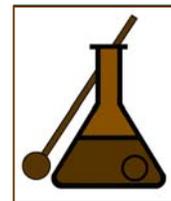




Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Departamento de Agricultura
PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS



LABORATORIO AGROLÓGICO INFORMA

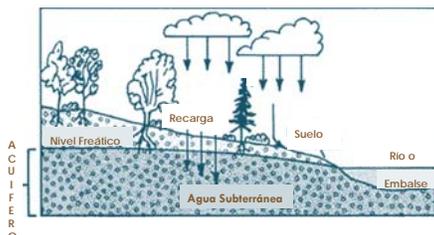
OCTUBRE 2008

¿QUE SON AGUAS SUBTERRANEAS?

De acuerdo al glosario de Hidrología de Puerto Rico, aguas subterráneas son las aguas que se encuentran en una formación o unidad geológica bajo la superficie de la tierra, bajo el cause o lecho de un río, quebrada o arroyo, o bajo el fondo del mar, represa u otro cuerpo de agua, independientemente de cual fuere su origen o estado, o de la formación o unidad geológica en la cual se encuentren, fluyan, percolen o se muevan. Se considera también agua subterránea toda la que existe en el interior de cuevas y cavernas. En otras palabras, agua subterránea es agua bajo la tierra en una zona de saturación.

El agua subterránea, al igual que el agua en los ríos, quebradas, manantiales y lagos, tiene su origen en la lluvia. Una parte de la lluvia se infiltra a través de los poros del terreno atraída hacia el centro de la tierra por la fuerza de gravedad. Las rocas bajo la superficie contienen poros y fracturas que varían en tamaño y abundancia. Estas rocas, o formaciones se conocen como acuíferos. De manera que un acuífero es un cuerpo de agua subterránea producto de la filtración de ésta a través de las distintas capas del suelo. El agua que contienen los acuíferos puede provenir de varias fuentes, entre ellas: la lluvia, ríos, quebradas superficiales o subterráneas. Un acuífero es esencialmente un depósito para almacenar agua bajo la superficie. La cantidad de agua que pueda almacenarse dependerá del tamaño y densidad de los poros o fracturas en las rocas.

Los principales depósitos de agua subterránea en Puerto Rico se encuentran en la periferia de la isla, especialmente en las costas norte y sur. Existen acuíferos en las costas este y oeste, así como los valles interiores de Caguas, Cidra y Cayey, aunque su importancia es menor comparada con los acuíferos del norte y sur. En Vieques contamos con los acuíferos de Esperanza y Resolución.



El agua subterránea sufre el 29 % del total de agua dulce que se usa en Puerto Rico.

IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

El agua subterránea es un recurso vital para el pueblo de Puerto Rico, ya que sufre alrededor del 29 por ciento del total de agua dulce que se usa en la isla. Por lo general, la calidad del agua es buena y apropiada para la mayor parte de sus usos. Son fuente de agua potable para más de un millón de personas en Puerto Rico. Las aguas subterráneas se usan para propósitos domésticos, industriales y agrícolas, siendo la agricultura uno de los principales usuarios de aguas subterráneas. Según datos del 2002, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados extrajo 612 millones de galones por día (MGD) de agua dulce, de los cuales 518 MGD provino de aguas superficiales y 94 MGD provino de aguas subterráneas. De acuerdo al Estudio sobre el uso de agua agrícola en Puerto Rico, preparado por el Instituto de Investigaciones sobre Recursos de Agua y el Ambiente de Puerto Rico, la demanda de agua para la agricultura en el año 2005 fue de 21, 245.2 millones de galones anuales, proveniente de aguas superficiales y aguas subterráneas. Las aguas superficiales son las que se encuentran en los lagos, embalses o cualquier otro cuerpo de agua sobre la superficie.

Aunque la isla de Puerto Rico disfruta de recursos de agua abundantes, las aguas subterráneas están expuestas a extracciones excesivas y a la contaminación, por lo que debemos proteger celosamente este recurso.

Autorizado por la Comisión Estatal de Elecciones: CEE-SA-08-10423

Artículos de Interés sobre las aguas subterráneas:

Problemas que confrontan2

Agencias en PR que velan por su protección2

Leyes Federales que las protegen3

¿Que puedo hacer para controlar la contaminación?.....3

Calidad4

Las aguas subterráneas y el sector agrícola.....4



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E HIDROLÓGICAS:

Algunas de las características geológicas e hidrológicas que ayudan a determinar el riesgo de la contaminación del agua subterránea con plaguicidas incluyen:

- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL SUELO
- PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO
- INCLINACIÓN DE LA SUPERFICIE
- PROFUNDIDAD HACIA EL AGUA SUBTERRÁNEA
- ABUNDANCIA Y UBICACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PLAGUICIDAS QUE AFECTAN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS:

Existen varias características de los plaguicidas que afectan la posibilidad que ellos se escurran hacia el agua subterránea:

- **SOLUBILIDAD EN EL AGUA:** LA TENDENCIA DE UN PLAGUICIDA A DISOLVERSE EN EL AGUA
- **ADSORCIÓN DEL SUELO:** LA TENDENCIA DE UN PLAGUICIDA A ADHERIRSE A LAS PARTÍCULAS DEL SUELO.
- **VOLATILIDAD DEL PLAGUICIDA:** LA TENDENCIA DE UN PLAGUICIDA A DISPERSARSE DENTRO DEL AIRE.
- **VIDA MEDIA DEL SUELO:** EL TIEMPO, NORMALMENTE EN DÍAS, PARA QUE UN PLAGUICIDA EN EL SUELO SE DEGRADE.

PROBLEMAS QUE CONFRONTAN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las fuentes de agua en la Isla, principalmente los acuíferos y embalses, son afectados adversamente por las extracciones excesivas de agua y la contaminación. Se ha encontrado que los acuíferos de las regiones del norte y sur de la Isla sufren de intrusión salina y contaminación química.

Hace varias décadas se creía que las aguas subterráneas tenían cierto grado de protección contra la contaminación. Se creía que los suelos y las capas de arena, grava y rocas en el subsuelo funcionaban como filtros, atrapando contaminantes antes de que estos pudieran llegar hasta las aguas subterráneas. Hoy día, se sabe que algunos contaminantes pueden atravesar todas las capas de filtración, y llegan a la zona de saturación y contaminan las aguas subterráneas.

Las sustancias que pueden contaminar las aguas subterráneas se pueden dividir en dos categorías: las sustancias que ocurren naturalmente y las sustancias introducidas por las actividades humanas. Las sustancias que ocurren naturalmente incluyen minerales como hierro, calcio y selenio. Las sustancias que resultan de las actividades humanas incluyen sal, bacterias y virus, productos químicos e hidrocarburos (por ejemplo los solventes, plaguicidas, y productos petrolíferos), y lixiviación de depósitos de basura (líquidos que se han filtrado del depósito y que llevan sustancias disueltas de la basura) que contienen sustancias como metales pesados. Gran porcentaje de los casos de contaminación de las aguas subterráneas de hoy proviene de la gran variedad de actividades humanas. En Puerto Rico, entre los contaminantes principales encontrados, se incluyen los solventes orgánicos, mayormente Tricloroetileno (TCE), Tetracloroetileno (PCE), y Tetracloruro de Carbono (CCL4). Estos solventes son utilizados principalmente en la industria, aunque algunos son usados en el hogar y pequeños negocios. La mayor parte de los removedores de grasa contienen estos compuestos. Además, se han detectado plaguicidas y residuos de plaguicidas en varios pozos. La emigración de estos compuestos a través del subsuelo hasta el manto freático, es un proceso que puede tardar años. Estos contaminantes tienen el potencial de afectar la calidad de las aguas subterráneas en forma imprevista en cualquier momento.

Las extracciones excesivas de agua también pueden afectar la calidad de las aguas subterráneas. Un acuífero, al igual que un embalse, mantiene el nivel constante mientras las extracciones no excedan la descarga. Durante la sequía, la cantidad de agua que se extrae de los acuíferos excede la recarga que proveen la lluvia y los ríos. La reducción por los niveles freáticos puede ocasionar que en las costas el agua del mar penetre el acuífero, contaminándolo con agua salada.



AGENCIAS EN PUERTO RICO QUE VELAN POR LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

En Puerto Rico, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) es la agencia principal responsable por el manejo de las aguas subterráneas. La Ley de Aguas de Puerto Rico delega a esa agencia la responsabilidad de implementar los reglamentos necesarios para el aprovechamiento, uso y conservación de las aguas. El DRNA aplica además la Ley para la protección y conservación de la fisiografía cársica de Puerto Rico; y el Reglamento para el aprovechamiento, uso, conservación y administración de las aguas de Puerto Rico.

Al nivel federal, la Agencia para la Protección Ambiental (EPA) es la entidad responsable por reglamentar el uso y manejo de las aguas subterráneas. EPA delega en agencias federales y locales, como el Servicio Geológico Federal (conocido por sus siglas en inglés USGS), la Junta de Calidad Ambiental, y al Departamento de Agricultura, entre otras, la implementación de programas actuales que responden a las siguientes leyes: Ley de Agua Limpia; Ley de Agua Potable; Ley de Conservación y Reclamo de Recursos; y Ley de Minería.

LEYES FEDERALES QUE PROTEGEN LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En Puerto Rico, la Agencia Federal para la Protección Ambiental (EPA), es responsable por las actividades federales en relación a la calidad de las aguas subterráneas. Las principales leyes que autorizan las acciones de la EPA para proteger el agua subterránea incluyen:

- La Ley de Agua Potable Segura (*Safe Drinking Water Act*), la cual autoriza a la EPA a establecer normas para niveles máximos de contaminantes en el agua potable, regular la eliminación subterránea de residuos de pozos profundos, y establecer un programa nacional que proteja los pozos de abastecimiento de aguas públicas.
- La Ley de Conservación y Recobro de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act*), que regula el almacenaje, transporte, tratamiento, y la eliminación de residuos peligrosos para impedir la lixiviación de contaminantes hacia las aguas subterráneas.
- La Ley Ambiental Comprensiva de Respuesta, Indemnización y Responsabilidad Civil (*Superfund*) que autoriza al gobierno limpiar la contaminación causada por derrames químicos o sitios de residuos peligrosos que amenazan el medio ambiente.
- La Ley de Agua Limpia (*Clean Water Act*) que autoriza a la EPA con la capacidad de otorgar dinero a los estados para el desarrollo de estrategias para la protección del agua subterránea y que también autoriza otros programas que previenen la contaminación del agua.

¿QUE PUEDO HACER PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN?

Usted puede ayudar a su comunidad a proteger sus aguas subterráneas de diversas maneras. Para empezar, debe reconocer que muchos de los productos que utilizamos a diario contienen sustancias peligrosas o tóxicas. Productos como aceite de motores, plaguicidas, las sobras de pinturas o las latas de pintura, naftalina, los collares matapulgas, herbicidas, limpiadores caseros, también varias medicinas contienen materiales que pueden dañar las aguas subterráneas y el medio ambiente en general. Aunque la cantidad de estas sustancias que usted tira en la basura o pone en el desagüe parece insignificante, multiplíquelo por el número de personas en su comunidad y no le parecerá tan insignificante.

Evite echar sustancias peligrosas o tóxicas por el desagüe: Estas sustancias pueden afectar la capacidad de su sistema séptico. Cuando las mismas alcanzan el subsuelo, contaminan las aguas subterráneas. Además, la mayoría de los sistemas públicos de aguas negras no están diseñados para tratar muchas de estas sustancias. Con el tiempo, los contaminantes podrían llegar a aguas superficiales y contaminarlas.

No tire sustancias peligrosas o tóxicas a la basura: Los vertederos de las comunidades generalmente no están diseñados para contener materiales peligrosos. A medida que la lluvia penetra el vertedero, el agua puede ser contaminada por estos productos y con el tiempo llevarlos hasta las aguas subterráneas y superficiales.

No tire sustancias peligrosas o tóxicas sobre la tierra: Los residuos peligrosos depositados en la tierra o enterrados pueden contaminar el subsuelo, y pueden filtrarse a las aguas subterráneas o llegar hasta el agua superficial cercana por resultado de la escorrentía durante las épocas de lluvia.

!Use y elimine los materiales peligrosos o tóxicos como es debido! Existen pocas opciones para eliminar los productos peligrosos usados en su casa, así que el primer paso para usted debe ser limitar el uso de dichos productos. Cuando sea posible, sustitúyalos por un producto no peligroso. Cuando esto no se pueda hacer, compre solo la cantidad que vaya utilizar.

Evite la posibilidad de la contaminación por plaguicidas. La contaminación del agua subterránea y de los pozos de agua depende en parte de las características geológicas e hidrológicas que varían de lugar en lugar así como las características de los plaguicidas.

Por lo general, la contaminación por plaguicidas de los pozos de agua potable que se nutren de las aguas subterráneas, es el resultado de uno o de la combinación de los siguientes factores: aplicación inadecuada de plaguicidas en el campo; manejo descuidado de los plaguicidas; almacenamiento descuidado de los plaguicidas; y el desecho descuidado de plaguicidas no utilizados y de recipientes de plaguicidas.

Usted sí puede hacer mucho por la protección de las aguas subterráneas tomando en consideración todos estos factores.

LA EPA TIENE
RESPONSABILIDADES
BAJO UNA
VARIEDAD DE
ESTATUTOS PARA
PROTEGER LA
CALIDAD DEL AGUA
SUBTERRANEA Y
APOYA EL
DESARROLLO DE
INICIATIVAS PARA
LA PROTECCIÓN DE
LAS AGUAS
SUBTERRANEAS.



PREVENGA LA
CONTAMINACIÓN POR
EL ALMACENAMIENTO
DE PLAGUICIDAS:

Si los plaguicidas son almacenados en un lugar seguro, los mismos no deben representar un peligro para el agua subterránea. Una de las mejores maneras para mejorar el almacenamiento de plaguicidas es el mantener los plaguicidas secos y lejos de las actividades que pudieran romper los envases o rajar las bolsas.

Seguidamente, si ocurriera un derrame, un piso impermeable (como el concreto) debería de eliminar virtualmente cualquier escurrimiento de plaguicidas hacia adentro de la tierra. El colocar un muro alrededor del piso donde se almacenan los plaguicidas prevendrá a los plaguicidas a esparcirse a otras áreas, incluyendo la tierra desprotegida.

Laboratorio Agrológico
Departamento de Agricultura
P O Box 10163
San Juan, Puerto Rico 00908-1163
Tel. (787) 796-1735

AUNQUE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS GENERALMENTE SON DE MEJOR CALIDAD QUE LAS AGUAS SUPERFICIALES, LAS MISMAS SE PUEDEN CONTAMINAR MEDIANTE EL USO INADECUADO DE PLAGUICIDAS.

EN EL AÑO 2002, EL SECTOR AGRÍCOLA UTILIZÓ PARA PROPÓSITOS DE RIEGO UN TOTAL DE 68.6 MILLONES DE GALONES POR DÍA.



Agua subterránea en una caverna.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE PUERTO RICO

Las aguas subterráneas de Puerto Rico son generalmente de mejor calidad que las aguas superficiales, en parte por la protección parcial que ofrecen los acuíferos donde se ubican. La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) opera aproximadamente 370 pozos profundos que extraen un promedio de 94 millones de galones diarios (MGD) de agua de los acuíferos, principalmente para consumo humano. Las aguas subterráneas en el acuífero profundo de la Región Norte son de calidad excelente y se utilizan principalmente para la industria farmacéutica en Manatí, Barceloneta y Arecibo.

Sin embargo, varios sectores del acuífero llano de la Región Norte y de los acuíferos aluviales de la Región Sur sufren de contaminación química debido a derrames, vertederos antiguos y descargas industriales.

Por otro lado, los acuíferos en las zonas costera de Puerto Rico están expuestos a intrusión salina debido a interacciones naturales y manejo inadecuado. Sectores del acuífero llano de la Costa Norte y del acuífero aluvial del sur sufren de intrusión salina debido a exceso de bombeo por parte de la AAA y sectores agrícolas e industriales.

LAS AGUAS SUBTERRANEAS Y EL SECTOR AGRÍCOLA



El sector agrícola en Puerto Rico se abastece de agua proveniente de los tres sistemas de irrigación administrados por la Autoridad de Energía Eléctrica(AEE), además de sistemas de auto-abastecimiento construidos por los propios usuarios. Durante el año 2002, el sector agrícola utilizó para propósitos de riego un total de 68.6 millones de galones por día (MGD).

La mayor demanda actual de agua para la agricultura ocurre en las cuencas hidrográficas de las regiones sur oeste y sur central de la isla. Esto es de esperarse debido a que son regiones mayormente llanas, donde se encuentran las fincas grandes en las que ocurre gran parte de la explotación agrícola. También son las zonas áridas en las cuales se han establecido sistemas de riego. En estas zonas, el 97 por ciento de la demanda de agua es producida por cultivos, el resto de la demanda es por empresas pecuarias; esto contrasta con un 70 por ciento del uso de agua por cultivos agrícolas para toda la Isla.

Los cultivos de mayor demanda de agua son las siembras de vegetales y pastos mejorados en los municipios del sur y suroeste.

El sector pecuario sobrepasa el consumo de agua por cultivos en las cuencas hidrográficas de la parte norte central y nordeste, donde se concentra la producción de leche fresca y ganado para carne. Lo mismo ocurre en los municipios del centro, como Aibonito y Barranquitas, donde se concentra la producción avícola.

De acuerdo al Estudio sobre el Uso de Agua Agrícola en Puerto Rico, se estima un incremento

REFERENCIAS: El Plan Integral de Aguas / DRNA; Estudio sobre el uso de agua agrícola en Puerto Rico/Instituto de Investigaciones sobre Recursos de Agua y el Ambiente de Puerto Rico-UPR/RUM; Guía para la Protección de las Aguas Subterráneas / EPA; Nuevo Atlas Disponible para Puerto Rico / USGS; Agua Subterránea de Puerto Rico / USGS; Agua para Todos/Ing. Luis Sierra; Ground Water / USGS; Prácticas de Manejo y Almacenamiento de Pesticidas en la Granja/EPA/ Purdue University.