

# Gestión comunitaria del agua en sistemas agropecuarios

Estrategias para la adaptación al cambio climático



*Módulo de estudio*

*Sud Sair Sierra, Juan Guillermo Cano, Fabián Rojas*





# GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

ESTRATEGIAS PARA LA ADAPTACIÓN  
AL CAMBIO CLIMÁTICO



## **Gobernación de Cundinamarca**

Guillermo Rivera Flórez  
Gobernador de Cundinamarca (e)

Álvaro Turriago Hoyos  
Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación

Álvaro Turriago Hoyos  
Supervisor Convenio 019 Fortalecimiento de la Innovación a través del Parque Científico de Innovación Social UNIMINUTO y la Gobernación de Cundinamarca



## **Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO**

P. Diego Jaramillo Cuartas  
Presidente Consejo de Fundadores

Leonidas López Herrán  
Rector General Sistema UNIMINUTO

Marelen Castillo Torres  
Vicerrectora General Académica (e)

Amparo Vélez Ramírez  
Directora General de Investigación

Jefferson E. Arias Gómez  
Gerente Parque Científico de Innovación Social

Miguel González Palacios  
Director de Proyectos Parque Científico de Innovación Social

Daniel Rocha Jiménez  
Director Gestión del Conocimiento Parque Científico de Innovación Social

Carlos Vásquez Hernández  
Director Observatorio Innovación Social Parque Científico de Innovación Social

Juan Guillermo Cano Muñoz  
Coordinador proyecto Agroecología

Rocio del Pilar Montoya Chacón  
Coordinadora General de Publicaciones

Maritza Durán Guzmán  
Coordinadora Editorial Parque Científico de Innovación Social

Sierra Roncancio, Sud Sair

Gestión comunitaria del agua en sistemas agropecuarios - Estrategias para la adaptación al cambio climático / Sud Sair Sierra, Juan Guillermo Cano Muñoz y Fabián Rojas Sánchez. -- Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Parque Científico de Innovación Social, 2015.

66 p.: il.

ISBN: 978-958-763-159-3

1. Cambios climáticos - Planeación 2. Conservación del Agua - Planeación 3. Contaminación del Agua - Control i. Cano Muñoz, Juan Guillermo ii. Rojas Sánchez, Fabián

CDD: 333.9116 S43e BRGH

Esta publicación es producto del Convenio Especial de Cooperación No. SCTel 019 de 2013 entre el Departamento de Cundinamarca y la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, cuyo objeto es "Aunar esfuerzos para fortalecer las capacidades de Innovación Social de la región de Bogotá-Cundinamarca potenciando el modelo del Parque Científico de Innovación Social en el que se integran y articulan iniciativas y recursos destinados a atender problemáticas sociales". Las entidades miembros del Convenio están aquí representadas por el Parque Científico de Innovación Social UNIMINUTO, en la construcción académica del texto, y en el proceso editorial de la publicación, y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación - CTel, de Cundinamarca, en la auditoría y control de contenidos de las cartillas, módulos u otro tipo de publicación que surja en el marco del convenio.

#### **Autores**

Sud Sair Sierra Roncancio, Juan Guillermo Cano Muñoz, Fabián Rojas Sánchez

#### **Investigadores Parque Científico de Innovación Social**

Luis Eduardo Sánchez S, Edith Catherine Niño S, Yulieth Prieto P, Juan Guillermo Cano M, Fabian Rojas S, Albert Hernández G, Jefferson Arias G, Miguel Angel González P.

#### **Coordinación editorial**

Maritza Durán Guzmán, Daniel Rocha Jiménez

#### **Revisión interna**

Marcela Rozo Gómez, Wilson Garrido Sandoval

#### **Pares evaluadores**

Raul Posada Almanza, Jorge Plaza Mora

#### **Corrección de estilo**

Daniel Fernando Trujillo Barrera

#### **Diseño y diagramación**

Sandra Milena Rodríguez Ríos

#### **Diseño de portada**

Ricardo Molina Sánchez

#### **Ilustraciones**

Ricardo Molina Sánchez

Primera edición: noviembre de 2015

300 ejemplares

Impreso por

Úa aq ^i; aq aq [ { a ÁÁQ ] !^•[ •ÁËË

Centro Editorial UNIMINUTO

Calle 81B No. 72B - 70. Séptimo piso Edificio p. Diego Jaramillo

Esta publicación hace parte de la Colección Módulos de estudio, serie agro del Parque Científico de Innovación Social.

Reservados todos los derechos al Convenio Especial de Cooperación No. SCTel 019 de 2013 entre el Departamento de Cundinamarca y la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. La reproducción parcial o total de esta obra, en cualquier medio, incluido el electrónico, solamente puede realizarse con permiso expreso del editor y cuando las copias no vayan a ser usadas para fines comerciales. Los textos son responsabilidad del autor y no comprometen la opinión del Convenio.



# Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>OBJETIVOS</b>	15
<b>METODOLOGÍA</b>	17
<b>MAPA CONCEPTUAL</b>	19
<b>CAPÍTULO 1. CICLO DEL AGUA</b>	21
1.1 Precipitación	22
1.2 Evaporación	24
1.3 Evapotranspiración	24
1.4 Condensación	25
1.5 Escorretía	26
1.6 Evaluación capítulo 1	26
<b>CAPÍTULO 2. ¿QUÉ ES UNA CUENCA HIDROGRÁFICA?</b>	27
2.1. Características de una cuenca hidrográfica	28
2.2. Clasificación de las cuencas hidrográficas	29
2.3. Políticas de manejo del recurso hídrico en Colombia	30
2.4. Evaluación capítulo 2	32
<b>CAPÍTULO 3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA</b>	33
3.1. Origen	33
3.2. Contaminación de origen natural	34
3.3. Contaminación de origen antrópico	34
3.4. Evaluación capítulo 3	38

<b>CAPÍTULO 4. IMPORTANCIA DEL AGUA</b>	39
4.1 Uso del agua para producción agrícola	40
4.2 Importancia del agua en la producción pecuaria	44
4.3 Colombia, país potencia hidrológica	46
4.4 Evaluación capítulo 4	46
<b>CAPÍTULO 5. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DEL AGUA</b>	47
5.1 Importancia de la conservación del agua	48
5.2 Estrategias de conservación del agua	50
5.3 Tecnologías apropiadas para la conservación del agua	57
5.4 Evaluación capítulo 5	59
<b>Bibliografía</b>	61

## Listado de Tabla

<b>Tabla 1.</b> Usos del agua en el continente americano	49
--	----



# Listado de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Ciclo hidrológico o del agua	22
<b>Figura 2.</b>	Pluviómetro	23
<b>Figura 3.</b>	Precipitación=Lluvia	23
<b>Figura 4.</b>	La evaporación	24
<b>Figura 5.</b>	La evapotranspiración	25
<b>Figura 6.</b>	La condensación	25
<b>Figura 7.</b>	La escorrentía	26
<b>Figura 8.</b>	Cuenca hidrográfica	27
<b>Figura 9.</b>	Distribución de una cuenca, subcuenca y microcuenca	28
<b>Figura 10.</b>	Cuencas hidrográficas de Colombia	30
<b>Figura 11.</b>	Marco normativo para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia	31
<b>Figura 12.</b>	Fuentes de contaminación de aguas de origen natural	34
<b>Figura 13.</b>	Fuentes de contaminación de aguas de origen antrópico	35
<b>Figura 14.</b>	Sustancias químicas inorgánicas	35
<b>Figura 15.</b>	Microorganismos patógenos	36
<b>Figura 16.</b>	Sedimentos del agua	36
<b>Figura 17.</b>	Derrame de petróleo	37
<b>Figura 18.</b>	Central termoeléctrica	38
<b>Figura 19.</b>	Porcentaje de agua en el cuerpo humano	39
<b>Figura 20.</b>	Distribución global del Agua	40
<b>Figura 21.</b>	Porcentajes de uso del agua	40
<b>Figura 22.</b>	Uso de agua en la agricultura	41
<b>Figura 23.</b>	Escorrentía	41
<b>Figura 24.</b>	Sistema de riego	42
<b>Figura 25.</b>	Herramientas y maquinaria	42
<b>Figura 26.</b>	Mapa de la producción agrícola de Colombia	43
<b>Figura 27.</b>	Mapa de la producción ganadera de Colombia	44
<b>Figura 28.</b>	Consumo de agua por animal en la ganadería	45
<b>Figura 29.</b>	Riego de pastos	45
<b>Figura 30.</b>	Uso y conservación del agua	47
<b>Figura 31.</b>	Agricultura rural	48
<b>Figura 32.</b>	Toma de agua subterránea	50
<b>Figura 33.</b>	Tanques de almacenamiento de agua	51
<b>Figura 34.</b>	Jagüey de campesinos y ganaderos	52

<b>Figura 35.</b>	Reservorios rurales	53
<b>Figura 36.</b>	Cosecha de agua en techos	54
<b>Figura 37.</b>	Cosecha para consumo animal	54
<b>Figura 38.</b>	Cosecha de agua interlineal	55
<b>Figura 39.</b>	Reservorios de ganaderos	55
<b>Figura 40.</b>	Siembra de árboles	56
<b>Figura 41.</b>	Fauna y flora	57
<b>Figura 42.</b>	Tecnologías apropiadas para la conservación del agua	58
<b>Figura 43.</b>	Uso de tecnologías para almacenamiento de agua	59

# Introducción

El propósito de este módulo de estudio es enseñar la importancia del agua en los ecosistemas naturales, los sistemas productivos pecuarios y agrícolas, teniendo en cuenta el efecto que tienen las actividades humanas en su ciclo. Asimismo, las estrategias del cuidado y conservación, de las fuentes hídricas y procesos de descontaminación, ya que la superficie terrestre está cubierta por un 70% de agua, el elemento vital por naturaleza. En los organismos el porcentaje de agua puede ser del 20% al 95%; en el caso del ser humano, el 75% del peso de su cuerpo lo representa el agua, en las plantas el porcentaje de agua varía de 60% a más de 90%, sin agua no habría posibilidad de vida en este planeta (Neef, Lynne, Burkhardt, & Batchelor, 2009).

El agua es un elemento primordial en el desarrollo de la vida, y en muchas de las actividades humanas. Es esencial en cualquier evento para luchar contra la pobreza y el hambre, aumentar la productividad agrícola, lograr la sustentabilidad y mejorar las condiciones de vida, tanto en las zonas rurales como en las urbanas; por lo tanto, que se altere el ciclo hidrológico tendrá impactos en el desarrollo de la humanidad (García, 2013).

El manejo hídrico a nivel mundial ha conllevado a que la huella del mal uso sea imborrable en el modo de vida actual, ya que la sociedad se desarrolló en un medio el cual fue adaptado a las condiciones que necesitaba la especie humana y no al contrario donde esta se adaptara a las condiciones y donde el agua representa un elemento esencial para la supervivencia.

Debido a esto durante la historia de la humanidad se han desarrollado conflictos por el agua, la dependencia y relación con ella ha destacado a las poblaciones y culturas edificadas alrededor de ríos, quebradas, mares o aguas subterráneas (Martínez & Pinzón, 2014).

El mal uso de este líquido vital conllevó a la contaminación y disminución del suministro potable. Según Shiva, (2004) “la crisis del agua es la faceta más penetrante, aguda e invisible de la devastación ecológica de la Tierra”(p. 16). Esta crisis es de importancia mundial, porque afecta a una parte significativa de la humanidad y es uno de los retos más apremiantes del siglo XXI. El informe Stern, (2006) revela que el cambio climático constituye una grave amenaza global e invita con urgencia a construir una respuesta global. El cuarto reporte del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) confirma que el “cambio climático es un evento inequívoco” que afectará a todas las naciones del mundo y que es necesario implementar acciones urgentes para mitigar las nuevas condiciones que resultarán de ese proceso y adaptarse a ellas.

Las políticas de conservación juegan un papel relevante en el uso y manejo de este elemento fundamental, debido a que los efectos de la crisis del agua se perciben a nivel mundial y pueden afectar a las diferentes regiones con una intensidad distinta. Las políticas nacionales de recursos naturales de los países de la región andina tratan de enfocar el problema del deterioro ambiental, la escasez o mala calidad hídrica y el mal manejo, tanto en el ámbito rural como urbano mediante normas y estrategias ambientales, que buscan establecer una gestión hídrica integrada y consolidada entre los diferentes actores (Gentes, 2004).

No hay que descartar los cambios socioculturales que se están produciendo en América Latina y en el mundo donde se presenta un gran impacto en el aspecto económico y en el desarrollo humano (Human Report, 2014). Gran parte de todos estos eventos se correlacionan en gran medida con la conservación del elemento vital, cobrando la gestión ambiental sustentable una especial relevancia, la cual debe garantizar el derecho de las generaciones actuales y futuras a los recursos naturales (Derecho & Cambio, n.d.). En las

zonas con escasez de agua, el establecimiento de una vegetación se convierte en un reto difícil que requiere de amplios conocimientos técnicos para aprovechar adecuadamente la exigua precipitación caída y la pequeña escorrentía generada (Mongil Manso & Martínez de Azagra Paredes, 2007).

Ahora el cambio climático plantea una grave amenaza para el desarrollo humano (Neef et al., 2009). Gran parte de esta amenaza se transmitirá a través de eventos extremos más frecuentes (por ejemplo, inundaciones y sequías) y los cambios temporales y espaciales en los patrones de la lluvia. Se necesitan nuevos modelos para el futuro, por lo que se hace necesario que los autores directos en la agricultura revaloren la forma en que se está usando el agua, así como los retos, demandas y las oportunidades que ello conlleva. Por tal razón, es de gran importancia diseñar estrategias de acción participativa que aseguren a la agricultura la cantidad suficiente de agua, mediante el uso de tecnologías que permitan un manejo sustentable de los recursos naturales e impulsen el desarrollo incluyente del sector rural.



# Objetivos

## **Objetivo general:**

Describir las metodologías agroecológicas en sistemas de cultivos asociados a policultivos y sistemas silvopastoriles dirigidas a comunidades de pequeños productores de Colombia.

## **Objetivos específicos:**

- Reconocer las características relevantes del cambio climático.
- Ilustrar de manera sencilla y aplicable los procesos de implementación de sistemas silvopastoriles y policultivos.
- Proponer las metodologías de sistemas silvopastoriles y policultivos como medidas de mitigación de los impactos del cambio climático.
- Destacar los procesos y técnicas de adaptación que podrían utilizar los estudiantes para transferir y/o enseñar a los pequeños campesinos.





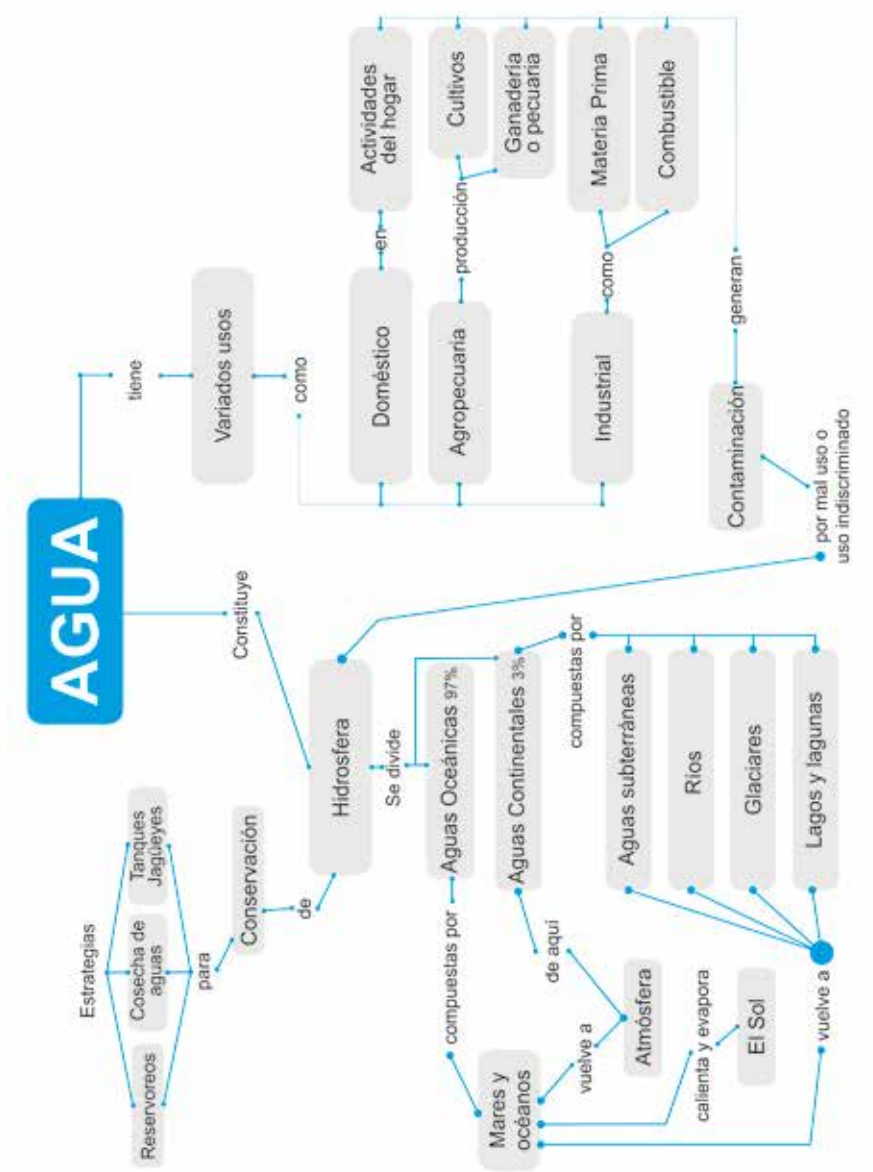
# Metodología

La metodología del módulo es presencial, con una duración de ocho meses en los cuales se desarrollarán cada una de las actividades propuestas y al final de cada una de las unidades del módulo se hará una evaluación.

El módulo de estudio se diseñó para que se desarrolle en forma dirigida o de autoaprendizaje, como instrumento de enseñanza que permita la apropiación de los conceptos por medio de la práctica, la investigación propia y participativa, así como la extensión del conocimiento de la comunidad educativa. La metodología de desarrollo del módulo es participativa, activa y práctica, basada en el trabajo en equipo, la socialización de los saberes propios, el análisis de los problemas sociales y el conocimiento de la región.



# Mapa Conceptual



Mapa conceptual de la ruta metodológica.



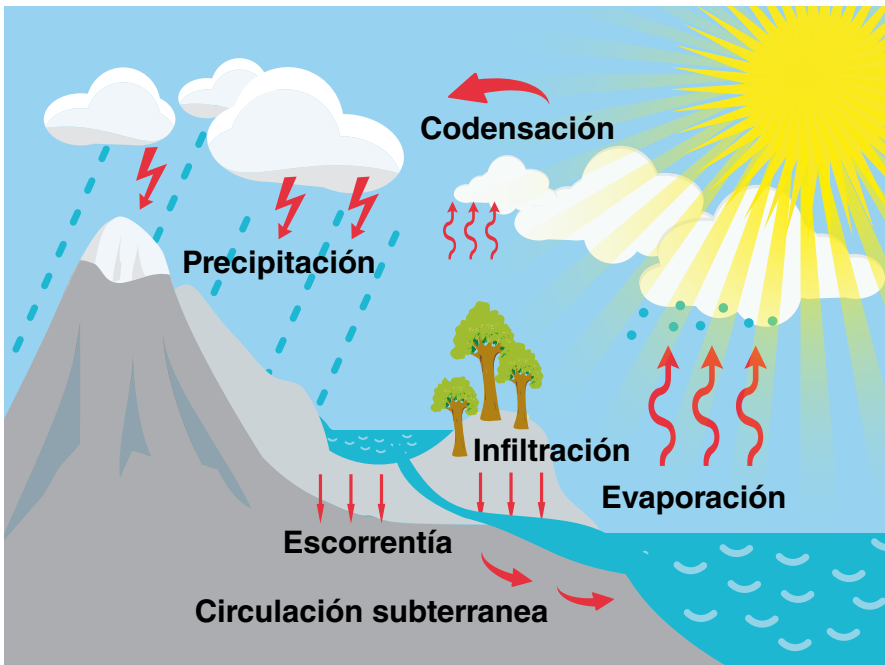
# 1

## Ciclo del agua

En la antigüedad, las ideas de los griegos, romanos y filósofos sobre el origen del agua superficial y la subterránea tuvieron vigencia hasta el siglo XVII donde se basaron en que la lluvia no era suficiente para abastecer el caudal de los ríos y que los suelos carecían de la permeabilidad necesaria para permitir la infiltración (Neef et al., 2009). Por esto, el funcionamiento hidrológico o ciclo del agua, tal como se lo conoce en la actualidad, recién fue descubierto en el siglo XVII, por dos investigadores franceses: Pierre Perrault y Edmè Mariotté y constituyen el punto de partida de la hidrología como ciencia (Singh & Aravamuthan, n.d.).

Posteriormente, Edmund Halley realizó mediciones de evaporación en el Mar Mediterráneo, obteniendo como resultado que el volumen evaporado era suficiente para suplir la cantidad de agua que retorna a través de los ríos (Vieira, 1980). Como se aprecia a continuación, la ecuación que expresa el funcionamiento del ciclo hidrológico es:

$$P = [E_{vt} + E_s + I]$$



**Figura 1.** Ciclo hidrológico o del agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

Donde:

**P:** precipitación

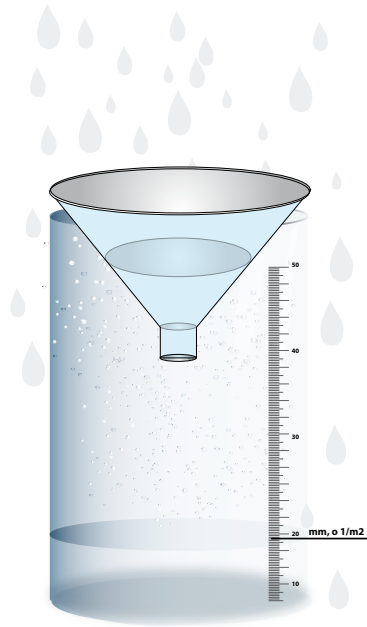
**Evt:** evapotranspiración

**Es:** escorrentía

**I:** infiltración

### 1.1. La precipitación

Es el agua liberada por las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo, aunque la mayor parte de la precipitación se presenta en la lluvia y es uno de los componentes principales del ciclo hidrológico, representado en la figura 1. Para medir la precipitación se utiliza el pluviómetro, instrumento que se ilustra en la figura 2. La unidad de medida es el milímetro que representa la altura que alcanza un litro de prisma; por tanto 1mm equivale a 1l/m<sup>2</sup>. (King, Kennett, Devon, & Sellés Martínez, 2009).



**Figura 2.** Pluviómetro.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

La precipitación es uno de los componentes primarios del ciclo y constituye la variable de entrada de todo sistema hidrológico. Se define como la caída de agua en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve) como se ve en la figura 3. La precipitación es un fenómeno discontinuo y sumamente variable en el espacio y en el tiempo (Díez, 2014).



**Figura 3.** Precipitación=Lluvia.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 4.** La evaporación.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

## 1.2 La evaporación

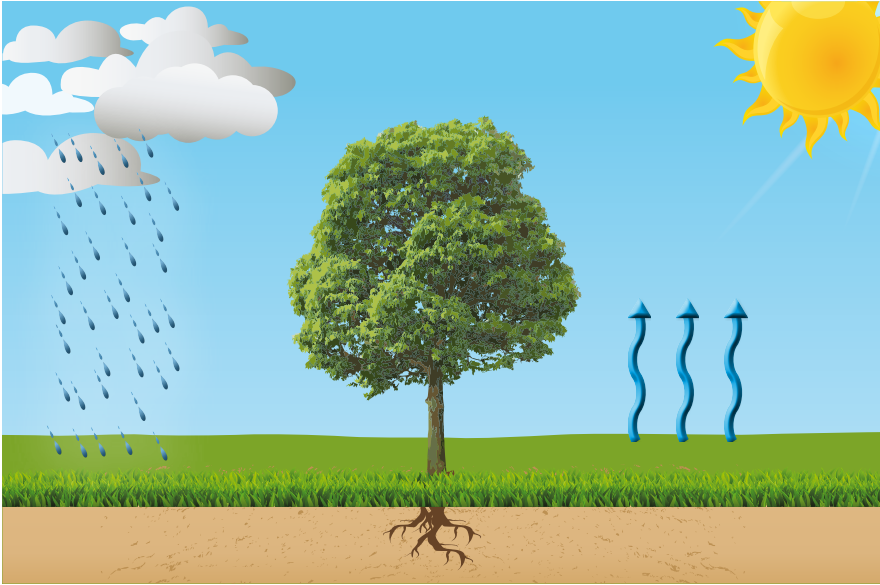
La evaporación que se puede apreciar en la figura 4 es el proceso por el cual el agua cambia de estado de líquido a gaseoso mediante la energía calórica, normalmente producida por el sol (King et al., 2009). Diversos estudios han demostrado que los océanos, mares, lagos y ríos proveen alrededor del 90% de la humedad de la atmósfera, vía evaporación; el restante 10% proviene de la transpiración de las plantas.

## 1.3 La evapotranspiración

Como se evidencia en la figura 5, la evapotranspiración es un término que se aplica solo a un área de terreno cubierto de vegetación, ya que de lo contrario se trataría de evaporación.

Se define como el resultado del proceso, por el cual el agua cambia de estado de líquido a gaseoso, y directamente, a través de las plantas, vuelve a la atmósfera en forma de vapor; se mide en milímetros, pero en condiciones naturales es muy difícil de medir (Neef et al., 2009)



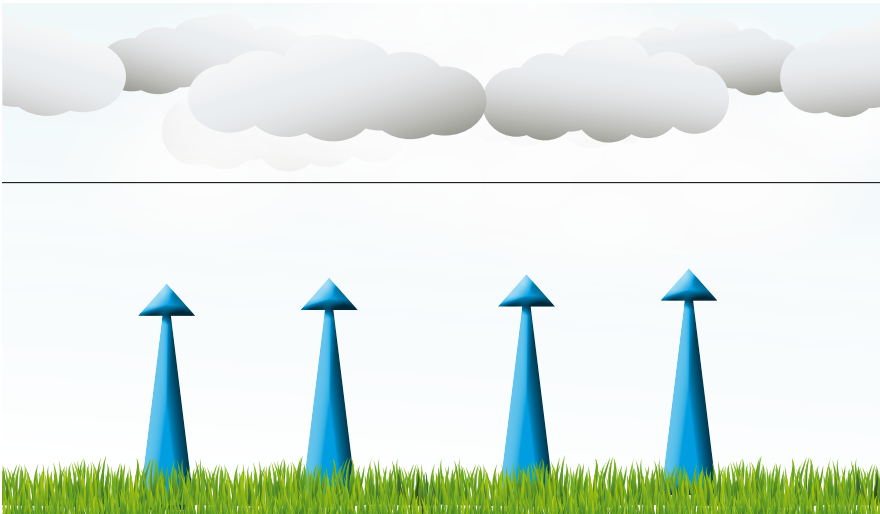


**Figura 5.** La evapotranspiración.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

### 1.4 La condensación

La condensación como se presenta en la figura 6 es uno de los principales procesos del ciclo del agua donde se da el cambio de estado de gaseoso a una fase más densa, o estado líquido (Vieira, 1980).



**Figura 6.** La condensación.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 7.** La escorrentía.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

## 1.5 La escorrentía

Es la fracción de la precipitación, caída en una cuenca vertiente que escapa a la evapotranspiración y circula superficial y subterráneamente, fenómenos que se aprecian en la figura 7.

- **La escorrentía superficial:** es el agua que circula por encima del terreno, bien de forma difusa o canalizada por ríos y arroyos. En determinados tipos de suelos, el agua puede circular por debajo de la superficie en el mismo sentido de esta, a estos se les llama escorrentía sub-superficial o hipodérmica. (Díez, 2014).
- **La escorrentía subterránea:** es el agua que circula por el interior de las formaciones geológicas. (Díez, 2014).

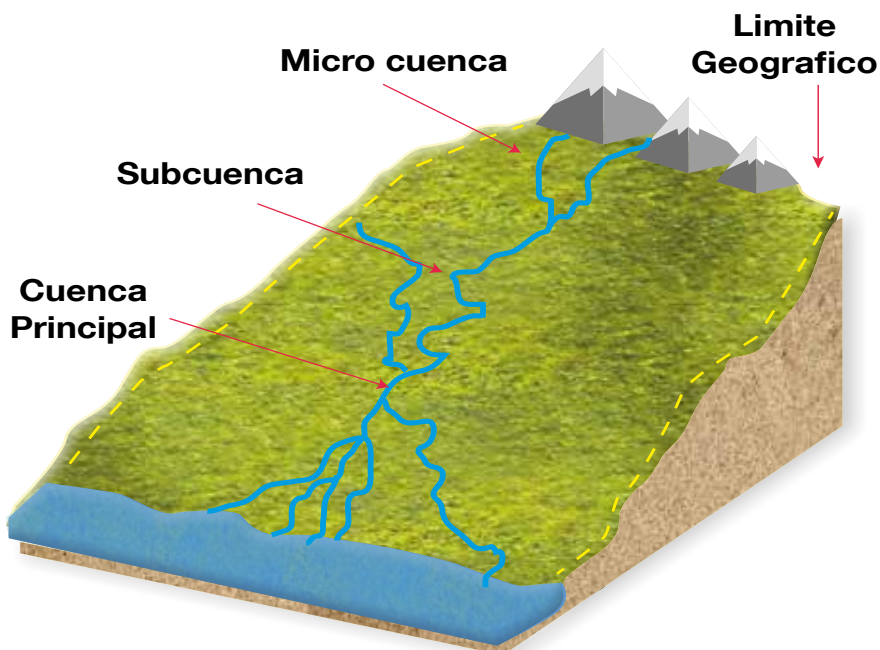
## 1.6 Evaluación capítulo 1

Al concluir el capítulo, los alumnos deberán ser capaces de identificar las fases del ciclo del agua. Para evaluar su nivel de comprensión del tema tratado, los estudiantes se dividirán en grupos, y realizarán una presentación del ciclo del agua y sus fases; para ello deberán ser muy creativos en la actividad.

Como segundo punto de la evaluación, cada estudiante presentará un dibujo del ciclo con su respectiva explicación.

## 2 ¿Qué es una cuenca hidrográfica?

Una cuenca hidrográfica es una unidad del territorio que capta la precipitación, y que define el recorrido del escurrimiento o escorrentía hasta un punto de salida en un cauce principal y funciona en conjunto con los subsistemas ecológico, económico, social y político (Ordóñez, 2011; Umaña Gómez, 2002). Como se presenta en la figura 8, una cuenca está compuesta por subsistemas hídricos que son complementarios.



**Figura 8.** Cuenca hidrográfica.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

## 2.1 Características de una cuenca hidrográfica

Ordóñez, (2011) define los componentes que identifican las características de una cuenca como se ilustra en la figura 9:

- **Cuenca:** red de cauces de agua compuesto por varias subcuencas o microcuencas.
- **Subcuencas:** agrupación de microcuencas que conducen escorrentías a un solo cauce con caudal variable, pero permanente.
- **Microcuencas:** es un área en la que el drenaje de sus cauces va a dar a un río principal de una subcuenca; es decir, que una subcuenca está dividida en varias microcuencas.



**Figura 9.** Distribución de una cuenca, subcuenca y microcuenca.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

Sánchez, (1995), propone una clasificación de las cuencas por categorías de tamaño:

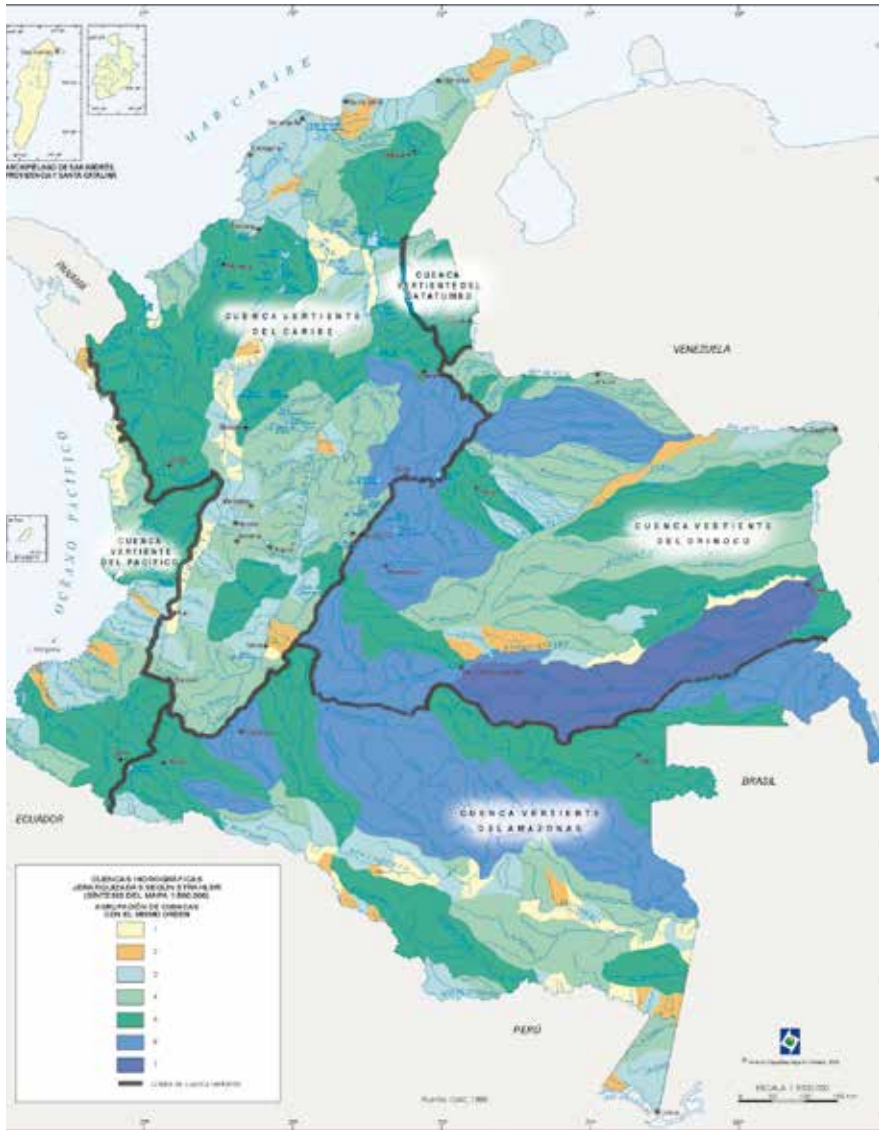
- **Microcuenca:** Área determinada por divorcios de agua, con una superficie menor o igual a 10.000 ha.
- **Cuenca pequeña:** Área con una superficie mayor a 10.000 ha., pero menor o igual a 100.000 ha.
- **Cuenca mediana:** Le corresponde una superficie mayor a 100.000 ha., pero menor o igual a 500.000 ha.
- **Cuenca grande:** Es aquella que tiene una superficie mayor de 500.000 ha, pero menor o igual a 1.000.000 ha.
- **Cuenca muy grande:** Es la que tiene una superficie mayor a 1.000.000 de ha.

## 2.2 Clasificación de las cuencas hidrográficas

Según la ONG Visión Mundial (2004), las cuencas se clasifican así:

- **Por su tamaño geográfico:** las cuencas hidrográficas pueden ser grandes, medianas o pequeñas.
- **Por su ecosistema:** también existen otras consideraciones acerca de las cuencas hidrográficas, el medio o el ecosistema en el que se encuentran establecen una condición natural, así tenemos, las cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas húmedas y cuencas frías.
- **Por su objetivo:** por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse, hidroenergéticas, para agua poblacional, agua para riego, agua para navegación, ganadería, hortícolas y municipales.

Colombia es uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo (Londoño, 2001), debido a sus condiciones tropicales y de formaciones montañosas, las lluvias o precipitaciones son constantes en la región Pacífica, Amazónica y con dos estaciones marcadas en las regiones Caribe, Andina y Orinoquía. Según (Ojeda & Arias, 2000), las aguas de escurrimiento en Colombia están divididas en cinco vertientes perfectamente determinadas por el sistema orográfico, como se advierte en la figura 10.



**Figura 10.** Cuencas hidrográficas de Colombia.

Fuente: [www.zonu.com](http://www.zonu.com)

### 2.3 Políticas de manejo del recurso hídrico en Colombia

En Colombia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, (2013) implementó la Política Nacional para Gestión Integral del Recurso Hídrico en la cual se ha avanzado en la construcción del concepto de gobernanza del agua, siguiendo la estructura de la figura 11, en la cual se registran los procesos y políticas para el manejo del agua.

PLANIFICACIÓN	REGULACIÓN	CONSERVACIÓN	INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	INFORMACIÓN	COMUNIDADES ÉTNICAS
Decreto 2811/1974 Código Nacional de Recursos Naturales	Ley 373/1997 Programa ahorro y uso eficiente de agua (modificada por Ley 812/03)	Ley 21/1959 Economía Forestal	Decreto 1552/004 Tasas por utilización de Agua (modificado por Dec. 4742/05)	Decreto 1323/2007 Sistema de información del Recurso Hídrico	Ley 21/91 Convenio sobre pueblos indígenas y tribales
Decreto 1840/2012 Reglamentación de Cuencas Hidrográficas y Comisiones Conjuntas	Decreto 1541/1978 Uso de las aguas no marítimas	Decreto 2278/1953 Medidas sobre cuestiones tonales	Decreto 2667/2012 Tasas retributivas por vertimientos puntuales	Decreto 303/2012 y Resolución 955/2012 Registro de usuarios del Recurso Hídrico	Ley 70/93 Derecho de propiedad colectiva comunidades negras
Resolución 509/2013 Consejos de Cuenca	Decreto 1594/1984 Uso del agua y residuos líquidos	Ley 165/1994 Convenio sobre Diversidad Biológica			Ley 60/94 Reforma Agraria y de lo Rural Campesino
Decreto 1200/04 Instrumentos de planificación	Decreto 930/2012 Uso del agua y vertimientos	Decreto 2372/2010 Sistema Nacional de Áreas Protegidas			Decreto 1320/98 Consulta previa comunidades indígenas y negras
Ley 1523/12 Política de Gestión del riesgo de desastres	Decreto 2810/2010 Licencias Ambientales				
Decreto 2201/03 Reglamento art.10 Ley 388/97	Ley 97/1979 Codigo Sanitario				
Decreto 3600/07 Determinantes Ordenamiento suelo rural	Ley 142/1994 Servicios Públicos Domiciliarios				
Ley 388/97 Ordenamiento Territorial					
Ley 1454/2011 Ley orgánica de ordenamiento territorial					
Ley 1625/2013 Régimen para las Áreas Metropolitanas					
<b>Ley 1450/2011 Plan Nacional de Desarrollo</b>					
<b>Ley 99/1993 Creación MinAmbiente y SINA</b>					
<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA . 1991</b>					

**Figura 11.** Marco normativo para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia.

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, 2013)

## 2.4 Evaluación capítulo 2

Al concluir el tema, los alumnos deberán ser capaces de identificar el concepto de cuenca y aplicarlo en la práctica.

Para medir su nivel de comprensión del tema, los estudiantes deberán elaborar un mapa de cuencas hidrográficas de su región, incluyendo subcuencas y microcuencas.



# 3 Contaminación del agua

## 3.1 Origen

El ciclo del agua tiene una gran bondad de purificación de sí misma. Esta misma capacidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por las actividades del hombre. Tales residuos son de diversos orígenes como de cosecha, desechos químicos, pesticidas, metales pesados, etc. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana y dañinas para la vida (Batchelor, 2003).

Existen varias causas potenciales del deterioro de la calidad del acuífero, lagos y/o fuentes de agua superficiales y subterráneas. Según la Organización Mundial de la Salud, OMS, considera que el agua está contaminada cuando su composición o estado natural es modificada de tal modo que pierda las características que la hacen apta para usos agropecuarios, domésticos y de consumo humano. (García, 2013).

Se pueden presentar alteraciones:

- **Físicas:** temperatura, color, densidad, suspensiones, radioactividad.
- **Químicas:** sustancias disueltas, composición, etc.
- **Biológicas:** por las que no puede cumplir sus funciones ecológicas.



**Figura 12.** Fuentes de contaminación de aguas de origen natural. Fuente: UNIMINUTO, 2015.

### 3.2 Contaminación de origen natural

La contaminación de las aguas de origen natural tiene fuentes muy dispersas y no provocan altas concentraciones de contaminantes, excepto en lugares muy concretos, relacionados con yacimientos minerales específicos. (Gentes, 2004).

Las principales fuentes de contaminación de origen natural de las aguas, como se observa en la figura 12 son:

- Compuestos orgánicos (moléculas orgánicas derivadas del petróleo, microorganismos).
- Sustancias minerales disueltas en suspensión.
- Gases provenientes de la atmósfera (lluvia).
- Transformaciones bacterianas.

### 3.3 Contaminación de origen antrópico

La contaminación de las aguas de origen antrópico se produce a causa de las diversas actividades desarrolladas por el hombre: industria, minería, sobre explotación de suelos y manejo inadecuado de recursos naturales (Gentes, 2004).



**Figura 13.** Fuentes de contaminación de aguas de origen antrópico. Fuente: UNIMINUTO, 2015.

Las principales fuentes de contaminación de origen antrópico de las aguas como se aprecia en la figura 13 son:

- Vertederos de aguas residuales urbanas.
- Vertidos de explotaciones ganaderas (aporta materia orgánica, microorganismos patógenos y sólidos en suspensión).
- Aguas residuales agrícolas (fertilizantes inorgánicos, plaguicidas, herbicidas).
- Vertederos de aguas de tipo industrial.

Los contaminantes de agua se pueden clasificar en:

**Sustancias químicas inorgánicas.** Como se ve en la figura 14 son aquellos elementos en los cuales están incluidos los ácidos, metales y sustancias tóxicas como el mercurio y el plomo. La gran concentración de estos elementos en fuentes hídricas pueden causar daños graves en los seres vivos, disminuir la producción en los procesos agrícolas y deteriorar los elementos en los que se utiliza el agua.



**Figura 14.** Sustancias químicas inorgánicas.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



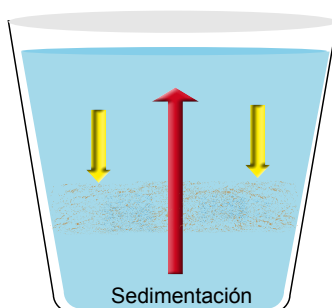
**Figura 15.** Microorganismos patógenos.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

**Microorganismos patógenos.** Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control. Las bacterias, virus y parásitos causan enfermedades que varían en severidad (Robert Pullés, 2005).

Estos microorganismos patógenos llegan directamente a las fuentes hídricas en las heces fecales de animales, hombre y en restos orgánicos infectados. Actualmente y gracias a las vacunas, la higiene y la educación preventiva, se disminuye o se controla un gran número de enfermedades infecciosas (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2007).

**Sedimentos y materiales en suspensión.** Los sedimentos, otras sustancias y contaminantes procedentes de la superficie terrestre son transportados por el sistema fluvial hacia lagos u océanos como se evidencia en la figura 16. Los contaminantes transportados proceden a menudo de la contaminación difusa, por ejemplo: fertilizantes y pesticidas (Díez, 2014).



**Figura 16.** Sedimentos del agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



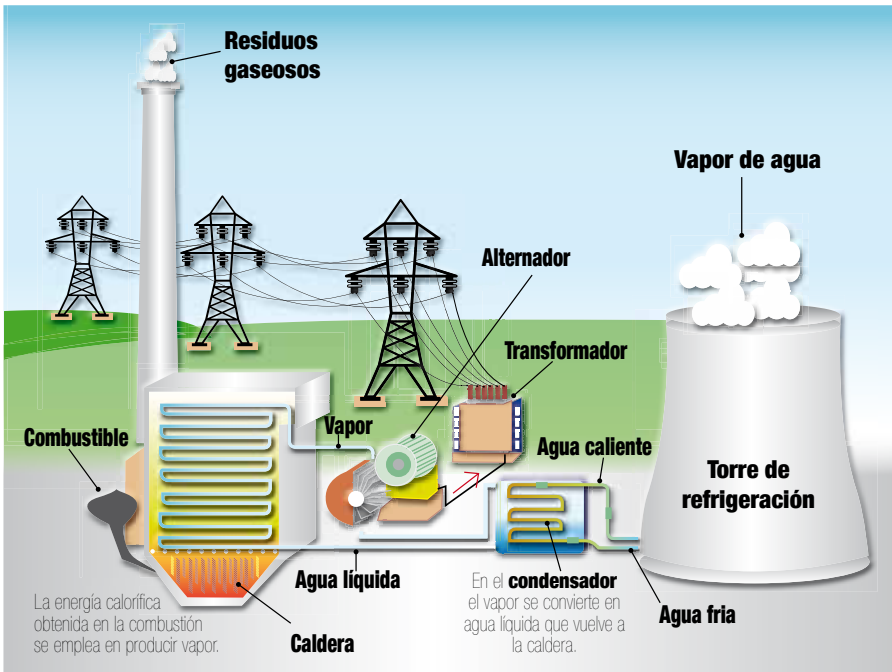
**Figura 17.** Derrame de petróleo.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

**Compuestos inorgánicos.** Son aquellas moléculas de origen inorgánico como lo pueden ser los derivados del petróleo, los plásticos y los contaminantes emergentes (CE) generalmente se utiliza para referirse a compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución y/o concentración (Gil, et al., 2012).

Uno de los principales contaminantes son aquellos ocasionados por hidrocarburos o derrames de petróleo, como se ve en la figura 17, de los cuales se vierten entre tres y cuatro millones de galones al año. Se ha mencionado que el océano es uno de los mayores sumideros de la contaminación antrópica (IPCC, 2007).

**Contaminación térmica.** Se produce cuando un proceso altera la temperatura del medio de forma indeseada o perjudicial. Los procesos industriales en donde se libera agua caliente como las termoeléctricas, como se puede apreciar en la figura 18, que por lo general terminan en ríos o embalses, hacen que la vida de estas fuentes hídricas disminuya debido a que se acaba la vida de los microorganismos (Vieira, 1980).



**Figura 18.** Central termoeléctrica.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

### 3.4 Evaluación capítulo 3

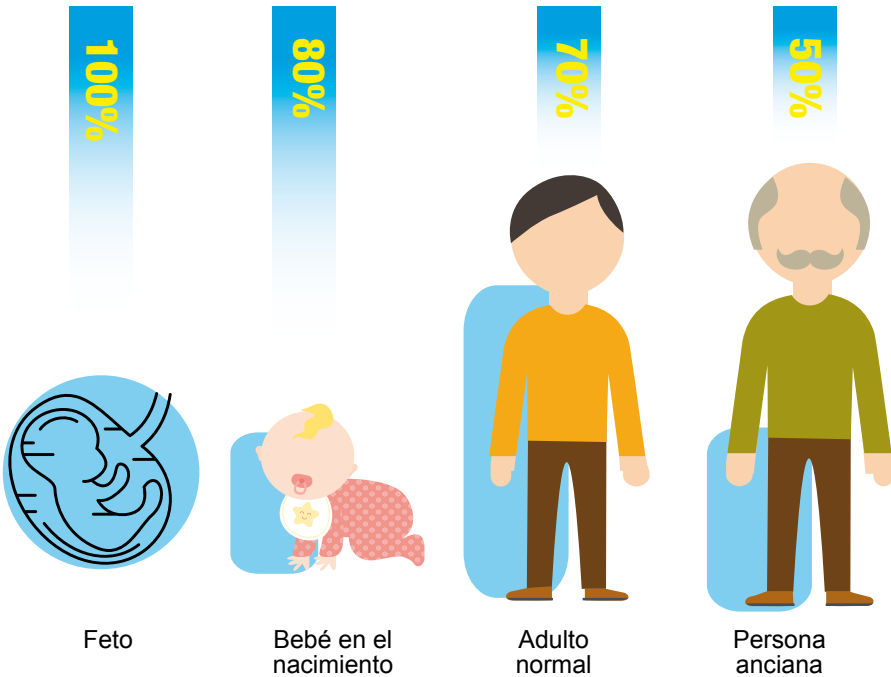
Al concluir el tema, los alumnos deberán ser capaces de comprender los conceptos del capítulo e identificar los diferentes orígenes de contaminación de las fuentes hídricas.

Cada estudiante redactará un ensayo, basado en una investigación previa de las fuentes de origen de contaminación de aguas en la zona que habita, y deberá proponer estrategias de manejo para evitar los procesos de contaminación.

# 4

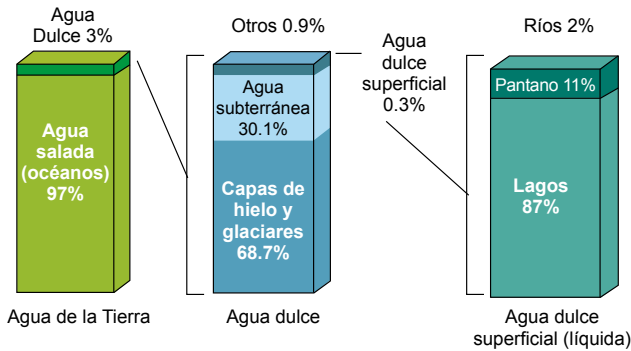
## Importancia del agua

El agua es uno de los elementos más abundantes del planeta, está formada por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O) unidos mediante enlaces covalentes, de manera que la molécula tiene una forma triangular plana (García, 2009). Según Auge, (2007) el 80% del peso de los bebés es agua, 70% en los jóvenes y 50% en los ancianos, como se puede observar en la figura 19.



**Figura 19.** Porcentaje de agua en el cuerpo humano.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 20.** Distribución global del Agua.

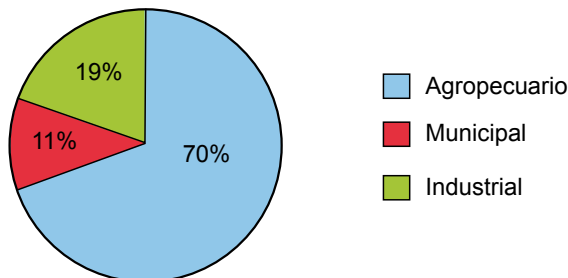
Fuente: ("Planeta azul comunidad," n.d.)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, (2002) , afirma que en el mundo existen unos 1.400 millones de km<sup>3</sup> de agua, de los cuales 35 millones (2,5%) son de agua dulce. Esta cantidad de agua se encuentra distribuida como se muestra en la figura 20.

Pero no toda el agua dulce es utilizable, los casquetes polares son completamente inutilizables, mientras que, no toda el agua subterránea es accesible, solo la más superficial puede ser utilizada, y no toda el agua de lagos, pantanos y ríos es potable, lo que hace que solo una pequeña parte del agua existente en el planeta esté disponible para uso. De la pequeña proporción de agua utilizable para uso humano, una gran parte está sufriendo procesos de contaminación (ya explicados en el capítulo 3), causando que la proporción de agua de consumo sea cada vez menor.

#### 4.1 Uso del agua para producción agrícola

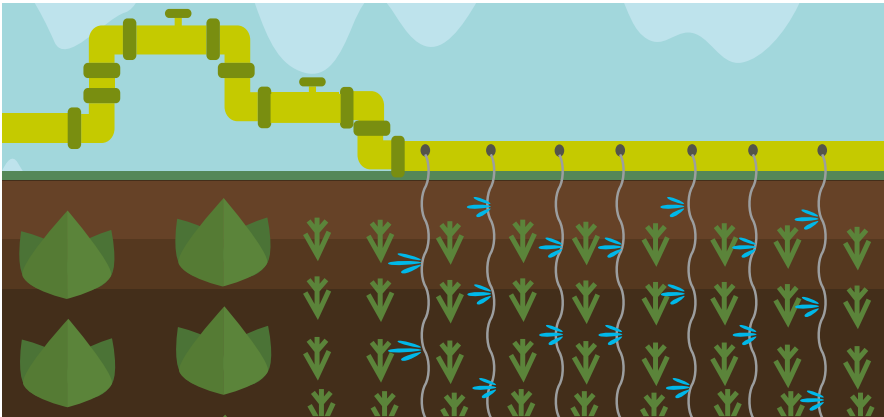
Según Beekman, et al., (2014), "el agua y la agricultura están indisolublemente unidas; desde el inicio de la agricultura, el ser humano buscó plantas más productivas y pronto descubrió que,



**Figura 21.** Porcentajes de uso del agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.





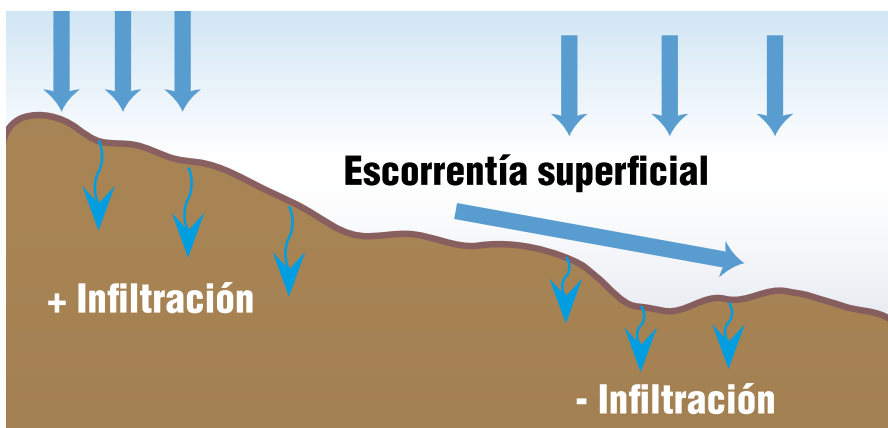
**Figura 22.** Uso de agua en la agricultura.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

haciéndoles llegar agua de calidad regularmente, crecían más y producían una mayor cantidad de alimentos” (p. 11). Para la producción agrícola la calidad del agua es muy importante, ya que participa en funciones metabólicas, estructurales, transporte de solutos, turgencia celular, participación en reacciones y ciclos.

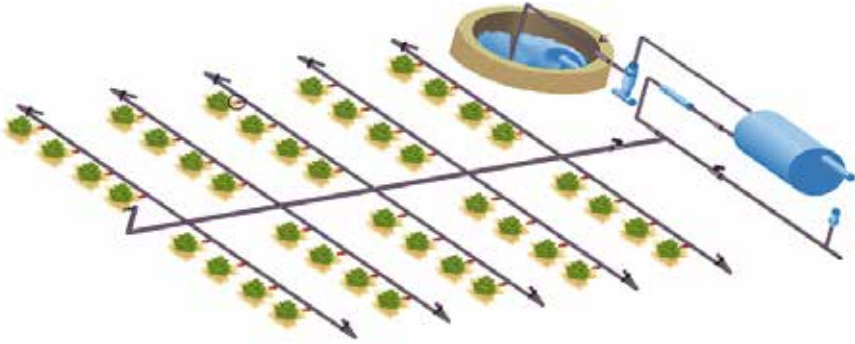
La agricultura, como se advierte en la figura 21 es siempre el mayor usuario de todos los recursos hídricos tomados en su conjunto; la agricultura absorbe alrededor del 70% del consumo mundial, el uso doméstico un 11% y los usos industriales un 19% (FAO, 2001).

Como se presenta en la figura 22, cuando el agua se extrae para el uso agrícola, pero que no se consume, se infiltra en el suelo y es almacenada como fuente subterránea o se drena superficialmente como escorrentía hacia los ríos, lo que se aprecia en la figura 23.



**Figura 23.** Escorrentía.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 24.** Sistema de riego.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

Esta agua que fue utilizada, es por lo general de menor calidad que cuando fue extraída, debido a la contaminación por agroquímicos usados en la producción agrícola y que llegan al suelo o a las cuencas (FAO, 2001). La agricultura juega un papel trascendente en la sustentabilidad del recurso y puede ser la actividad clave para hacer frente a la conservación del agua, aunque esto implica mejorar la forma en que se utiliza en esta actividad, de modo que se puedan reutilizar grandes volúmenes del líquido en otros sectores (Beekman, Cruz Majluf, et al., 2014).

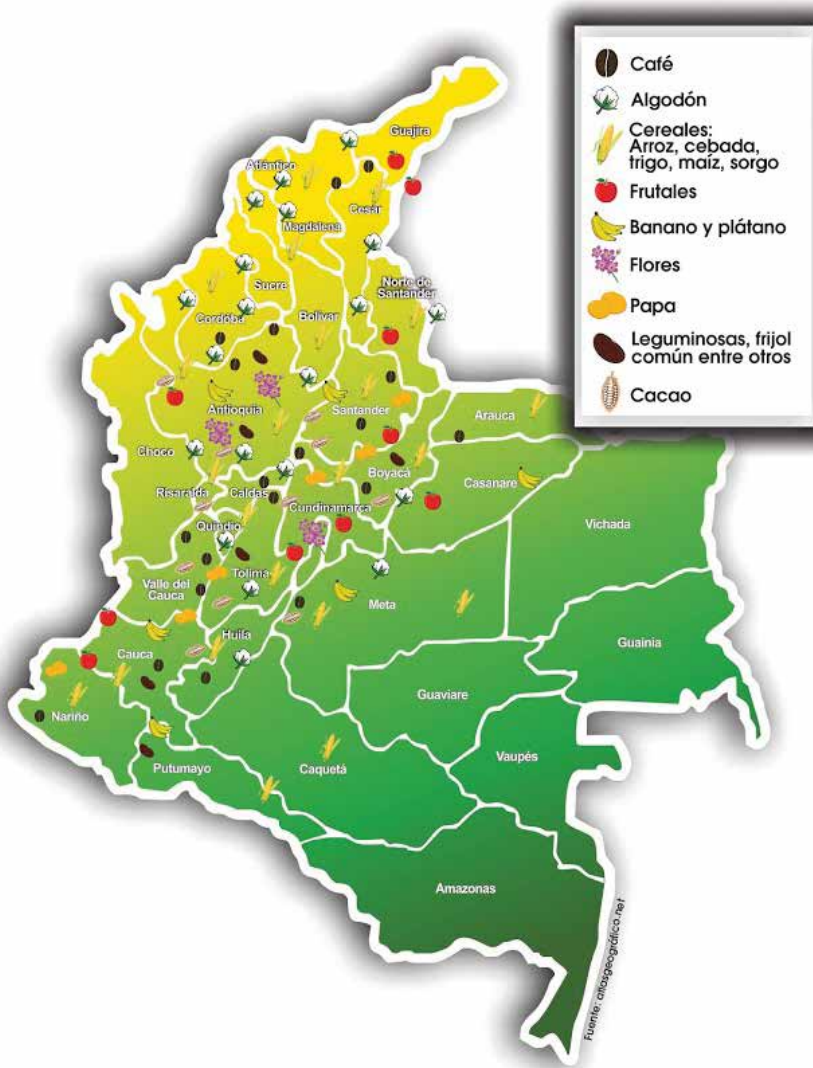
En las fincas, la producción agrícola tiene un alto consumo de agua, la principal actividad en la que se consume mayor cantidad de agua es en el riego como se aprecia en la figura 24. Otros como el lavado de equipos e instalaciones, en la figura 25, aunque es menor conlleva a un gran desperdicio o contaminación, asimismo el uso de agua para aplicación y/o preparación de insumos conduce a la contaminación del líquido como quedó consignado en el Capítulo 3.

La FAO, (2001), estima que la extracción de agua que es usada en la agricultura para riego en todos los países en desarrollo se incrementará de los 2.128 km<sup>3</sup> registrados en el período 1997/99 a 2.420 km<sup>3</sup> en 2030, un incremento de cerca de 14%. Pero los retornos de riego a menudo están contaminados por sales, pesticidas y herbicidas (FAO, 2002).



**Figura 25.** Herramientas y maquinaria.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

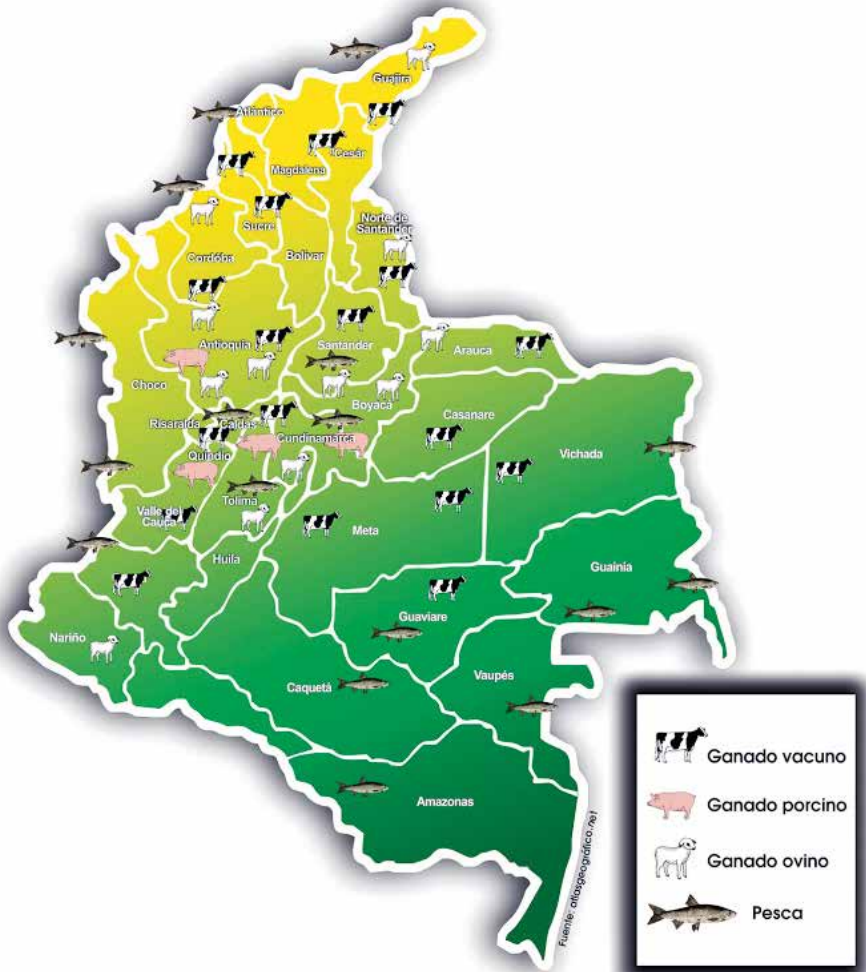


**Figura 26.** Mapa de la producción agrícola de Colombia. Fuente: atlasgeografico.net.

La importancia del agua en la producción agrícola es alta y la mayor fuente de esta es la lluvia, como el medio más común y sin costo de aporte de agua, la regulación de la lluvia es un fenómeno natural que no puede ser regulado por el agricultor, periodicidad o distribución (FAO, 2013). Echeverri, (2014) expone que “la agricultura juega un papel fundamental para asegurar la sustentabilidad del recurso hídrico y puede constituirse en la actividad clave para hacer frente a cualquier demanda”. De igual manera, es de todos conocido que Colombia es un país agrícola como se observa en la figura 26, y que posee tierras aptas para tal actividad.

## 4.2 Importancia del agua en la producción pecuaria

La ganadería de leche y carne es muy importante en la producción nacional como se advierte en la figura 27. El agua como recurso natural es utilizado para actividades agropecuarias, en este sentido, se deben tener en cuenta los riesgos causados por la poca protección de las fuentes de agua, debido a que recibe diferentes agentes que afectan su calidad por el inadecuado manejo de la misma, el proceso de tratamiento y la afectación de su calidad hacen que este recurso se vea comprometido para las generaciones próximas (Loaiza & Osorio, 2009).



**Figura 27.** Mapa de la producción ganadera de Colombia.

Fuente: atlasgeografico.net



**Figura 28.** Consumo de agua por animal en la ganadería.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

Este sistema productivo impacta el agua y el suelo por el uso de fertilizantes sintéticos y plaguicidas (Murgueitio, 2003), impactos que no han sido estudiados con profundidad, además se carece de información respecto al uso de recursos hídricos en la cría y producción de ganado (Loaiza & Osorio, 2009).

Este tipo de producción requiere gran cantidad de agua en sus actividades diarias como:

- El suministro para los animales. En la figura 28 se aprecia que el consumo de agua para suministro de los animales es muy alto y con el aumento de la edad del animal se incrementa el consumo por animal.
- El lavado de instalaciones. La limpieza de las instalaciones, es una actividad que demanda mucha agua, debido a que en muchas fincas se hace una o dos veces por semana y en algunas otras se hace a diario, elevando el consumo de agua en este sistema productivo.
- Manejo de pastos para consumo animal que se aprecia en la figura 29. La producción de pastos para ganadería es una actividad que necesita de alto consumo de agua, especialmente en las épocas



**Figura 29.** Riego de pastos.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

de sequía en las cuales se requiere que la producción no disminuya para mantener así la producción lechera o de carne. Los pastos que son cultivados para corte exigen mayor cantidad de agua para aumentar la producción de biomasa, y que al momento del ensilaje no se pierda por deshidratación (FAO, 2001).

### **4.3 Colombia, país potencia hidrológica**

Colombia es hídricamente un país muy rico; sin embargo, la variabilidad del recurso se limita significativamente con la alternancia climática; es decir, en unas épocas se presentan inundaciones sin control y en otras sequías sin posibilidad alguna de atenderse con almacenamiento (Ramírez, 2003). El potencial hídrico de Colombia se debe a su posición geográfica cercana al ecuador y a su relieve. El país cuenta con ecosistemas de gran importancia ecológica en el ciclo hídrico como el sistema de páramos y las zonas selváticas del Amazonas y el Pacífico, en los cuales los niveles de precipitación son altos. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El MADS, (2013) refiere que “en Colombia a partir del proceso de implementación de la Política Nacional para Gestión Integral del Recurso Hídrico se ha avanzado en la construcción del concepto de gobernanza del agua”, proceso que es vital en la conservación de este recurso natural. Siendo un país con gran potencial hídrico se están implementando estrategias que permitan la regulación del uso y manejo del recurso agua.

### **4.4 Evaluación capítulo 4**

Al concluir el tema, los alumnos deberán ser capaces de identificar la importancia del agua, en las actividades diarias.

Para la evaluación de este capítulo, los estudiantes se dividirán en grupos para planear una obra teatral, en la cual se exponga la importancia del agua.

# 5

## Estrategias de conservación del agua

El Consejo del Medio Ambiente de la Unión Europea, el 30 de octubre de 2007 por primer vez y de manera formal, manifestó que la sequía y la escasez de agua son una “prioridad” política porque son problemas que afectan a un sinnúmero de países, y contra los que hay que luchar con ahorro o la buena gestión de los recursos y, en última instancia, con medios alternativos, como la desalación y la reutilización del agua siempre que esto se desarrolle en términos sostenibles (Díez, 2014).



**Figura 30.** Uso y conservación del agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

El bajo abastecimiento de agua a los sectores rurales, es un problema que aqueja a muchas regiones y familias en el mundo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, (2003), (Crespi Vallbona, M. & Planells Costa, 2003) la Tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, que incluyen a más de 6.000 millones de seres humanos, afronta en este inicio del siglo XXI una grave crisis del agua. Todo parece indicar que la crisis y la escasez de agua se empeora y que continuará disminuyendo con el transcurrir del tiempo, a no ser que se inicien acciones correctivas de uso y conservación del agua. La falta de este preciado líquido está generando una crisis a nivel mundial basado en el mal manejo del recurso hídrico, mal uso y métodos inadecuados de conservación (FAO, 2013).

### 5.1 Importancia de la conservación del agua

La agricultura rural como se ilustra en la figura 31 se representa en el sector agrícola y es una de las más importantes a nivel mundial (Mongil Manso & Martínez de Azagra Paredes, 2007). La producción de alimentos constituye una fuente fundamental para la subsistencia de las comunidades rurales, quienes protegen y preservan sus semillas nativas desde tiempos inmemorables; además de generar beneficios socioeconómicos, incrementan la producción de cultivos para las ciudades (Viqueira, 1997).



**Figura 31.** Agricultura rural.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



El agua utilizada en los sistemas de riego en la agricultura rural, aumenta la producción de los cultivos y contribuye a la conservación de los recursos naturales, fomenta los nodos comunitarios, incentiva la generación de nuevos conocimientos y fortalece la relación comunidad-agua para los procesos de la agricultura (FAO, 2002). Manejando sistemas de riego mínimos, los sectores rurales son los encargados del desarrollo de la agricultura de la que ellos dependen (Viqueira, 1997).

En este momento en que hablamos de la calidad, es mucho lo que el sector rural puede intervenir para evitar las contaminaciones del recurso hídrico y en cuanto respecta a este tema las instituciones del Estado (nacional, regional y departamental) que han de surtir a los productores agropecuarios acarrean toda la responsabilidad (Gentes, 2004).

El campesino desempeña un papel fundamental en el manejo de sus fuentes hídricas como se aprecia en la tabla 1, ya que puede aportar en el mantenimiento de la calidad de este recurso, haciendo un uso adecuado de los desechos y residuos que contaminan los ríos, lagunas y reservorios (Van-Wambeke, Prieto-Celi, & Vieyra, 2013). Es común ver la contaminación por plásticos (polietileno), vidrios, y otros tipos de residuos cerca de las zonas habitadas por el hombre; donde finalmente terminan deposita dos en las profundidades de dichos cuerpos o flotando en sus riveras (Viqueira, 1997).

La escasez de agua tiene efectos tanto en la zona rural como urbana y las repercusiones en el sector económico son tan diferentes como lo pueden ser la agricultura a nivel nacional, el turismo, el transporte y la industria, el uso eficaz de los recursos es una de las

**Tabla 1.** Usos del agua en el continente americano.

Región	Recursos hídricos renovables Km <sup>3</sup> /año	Extracciones totales de agua Km <sup>3</sup> /año	Extracción del agua (km <sup>3</sup> /año)						Extracciones como porcentaje de recursos renovables
			Agricultura		Industria		Doméstico urbano		
			Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
Latinoamérica	13,477	252	178	22.5	26	3.3	47	5.9	0.6
Caribe	93	13	9	1.1	1	0.1	3	0.4	0.1
Norteamérica	6,253	525	203	25.7	252	31.9	70	8.9	2.6
Hemisferios	19,823	790	390	49.4	279	35.3	120	15.2	3.3

Fuente: (Beekman, Cruz, et al., 2014)

muchas soluciones a los problemas de escasez de recursos hídricos, se puede mejorar la situación educativa ambiental y social haciendo conciencia en las comunidades para el manejo de las problemáticas de la sociedad.

La reflexión que se produce en el sector industrial por las comunidades rurales debido a la constatación de contaminación de fuentes hídricas y a la escasez de recursos naturales, se ve reflejada en la baja producción de alimentos y de cultivos en la región, lo cual genera nuevas prácticas de manejo y conservación del recurso hídrico, donde las comunidades rurales son las encargadas del manejo y cuidado de los nacidos y principales afluentes de este recurso los cuales son de uso común de la sociedad (IPCC, 2007).

## 5.2 Estrategias de la conservación del agua

La escasez de agua es un problema que aqueja a muchas regiones y personas en el mundo. Según UNESCO (2003), la tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, que incluyen a más de 6.000 millones de seres humanos, se enfrenta en el comienzo de este siglo XXI con una grave crisis del agua. Todas las señales parecen indicar que la crisis se agrava y continuará, a menos que, se emprenda una acción correctiva. Se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados.



**Figura 32.** Toma de agua subterránea.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 33.** Tanques de almacenamiento de agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

La capacitación de agua del sector rural en temas sobre estrategias de manejo del recurso hídrico y su constante escasez, obligan a realizar nuevas técnicas de conservación para apropiarse de una cantidad del líquido y hacer que el uso eficiente sea estimulado por distintas prácticas como:

### 5.2.1 *Tanques jagüeyes*

Como se aprecia en la figura 33, son pequeños depósitos construidos mediante excavación y conformación de diques o terraplenes. Aprovechan ondulaciones del terreno para captar y mantener aguas lluvias por escorrentía. Por lo general, son pequeños, distantes del río y ubicados en zonas onduladas o en el piedemonte de colinas que sirven para el acopio de diferentes volúmenes de fluido con el fin de ser usado en épocas de sequía, logrando un uso constante y efectivo (Mongil Manso & Martínez de Azagra Paredes, 2007).

### 5.2.2 *Jagüeyes*

Los jagüeyes son almacenes artificiales de aguas, construidos mediante excavaciones y conformación de diques o terraplenes, por agricultores o ganaderos como abrevaderos para los animales (FAO, 2002). Aprovechan ondulaciones del terreno para captar y mantener aguas lluvias por escorrentía. Por lo general son pequeños, distantes del río y ubicados en zonas onduladas o en el piedemonte de colinas.



**Figura 34.** Jagüey de campesinos y ganaderos.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

El uso de los jagüeyes se basa en depósitos pequeños como se observa en la figura 34, con el fin de captar agua superficial. Los productores rurales los utilizan en el riego de sus parcelas donde el uso racional o tandeo, se da de acuerdo con la demanda del cultivo y donde el sistema efectivo se aprovecha en el riego necesario sin, generar desperdicios que afecten este recurso (Kirch, 2008).

### 5.2.3 Reservorios

Diversas comunidades del sector rural y urbano han luchado por la sobrevivencia de sus animales y cultivos por varios miles de años en ambientes áridos, semiáridos y secos, donde hay carencia de agua (Ocampo-Fletes, 2006). Los sistemas de almacenamiento, captación y aprovechamiento de agua de lluvia ayudan a resolver los problemas de suministro para uso doméstico y riego haciendo que el consumo sea igual pero a bajos costos. Asimismo, representan opciones reales para incrementar los volúmenes disponibles de agua en las reservas naturales disponibles para el hombre. (Ocampo-Fletes I., 2006).

La baja producción de agua también ha propiciado un cambio en la forma de siembra de los cultivos. Encontramos que los campesinos están poniendo a prueba diferentes prácticas para ahorrar agua



**Figura 35.** Reservorios rurales.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

como se advierte en la figura 35. Esta práctica consiste en plantar en ambos taludes (caras) del surco en forma encontrada, con el objeto de regar un surco y otro no, o en forma alternada (FAO, 2013).

Si el agua disponible no es aprovechada inmediatamente o almacenada para uso posterior, fluye hacia fuera de la zona de interés y alcance del agricultor y su familia (vivienda, establo, cultivo, pasto, finca o parcela) y pasa a otras fases y componentes del ciclo hidrológico (napa freática, escorrentía, cauces de arroyos y ríos, atmósfera) (FAO, 2013).

Para las familias con bajo acceso al recurso hídrico, la lluvia, el agua superficial y los pozos, son una fuente que suplente la mayor parte del agua doméstica conducida por tuberías improvisadas, es considerada para unos pocos, fuente de uso de agua prioritario, entre 1 y 6% para las familias rurales y periurbanas. (FAO, 2013).

Tomando en cuenta la relación entre el área de recolección y el área de depósito del agua se pueden anotar las siguientes categorías para cosecha de lluvia:



**Figura 36.** Cosecha de agua en techos.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

- **Cosecha de agua en techos.** Como se puede apreciar en la figura 36 es la técnica para la utilización de agua lluvia y que genera un sistema de aprovechamiento y almacenamiento del fluido de origen natural (lluvia).
- **Cosecha de agua para consumo animal.** En realidad es difícil determinar las características que debe reunir el agua que los animales deben beber, como se puede observar en la figura 37, ya que estos se acostumbran con el paso del tiempo a determinada calidad de agua.



**Figura 37.** Cosecha para consumo animal .

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 38.** Cosecha de agua interlineal .

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

- **Cosecha de agua interlineal.** Es el sistema de captación de agua, el cual se realiza directamente de las fuentes hídricas (río, quebrada, nacedero) como se ve en la figura 38, haciendo más eficiente el riego y suministro a los animales. En épocas de sequía es una de las técnicas menos usadas por la poca disposición del agua.
- **Captación de gran escala.** En la figura 39 se observa este tipo de captación de vastas áreas y con muchos kilómetros cuadrados que necesitan estructuras muy complejas y grandes redes de distribución. (Cosecha & Manejo, 2010).



**Figura 39.** Reservorios de ganaderos.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.



**Figura 40.** Siembra de árboles.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

#### 5.2.4 Siembra de árboles

Los bosques que encontramos en los trópicos son los protectores de la mayor biodiversidad del planeta y mantienen servicios ecosistémicos vitales. Sin embargo, la deforestación y la tala intensiva es uno de los generadores de los mayores cambios en los países tropicales, en particular en América Latina. (IPCC, 2007)

La tala indiscriminada y la deforestación ocasionan cambios en el ciclo del agua y de nutrientes que presentan altos costos ambientales y sociales.

Las estrategias de reconstrucción de la fauna y flora, son algunas de las soluciones que tienen el potencial de restaurar y restablecer las áreas degradadas.

#### 5.2.5 Conservación del medio ambiente

Conocemos por medio ambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, influyen en la vida del hombre y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino también, del espacio que abarcan los





**Figura 41.** Fauna y flora.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

seres vivos, el agua, el suelo, el aire y su relación, como se puede observar en la figura 41. (Ocampo-Fletes I., 2006).

Cada ecosistema ha sido afectado por diferentes alteraciones, y su fauna y flora han sido transformadas, como consecuencia, han desaparecido aquellas especies más vulnerables y apareciendo otras generalmente oportunistas. (Sarandón et al., 2006).

En este caso, la preservación de la biodiversidad asume un papel diferente; aunque nuestros esfuerzos van dirigidos a proteger los hábitats naturales. Estos solos son escasos para garantizar la conservación de la fauna y flora.

### 5.3 Tecnologías apropiadas para la conservación del agua

La Organización Mundial de la Salud, OMS, denomina como tecnologías apropiadas a aquellas estrategias o tecnologías alternativas que cumplen con las funciones con las que se podrían dar un sinnúmero de soluciones a las familias rurales a un menor costo, evaluando los medios y restricciones locales, deseando que estas estrategias sean compatibles con los saberes ancestrales y destrezas desarrolladas por la comunidad (IPCC, 2007).



**Figura 42.** Tecnologías apropiadas para la conservación del agua. Fuente: UNIMINUTO, 2015.

De acuerdo a lo anterior, y como se observa en la figura 42, las tecnologías apropiadas pueden ser desarrolladas en comunidades indígenas de difícil acceso, zonas rurales o en lugares con bajos recursos socioeconómicos, ya que el uso de estas tecnologías demandan menos recursos, se elaboran con los materiales existentes o de reciclaje en el sitio y al estar relacionados con el entorno que los rodea tienden a tener una mayor durabilidad (Isaac & Nubis, 2012).

No solo las tecnologías alternativas son una estrategia para tratar de mitigar las problemáticas del acceso al agua. También encontramos las tecnologías convencionales; que, como se aprecia en la figura 43, son aquellas estrategias que se pueden adaptar a cualquier lugar de la topografía rural y permiten hacer uso de todo tipo de materiales (Gentes, 2004).

La diferencia primordial entre estas tecnologías, se establece en que las tecnologías convencionales son herramientas intensivas en el uso de capital monetario, y las tecnologías apropiadas son herramientas intensivas en la utilización del recurso humano.



**Figura 43.** Uso de tecnologías para almacenamiento de agua.

Fuente: UNIMINUTO, 2015.

## 5.4 Evaluación capítulo 5

Al concluir el tema, los alumnos deberán ser capaces de identificar diferentes estrategias de conservación del agua y ponerlas en práctica.

Como segundo punto de la evaluación, los estudiantes en grupos propondrán una de las tecnologías de conservación de agua y la implementarán en su finca.



# Bibliografía

- (FAO), F. and A. O. of the U. N. R. (2001). Descubrir el potencial del agua en la agricultura. Roma, Italia.
- (FAO), F. and A. O. of the U. N. R. (2002). Agua y cultivos: logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Roma, Italia.
- (MADS), M. de M. A. y D. S. (2013). Guía Técnica. Para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá D.C, Colombia.
- Auge, M. (2007). Agua fuente de vida. *Salud Mundial*, 27. Retrieved from <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/AguaFuenteVida.pdf>
- Batchelor, C. (2003). Report contributing to the scoping exercise managed by IIED to help develop a DFID research programme on water ecosystems and poverty reduction under climate change. *Water Governance Literature Assessment*.
- Beekman, G., Cruz Majluf, S., Espinoza, N., García Benevente, E., Herrera Toledo, C., Medina Hidalgo, Daniela Williams, D., & García-Winder, M. (2014). *Agua alimento para la tierra*. (I. I. de C. para la A. (IICA), Ed.). San Jose, Costa Rica.
- Beekman, G., Cruz, S., Espinoza, N., García, E., Herrera, C., Medina, D., ... García-Winder, M. (2014). *Water to feed the land*. (IICA, Ed.). San Jose, Costa Rica.
- Cooperation on Agriculture. (n.d.)*

Cosecha, O. D. E., & Manejo, D. E. L. Y. (2010). Documento: D-O1 “COMPENDIO CON INFORMACIÓN DE LAS OPCIONES TÉCNICAS DE COSECHA DE AGUA APLICABLES A NUESTRO MEDIO”, (506).

Crespi Vallbona, M. & Planells Costa, M. (2003). Patrimonio cultural.

Cuencas hidrográficas de Colombia, <http://www.zonu.com/fullsize/2011-08-26-14560/Cuencas-vertientes-y-cuencas-hidrogrficas-de-Colombia-2002.html>, tomado enero de 2016

Derecho, P. D. E., & Cambio, D. E. L. (n.d.). Revista de Derecho del Cambio Climático.

Díez, J. (2014). El agua : una herramienta clave en la Educación para el Desarrollo Sostenible. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 14(2).

FAO. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Santiago de Chile.

Garcia, M. (2013). *Water to feed the land*. Argentina.

Gentes, I. (2004). Políticas sustentables de agua, gestión comunitaria de propiedad hídrica y sistemas alternativos de solucionar disputas. Algunas lecciones para los países Andinos. Cepal, 1–33.

Gil, M. J., Soto, M. A., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas , efectos y posibles tratamientos. *Producción Mas Limpia*, 7(2), 52–73.

Human, N., & Report, D. (2014). NATIONAL HUMAN DEVELOPMENT REPORT 2014 Accelerating Inclusive Growth for Sustainable Human Development in Ethiopia.

Ippc. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. ... de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: ....

Isaac, G., & Nubis, P. (2012). Emergencias territoriales prioritarias en la conservación del agua, 53(2), 213–238.

- King, C., Kennett, P., Devon, E., & Martínez, S. (2009). Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de Las Ciencias*, 280–286.
- Kirch, Wilhelm. (2008). *Encyclopedia of Public Health* (Wilhelm Ki.). Germany: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-5614-7
- Loaiza, Y. A., & Osorio, A. (2009). *Gestión del agua en el sector de la ganadería bovina en la cuenca río la vieja departamentos de Quindío y Risaralda*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Lodoño, C. (2001). Cuencas hidrográficas: Bases Conceptuales, Caracterización, administración. *Universidad Del Tolima*. Ibagué, Tolima.
- Martínez, D., & Pinzón, M. (2014). *La escuela del agua*. Bogotá - Colombia: CENSAT Agua Viva - Amigos de la Tierra Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá D.C, Colombia. Retrieved from [http://www.minambiente.gov.co/documentos/5774\\_240610\\_libro\\_pol\\_nal\\_rec\\_hidrico.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/5774_240610_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf)
- Mongil Manso, J., & Martínez de Azagra Paredes, a. (2007). Técnicas de recolección de agua y oasisificación para el desarrollo de la agricultura y la restauración forestal en regiones desfavorecidas. *Cuadernos Geográficos*, 40, 13.
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*, 15(10).
- Neef, A., Lynne, G. D., Burkhardt, J., & Batchelor, C. (2009). Water governance literature assessment. *Water Alternatives*, XXIV(4), 1059–1078.
- Ocampo-Fletes I., E.-C. J. F. (2006). Manejo Tradicional y Estrategias Campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai, Revista de Sociedad, Cultura Y Desarrollo Sustentable*, 2(2), 343–371.

Ojeda, E., & Arias, R. (2000). *Agua para el Siglo XXI para América del Sur De la Visión a la Acción Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Colombia.*

Ordoñez, J. J. (2011). *¿ QUÉ ES CUENCA HIDRÓLOGICA ?* Lima, Perú.

Planeta azul comunidad. (n.d.). Retrieved September 11, 2015, from <http://comunidadplanetaazul.com/agua/aprende-mas-acerca-del-agua/distribucion-del-agua-en-nuestro-planeta-azul/>

Ramírez, R. M. (2003). *Colombia: potencia hídrica.*

Robert Pullés, M. (2005). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Cuba. *Organización Mundial de La Salud*, 45(1), 25–36.

Sánchez, S. F. (1995). Una aproximación al proceso de planificación de cuencas hidrográficas. Ibague, Tolima.

Sarandón, S. J., Misiones, D. E. F. E. N., De, M. E. L. U. S. O., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Gómez, C., & Janjetic, L. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores.

Shiva, V. (2004). *Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro.*

Singh, V. P., & Aravamuthan, V. (n.d.). approximations accuracy Accuracy of hydrodynamic approximations in hydrology: Non-uniform, steady flow. In *Hydrology and Lakes* (pp. 11–26). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. doi:10.1007/1-4020-4513-1\_3

Stern, N. (2006). The Economics of Climate Change. *Stern Review*, 662. doi:10.1257/aer.98.2.1

Umaña Gómez, E. (2002). Manejo De Cuencas Hidrograficas Y Protección De Fuentes De Agua.

Van-Wambeke, J., Prieto-Celi, M., & Vieyra, M. J. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia.*



- Vieira, S. M. (1980). Water - a Shared Responsibility. MCN, *The American Journal of Maternal/Child Nursing*, 5(3), 153. doi:10.1097/00005721-198005000-00004
- Viqueira, J. P. (1997). El pequeño riego en México ¿ manejo sustentable ? Regadío , origen del Estado y la administración de sistemas hidráulicos, 1997, 301–307.
- Visión Mundial. (2004). Manual de manejo de cuencas. *San Salvador, SV*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Manua>

**El propósito de este modulo es enseñar la importancia del agua en los ecosistemas naturales, los sistemas productivos pecuarios y agrícolas, teniendo en cuenta el efecto que tienen las actividades humanas en su ciclo. Asimismo, las estrategias del cuidado y conservación, de las fuentes hídricas y procesos de descontaminación.**

**Ya que la superficie terrestre está cubierta por un 70% de agua, el elemento vital por naturaleza. En los organismos el porcentaje de agua puede ser del 20% al 95%, en el caso del ser humano, el 75% del peso de su cuerpo lo representa el agua, en las plantas el porcentaje de agua varía de 60% a más de 90%, sin agua no habría posibilidad de vida en este planeta (Neef, Lynne, Burkhardt, & Batchelor, 2009).**

**El agua es un elemento primordial en el desarrollo de la vida, y en muchas de las actividades humanas, es esencial en cualquier evento para luchar contra la pobreza y el hambre, aumentar la productividad agrícola, lograr la sustentabilidad y mejorar las condiciones de vida, tanto en las zonas rurales como en las urbanas, por lo tanto, que se altere el ciclo hidrológico tendrá impactos en el desarrollo de la humanidad (García, 2013).**