

Manejo integral del agua y riesgo eficiente

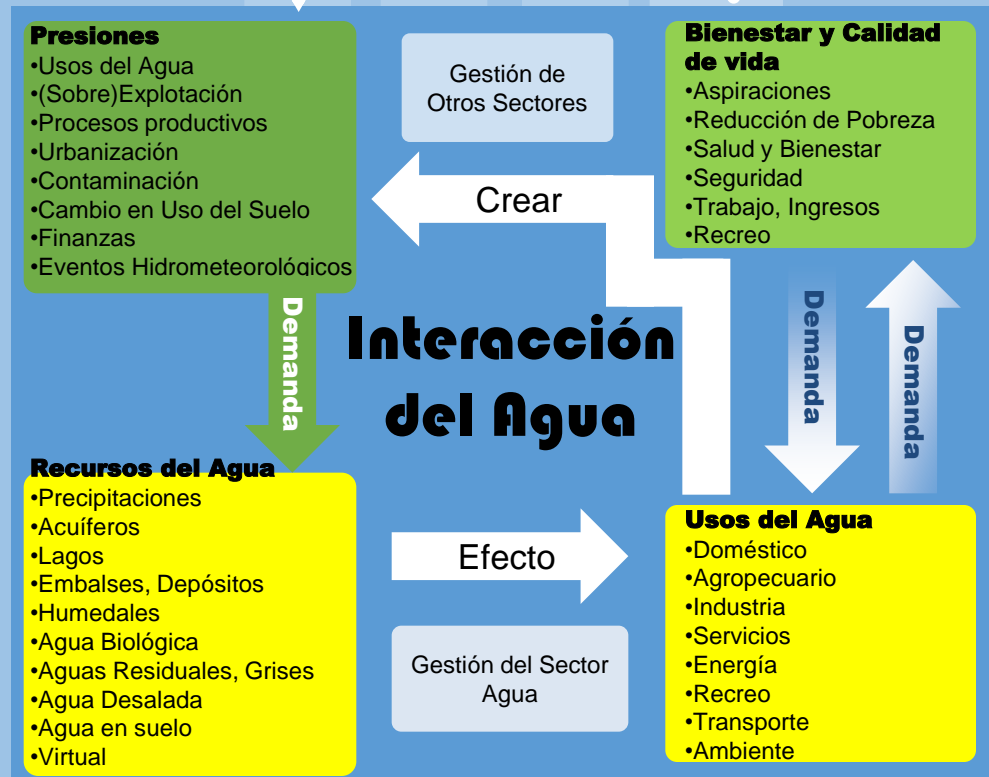
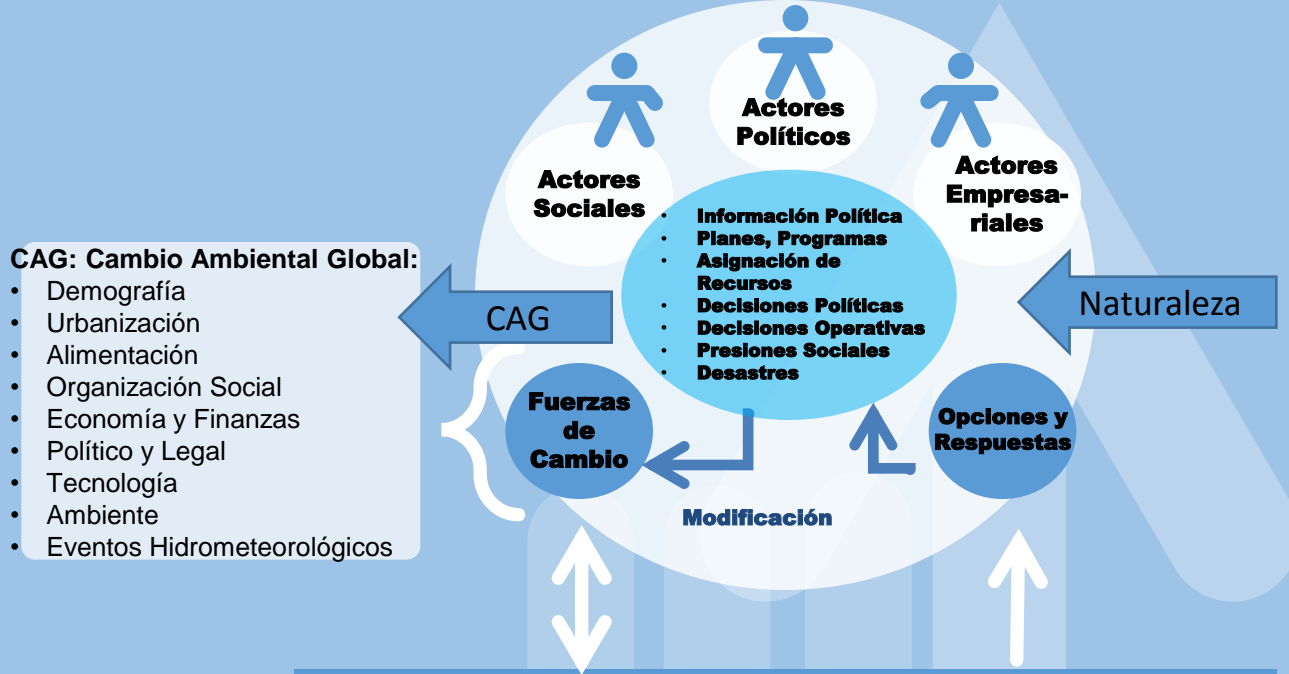
Dra. Úrsula Oswald Spring
CRIM-UNAM
21-22-octubre-2016

Contenido

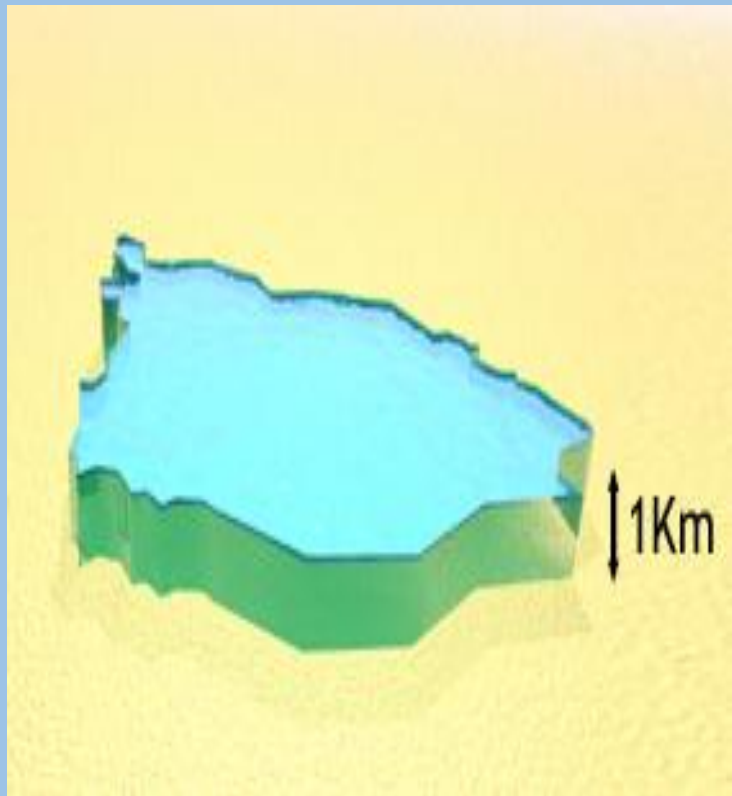
1. Sistema autorregulador del agua
2. ¿Cuánta agua tenemos en México?
3. Dos manejos alternativos del agua
4. El agua un derecho humano en México y sus obstáculos
5. Riego agrícola en el mundo
6. Tipos de irrigación
 1. Riego por goteo
 2. Aguas residuales
 3. Drenaje y salinización
7. Drenaje y salinización
8. Condiciones óptimas prácticas del suelo
9. Rendimientos agrícolas

Sistema autorregulador del agua

Oswald, a partir de GWSP, 2010:4



¿Cuánta agua tenemos en México



- En todo el país llueve aprox. **1,522 km³ cada año**: una piscina de 1 km de profundidad del tamaño del D. F.
- **72%** de esa agua de lluvia se **evapora**
- Promedio: **711 mm** cada año
- **Centro-norte recibe 32%** de lluvia para 77% población que produce 79% PIB
- **23% población del sur-sureste recibe 68%** y produce 21% del PIB
- Lluvia entre **junio y septiembre**

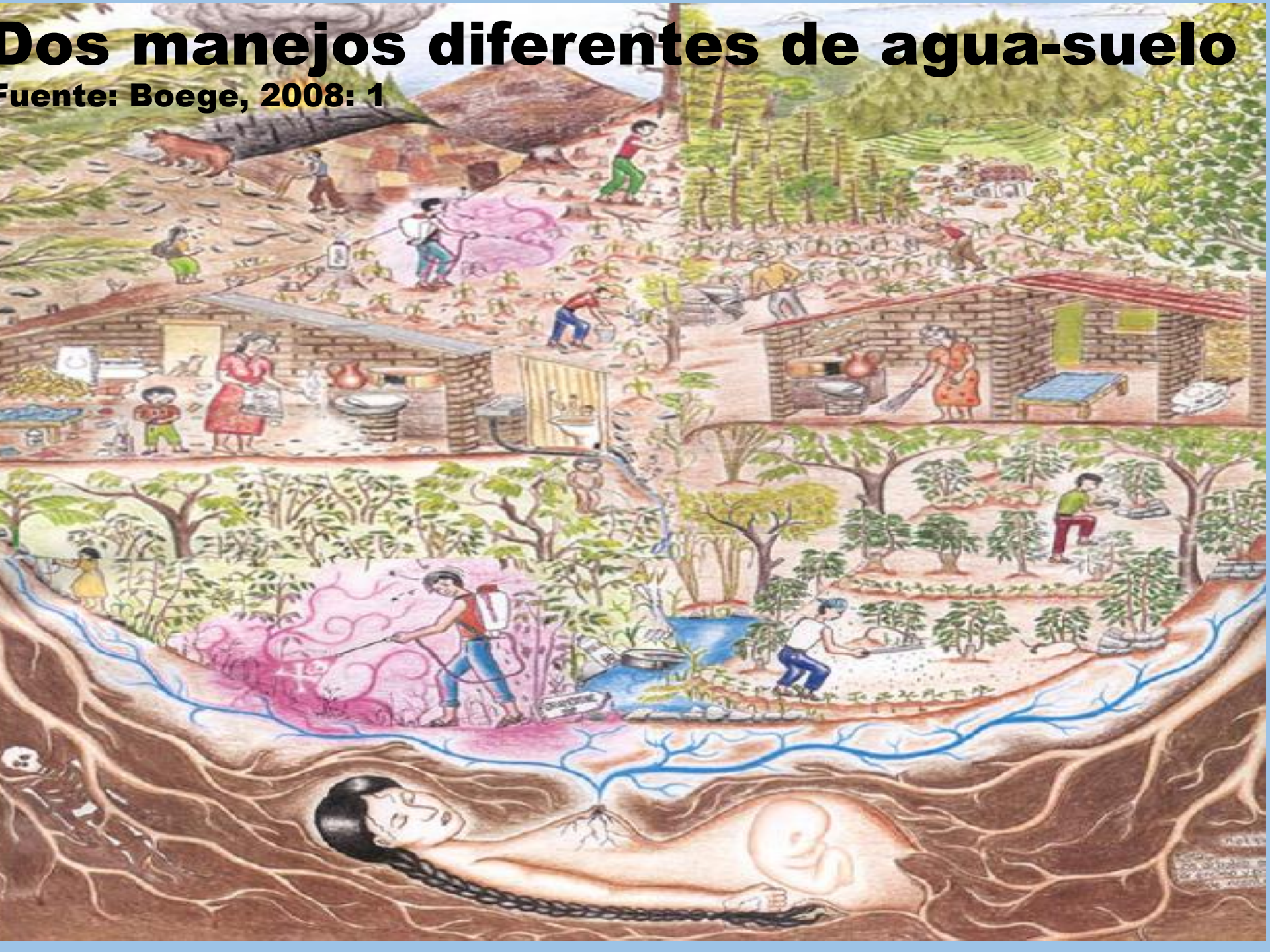
77% se utiliza en **agricultura**

13% en usos **domésticos**

10% en **industria** y enfriamiento

Dos manejos diferentes de agua-suelo

Fuente: Boege, 2008: 1

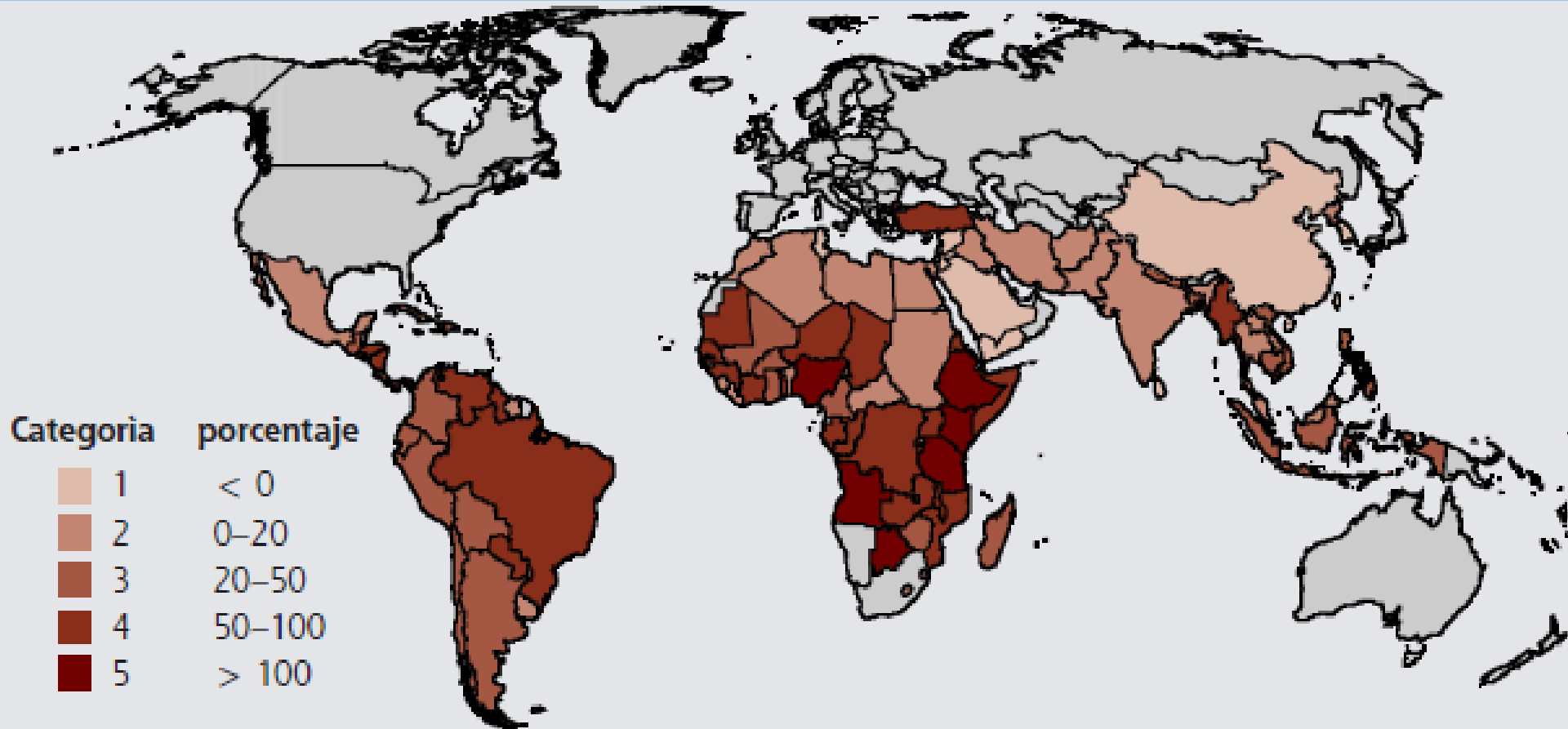




Obstáculos al derecho humano al agua



Riego en el mundo en 2030 con escasez de agua



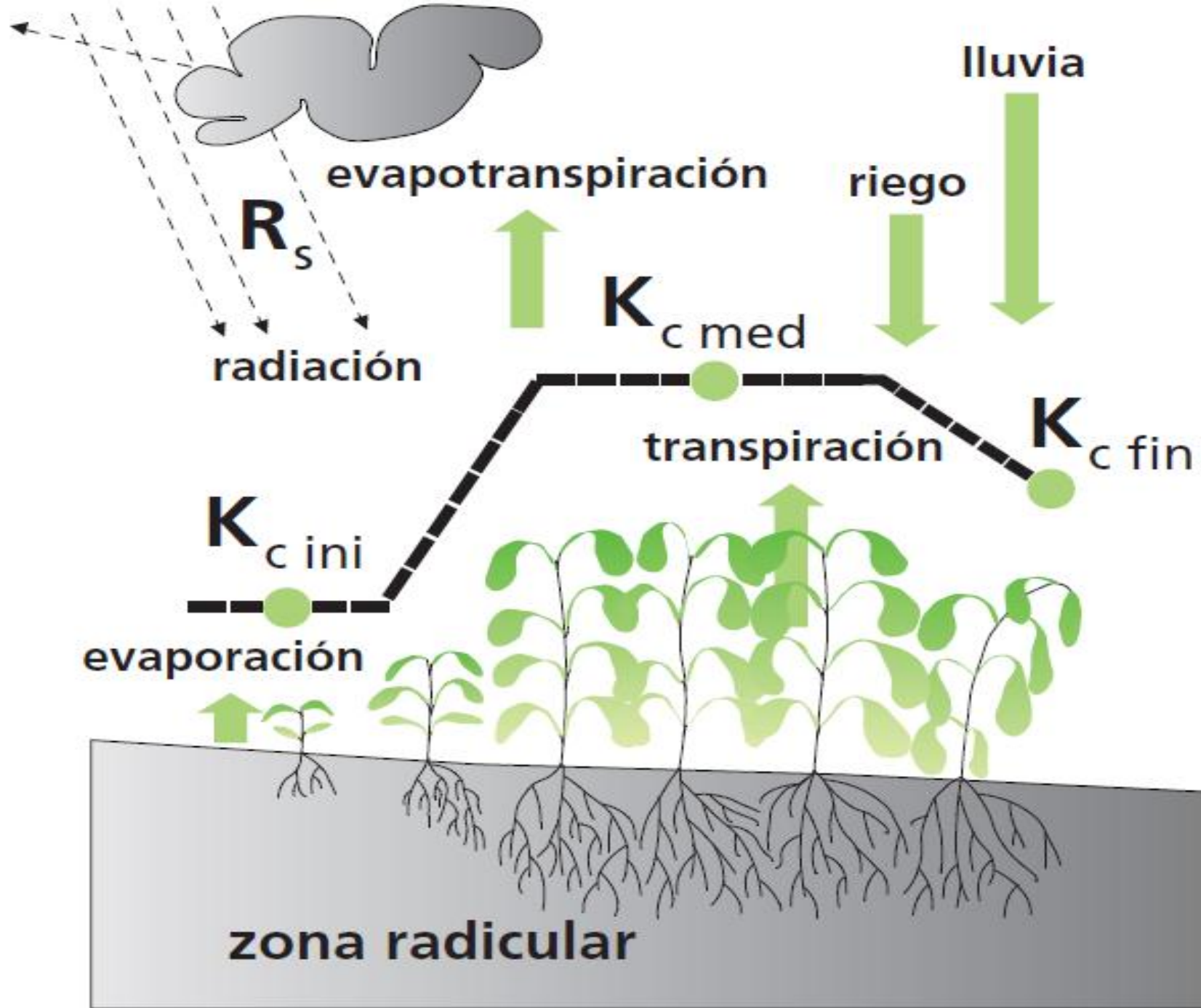
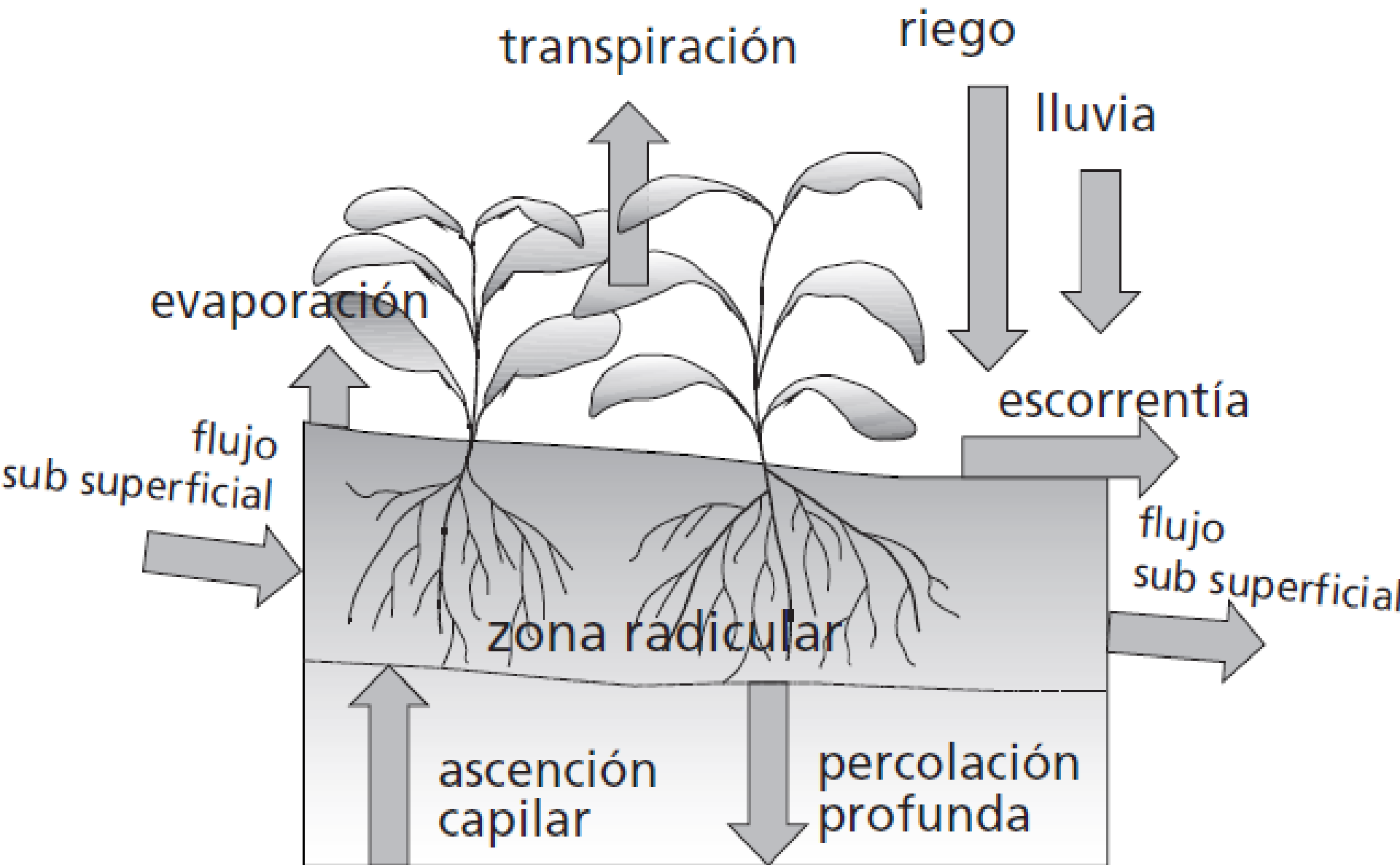


FIGURA 6
Balance de agua en el suelo de la zona radicular



Tipos de irrigación

- Básicamente hay cinco métodos de riego:
- Riego de superficie, que cubre toda la superficie cultivada o casi toda.
- Riego por (micro)aspersión, que imita a la lluvia.
- Riego por goteo, que aplica el agua gota a gota solamente sobre el suelo que afecta a la zona radicular.
- Riego subterráneo de la zona radicular, mediante contenedores porosos o tubos instalados en el suelo.
- Subirrigación, si el nivel freático se eleva suficientemente para humedecer la zona radicular.

Tipos de riego/cultivo (FAO)

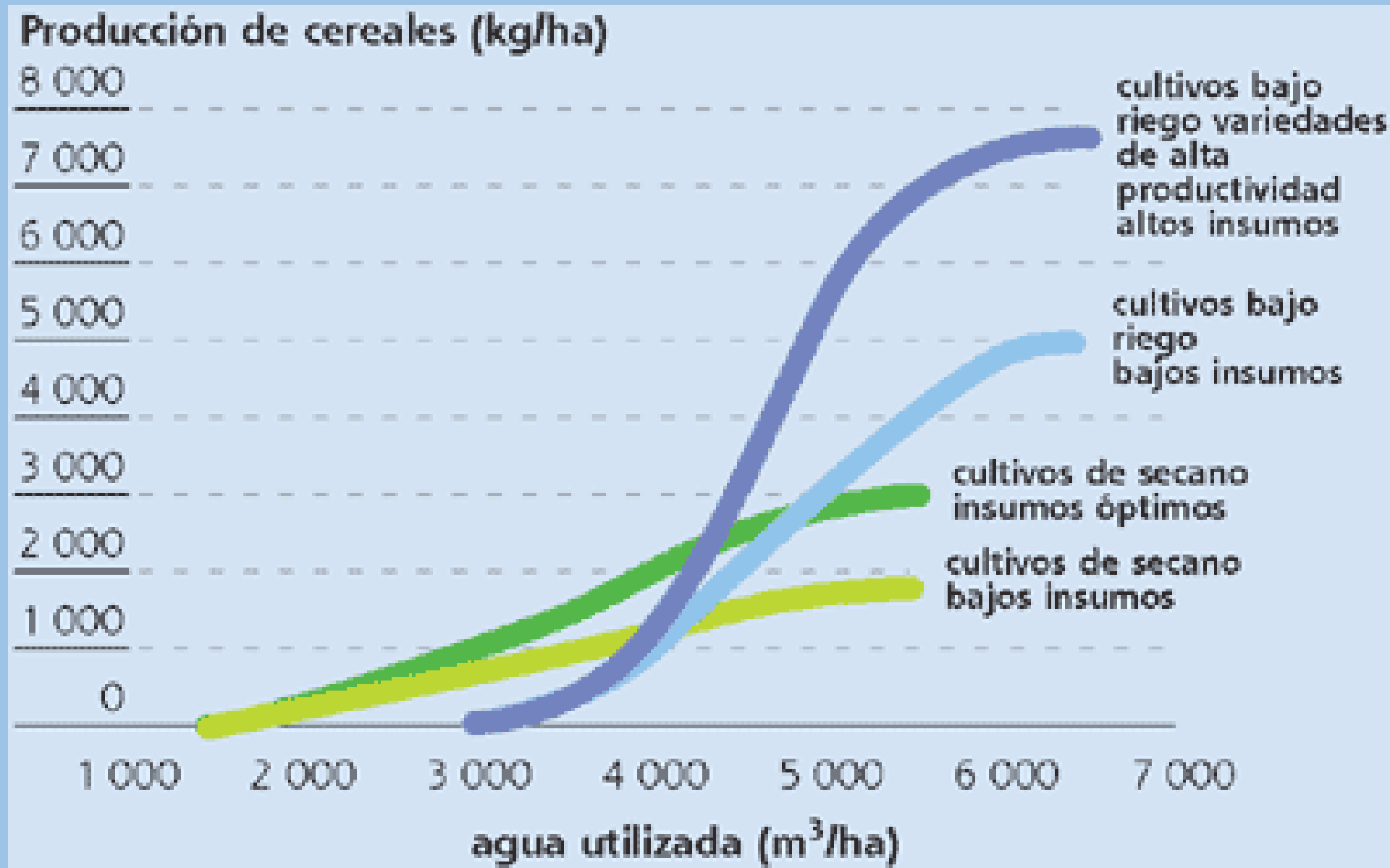
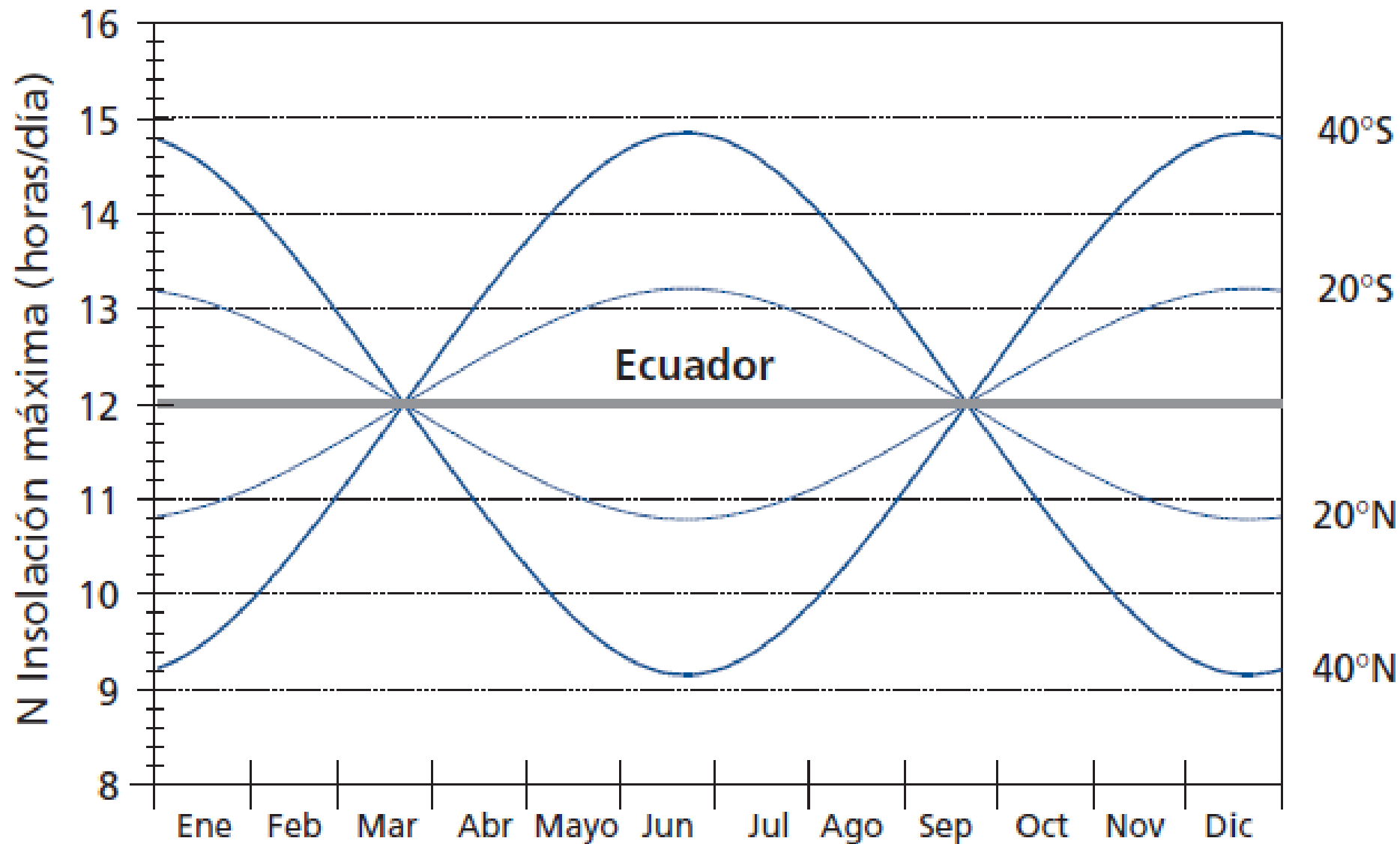
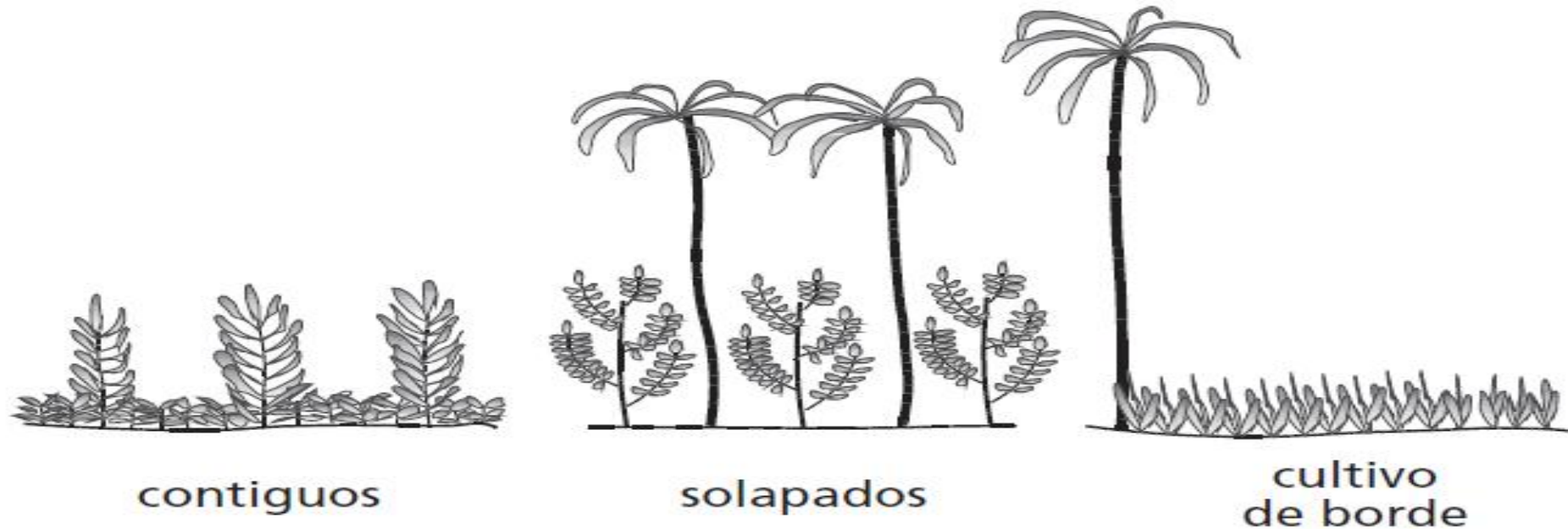


FIGURA 14

Variación anual de las horas de luz del día (N) en el ecuador a los 20° y 40° de latitud norte y sur





- Vegetación contigua, donde los doseles de los dos cultivos se mezclan a cierta altura (por ejemplo, maíz y frijoles intercalados);
- Cultivos solapados, donde el dosel de un cultivo se encuentra bien arriba del otro cultivo, por lo que no se puede considerar que las vegetaciones son contiguas (por ejemplo, árboles de dátiles que solapan árboles de granada en un oasis); y
- Cultivos de borde, donde vegetación alta tal como la usada como barrera rompevientos, bordean campos de cultivos de menor altura, o árboles altos que bordean un campo cultivado.



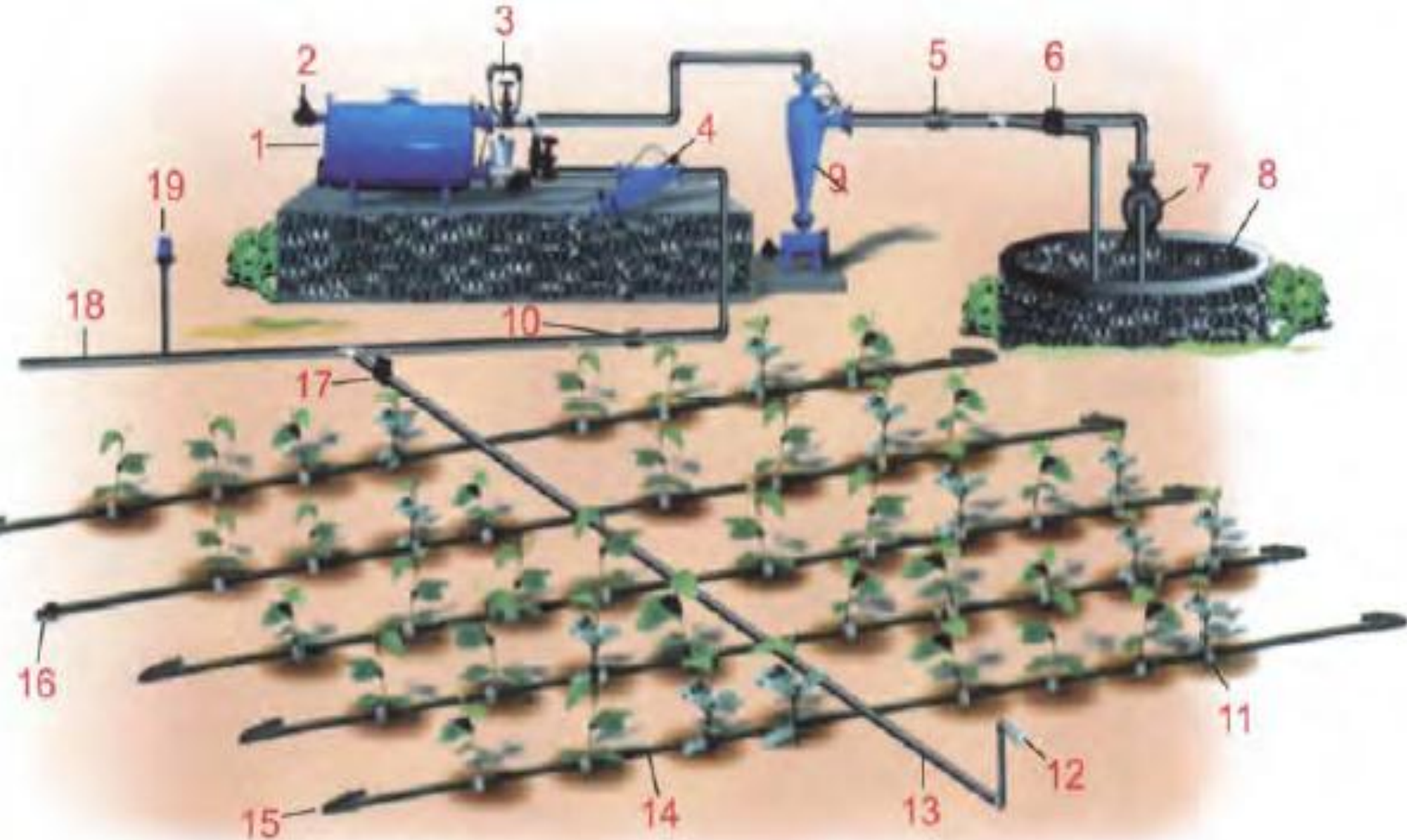
Riego por goteo

En Estados Unidos 6 años después del primer experimento, en 1999, el 22 por ciento de las tierras bajo riego en el país han adoptado el **riego por goteo**, y muchos agricultores **han cambiado sus cultivos de alto consumo de agua**, como las plantaciones de caña de azúcar, a cultivos **hortícolas de altos ingresos, tales como papas, cebollas, pimiento y tomates**. La producción **hortícola total subió de 5 700 toneladas en 1991 a 17 000 toneladas en 1999**. Se estima que una finca de 0,2 hectáreas proporciona a los agricultores un ingreso mensual de 1 000 dólares EE.UU.

Riego por goteo

- Se aplica directamente a la raíz del cultivo y el caudal máximo es 20 l/h por gotero o por cinta lineal de 1m.
- **Ventajas:** se ahorra mano de obra, se aplica en cualquier terreno, control de aplicación de agua, no se asfixia la raíz, fertirrigación, aumento de productividad y calidad del fruto, reduce evapotranspiración y consumo de agua.
- **Desventajas:** se tapan los goteros o emisor con tierra, se requiere capacitación del usuario, no se recomienda para superficies mayores, costo inicial elevado
- **Requerimientos:** válvula reguladora del caudal, válvula de presión, manómetro, medición del caudal, válvula de control de flujo, válvula de retención de agua, válvula de aire, válvula de seguridad

Sistema de instalación de riego



Fórmulas de aplicación

Etc: Evapotranspiración media de un cultivo

$$\mathbf{Etc = Eto \times Kc}$$

Eto: Evaporación de referencia

Kc: Coeficiente del cultivo

RAP: requerimiento de agua por planta (litros/planta/día)

Db: demanda bruta para cultivo (mm/día)

Mp: Marco de plantación **RAP = Db x Mp**

Fr: Frecuencia del riego

AD: agua disponible

Etc: Evapotranspiración media de un cultivo

$$\mathbf{Fr \text{ (día)} = \frac{AD(mm)}{Etc \text{ (mm/día)}}$$

Condiciones para instalación

- Distancia entre surcos: 1.2 m
- Distancia entre plantas 0.5m
- Profundidad de la raíz 40 cm
- Textura del suelo: Franco
- El cultivo de chile demanda las siguientes cantidades nutrimentales durante su ciclo de crecimiento: 144, 13, 129, 88 y 21 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg y S, respectivamente. Estas cantidades se deben aplicar en el sistema de riego por goteo con la cintilla enterrada a 20 cm de la superficie del suelo para obtener mejores resultados (Fundación Guanajuato Produce)

Sistemas locales manuales



Riego con aguas residuales

- La reducción de la carga contaminante de las aguas residuales domésticas, industrias y áreas urbanas permitiría reducir aplicación de fertilizantes químicos.
- Una ciudad con una población de 500 000 habitantes y 120 litros/día/persona genera 48 000 m³ de aguas residuales. Estas aguas residuales tratadas riegan 3,500 hectáreas.
- Concentraciones típicas de nutrientes son: de nitrógeno 50 mg/litro; de fósforo 10 mg/litro y de potasio 30 mg/litro. Si anualmente se aplican 5 000 m³/ha, la aportación anual de fertilizantes sería: 250 kg/ha de nitrógeno; 50 kg/ha de fósforo y 150 kg/ha de potasio, además de otros valiosos micronutrientes.
- Un beneficio adicional: estos nutrientes absorbidos por los cultivos no entran al ciclo del agua y crean «zonas muertas» en las costas.

Riego con aguas residuales

- Cultivos de no consumo humano ([algodón](#) , flores);
- Cultivos normalmente procesados por [calor](#) o desecación antes del consumo humano (granos, semillas de oleaginosas, [azúcar](#) de remolacha);
- Frutas y vegetales cultivados exclusivamente para enlatados u otros [procesos](#) que destruyan patógenos;
- Forrajes y otros cultivos de consumo animal que son cosechados y secados al sol antes de ser consumidos por los [animales](#);
- Riego de jardines en áreas cercadas sin acceso publico (semilleros, bosques, cinturones verdes).
- **b) Incremento de riesgo para el consumidor y el que lo manipule.**
- Pastos y forrajes verdes;
- Cultivos de consumo humano que no entran en contacto directo con las aguas residuales, que no son cosechados del [suelo](#) y que el riego por aspersión no debe ser usado (cultivo de [árboles](#) frutales y viñedos);
- Cultivos normalmente consumidos después de cocidos (papa, remolacha, berenjena);
- Cultivos de consumo humano, que su cáscara no es ingerida (melones, cítricos, plátano, nueces).

Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos94/algunas-consideraciones-uso-aguas-residuales-riego/algunas-consideraciones-uso-aguas-residuales-riego.shtml#ixzz4NGfogxZv>

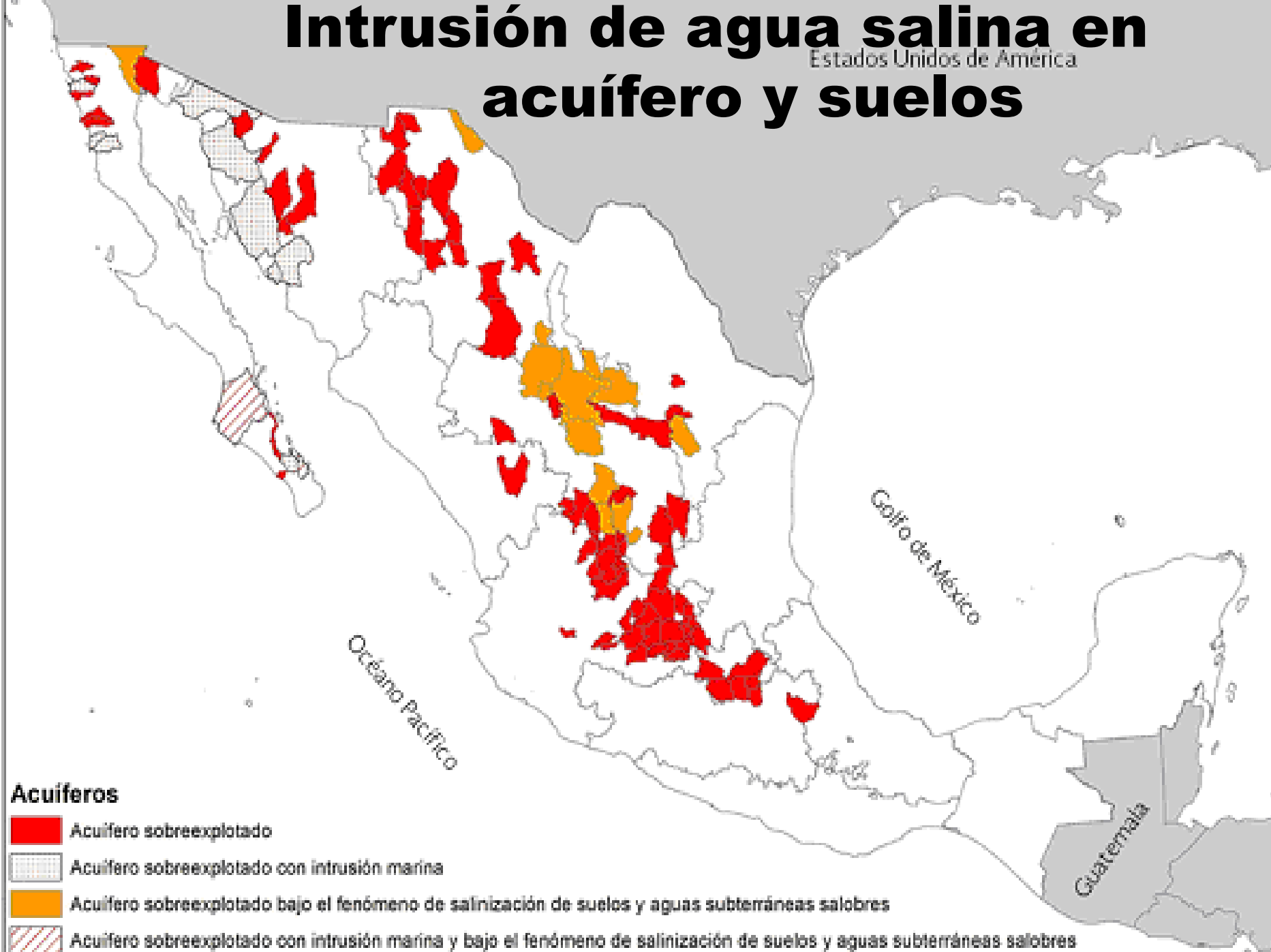
Riesgos por aguas residuales

- c) Alto riesgo al consumidor, trabajadores de campo y el que lo manipule (dentro de los manipuladores de los cultivos no sólo está el productor sino el que lo beneficie, [transporte](#) y comercialice)
- Cualquier cultivo que se consuma crudo y haya sido cultivado en contacto directo con aguas residuales (vegetales frescos y frutales con riego por aspersión);
- Riego de jardines con acceso público (parques, campos de golf, céspedes).
- En cuanto a la **protección a los trabajadores** de campo se definen:
 - Menor riesgo de infección
 - Prácticas de cultivo mecanizadas;
 - Prácticas de cosecha mecanizada;
 - Cultivos secados antes de la cosecha;
 - Intervalos de riego largos;
 - Técnicas de riego en las que no haya contacto directo con [el agua](#) o este sea mínimo (riego por goteo).
- Mayor riesgo de infección
- Cultivo [manual](#);
- Cosecha manual de [productos](#) comestibles;
- Áreas con mucho polvo;
- Movimiento de accesorios de riego para el riego por aspersión;
- Contacto directo con el agua de riego.





Drenaje y salinidad

- El drenaje de tierras de regadío tiene dos propósitos: reducir el exceso de agua de las tierras e, igualmente importante, controlar y reducir la salinización que inevitablemente acompaña a las tierras que tienen drenaje natural insuficiente en las regiones áridas y semiáridas. El drenaje adecuado también permite la diversificación de cultivos y la intensificación del uso de la tierra, el crecimiento de variedades de alto rendimiento, el uso efectivo de insumos tales como los fertilizantes y el uso de maquinaria agrícola.
- El problema afecta a alrededor de 100-110 millones de hectáreas ubicadas en las regiones áridas y semiáridas. Actualmente, aproximadamente 20-30 millones de hectáreas se encuentran seriamente afectadas por la salinidad y se estima que 250-500 mil hectáreas se pierden anualmente para la producción agrícola como resultado del incremento de la salinidad del suelo.
- Actualmente, 20-50 millones de hectáreas cuentan con sistemas de drenaje. Como esta cifra se considera insuficiente, el drenaje de tierras agrícolas es una necesidad urgente.
- Sin embargo, el drenaje tiene dos inconvenientes importantes. Primero, el agua de drenaje a menudo está contaminada con sales, microelementos, sedimentos y trazas de insumos agrícolas, por lo tanto, las aguas de drenaje deben ser evacuadas de una manera apropiada. Segundo, la mejora del drenaje en un área incrementa el caudal aguas abajo, aumentando así el riesgo de inundaciones. Por lo tanto, los nuevos proyectos de drenaje deben considerar no sólo los beneficios de una producción agrícola sostenible sino también los efectos colaterales sobre el medio ambiente.
- Alrededor de 100-150 millones de hectáreas en áreas de secano, la mayoría en Europa y América del Norte, han sido drenadas, mientras que otros 250-350 millones de hectáreas necesitan ser drenadas. Una gran parte de la producción agrícola proviene de lo que fueron humedales. Sin embargo, ya no se drenan humedales naturales porque su valor ecológico es cada vez más apreciado

Intrusión de agua salina en Estados Unidos de América acuífero y suelos



Acuíferos

-  Acuífero sobreexplotado
-  Acuífero sobreexplotado con intrusión marina
-  Acuífero sobreexplotado bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres
-  Acuífero sobreexplotado con intrusión marina y bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres

Recomendaciones

1. Para la evaluación de la evapotranspiración del pasto como Evapotranspiración Potencial o del Cultivo de Referencia, se recomienda utilizar otros cultivos de pastos, sea estos cultivados o silvestres evaluados durante un periodo de 12 meses, en áreas extensas y en lisímetros de mayores dimensiones para realizar una mejor comparación con los métodos recomendado por la FAO.
2. Aplicar el riego oportuno en las etapas de mayor demanda de agua por los cultivos (inicios de la etapa **reproductiva**) para asegurar y conseguir altos rendimientos de cosecha.
3. Se recomienda realizar otros trabajos de investigación similares en otras condiciones y en épocas de estiaje, donde hay mayor producción agrícola y pecuaria para contar con datos evaluados en condiciones de campo y para los cultivos adaptados y de importancia agrícola de la zona.

Mejoramiento del riego

- reducir las filtraciones de los canales por medio de revestimientos o utilizar tuberías;
- reducir la evaporación evitando los riegos de medio día y utilizar riego por aspersión por debajo de la copa de los árboles en vez de riego por aspersión sobre la copa de los mismos;
- evitar el riego excesivo;
- controlar las malas hierbas en las fajas entre cultivos y mantener secas estas fajas;
- sembrar y cosechar en los momentos óptimos;
- regar frecuentemente con la cantidad correcta de agua para evitar déficits de humedad del cultivo.

Olla de uso pecuario (CP Montecillo)



Bebedero animal con tanque (CP)



Condiciones óptimas prácticas del suelo



Foto 13. Este suelo se encuentra en Capacidad de Campo (CC), el punto óptimo de humedad del suelo.



Fig. 14. Resumen de las variables del diseño y su interacción para el logro de un planteamiento y diseño final. (Tomado de: Nicoll Durman).



Cultivos verticales

Cuadro 1. Rendimientos de dos principales cultivos producidos en México [SIAP, 2013]

Cultivo	Rendimientos [t/ha]		Productividad del agua (PA) [kg/m ³]	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Maíz grano	1.32	10.19	0.29	2.26
Frijol	0.64	1.53	0.14	0.34

Cuadro 2. Rendimientos de los tres principales cultivos producidos en Invernadero en México [SIAP, 2013]

Cultivo	Rendimiento [t/ha]		Productividad del agua [kg/m ³]	
	Cielo abierto	Invernadero	Cielo abierto	Invernadero
Tomate	43.7	132.5	7.3	22.1
Pimiento	30.5	98.0	0.67	2.2
Pepino	52.0	78.0	1.3	1.95
Chícharo	5.9	8.6	4.1	6.0
Albahaca	0.63	13	0.5	10.1



Úrsula Oswald Spring
Editor



Water Resources in Mexico

Scarcity, Degradation, Stress, Conflicts,
Management, and Policy

Los retos de la investigación del agua en México

ÚRSULA OSWALD SPRING
Coordinadora

Colaboración de
IGNACIO SÁNCHEZ COHEN,
MIRIAM MIRANDA,
ROSARIO PÉREZ ESPINO,
ALEJANDRA MARTÍN DOMÍNGUEZ,
JAIME GARZA LUZA PASCUAL,
CHRISTOPHER WATTS STOFF



Universidad Nacional Autónoma de México

**Muchas gracias por su
atención**