



Recogido y almacenaje del agua de lluvia: una alternativa sostenible de adaptación al cambio climático

Carmen González Toro,
Especialista en Ambiente;
Héctor López Méndez,
Especialista en Ingeniería
Agrícola

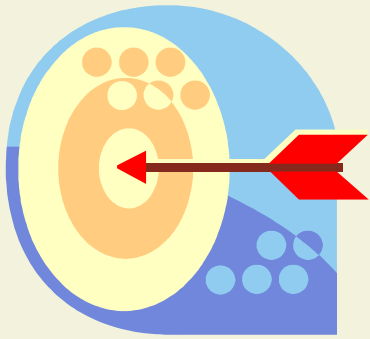


SERVICIO DE
EXTENSION AGRICOLA

COLEGIO DE CIENCIAS AGRICOLAS

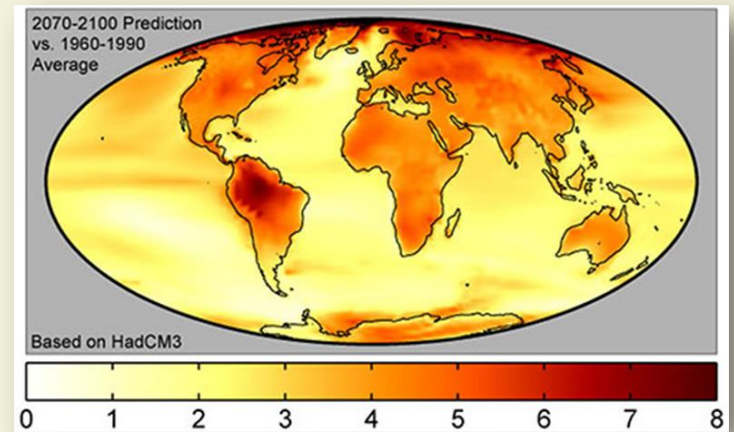
Enero 2013, Rev. Marzo





Objetivos

- Describir la situación sobre la demanda y uso del agua
- Mencionar los beneficios que nos provee el agua de lluvia
- Explicar las alternativas disponibles para el almacenaje del agua de lluvia
- Calcular el tamaño requerido para almacenaje de agua en una finca



Cambio climático

Variación en el clima que se puede medir y que persiste durante largos períodos de tiempo.

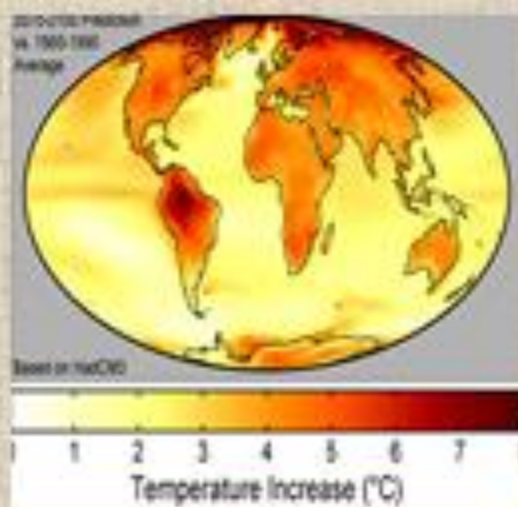


El cambio climático es el mayor desafío ambiental que enfrenta la humanidad para su desarrollo sostenible.

Trasciende lo ambiental, impactando en lo económico, en la actividad productiva, en el trabajo y ocasionando problemas sociales severos.



Manifestaciones del cambio climático



Calentamiento global y

- altas temperaturas
- aumento en el nivel del mar
- patrones alterados de lluvia
- eventos más frecuentes e intensos

olas de calor
sequías
tormentas



Aumento en el número de eventos extremos del clima

2005 – 28 tormentas/huracanes (4 huracanes categoría 5), anterior cifra record 21 en 1933.

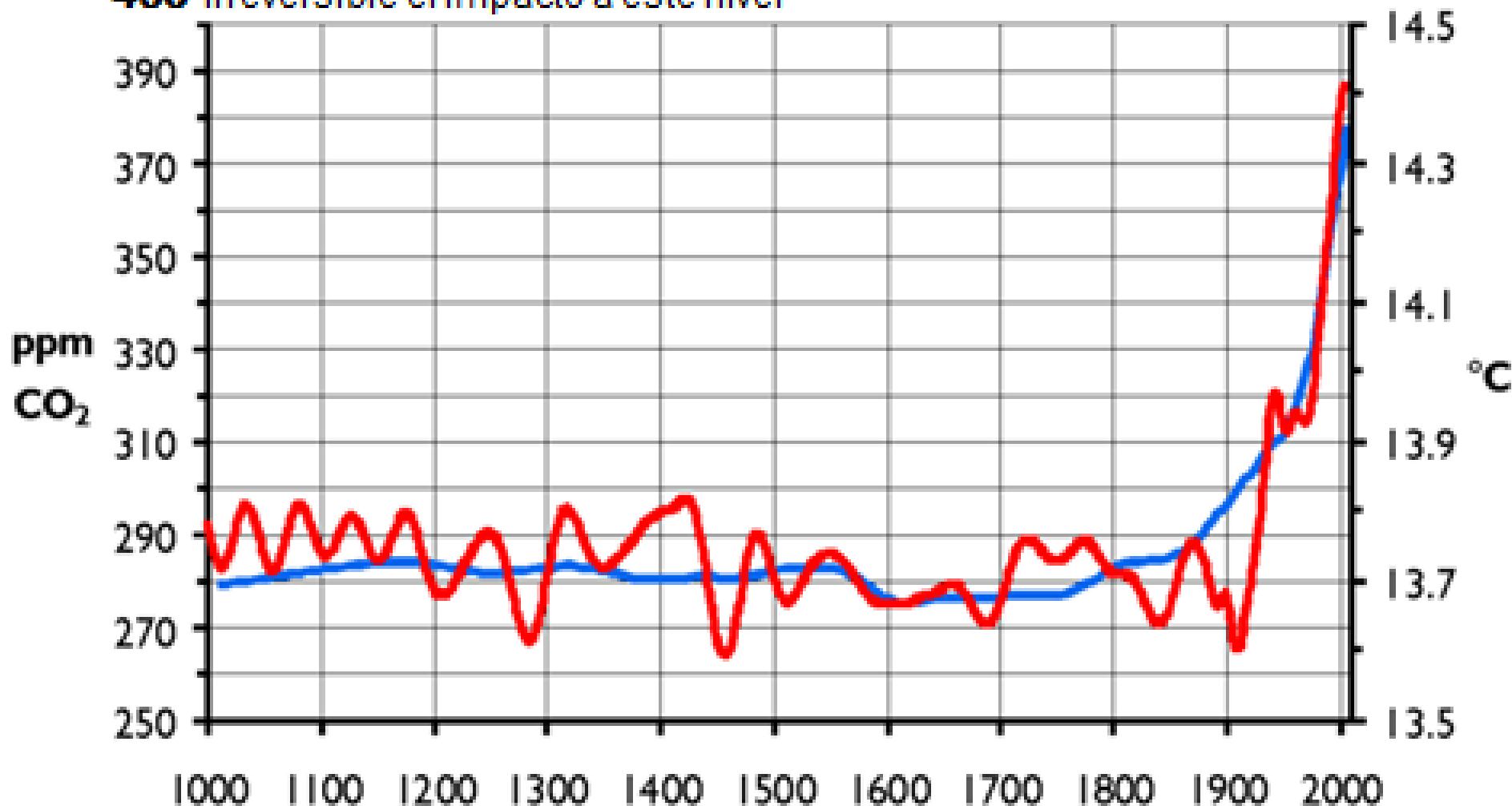
Los pronósticos meteorológicos de trayectoria – tormentas y huracanes son más difíciles por su comportamiento errático.

Cambios en temp. y emisiones de CO₂

La línea roja: T°, azul: CO₂.

Gráfica del reporte 2001 del [IPCC](#). Datos de Mann et al. 1999.

450 irreversible el impacto a este nivel



Cambio climático

Se calcula que la población global ascenderá a 9 000 millones en 2045. ¿Soportará el planeta semejante presión?

- Dentro de los próximos 100 años, las proyecciones indican una reducción generalizada de las cosechas con un aumento en el precio de los granos. (IPCC, 2001)
- Para cubrir la demanda de alimentos, es necesario un aumento de **55%** en cultivos a nivel mundial para el año 2030 y **80%** para el 2050. (IPCC, 2007; FAO)



Cambio climático

Traerá:

Aumentos en la temperatura promedio de la atmósfera terrestre (5°C; 42°F en los próximos 100 años); mayor evaporación – se reduce la humedad del suelo (5% x cada °C)

- Crisis de agua y sequías
- Necesidad de aumentar la eficiencia en el uso del agua y en los sistemas de riego.

Marchito el ingreso de los agricultores

Por MILDRED RIVERA MARRERO DE EL NUEVO DIA

EL INGRESO agrícola en la economía tendrá una reducción de \$34 millones para este año fiscal en comparación con el año pasado como consecuencia de la sequía.

La producción agrícola sufrirá una reducción de 3.82% con relación al año pasado, según proyecciones del Departamento de Agricultura.

Cuando el año fiscal 1994-1995 termine en junio próximo, el ingreso agrícola totalizará \$652.9 millones. Eso representa una reducción de \$34 millones, ó 4.9%, en comparación con los \$687 millones del pasado año fiscal.

"Ahí sí tienes el verdadero impacto de la sequía", dijo el secretario auxiliar de Planificación, Programación y Presupuesto de Agricultura, Enrique Ortiz.

Esta baja en el dinero que aporta la agricultura a la economía del País es una más en la trayectoria descendente que comenzó en 1989, cuando bajó un 2%.

La producción total (de -3.82%) bajó un 2.3% más que lo que bajó en el año 1993-1994, en comparación al año anterior.

La industria más afectada fue la de fruteros (viveros), en la cual se produjo un 1.33% menos, según Ortiz. A esta le siguen la industria pecuaria, con una merma de 0.92%; la del café y el azúcar, con 0.68% menos; la de frutas, con 0.32% menos; y la de hortalizas y legumbres, con una reducción de 0.23%.

LOS DATOS de Agricultura reflejan, en algunos casos, un doble golpe en sectores que el año pasado tuvieron incrementos en producción con relación al año anterior. Entre ellos están el café, que tuvo un crecimiento de 0.21%, y las hortalizas, que obtuvieron un 0.11% más que el año anterior.

En términos de precios, desde mediados de este año los consumidores están pagando aumentos en los productos agrícolas, cuando están disponibles. Para el año próximo, varios comerciantes presagiaron más altas. Además, algunos agricultores han dicho que el efecto de la sequía continuará mermando la producción porque los datos sonan tiempo en repararse.

De hecho, algunos en el sector agrícola venen que la situación empeore el próximo año porque en el mes de febrero espanta un período de poca lluvia.

"Podríamos esperar una sequía mucho

Producción agrícola

Sectores más afectados - año fiscal 1994-95

Productos	Tasa de crecimiento porcentual (%)
Farináceos (viandas)	-1.53
Pecuarios (leche y carne de res)	-0.92
Café y azúcar	-0.68
Frutas	-0.32
Hortalizas y legumbres	-0.23
Producción total	-3.82

Fuente: Departamento de Agricultura
Crédito: El Nuevo Día

para que la de este año", señaló el presidente del sector de leche, José Benítez. El ganadero dijo que nuevamente se está viendo "los estragos" de la sequía en gran parte de la isla.




Sin embargo, en el Departamento de Agricultura hay proyecciones positivas. "Para el año fiscal siguiente (1995-96), esperamos que las operaciones agrícolas superen el efecto de la sequía", señaló Ortiz.

Algunos agricultores señalan que el efecto de la sequía continuará mermando la producción

En sobre el 75% de nuestra isla caen sobre 60 pulgadas de agua al año (Fuente NOAA)

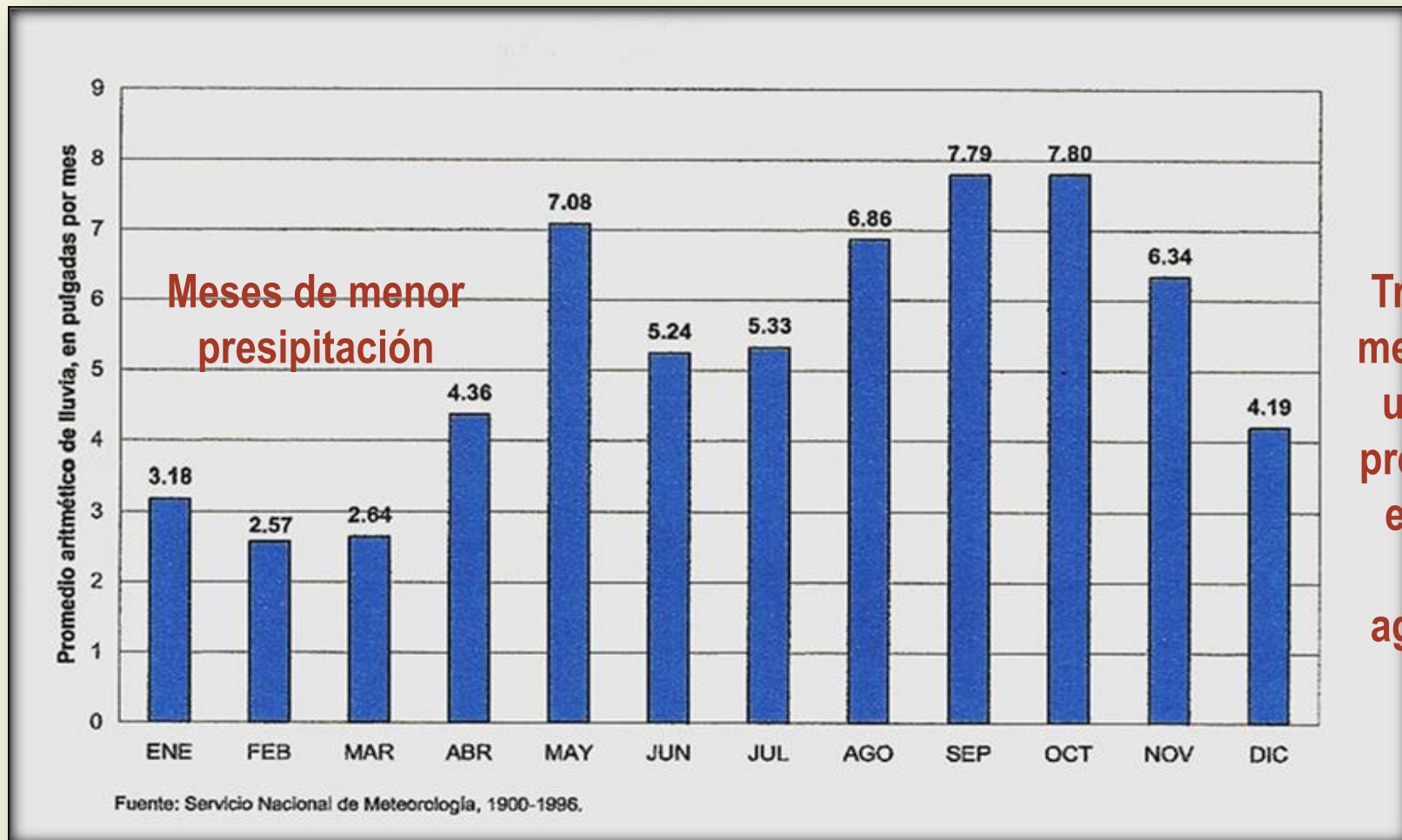


Leyenda

-  Precipitación mayor de 60 pulgadas
-  Precipitación por debajo de 60 pulgadas
-  Falta información precisa

Distribución promedio de lluvia mensual en Puerto Rico

Variaciones – los períodos de lluvias ya no son tan predecibles



Situación en Puerto Rico

Puerto Rico ha experimentado sequías generales periódicas;

- 1934 y 1974 son representativas de estas condiciones.
- 1964-1967 afectó principalmente la Región Sur,
- 1994 fue principalmente en la Región Norte, que causó pérdidas por aprox. \$300 millones; \$165 fueron en la agricultura

Inventario de recursos de agua de Puerto Rico, Capítulo 2 – Clima (2004) DRNA

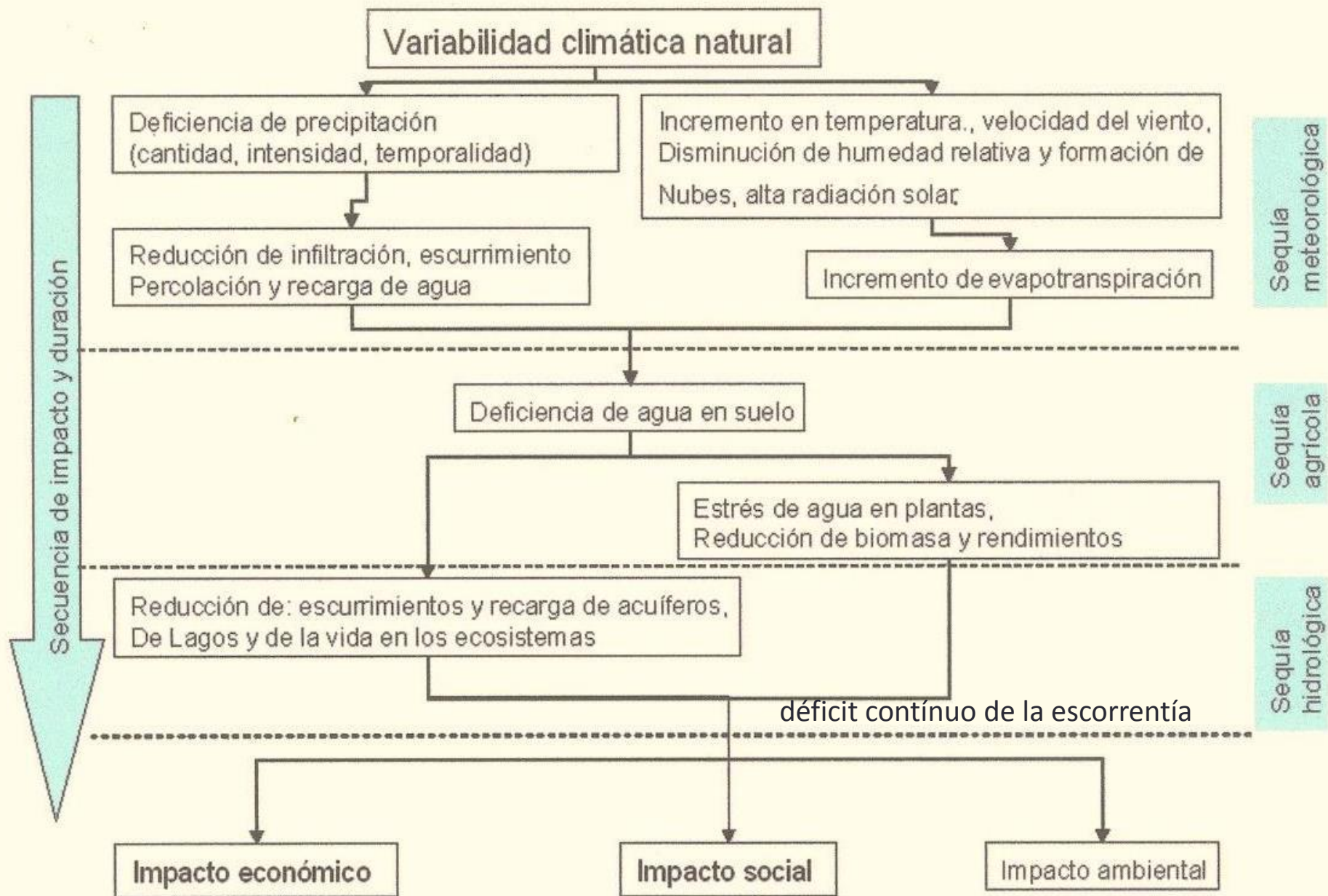
Actualmente, un evento de sequía sería catastrófico a la Isla debido al aumento en el uso y consumo del agua. Recoger el agua de los techos puede ser una medida de adaptación para la agricultura.



Sequía

- Condición que ocurre cuando el agua disponible está por debajo de los parámetros habituales de una determinada región geográfica.
- El agua disponible no resulta ser suficiente para satisfacer las necesidades de los seres humanos, los animales y las plantas.
- La causa principal es la falta de lluvia o precipitación pluvial.
- En casos extremos se puede llegar a la aridez.





Fuente: Understanding and defining drought, National drought Mitigation Center, 1985.

El agua es clave...

Aumento poblacional = aumento demanda uso de agua.

La demanda del uso de agua para producción agrícola se proyecta en aprox. un 42% adicional para el 2030, que responde al aumento requerido para suplir el alimento necesario para ésta creciente población.

http://articles.marketwatch.com/2012-07-24/commentary/32806438_1_water-usage-city-water-population-growth



El agua es clave...

- El mercado del agua embotellada es uno muy lucrativo, generando un total de \$58 billones a nivel mundial.
- El problema es **nuestro estilo de vida y hábitos de consumo**, que se acelera con el impacto del crecimiento poblacional.

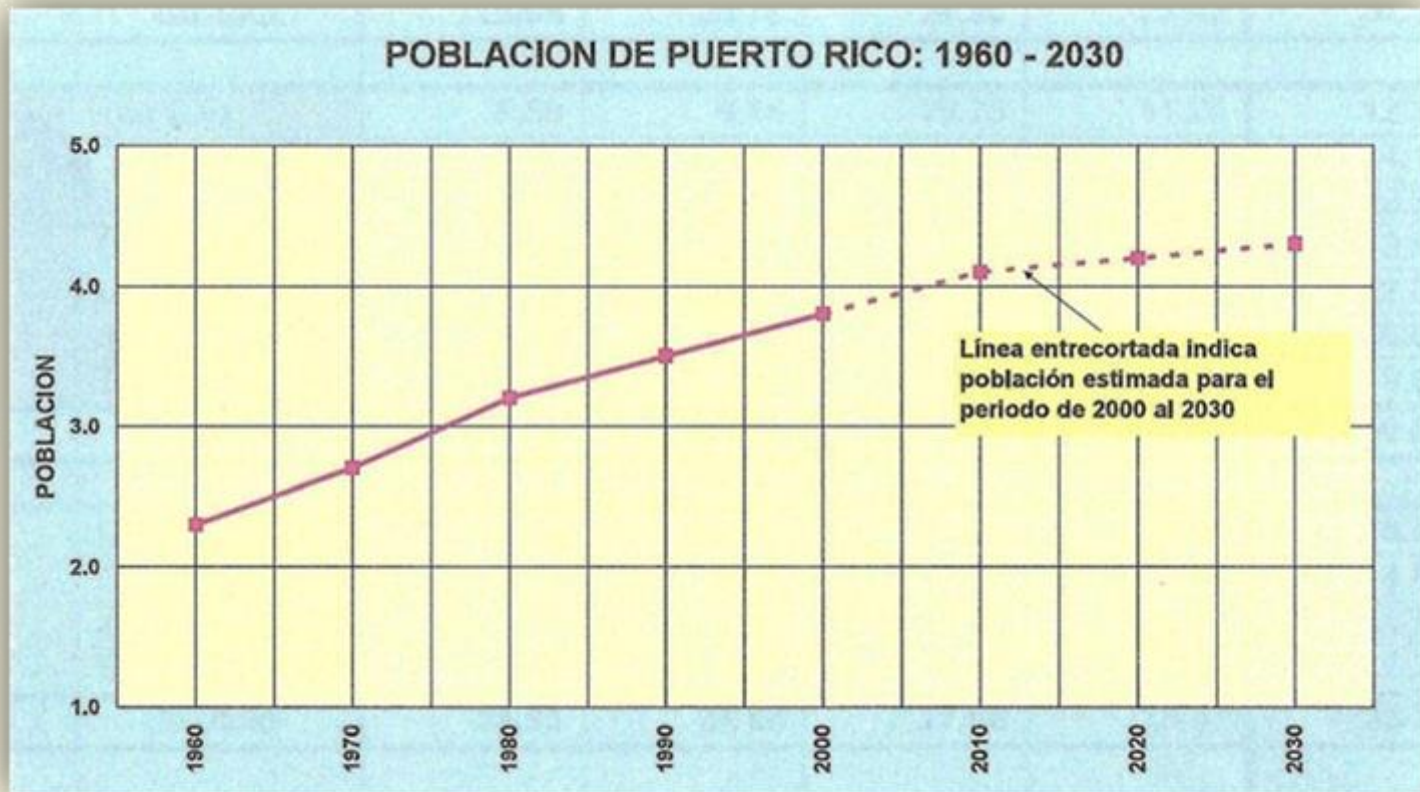


Requisito de agua para diferentes productos

Productos	Requisito en galones de agua
.50¢ de leche	70 galones
1 taza de café	71
algodón para unos mahones	2,906
1 lb filete de res	1,857
1 lb de pollo frito	467
1 lb de arroz	407
1 tazón de cereal para el desayuno (1 lb de granos)	160
1 lb de acero	3
1 carro (gomas)	104,000

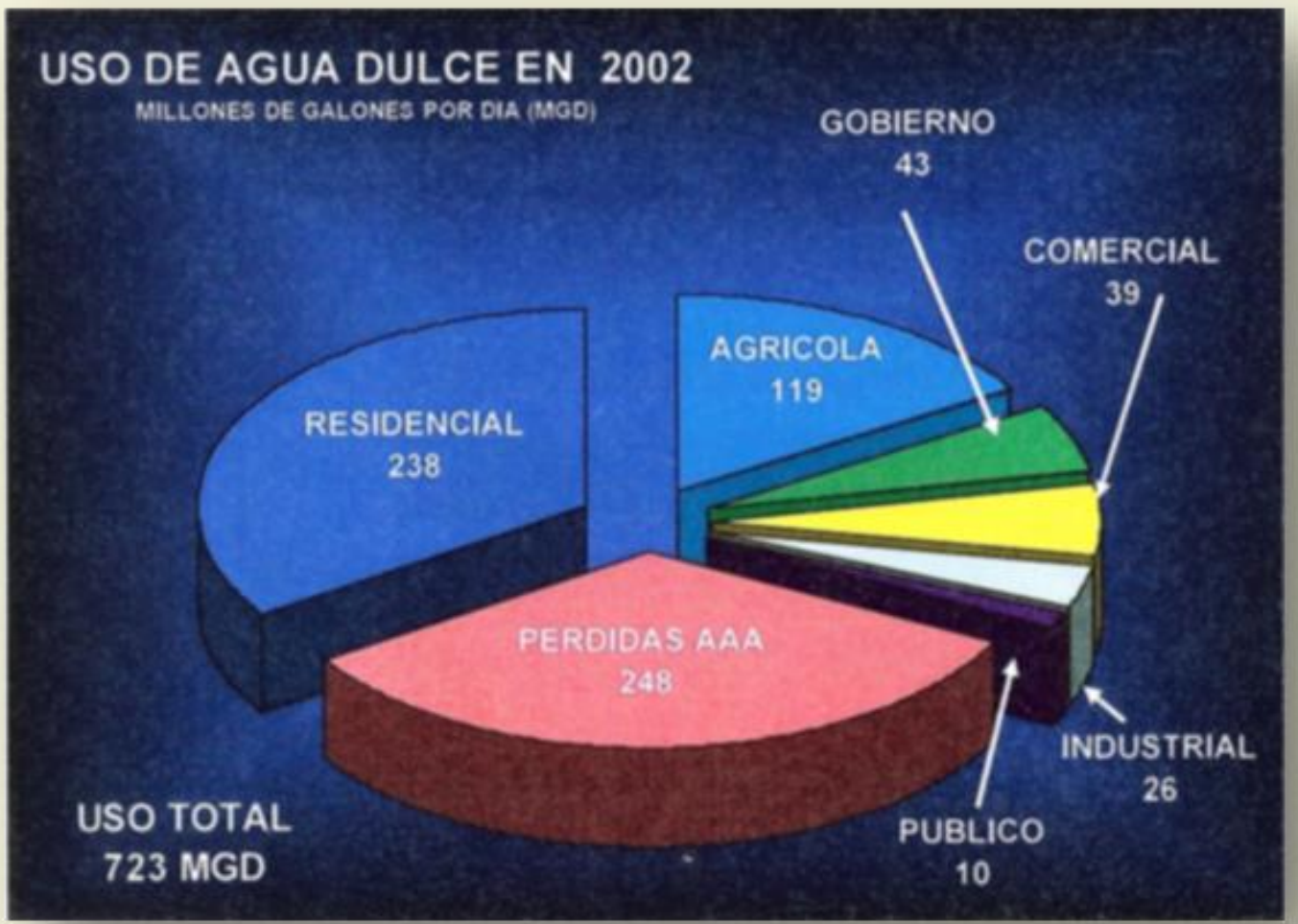
Farrell, P.B., (2012). Water is the New Gold, A big commodity bet. Market Watch, San Luis Obispo, California.

Usos históricos del agua en Puerto Rico



Fuente: Junta de Planificación, 2003

Usos históricos del agua en Puerto Rico



Fuente: Inventario de Recursos Agua de PR (Cap 7-Usos Agua - DRNA, 2004)

Proyecciones de consumo de agua

- Cada puertorriqueño consume un promedio diario de 95 galones de agua potable.
- Utilizando los estimados de población hasta el 2025, el DRNA estima que el consumo de agua aumentará a 408 millones de galones por día.





CUANTA AGUA SE CONSUME EN SU CASA (B x C = D)

El agua es un recurso natural vital para nuestra subsistencia. El agua también es indispensable para llevar a cabo las tareas domésticas. Es necesario estar consciente del agua que consumimos en el hogar y hacer mejor uso de la misma. Para hacer un estimado del consumo diario de agua en su hogar, le proveemos esta hoja donde usted identifica cuantas veces al día realiza determinada actividad y lo va a multiplicar por la cantidad de agua que se indica, lo que hace (B x C = D). El resultado (D) es el consumo diario de cada actividad. Para obtener el consumo total diario (galones de agua consumidos) de todas las actividades, sume todos los datos en (D).

A	B	C	D
¿Qué hacemos?	¿Cantidad?	¿Cuán a menudo?	Consumo diario
Bajar el inodoro	5-7 galones		
Bañarse con la bañera llena	42 galones		
Bañarse con la ducha abierta	96 galones (12 minutos)		
Afeitarse con el agua corriendo	20 galones		
Lavarse los dientes con el grifo abierto	10 galones		
Lavarse las manos con el agua corriendo	2 galones		
Tomar agua abriendo el grifo para que salga agua fresca	1 galón		
Lavar vegetales con el agua corriendo	3 galones		
Lavar los platos a mano con el agua corriendo	30 galones		
Lavar ropa con ciclo completo con el nivel máximo de agua	60 galones		
Lavar piso con balde de agua	5 galones (1 balde)		
Usar manguera para lavar exteriores	Más de 100 galones		
Lavado de carro con manguera	Más de 100 galones		
CONSUMO TOTAL (APROX.)			

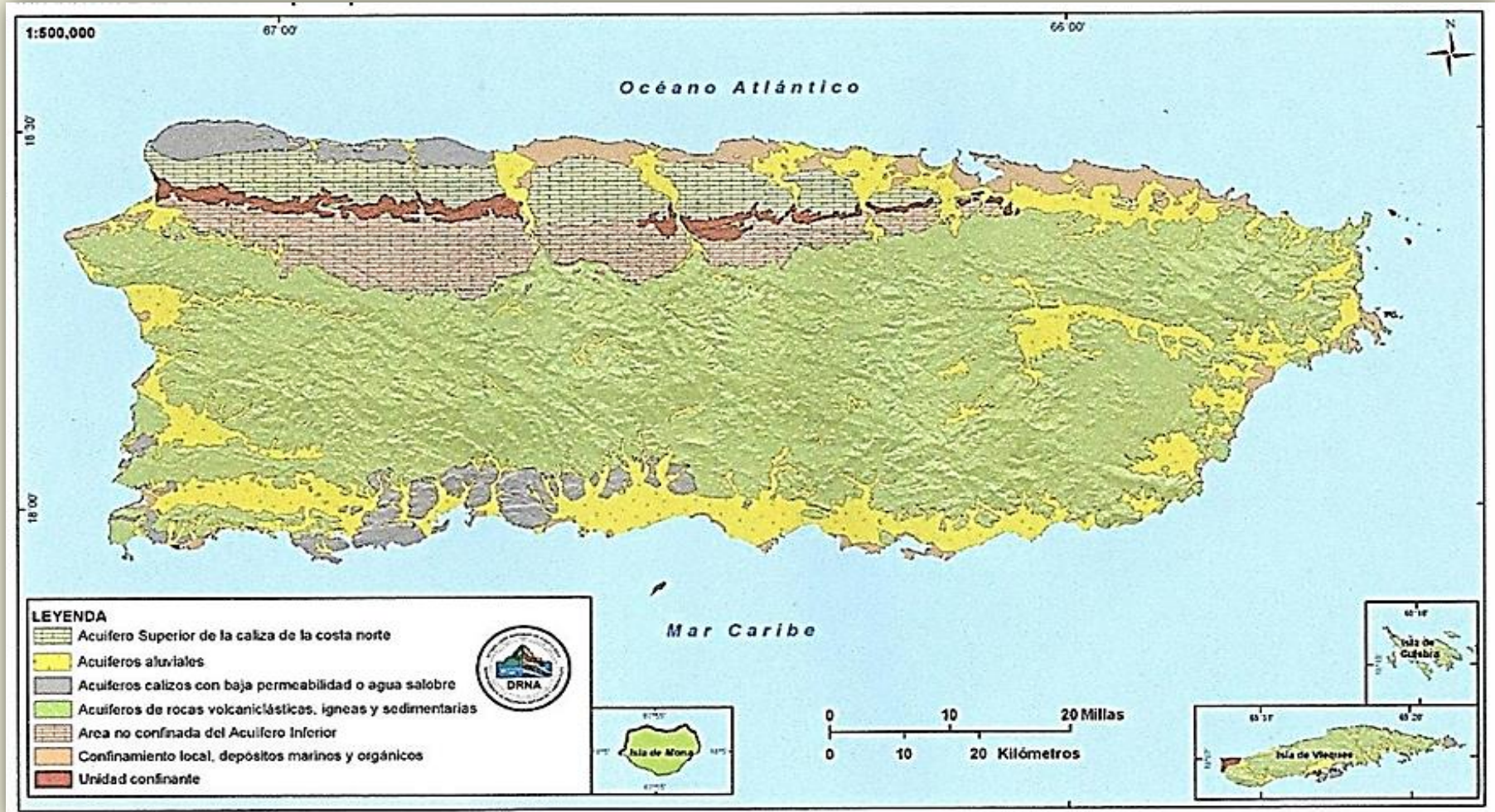
Usos históricos del agua en Puerto Rico - Procedencia



En el 2002, las aguas subterráneas proveyeron el 15% del agua utilizada (94mgd)

Fuente: Inventario de Recursos Agua de PR (Cap 7-Uso Agua DRNA, 2004)

Acuíferos principales de Puerto Rico



Evaporación promedio en Puerto Rico



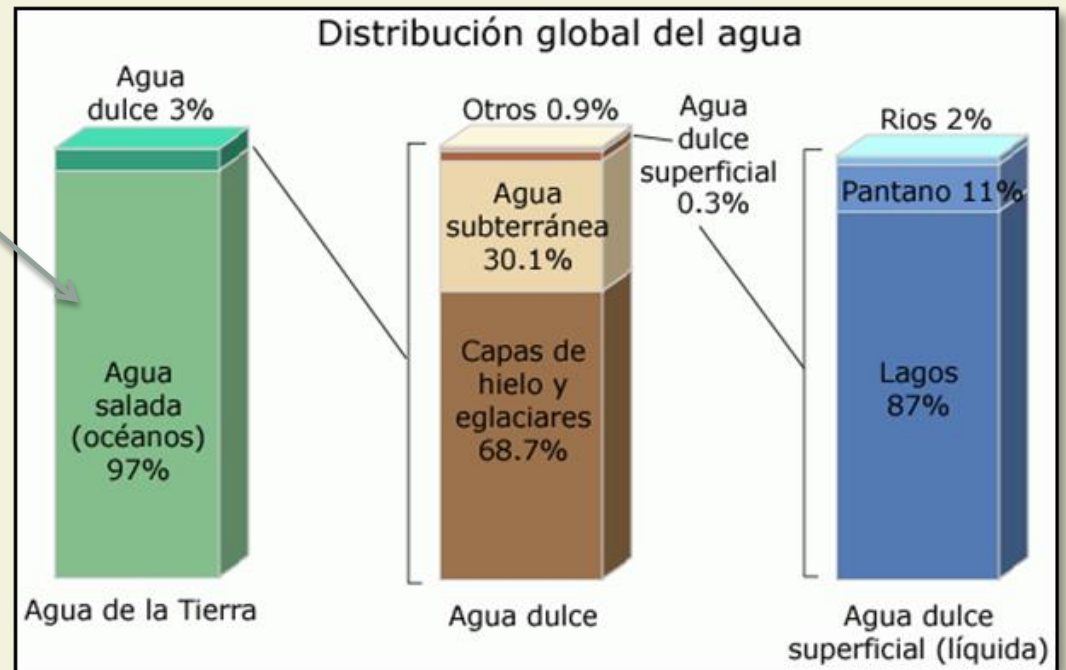
El 60% de la lluvia se evapora y pasa a la atmósfera.

El agua de lluvia

- Se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida (hielo), y en forma gaseosa como vapor.
- El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre.

Se localiza en;

los océanos (96.5%),
glaciares y casquetes polares (1.74%),
acuíferos, “permafrost” y
glaciares continentales
(1.72%) y en orden
decreciente entre lagos,
humedad del suelo,
atmósfera, embalses, ríos y
seres vivos (0.04%).



Fuente: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources

El agua de lluvia

El agua de lluvia presenta características ventajosas;

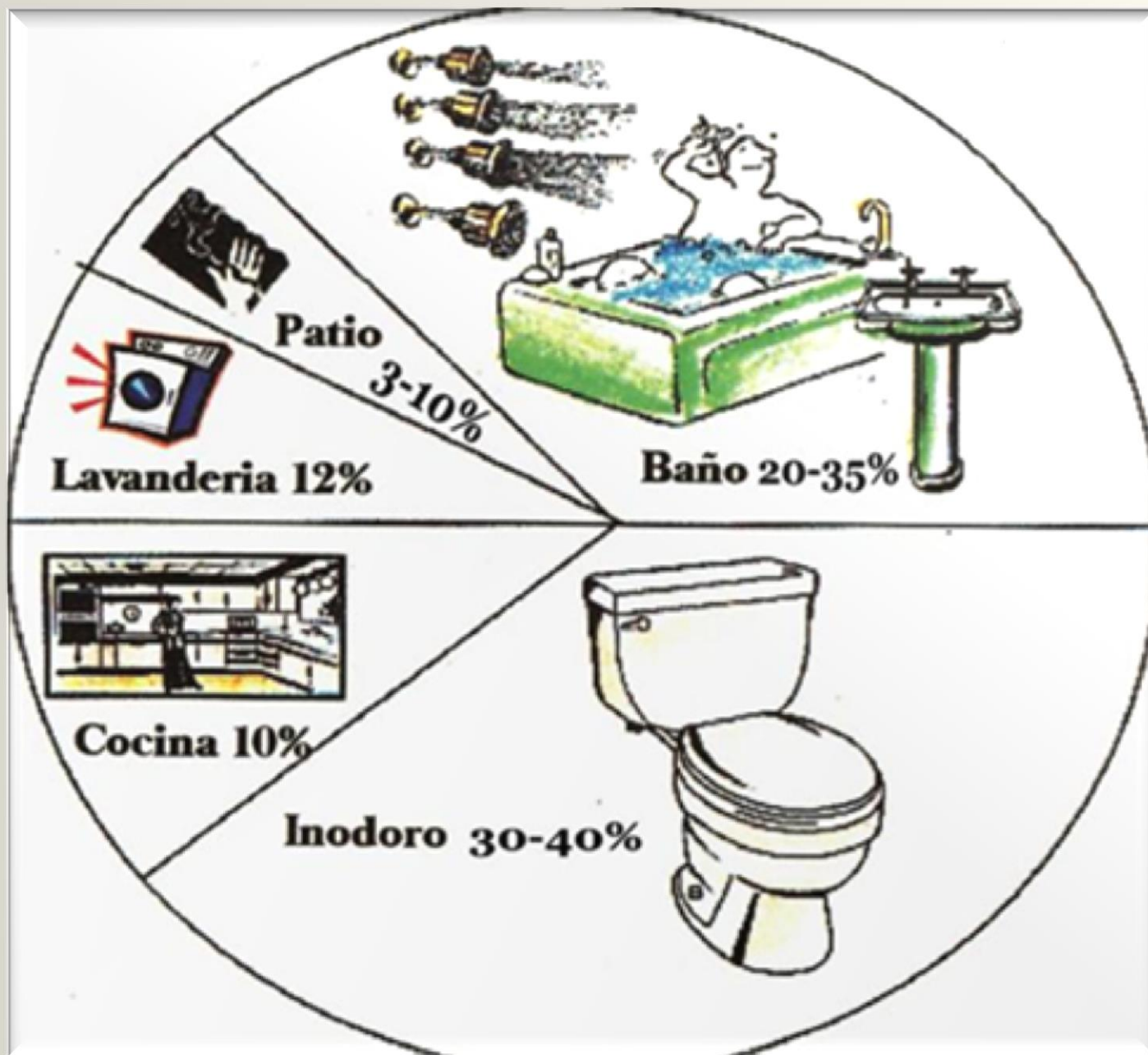
- es agua extremadamente limpia en comparación con las otras fuentes de agua dulce disponibles.
- es un recurso esencialmente gratuito y totalmente independiente de las compañías encargadas del suministro de agua potable.
- requiere de una infraestructura bastante sencilla para su recogido o captación, almacenamiento y distribución.



El agua de lluvia

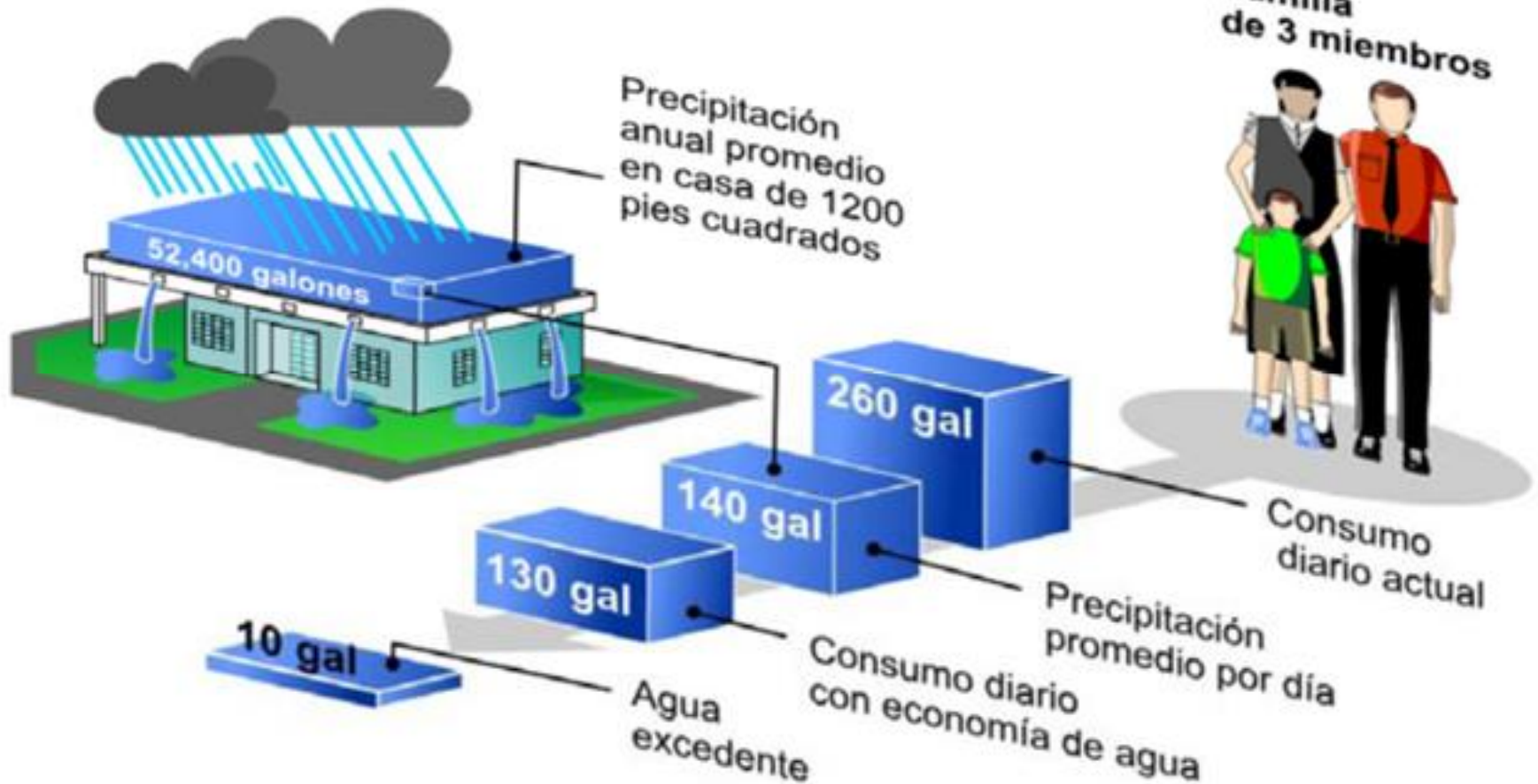
- Para muchos usos domésticos, la calidad del agua no precisa ser la de "*apta para el consumo humano*" -lavadora, limpieza de la casa, baño y riego de plantas en general.
- En éstos casos el agua de lluvia puede remplazar perfectamente al agua potable.
- Es un agua muy blanda (contiene una mínima cantidad de sales disueltas), nos proporciona un ahorro considerable de detergentes y jabones.





Aprox.
un 75%
del agua
en el
hogar
se
utiliza
en los
baños.

Precipitación y consumo de agua en Puerto Rico

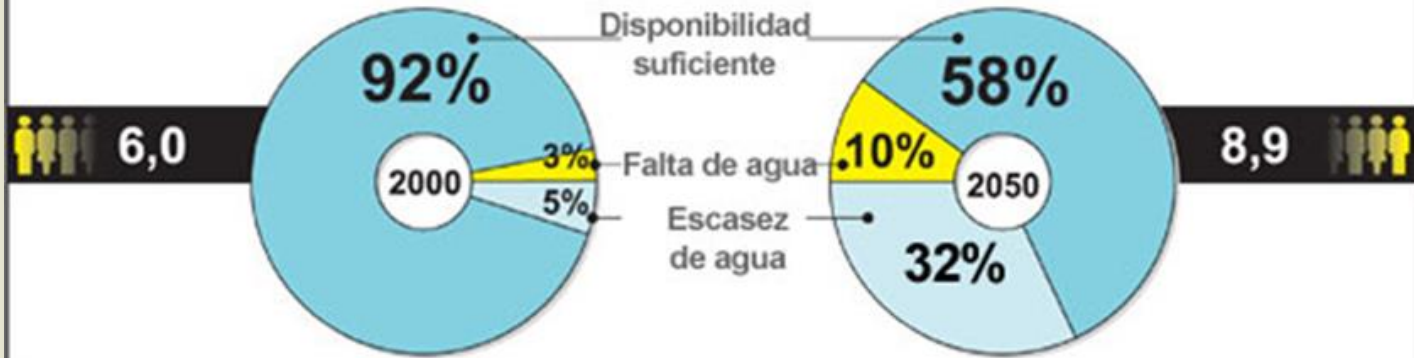


Situación que se proyecta a nivel mundial

- El 70% del agua extraída en el mundo para uso humano va a la agricultura.
- 2,600 millones de personas trabajan en el sector de la alimentación y agricultura, esto equivale al 40% de la población mundial.
- Una sexta parte de la población mundial pasa hambre.

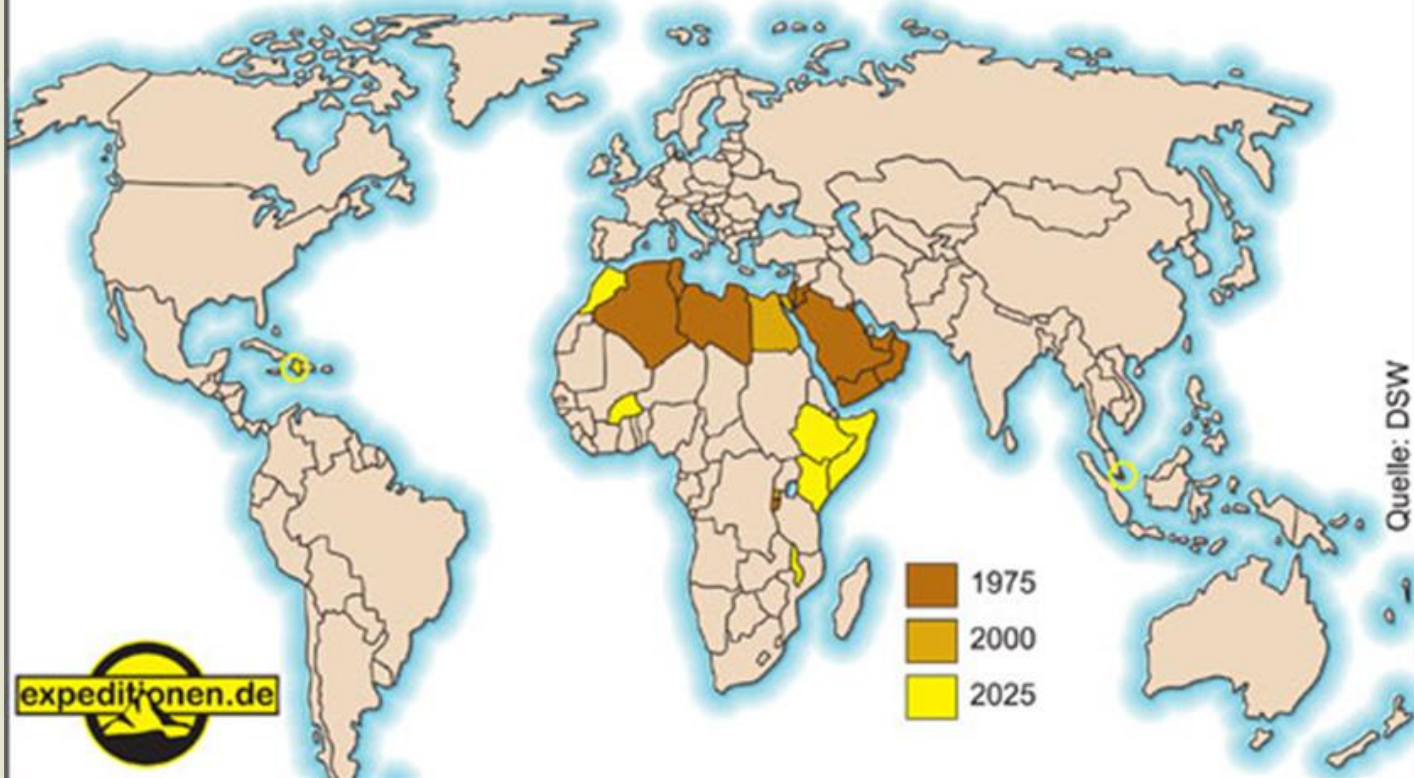
Agua y la agricultura en la economía verde (2011) Oficina de Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015/Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC)

Escasez de agua y falta de agua en el mundo



Población mundial en 2000: 6.000 millones

Población mundial en 2050: 8.900 millones



Escasez de agua dulce a nivel mundial

La escasez de agua afecta a más de 700 millones de personas en 43 países.

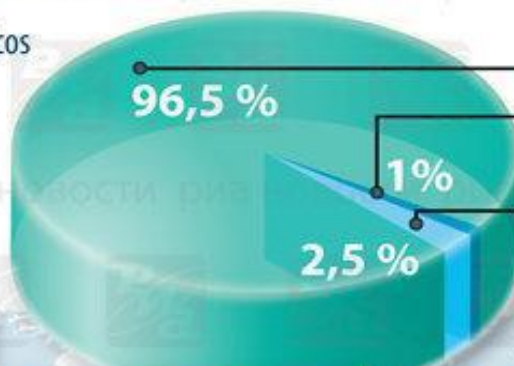
Volumen total de agua en el mundo **13 mil 500** millones de kilómetros cúbicos

Por persona **250,270** millones de metros cúbicos

Las aguas de río son el recurso fundamental para la actividad vital del hombre

En los países que poseen poca agua por cada persona

< **5,000** metros cúbicos de agua



Aguas del Océano Mundial

Lagos y aguas saladas subterráneas y de montañas

Lagos y aguas saladas subterráneas y de montañas en los glaciares (Antártida, Ártico, Groenlandia) se encuentran las reservas de agua dulce

EEUU

Población: 304 265 699 habitantes

Problema: se consume 400 litros de agua al día en vez de 50 (cantidad mínima requerida por el hombre).

Perspectiva: si para el 2020 no se encuentra una nueva fuente de agua dulce, Los Ángeles se convertirá en un desierto litoral, ciudad en la que la cantidad de agua es suficiente para un millón de personas.

Escasez regional de agua

En los países de Asia Central, el Medio Oriente y África del Norte, así como la India, Pakistán y EEUU

Reciben agua del extranjero

Azerbaiyán, Letonia, Eslovaquia, Uzbekistán, Ucrania, Croacia, Israel, Moldavia, Rumania y Turquía.

Sólo consumen agua contaminada

Sudán, Irán, Venezuela, Siria, Zimbawe, Túnez, Cuba

China

Población: 1 322 178 190 habitantes

Problema: en 300 ciudades escasea el agua en unos 37 mil millones de toneladas anuales

Perspectiva: escasez de cereales, para cuyo cultivo se necesita de agua dulce

Irán

Población: 70 millones de habitantes

Problema: el nivel de las aguas freáticas cae en 2,8 metros al año. La última vez cayó en 8 metros.

Perspectiva: muchas aldeas del oriente del país serán abandonadas y el flujo de refugiados aumentará

México

Población: 104 millones de personas

Problema: el nivel de las aguas freáticas cae en 1,8-3,3 metros al año.

Perspectiva: en muchos estados del país la demanda de agua superará las reservas de ésta

Egipto, Etiopía, Sudán

Población: 167 millones de personas (entre los tres países)

Problema: el río Nilo, fuente fundamental de agua, se está secando

Perspectiva: hacia el 2025, todos estos países tendrán un serio problema: escasez de cereales

Yemen

Población: 19 millones de personas

Problema: el nivel de las aguas freáticas cae en 2 metros al año.

Perspectiva: para el 2010 puede quedarse sin agua

RIA Novosti 2008 Para la reproducción total o parcial

de este material será obligatoria la autorización escrita previa de RIA Novosti.

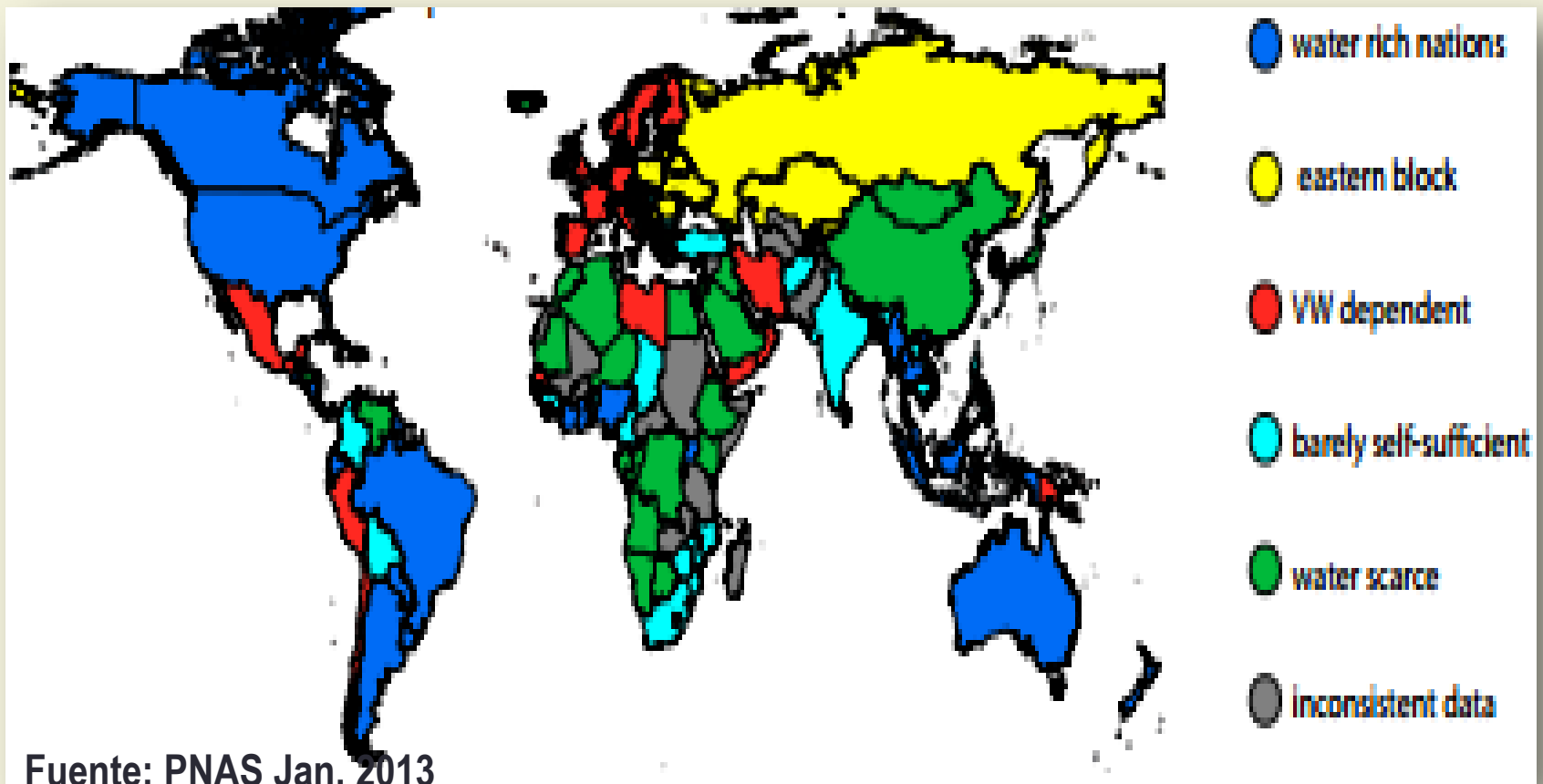
Para tramitar la autorización de uso de nuestros materiales, por favor contactar al teléfono:

7 (495) 645- 6601 (extensión 7251) o al e-mail: infographica@rian.ru





Dependencia de agua local o recursos virtuales de agua (data de 1996-2005)



Fuente: PNAS Jan. 2013

<http://www.bigpictureagriculture.com/2013/01/pnas-population-growth-constrained-limits-trading-virtual-water-food-317.html>

Agua virtual o escondida

Definición -

Cantidad de agua que no vemos directamente o cantidad de agua que utilizamos para crear un producto.

¿Cómo surge?

- Tony Allan (1990), King's College de Londres – geógrafo
 - para explicar por qué los países del Medio Oriente, con recursos limitados de agua, no estaban en guerra por el agua
 - importaban alimentos, cultivados con agua de otros países
 - luego la UNESCO junto a la Univ. de Twente calcularon el agua virtual en la materia prima como herramienta para la administración del agua y para proporcionar a países, compañías e individuos una medida clara de su “huella de agua”.



Agua virtual o escondida

Producto (carnes)	Litros de agua
Res (kilo, 2.2 lbs)	15, 497
Cerdo	6,309
Pollo	3,918
Salchichas	11,535
Queso procesado	4,914
Huevo	3,340
Queso fresco	3,094
Yogurt	1,151



Recogido del agua de lluvia

El recogido y almacenamiento del agua de lluvia puede proveer una alternativa viable para el uso eficiente del agua.

En zonas urbanas o rurales urbanizadas:

- Puede ayudar a remover una parte sustancial de la escorrentía que llega a los drenajes pluviales
- Prevenir eventos de desbordamiento de alcantarillado sanitario, reduciendo así la contaminación
- Agua de lluvia para regar la grama puede reducir el consumo de agua potable de 10-30%.



Los techos para el recogido del agua

Son una localización ideal para el recogido del agua de lluvia porque:

- puede usar la gravedad para recoger la escorrentía,
- el agua que se recoge de los techos puede ser relativamente limpia y
- no se requiere de un sistema de tubería secundaria separada.



¿Cuanta agua de lluvia se puede recoger?

Recoger el 100% del agua no es posible debido a;

- materiales en que están contruidos los techos absorben parte del agua,
- parte de la lluvia se evapora sobre la superficie, y
- cuando llueve fuertemente, el agua corre y puede sobrecargar el sistema.

La proporción del agua que se puede recoger fluctúa entre los **80 y 90%**. Se pierde agua cuando choca o salpica, se absorbe o se evapora sobre el techo.



¿Qué se puede hacer con el agua de lluvia?

Es recomendable recoger y almacenar el agua de lluvia durante los períodos de mayor precipitación para ser utilizada más tarde cuando ésta escasea:

- Puede proporcionar un alivio económico, y
- Representa una medida sostenible para la agricultura.

El agua de lluvia puede contener partículas que arrastró del techo y debe ser removida por medio de filtros.

Demanda de agua para la producción agrícola

- La agricultura tradicionalmente ha sido el mayor usuario de agua (70%).
- La mitad del consumo mundial del agua en la agricultura se pierde por: evaporación e infiltración.

Es el sector que consume más agua en el mundo en términos de volumen; representa un uso de bajo valor, poco eficiente y altamente subvencionado.

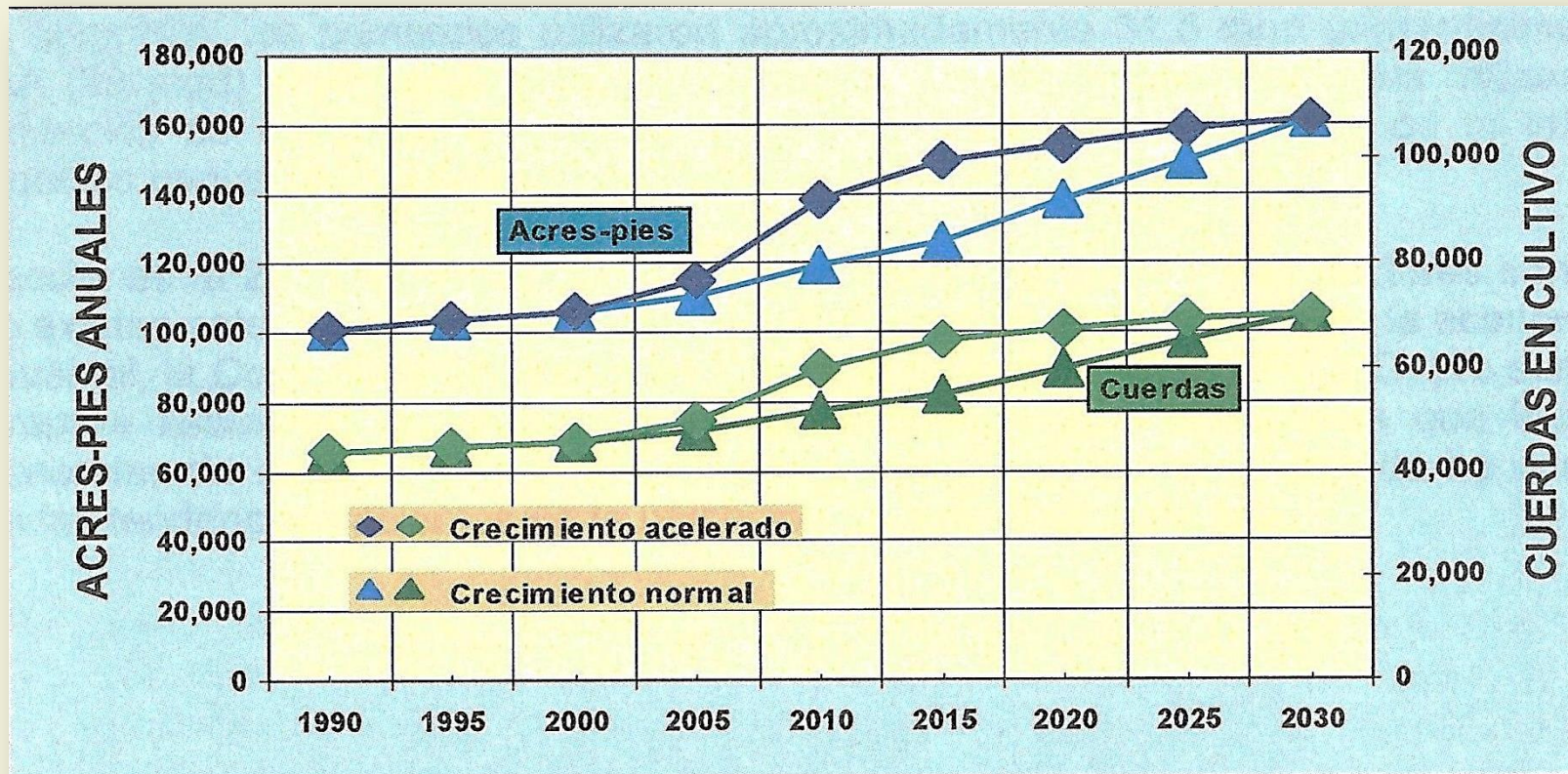


Proyecciones de requisitos de agua para la producción agrícola (mgd) en Puerto Rico

Región	2004	2010	2015	2020	2025	2030
ESTE	11.9	12.4	12.8	13.3	13.7	14.2
METRO	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
NORTE	9.7	10.3	10.8	11.4	11.9	12.5
SUR OESTE	46.1	48.2	50.2	52.3	54.3	56.4
TOTAL	68.6	71.1	74.9	78.0	81.1	84.2

Fuente: Plan Integral de Recurso Agua de PR (2007)

Estimado de la demanda de agua para riego agrícola en PR hasta el 2030



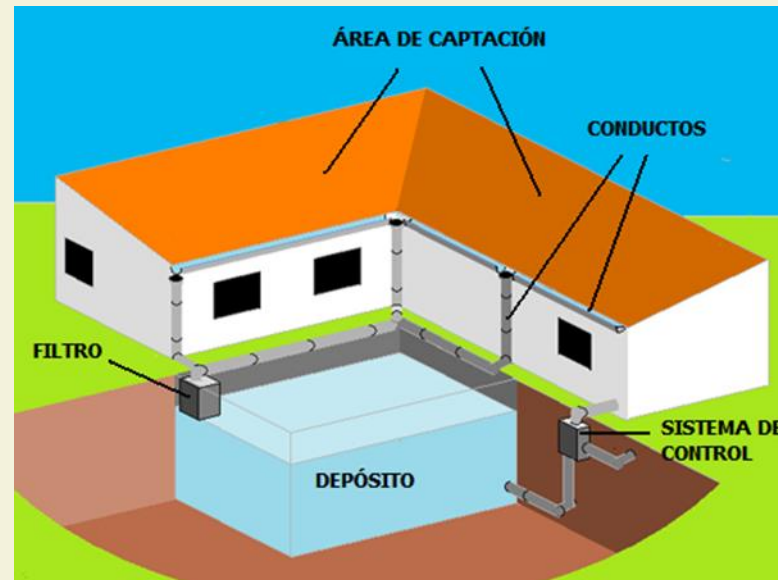
Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2004.

En el 2004 fue estimada en 105,000 acres-pies anuales. Se proyectaron escenarios agresivos y normales de desarrollo adicional, resultando en una demanda total potencial de agua para riego de 160,000 acres-pies anuales.

Equipo básico para recogido de agua de lluvia

El diseño básico para el recogido de agua de lluvia consta de los siguientes elementos:

- Cubierta
- Canalón
- Filtro
- Depósito
- Bomba



Tanques para el almacenamiento

Usualmente es el componente más costoso del sistema, considere lo siguiente:

- la precipitación en el área (abasto o cantidad de lluvia),
- demanda o uso,
- el largo de tiempo que se prevé de sequía o limitación de agua,
- área de captación del agua,
- estética (subterráneo o elevado),
- mantenimiento requerido del sistema,
- preferencias personales y
- presupuesto disponible.

<http://www.harvesth2o.com/rainwaterstorage.shtml>

Ubicación del o los tanques

Bajo o sobre tierra

Depende de:

- el tipo de suelo,
- material del cual está compuesto el tanque,
- variaciones en la temperatura y
- por su puesto, su costo.

Para tomar una buena decisión es importante conocer las opciones que están disponibles.

Tipos de tanques

Fiberglass (fibra de vidrio)

- livianos, de precio razonable, duraderos y fáciles de reparar
- con capacidad de 50-15,000 galones, en cilindro vertical u horizontal
- los conectores o *fittings* son parte integral del tanque, eliminando el goteo en las uniones



Tipos de tanques

Polietileno

- el tipo más común de tanques que se vende y que están siendo usados fincas
- varían en tamaño, forma y color; pueden ser usados sobre y bajo tierra
- para la instalación bajo tierra, son tanques especialmente diseñados para soportar la contracción y expansión del suelo
- son relativamente económicos, livianos y duraderos
- disponibles con capacidad de 50 – 15,000 galones



Tipos de tanques

Polietileno bajo tierra

- Son más costoso:
costo de excavación y
costos de un tanque altamente reforzado.
- Refuerzo requerido 2' bajo profundidad
- No se recomienda en suelos con alto contenido de arcilla.
- Las paredes del tanque deben ser más gruesas.



Tipos de tanques



Charcas o piscinas

- Comunmente utilizadas en Hawaii
- Algunos inconvenientes:
 1. el revestimiento interior se resbala y cae dentro;
 2. el revestimiento puede ser tóxico (tratado para retardar el crecimiento de bacterias);
 3. piscinas grandes no son fáciles de cubrir y se dificulta el mantener fuera la material extraño y los animales.
- No son tan costosas, disponibles y fáciles de instalar.

Tipos de tanques

Madera

- Históricamente hechas de “*redwood*” – actualmente son de pino, cedro ciprés cubierto de cables de tensión de acero
- Revestidos de plásticos para aumentar la longevidad
- disponibles de 700 - 37,000 galones de capacidad y son usualmente construido en el lugar por técnicos diestros.
- Pueden ser desmantelados y movidos de lugar
- Instalados sobre el suelo y no para ser usados en climas secos y calientes
- El pino es el más comúnmente utilizado, por su disponibilidad y costo



Tipos de tanques

Metal

- Disponibles en tamaños de 150 - 2,500 galones de capacidad,
- son livianos y fácil de relocalizar
- La mayoría son de acero galvanizado corrugado sumergido en zinc caliente para mejorar la resistencia a corrosión
- Deben ser revestidos en su interior con una cubierta usualmente de polietileno o PVC, o recubiertos con pintura epoxy (para extender su vida útil o ser utilizados para agua potable)
- Tanques viejos **NO** deben ser re-usados, pueden contener plomo.
- Deben ser limpiados con mucho cuidado.



Tipos de tanques



Concreto

- Versátil; puede ser vertido directamente en el lugar o prefabricado
- Pueden ser construidos sobre o bajo tierra
- Ventaja única del concreto vertido - con el tiempo puede disminuir la corrosividad del agua de lluvia cuando gotea
- Los tanques de concreto enterrados son susceptibles a hendiduras y goteo
- Si lo construye usted mismo, es recomendable obtener la asistencia de un ingeniero estructural para determinar el tamaño y separación de las varillas para resistir la carga.

Tipos de tanques



Concreto armado

- Ubicados sobre o bajo tierra y pueden ser construidos por el dueño o por un contratista.
- construidos con concreto pero contienen varias capas de mallas de alambre de pollo envuelto alrededor, incrustado en el concreto
- paredes de una pulgada de grosor y ser fuertes
- si comprado asegúrese que no contiene ningún componente tóxico en el concreto y que los alambres no estén visibles dentro del tanque.
- requieren mantenimiento y reparación de grietas.

Tipos de tanques

Piedra o mampostería

- Hechos a mano, a la medida (de mayor tamaño)
- La masa de la piedra le provee a estos tanques dos ventajas: mantiene el agua fresca en climas calientes y pueden ser bien atractivos.
- Diseñados de forma circular, dado que ésta forma es estructuralmente más fuerte.



Comparación de materiales

	Duración	Disponibilidad	Transporte	Mantenimiento	Construcción por uno mismo
Fibra de vidrio	++	++	++	--	---
Polyetileno	++	+++	+++	--	---
Bajo tierra Polyetileno	+++	++	+++	--	---
Cemento	++	+	---	++	+
Concreto armado	++	+	---	++	++
Piedra	+++	-	---	+	+
Madera	+	-	++	+	-

-- Bajo / No + Alto / Si

Nuevas opciones

Cisternas flexibles

- para lugares de poca precipitación y lugares donde hay sequía
- disponible de distintos tamaños
- hechas con material reciclable
- están recubiertas con poliéster anti-UV y fueron diseñadas para soportar temperaturas extremas (de -30°C a $+70^{\circ}\text{C}$, o sea, de -22 a 158°F).





Guía general

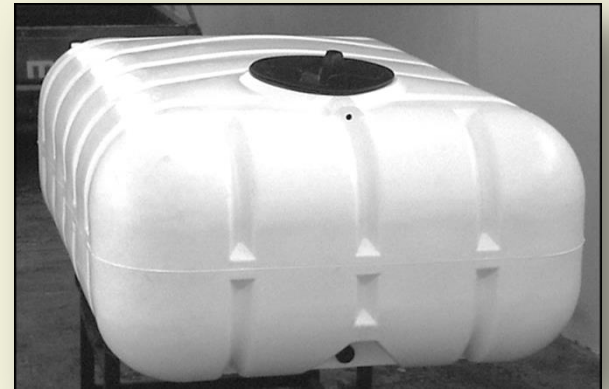
Antes de empezar, analice las maneras de conservar y hacer uso eficiente del agua. El agua es bien pesada (500 gal = 2 ton).

El tanque para almacenaje;

- Debe estar ubicado en lugar de fácil acceso y que se le dé mantenimiento.
- No debe haber sido usado para almacenar materiales tóxicos.
- Deben estar cubiertos para evitar propagación de mosquitos.
- Deben estar accesibles para limpiarse regularmente.
- Mantener la parte superior libre de materiales.

Guía general, cont.

- Tanques bajo tierra localizados en suelos de buen drenaje.
- Planifique:
 - poner amortiguadores antes de instalar el tanque,
 - para cuando se sobre llene, ¿a dónde dirigir el agua o la tubería?,
 - mantener el agua fuera de la plataforma para evitar la corrosión y los animales alejados.



Otros usos para el agua almacenada

Toma de agua seca - *“dry hydrant”*

Tubería o conducción de agua para efectuar una absorción o succión por los vehículos de los bomberos, permanentemente instalada en un puente, estanque, embalse, piscinas, etc. para suministrar agua en caso de incendios.



Instalación toma de agua seca, Santa Isabel, PR

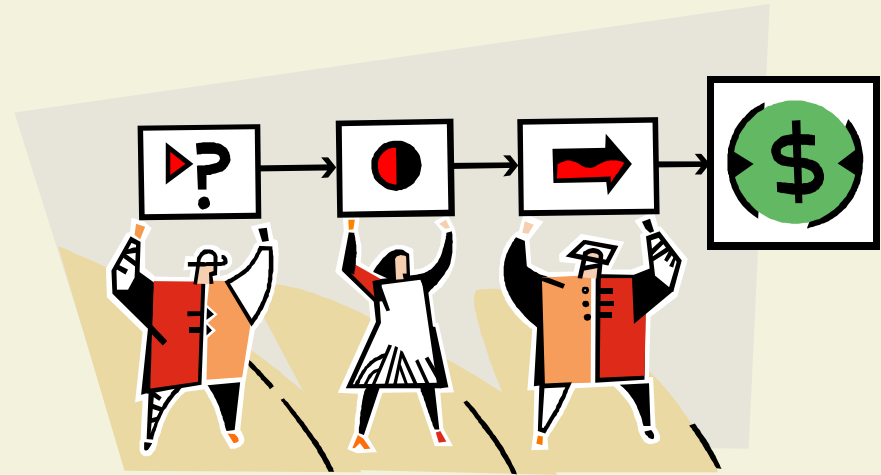


Actividad de instalación toma de agua seca



Demostración uso de toma de agua seca





**¿Por qué esperar
a que ocurra un desastre,
si podemos tomar previsiones
para minimizar las
consecuencias???**

Recogido del agua de lluvia



¿PREGUNTAS?



ACTIVIDAD



Actividad

¿Cómo calcular el tamaño requerido para almacenaje de agua en una finca o en su hogar?

