que regula el ciclo hidrológico, es decir, equilibra la retención y distribución del agua en una cuenca hidrográfica.

Esta retención y distribución del agua en el suelo la realizan los bosques de tres maneras: 1. la broza que producen almacena más agua; 2. sus raíces penetran el suelo y permiten una mejor infiltración del agua y, 3. los árboles disminuyen la velocidad de las corrientes de agua de lluvia permitiendo mayor almacenaje e infiltración. Todo ello hace que se alimenten los acuíferos subterráneos y al mismo tiempo que se abastecen los ríos, quebradas, lagos, lagunas y pozos.

Los sitios donde se retienen y distribuyen mayores cantidades de agua se denominan "zonas de recarga hídrica". A estas zonas también se les denomina sitios "aguas arriba". Las zonas de recarga hídrica son áreas asociadas a una cuenca determinada, que recolectan el agua de lluvia y permiten que se infiltre hacia acuíferos subterráneos o superficiales que son los arroyos, las quebradas y ríos que conforman la cuenca hidrográfica.

**(Nota):** En el afiche "la cuenca del río Pasabien, nos da el agua para riego" identifique la zona de recarga hídrica. Al estar en un área a campo abierto, trate de identificar en la cuenca Pasabien, cuál sería el área de recarga hídrica de la cuenca)

Cuando no hay bosques, en época de invierno aumenta el agua en los ríos y su llegada al mar es más rápida, pero también aumentan las inundaciones y los desastres. En verano, la falta de almacenamiento natural de agua provoca sequía y escasez. Todo ello afecta las cosechas, nuestras viviendas y tierras y en general nuestras vidas.

### **Funciones del Bosque**

El bosque como elemento vivo, realiza básicamente las funciones de:

- 4) regulador,
- 5) protector y
- 6) productor.

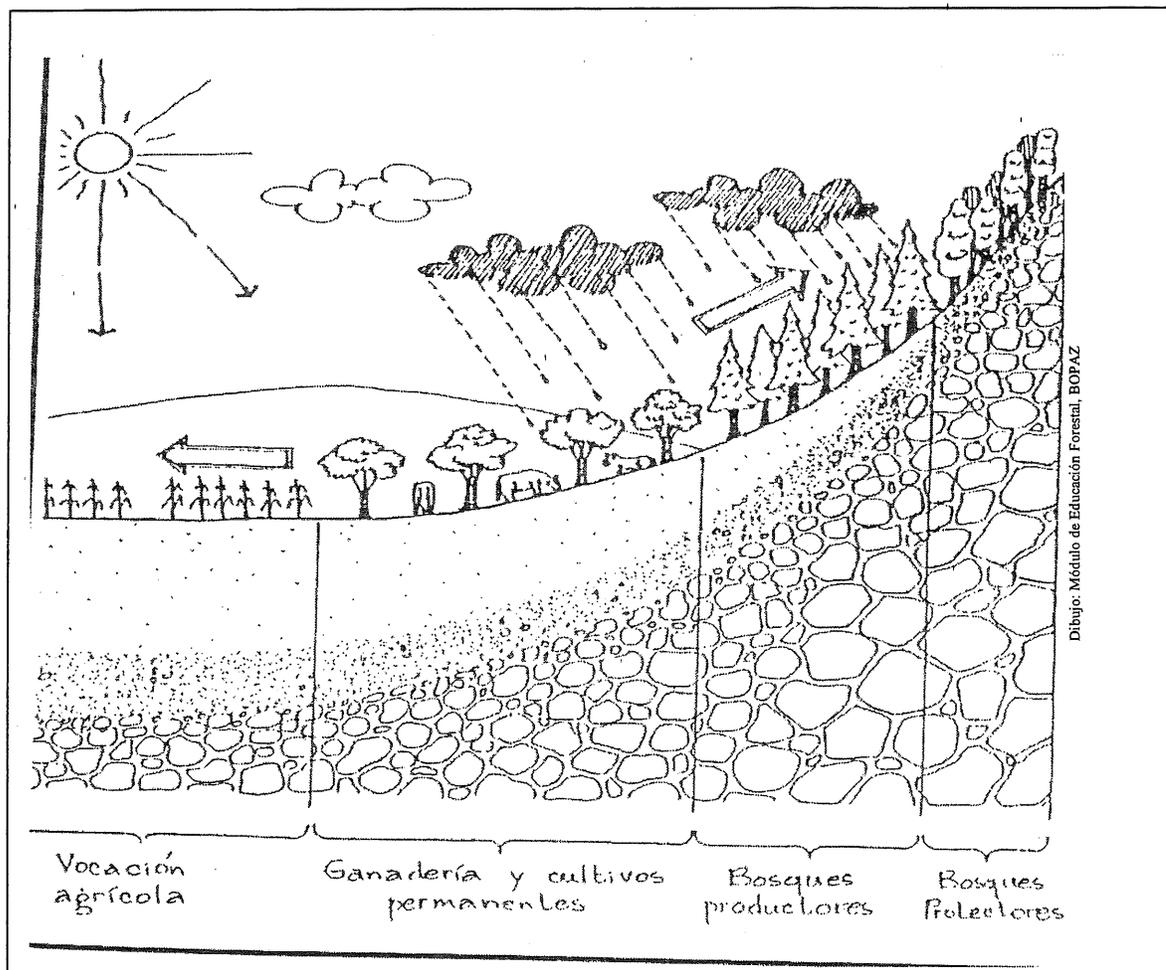
Función de regulador: De la cubierta forestal depende el estado de equilibrio en que se encuentran el clima y el ciclo hidrológico.

Influencias sobre el clima: Los bosques, moderan el clima local y de todo el mundo. Regulan el mantenimiento de la humedad y ofrecen menos variabilidad a las condiciones climatológicas.

Influencias Sobre el Ciclo Hidrológico: El bosque favorece la retención de humedad en el suelo, reduce el escurrimiento de agua sobre la superficie de éste, ayuda a que se realice la evapotranspiración en forma gradual y

constante, también contribuye a una mejor distribución de las lluvias durante el año.

**Función de Protector:** El bosque ejerce influencia directa sobre la protección de los demás recursos naturales. La protección esta en relación directa para :  
Disminuir la erosión hídrica: la cual se produce cuando las gotas de lluvia desprenden las partículas del suelo y las transportan a lugares más bajos.



### El bosque nuboso y la producción de agua en la Sierra de Las Minas

El bosque nuboso se define por la presencia frecuente de nubes que se encuentran al nivel de la vegetación, creando un ambiente muy húmedo. Hay dos maneras en que el bosque ayuda al abastecimiento de agua durante verano.

Primero, cuando las nubes chocan con la vegetación o se sientan encima de los árboles, ellas dejan pequeñas gotas de neblina, lo cual se llama "lluvia horizontal".

Estas gotas de neblina pueden aumentar la cantidad de lluvia recibida por el bosque. En la Sierra de las Minas se encuentran el área de bosque nuboso

más grande de Guatemala, lo cual representa una fuente muy importante de agua para las comunidades vecinas.

Los meses cuando el bosque nuboso atrapa más neblina en la Sierra son al principio de verano, específicamente durante el periodo de mucho viento entre Noviembre y febrero.

Como el bosque actúa como una barrera contra las nubes, se ha demostrado que los árboles altos atrapan más agua que los árboles pequeños o arbustos. Además las áreas más altas y expuestas al viento atrapan más neblina. Por eso, es muy importante proteger los grandes árboles del bosque virgen, en las partes altas de la montaña.

La segunda manera en que el bosque nuboso ayuda en la producción de agua es por el almacenamiento de grandes cantidades de agua durante el invierno para abastecimiento en verano. El bosque actúa como una esponja, absorbiendo el agua de lluvia y soltándola lentamente durante todo el año.

Diferentes partes del bosque ayudan a la retención de agua:

**Primero**, los varios niveles verticales de vegetación disminuyen la fuerza de las gotas de lluvia, haciendo que el agua llegue poco a poco al suelo. Imagine usted estar bajo el bosque durante un aguacero, con todas las ramas goteando.

**Segundo**, las hojas secas en el suelo absorben grandes cantidades de agua, hasta cuatro veces su peso en agua! Esto quiere decir que una libra de hojas secas puede absorber hasta cuatro libras de agua;

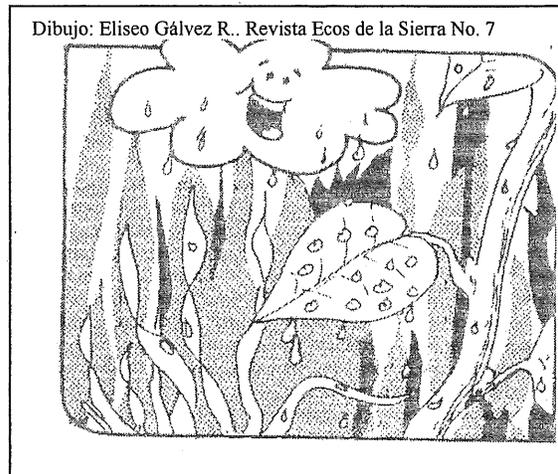
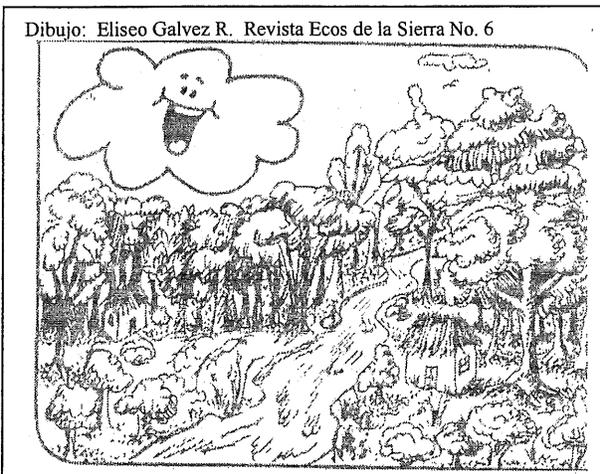
**Tercero**, el suelo del bosque tiende a ser liviano, con hoyos y canales hechos por gusanos, insectos y animales, donde entra fácilmente el agua al suelo.

En resumen, los varios niveles de vegetación, la broza y el suelo liviano del bosque, todos ayudan al bosque a actuar como una esponja, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de agua.

**La lluvia toma dos diferentes rutas para llegar a un río.**

Primero si no hay vegetación, el agua puede correr sobre la superficie de la tierra. Esta agua llega rápidamente al río.

Segundo, el agua puede ser absorbida por el suelo. Esta agua se mueve muy lentamente entre las pequeñas partes que componen al suelo, hasta llegar a un nacimiento o directamente al río.



En el bosque la mayor parte de agua penetra al suelo, que la purifica y la suelta lentamente. Aún después de una lluvia fuerte, el agua llega limpia a los ríos. Y como llega más despacio, existe menos peligro de inundaciones en el valle.

En cambio en áreas agrícolas y áreas desprovistas de bosques, nada detiene la fuerza de las gotas de lluvia que golpean el suelo, lo desprenden y arrastran sobre el terreno, causando el proceso erosión. Esta agua sucia roba el suelo más fértil y el agua llega rápidamente al río, lo cual causa inundaciones en las partes bajas.

Para tener agua en verano, tenemos que proteger la vegetación en las partes altas de las cuencas, para que el suelo pueda absorber mucha agua. Las cabeceras de las cuencas alimentan las fuentes de agua y mantienen el caudal de los ríos en verano, si cortamos el bosque en estas áreas, toda el agua va a correr por encima de la tierra, entonces se perderá el agua y el suelo en las crecidas durante el invierno,

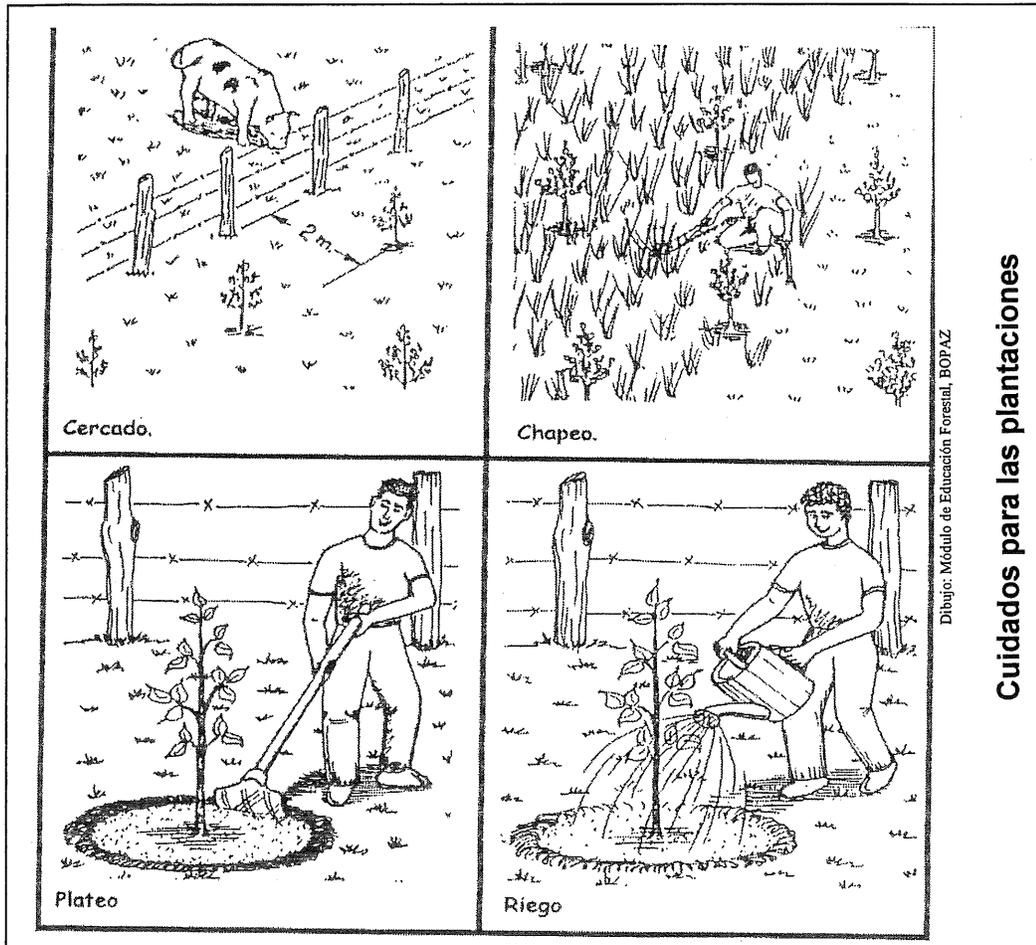
La cantidad de agua que puede entrar al suelo depende mucho del uso del terreno. Cuando se convierte la parte alta de la cuenca del bosque en área agrícola (como una milpa), se pierden los varios niveles verticales de la vegetación que disminuían la fuerza de las gotas de lluvia y se pierden las hojas secas, los gusanos y los insectos que estaban encima y adentro del suelo y ayudaban en la absorción del agua.

Sin la protección adecuada las lluvias fuertes lavan el suelo superficial, que es la parte que tiene la capacidad más alta de absorber agua. Como el subsuelo siempre es más denso y arcilloso que el suelo superficial, el cambio de bosque a terreno agrícola aumenta la corriente superficial y disminuye la absorción del agua por el suelo. Es como si uno tomara la esponja y la convirtiera en asfalto. Con una superficie impermeable, el agua va a correr superficialmente, aumentando el caudal de invierno sin contribuir nada al almacenamiento de agua para verano.

Los terrenos pendientes pierden su capacidad de almacenar agua, porque se erosiona fácilmente. El suelo y los cultivos no son suficientes para detener el agua. Por ejemplo, en un área arriba de Jones, sucedió un derrumbe en 1,996 que causó mucha erosión, luego en 1998 con la tormenta tropical Mitch, los daños aún fueron mayores provocando grandes inundaciones en el valle de la cuenca y en las comunidades allí asentadas. (Recuerde que la población de la Espinilla fue evacuada por medio de helicópteros hacia un centro de refugio en Río Hondo)

La ganadería suelta en tierras que no son aptas para el ganado, es muy dañina al suelo en áreas altas o pendientes, porque el peso del ganado apelmaza el suelo, reduciendo su capacidad de absorber agua. Es como si uno apretara la esponja antes de tratar de mojarla. Obviamente, no va a poder absorber mucha agua. Por esta razón se recomiendan los potreros específicos para este fin con pastos mejorados, o mejor aún la ganadería estabulada como ocurre en países desarrollados.

Durante el verano, cuando no llueve, los ríos dependen de los nacimientos y del agua de la tierra. Los resultados de un estudio realizado en 1,995



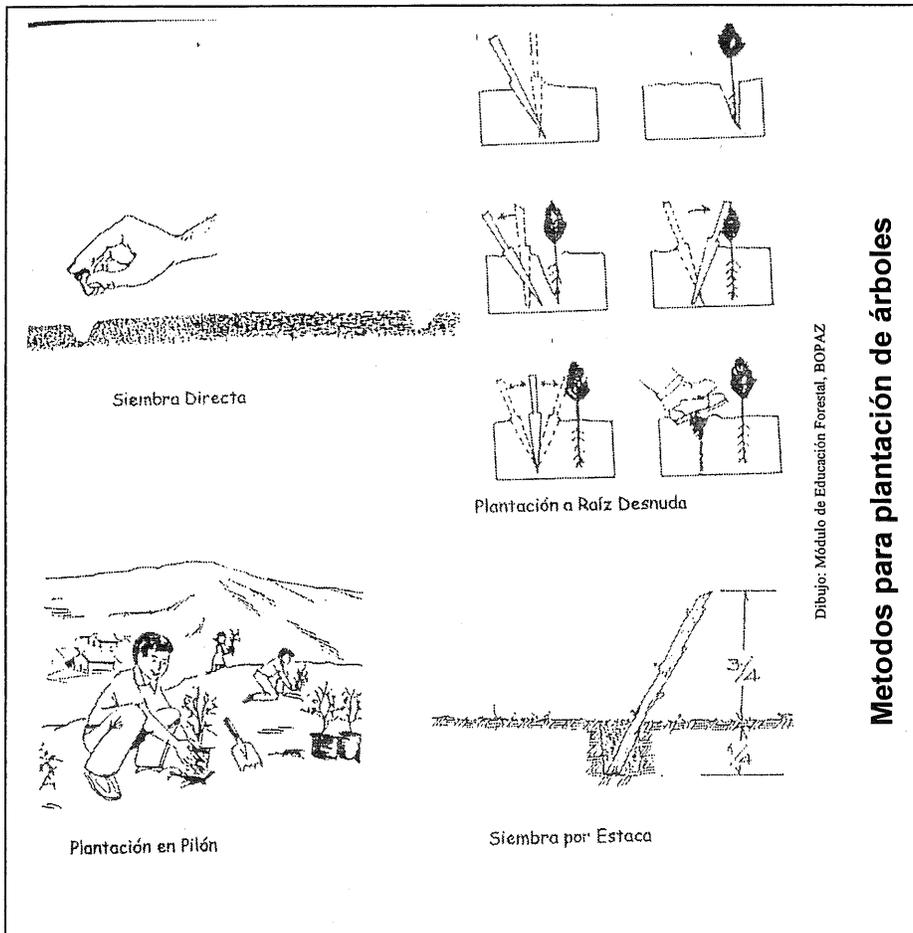
demuestran que durante verano, los ríos de algunas áreas deforestadas tienen la mitad de agua que los ríos en áreas con bosque.

Para resumir, los bosques nubosos nos ayudan de varias maneras: primero porque atrapan la lluvia horizontal durante verano; segundo por absorber y almacenar agua durante el invierno, por mantener la productividad del suelo y evitar la erosión. Si los eliminamos, estamos destruyendo el futuro de las próximas generaciones.

**Prácticas que ayudan a mantener la cantidad y calidad de agua en la cuenca**

La Agroforestería no es más que la siembra de árboles como barreras vivas combinadas con pastos y otros cultivos. Tal como se ilustra en la figura anterior. Considere que algunas especies de árboles también pueden servir como forraje para el ganado.

Si la Agroforestería se tomara como práctica, se tornaría una cultura en la cuenca. Seguro que esto ayuda a mantener los caudales de agua del río, incluso para disponer del agua para riego en verano.



La siembra de árboles en los cercos, en potreros para sobra y forraje de ganado, o bien en áreas muy inclinadas para conservación del suelo, o ya sea para áreas destinadas específicamente para reforestar son prácticas favorables a mantener los caudales de agua en la cuenca hidrográfica. En la figura de esta página se presenta como ejemplo algunas técnicas, que seguramente usted ya conoce para la siembra de árboles. Pero vale la pena ilustrar a otros

que no las conocen o bien para recordarlo e invitarlo a poner manos a la obra estas prácticas.

### **Unidad 3. ¿Cómo podemos asegurar que siempre habrá agua para el riego?**

**Las siguientes tres acciones son muy importantes para proteger el agua.** Primero proteger el bosque nuboso. Segundo, mejorar las prácticas agrícolas para evitar la erosión y la corriente superficial del agua, especialmente en las partes altas de la cuenca. Y tercero, evitar el desperdicio del agua.

De acuerdo a un estudio realizado en 1995, en la Sierra de Las Minas, en la cuenca del río Jones, Río Hondo, Zacapa; y en la cuenca del río El Hato, San Agustín Ac., El Progreso, más del 80% del agua es utilizada en irrigación en la época seca. En las mismas cuencas, los pastos con riego reportan una productividad hasta 28 veces más en comparación con los pastos no regados y los cultivos agrícolas como melón, tomate, café, uva, y otros tienen un rendimiento 6 veces mayor gracias al riego. Estas son razones por las que en el programa educativo del agua decimos que, "el agua es importante".

La reducción del caudal de verano puede perjudicar las ganancias agrícolas y el riego de pastizales para el ganado. Los resultados del estudio citado demuestran que si se perdiera la quinta parte del caudal de verano en la cuenca del río Jones, se tendría que convertir aproximadamente 400 manzanas (o más de seis caballerías) del terreno regable a terreno seco, lo cual causaría una pérdida anual de miles de quetzales para las familias de la comunidad.

El caso ilustrado con los datos del estudio citado, también pueden aplicarse para la cuenca del río Pasabien, porque su sistema de producción agropecuaria es similar a la cuenca del río Jones. Con la diferencia que en la cuenca Pasabien, la red del sistema de riego está compuesta por 11 canales o tomas: 2 en la parte alta de la cuenca y 9 que riegan los cultivos del valle beneficiando a decenas de familias habitantes de nueve comunidades.

**Empecemos con una discusión del primer paso, la protección del bosque nuboso.**

La Sierra de las Minas tiene la extensión más grande de bosque nuboso de toda Guatemala. Más de una tercera parte de todo el bosque nuboso del país queda dentro de la reserva, con aproximadamente 600 km<sup>2</sup> dentro de la misma. A pesar de su gran valor para la producción de agua, este bosque se encuentra constantemente amenazado.

La mayor amenaza es el cambio de uso de bosques a terreno para agricultura o ganadería—aunque el terreno de bosque nuboso es muy quebrado y poco fértil y entonces no es apropiado para la agricultura o ganadería.

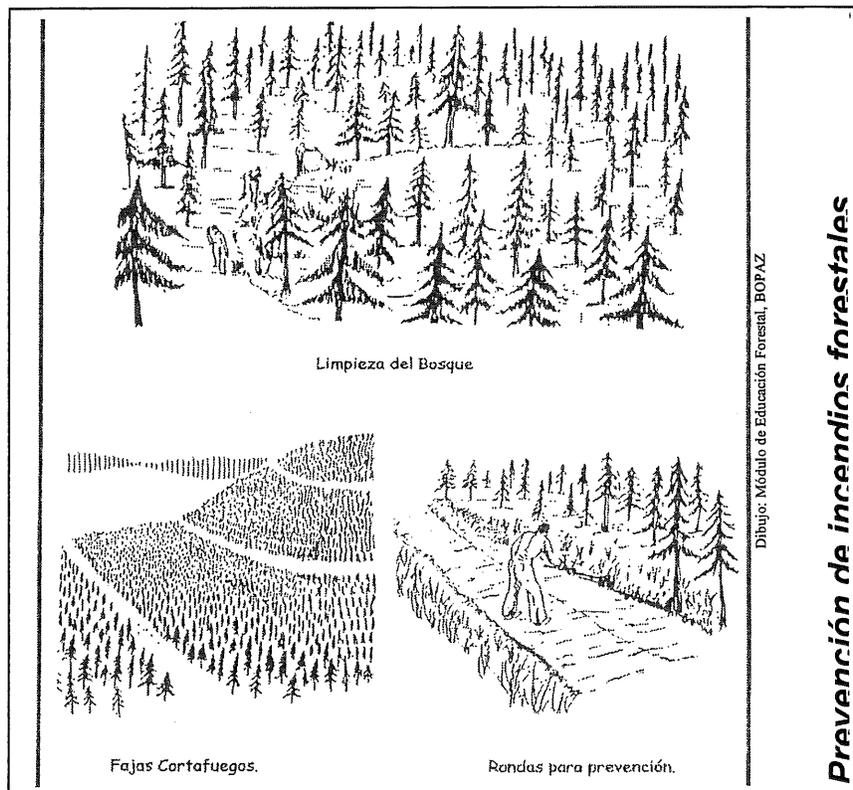
Otra amenaza es el aprovechamiento de madera en áreas inapropiadas, como el bosque nuboso y las cabeceras de las cuencas.

Durante verano, la quema del rastrojo frecuentemente provoca incendios forestales, que también es otra amenaza fuerte para el bosque.

Estos incendios debilitan y reducen las áreas con bosque y las restantes los exponen a ser atacados por plagas, lo que al final también contribuyen a disminuir el manto vegetal natural de la tierra. ¿Qué podemos hacer para evitar los incendios forestales?

Los incendios convierten la tierra en un desierto ecológico. Perjudican mucho el almacenamiento del agua, porque además de reducir la cobertura forestal, destruyen la capa de hojas secas y la superficie del suelo, reduciendo la infiltración del agua.

Todos tenemos que trabajar juntos para proteger el bosque nuboso y reforestar áreas pendientes. Del otro lado de la Sierra en la región Q'eqchí, los vecinos de las comunidades lo están haciendo, porque para todos, *el agua es importante...*

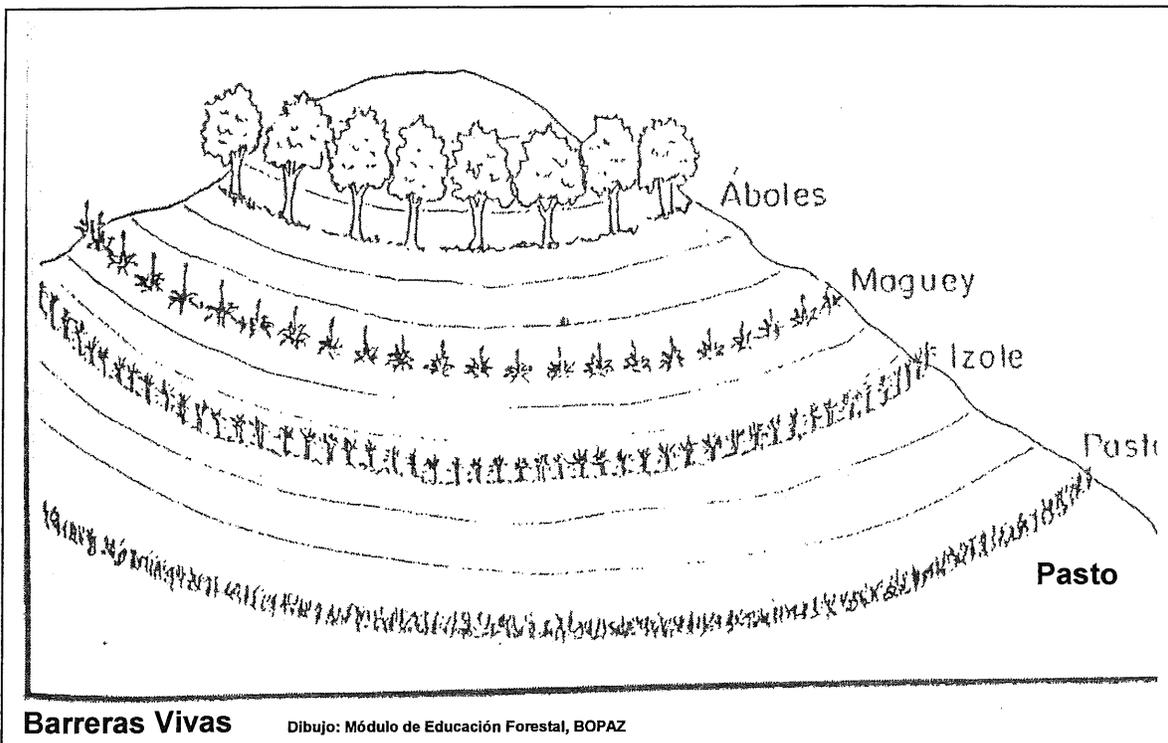


**El segundo paso para proteger el agua es mejorar las prácticas agrícolas para aumentar la infiltración y reducir la corriente superficial del agua, para que no se sequen los nacimientos y ríos en verano.**

Los suelos bajo bosques siempre absorben más agua que los suelos agrícolas. Entonces, donde sea posible, se debe proteger la cobertura forestal en áreas arriba de los nacimientos.

Sin embargo, muchas veces no es posible tener cobertura forestal en toda la parte alta de las cuencas, porque en algunas cuencas mucha gente ya vive en la parte alta. Entonces, en éstas áreas agrícolas se debe usar prácticas agrícolas que tienen diferentes niveles verticales de vegetación, como el bosque, y que protegen el suelo para evitar la corriente superficial del agua.

Una manera de proteger el agua en áreas agrícolas es sembrar árboles con cultivos. Por ejemplo, la combinación de café y madre cacao, que tiene varios niveles verticales de vegetación los árboles aumentan la absorción de agua por el suelo, porque sus hojas amortiguan el impacto de las gotas de lluvia, y sus raíces y hojas secas ayudan a proteger el suelo. Además los árboles fertilizan el suelo.



**Finalmente, el tercer paso para conservar el agua es evitar el desperdicio.** En las fincas grandes en el Valle de Motagua, se usan sistemas de riego por goteo o aspersión. Estos sistemas son muchos más eficientes que el riego por gravedad. Usan menos agua por área, por lo que se puede incrementar el área de riego natural.

Además de usar mucha agua, frecuentemente los agricultores, que riegan por gravedad no se preocupan por dejar agua para los agricultores más abajo. En la parte alta de las cuencas, las tomas son grandes. Sin embargo, los agricultores debieran estar conscientes de las necesidades de las comunidades

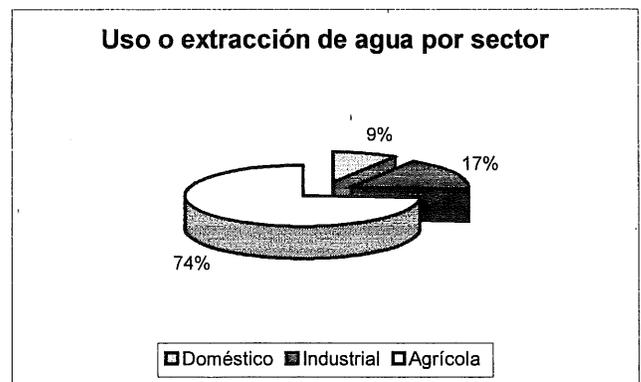
de abajo, y no desperdiciar agua que podría aumentar las ganancias agrícolas de otro agricultor.

Los Agricultores de la cuenca del río El Hato, mencionaron que ellos están organizados por toma, y algunas de las tomas tienen juez de agua para decidir cuánto tiempo de riego le toca a cada usuario. Esta organización reduce el desperdicio del agua, porque se le asigna un horario de riego específico a cada agricultor, según sus necesidades.

Gracias a la organización que hace más de un siglo existe con relación al uso del agua para riego en las tomas o canales de las diferentes comunidades de la cuenca del río Pasabien, el agua de estos canales no se desperdicia por los usuarios. La pérdida de agua más bien se da por infiltración (por ejemplo sompoperas en la orilla de las tomas), y por evaporación ya que estas tomas en su mayor parte no tienen revestimiento de cemento y en ningún sistema conducen el agua entubada. Otras prácticas para optimizar el uso del agua podrían ser el riego por aspersión y el riego por goteo, o bien innovar otras formas.

Por la clara organización que existe para cada "toma", que es independiente de otra; podrían aplicarse mejoras en cada canal al lograr un acuerdo del grupo de "herederos" o usuarios con derecho.

Si todos trabajamos juntos, podemos asegurar que siempre habrá agua para los futuros hijos y nietos; así como los abuelos y los padres heredaron este beneficio a los que ahora estamos de turno en el paso por este mundo...



#### Preguntas para Reflexionar:

- ¿En su comunidad, qué se siembra en terrenos regables? ¿Qué se siembra en terreno seco? ¿Hay cultivos que solamente se pueden sembrar en terreno regable?
- ¿Cuál es la diferencia en la producción del terreno regable y el terreno seco?
- ¿Han disminuido los caudales de los ríos durante su vida? ¿Porqué? (más uso del agua, menos lluvia, deforestación o pérdida de bosque en la cuenca)
- ¿Hay mucha deforestación en la cabecera o parte alta de la cuenca?
- ¿Cuál parte de su cuenca debe ser la zona de recarga de los acuíferos? (la cabecera de la cuenca incluyendo el bosque nuboso y áreas pendientes donde llueve mucho)
- ¿Cómo se usa este terreno? ¿Se usan prácticas de conservación de suelos en esta área?

## **Unidad 4. Consejos de mejores prácticas para la conservación de suelos y del agua:**

### **1. Rondas para la Prevención de los Incendios**

La quema del rastrojo no es recomendable, pues el fuego quema la broza y los animalitos que fertilizan el suelo. Es mejor dejar el rastrojo, para que fertilice el suelo, y utilizar técnicas de labranza mínima o labranza cero para prevenir la erosión del suelo. Sin embargo, es necesario quemar, se recomienda hacer rondas alrededor del terreno antes de quemarlo, para prevenir incendios que dañarían el bosque y destruirán los cercos de los vecinos.

Para hacer una ronda, se limpia con machete y azadón arriba y a los lados del terreno, como se muestra en el dibujo. Después se quema el terreno, siempre de arriba para abajo. Es muy importante quemar en la madrugada o en la pura tarde, en un día sin mucho viento ni calor. Se recomienda informar a los guardarecursos de Defensores de la Naturaleza, los cuales están dispuestos a colaborar. Se recomienda trabajar en grupo y cuidar la rosa hasta que se termine el fuego.

### **2. Cuidado con los Incendios!!**

Toda la gente que ha participado en el combate de un incendio sabe que es mejor prevenir los incendios que tener que combatirlos!! Combatir un incendio representa mucho trabajo. Los pasos básicos son los siguientes:

1. Organizarse en brigadas para mantener comunicación y seguridad del grupo.
2. Contactar a los guarda -recursos de Defensores de la Naturaleza, CONAP e INAB.
3. Juntar el equipo necesario (azadón, machete, botiquín de primeros auxilios, recipientes para llevar agua, comida).
4. Observar el tamaño del incendio, la dirección del viento, la inclinación del terreno, barreras naturales como ríos, y el clima, para planificar como combatirlo.
5. Combatirlo con un ataque directo si es pequeño o con un ataque indirecto (lejos del borde) si es grande o peligroso. Para un ataque indirecto, hay que hacer rondas arriba del incendio.(ver dibujo)

### **3. Siembra de Árboles y Barreras Vivas.**

Para contrarrestar la destrucción de los bosques, es importante reforestar áreas degradadas. Los árboles protegen el agua para aumentar el almacenamiento de agua en los suelos y reducen la erosión. Se recomienda reforestar con especies que sirvan para leña y madera. Las barreras vivas reducen la erosión del suelo porque ayudan a amarrar y detener el suelo que se lava por las lluvia. Como barreras vivas se pueden sembrar:

1. árboles como el madre cacao, que fijan nitrógeno y producen forraje y leña.
2. Zarcates permanentes como el napier, que producen forraje para el ganado, y
3. plantas agrícolas (como la caña) u ornamentales que amacollan.

#### **4. Árboles Forrajeros**

El establecimiento de árboles forrajeros es una buena alternativa dentro de las comunidades, ya que proveen alimento para el ganado durante la época seca. Además, la mayoría de árboles forrajeros son fijadores de nitrógeno, por lo que contribuyen a fertilizar el suelo. Reducen la erosión del suelo, producen mucha materia orgánica y adicionalmente proveen leña.

Los árboles forrajeros más comunes son el madre cacao, el pito, y el yaje. Estos se pueden establecer en cercos vivos, siembras en contorno o como árboles dispersos. Además de todas las ventajas ya mencionadas, se pueden comer la flor del madre cacao.