

Soil Water

Characteristics and Behavior

Antonio Lobato
Consultant



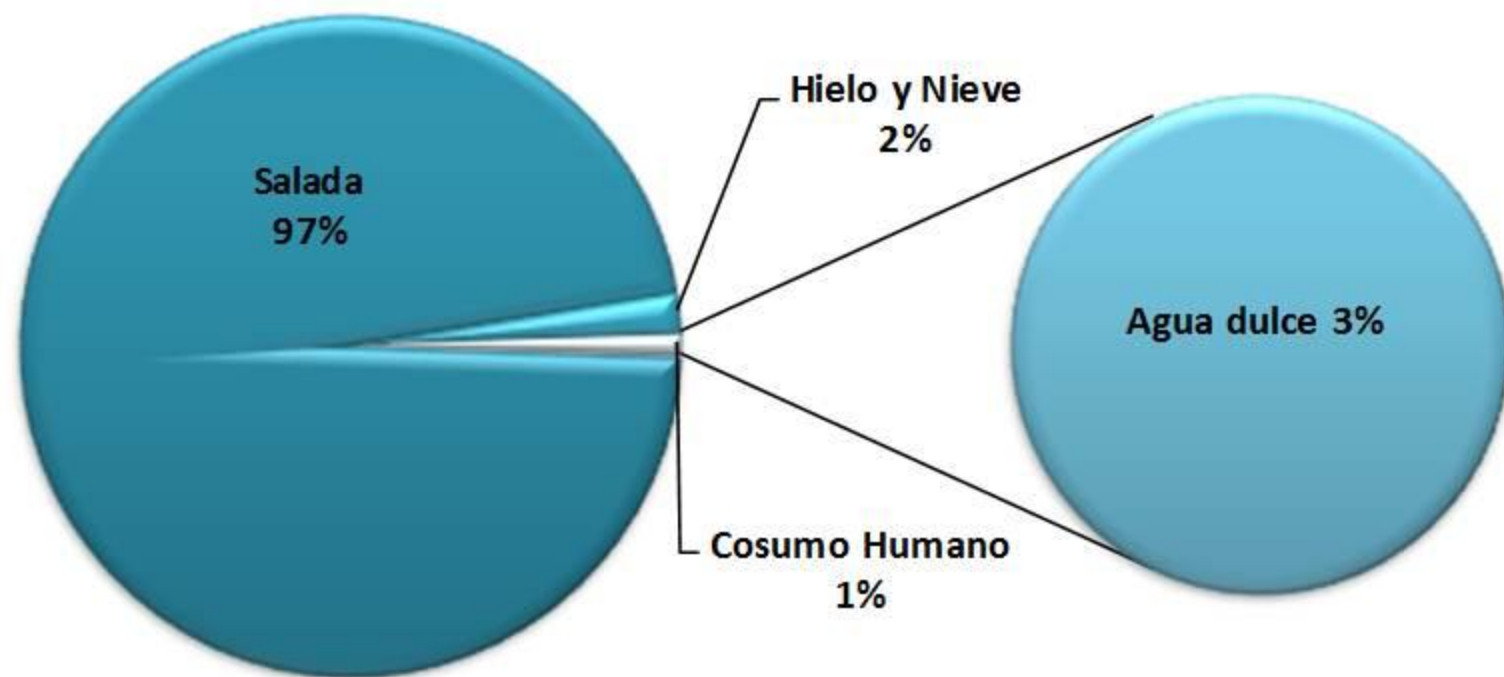
Definición del Agua

Agua. (Del lat. *aqua*). f. Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Es líquida, inodora, insípida e incolora.

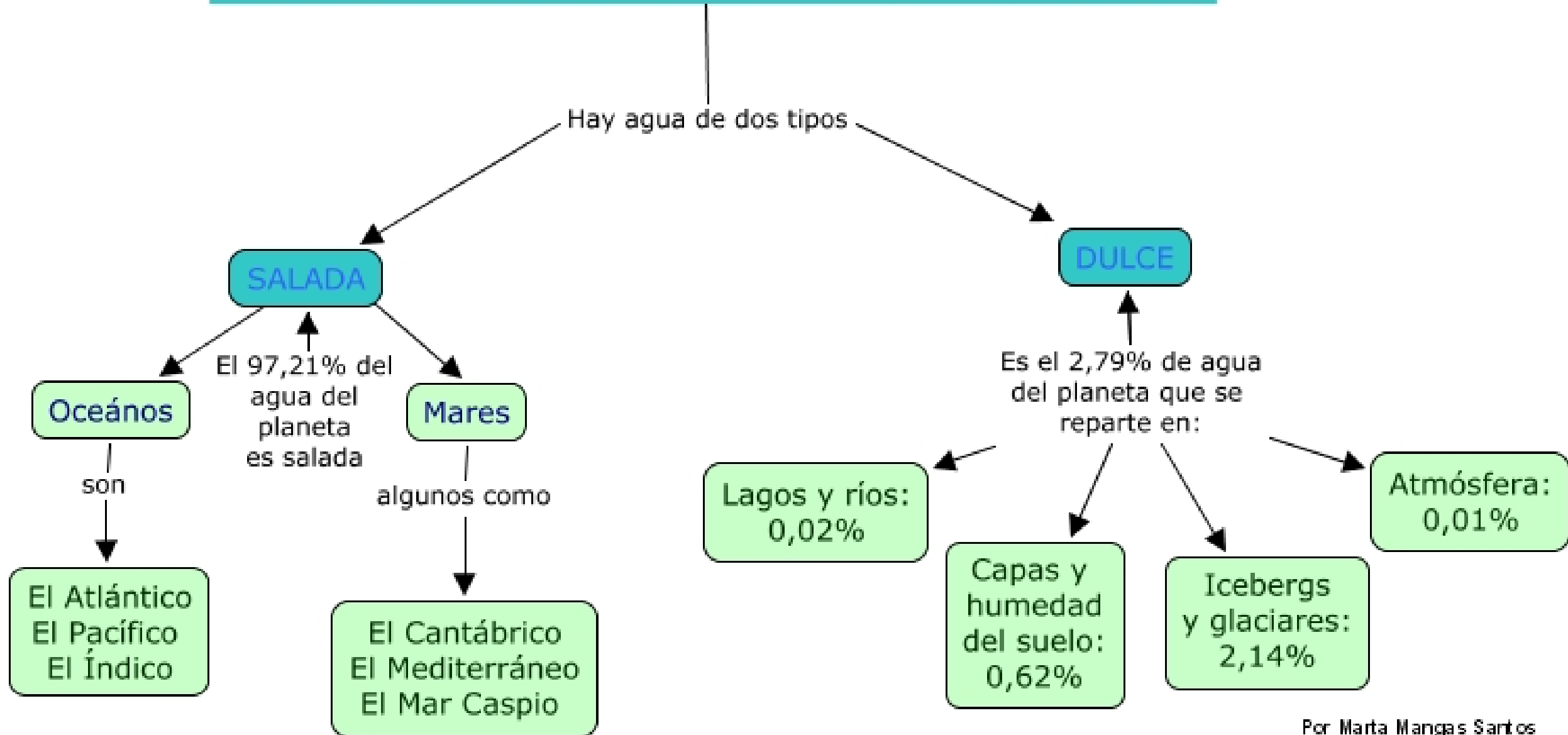
Características del Agua

- ✓ Alcanza su máxima densidad en estado líquido a 4° C.
- ✓ En estado sólido es menos denso que en estado líquido y se expande al congelarse, lo que explica por qué el hielo flota.
- ✓ Es el único elemento en el planeta que existe en sus 3 estados en ambientes donde puede vivir el hombre.
- ✓ Es un solvente universal, casi todo puede disolverse en agua.
- ✓ Ocupa $\frac{3}{4}$ partes de la superficie del planeta.
- ✓ Solo aproximadamente el 3% del agua del planeta es Agua dulce.
- ✓ Entre el 50 a 70% de la composición de los seres vivos es agua.

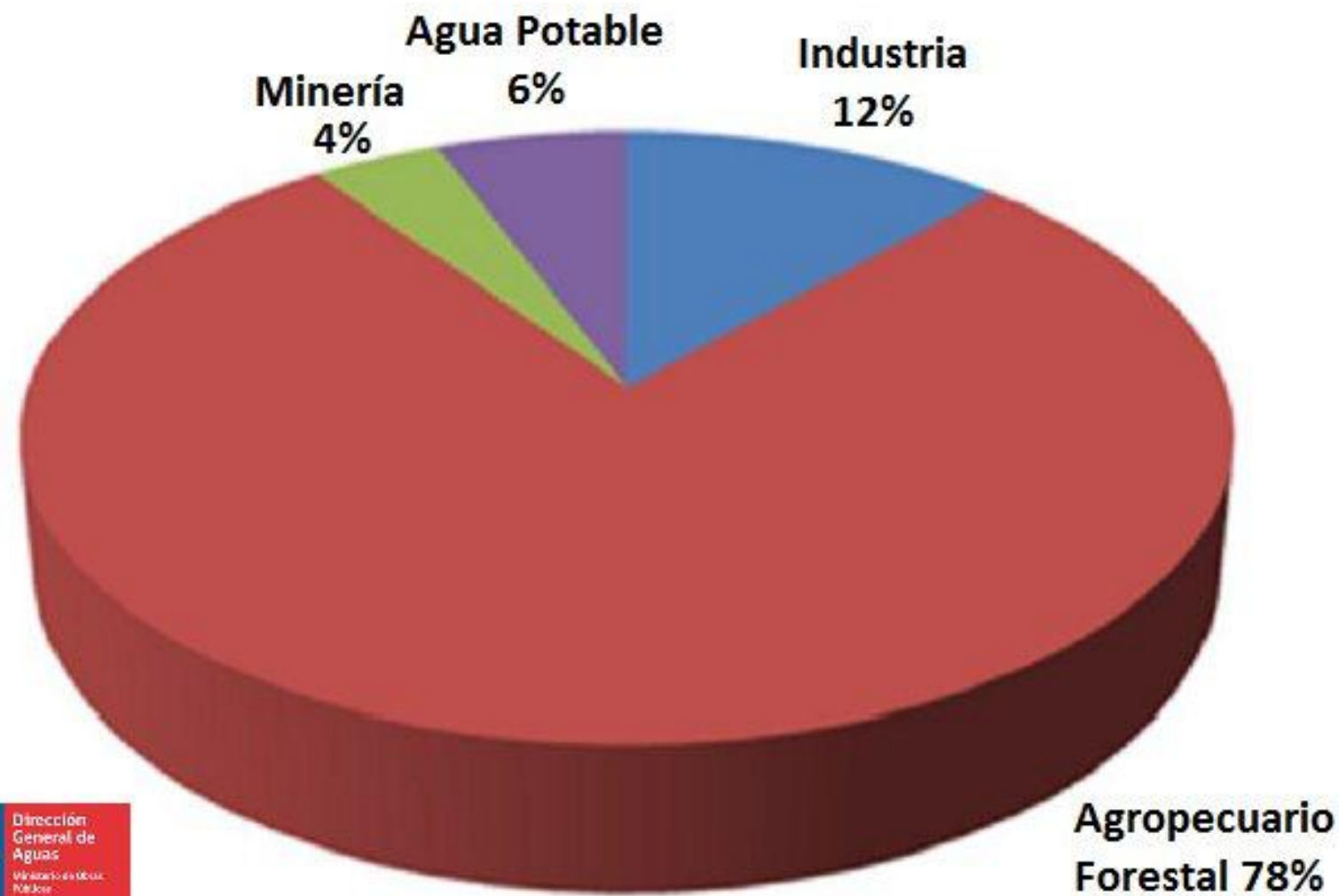
Agua en el Planeta



EL AGUA EN LA NATURALEZA



Uso Consuntivo del Agua



Fuente: Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas - Gobierno de Chile

http://www.dga.cl/eventos/agua%20donde%20estamos%20adonde%20vamos_matias%20desmadryl.pdf

EL ACCESO AL AGUA

El acceso a agua potable es una necesidad humana primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental.

KOFI ANNAN,

Secretario General de Naciones Unidas

Más de 1.000 millones de personas (1/6 de la población mundial) no tienen acceso a agua potable. La mayoría viven en zonas rurales y en suburbios urbanos de los países en desarrollo

Las enfermedades diarreicas causadas por el agua sucia y el saneamiento deficiente cuesta la vida de 1,8 millones de niños anualmente y perjudican gravemente la salud y el desarrollo de millones

Alrededor de 2.600 millones de personas (la mitad de la población de los países en desarrollo) no dispone de inodoros y de otros servicios de alcantarillado y saneamiento de aguas residuales

Millones de personas tienen que caminar grandes distancias cada día para poder disponer de agua (limpia o no) para beber

Las sequías, las inundaciones o sistemas de saneamiento inadecuados o inexistentes son causa de malnutrición y enfermedades que en muchos casos pueden evitarse







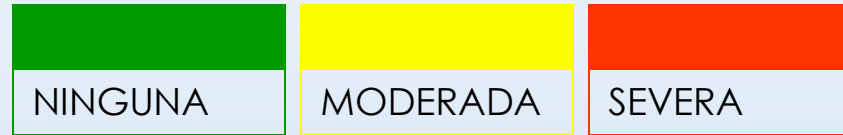


Calidad agronómica del agua de riego

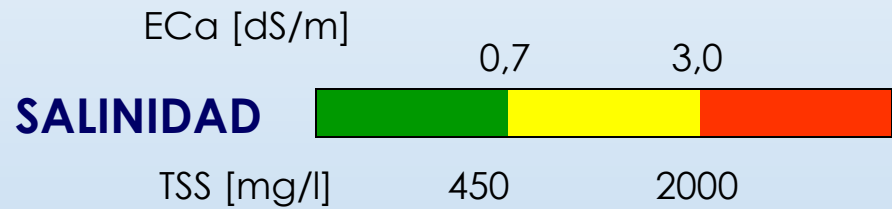
ESTÁNDAR DE CALIDAD DE AGUAS PARA EL RIEGO

UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS - 1974

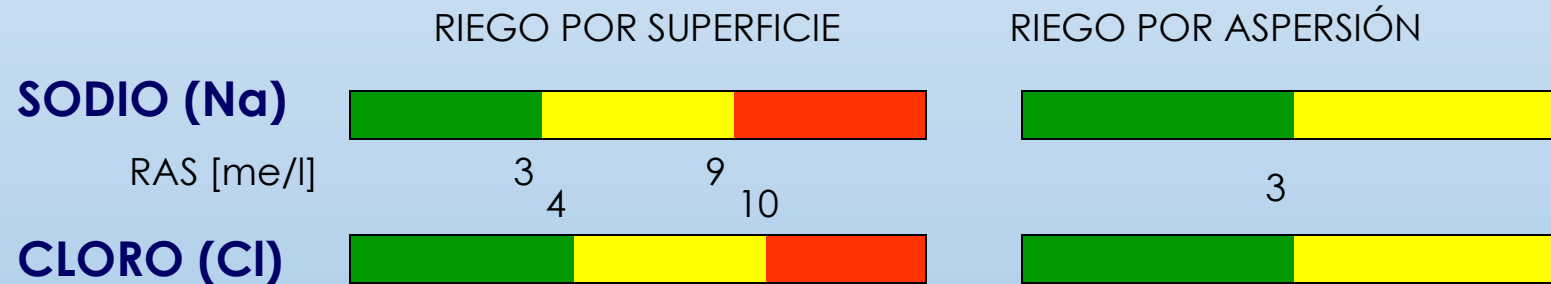
Restricciones de Uso



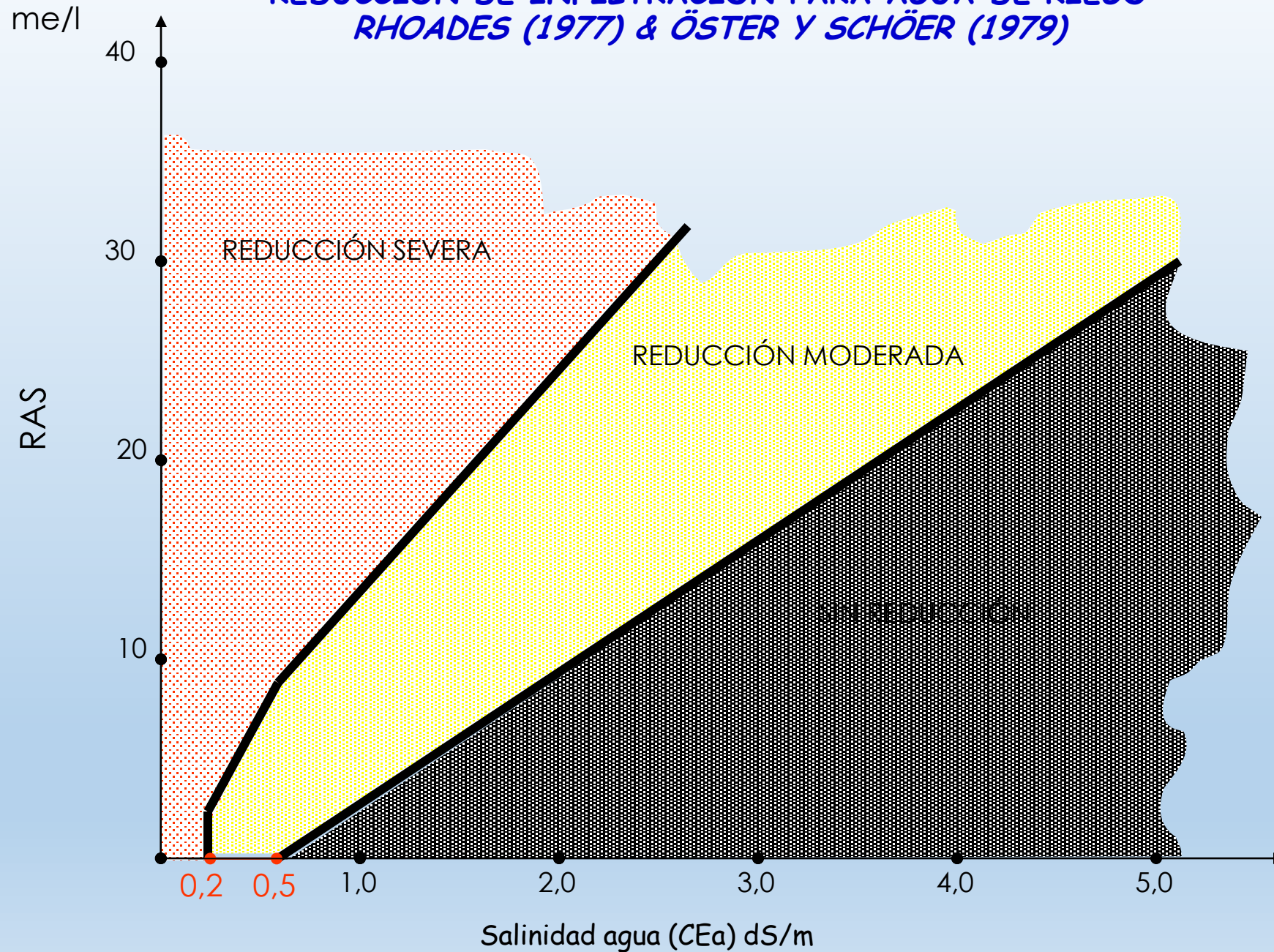
pH Normal
6,5 ~ 8,4



TOXICIDAD DE IONES ESPECÍFICOS (CULTIVOS SENSIBLES)

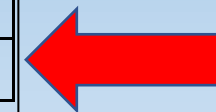
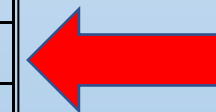
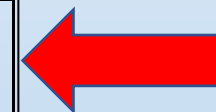


REDUCCIÓN DE INFILTRACIÓN PARA AGUA DE RIEGO
RHOADES (1977) & ÖSTER Y SCHÖER (1979)



Caracterización de la salinidad de los principales ríos de Chile en el área de influencia frutícola y aporte total de sales anual para diferentes tasas de riego (kg de sales/ha/año).

Ríos por regiones	CE (dS/m)	Sales totales disueltas (mg/l)	Aporte anual de sales de acuerdo a la tasa de riego (kg/ha/año)			
			2.500 mt ³ /ha/año	5.000 mt ³ /ha/año	7.500 mt ³ /ha/año	10.000 mt ³ /ha/año
Jorquera (III Región)	2,10 ¹	1.344 ²	3.360	6.720	10.080	13.440
Elqui (IV Región)	0,46	294,0	735,0	1.470	2.205	2.940
Limarí (IV Región)	0,32	205,0	513,0	1.025	1.538	2.050
Aconcagua (V Región)	0,39	250,0	625,0	1.250	1.875	2.500
Maipo (RM)	1,10	704,0	1.760	3.520	5.280	7.040
Cachapoal (VI Región)	0,43	275,0	688,0	1.375	2.063	2.750
Lontue (VII Región)	0,11	70,4	176,0	352,0	528,0	704,0
Agua de Mar	40,0 ³	32.000	80.000	160.000	240.000	320.000
Agua Destilada	0,004	2,6	6,5	13,0	19,5	26,0



Análisis de salinidad de agua de riego rico en sales

Identificación muestra :		N°1 Canal Bajo		N°2 Drenaje	N°3 Pozo-2	Interpretación para Riego		
		Canal			Pozo	Nch1333	Agrónomico	
Origen :						Limite máx	Riesgo de uso	
N° de Laboratorio :		37753		37754	37755	(1)	Ninguno	Alto
pH		7,53		7,26	7,21	5,5 - 9,0	6,5 - 8,4	
C.Eléctrica		dS/m		1,00	1,9	(3)	< 0,75	> 3,0
RAS corregida (Relación Adsorción Sodio)		1,6		2,8	2,9		< 6,0	> 9,0
Sodio porcentual (Na) %		19,5		27,2	24,6	35		
Dureza (CaCO3) mg/l		409		690	605		< 140	> 320
Cationes y aniones (meq/l)								
Calcio (Ca) meq/l		7,2		10,7	10,0			
Magnesio (Mg) meq/l		0,97		3,1	2,1			
Potasio (K) meq/l		0,09		0,11	0,13			
Sodio (Na) meq/l		2,0		5,2	4,0		< 3,0	> 9,0
Cloruro (Cl) meq/l		2,9		6,0	4,8		< 4,0	> 10,0
Sulfato (SO4) meq/l		5,3		8,1	7,2			
Bicarbonato (HCO3) meq/l		2,1		5,0	4,7		< 1,5	> 8,5
Cationes y aniones (mg/l)								
Calcio (Ca) mg/l		144		214	200			
Magnesio (Mg) mg/l		12		38	26			
Potasio (K) mg/l		4		4	5			
Sodio (Na) mg/l		46		120	92		< 70	> 200
Cloruro (Cl) mg/l		103		213	170	200	< 140	> 350
Sulfato (SO4) mg/l		254		389	346	250		
Bicarbonato (HCO3) mg/l		128		305	287		< 90	> 500
Otras determinaciones								
N-Amoniacal (NNH4) mg/l		2,1		1,4	1,3			
N-Nítrico (NNO3) mg/l		2,7		14,5	10,9			
Fósforo (P) mg/l		0,08		0,06	0,11			
Boro (B) mg/l		0,16		0,29	0,23	0,75	< 0,5	> 2,0
Cobre (Cu) mg/l		0,01		< 0,01	< 0,01	0,20		0,20
Hierro (Fe) mg/l		0,06		0,03	0,01	5,00		
Manganeso (Mn) mg/l		0,02		< 0,01	0,04	0,20		0,20
Zinc (Zn) mg/l		0,01		< 0,01	< 0,01	2,00		2,00

(1) Norma NCh1333 OFI Modificada1997. Requisitos de calidad del agua para diferentes Usos. Parte C: Requisitos del agua para riego.

La presencia de sólidos en suspensión en el agua afecta a los sistemas de riego y obliga a tratarlas previo a su uso



Canal



Decantador

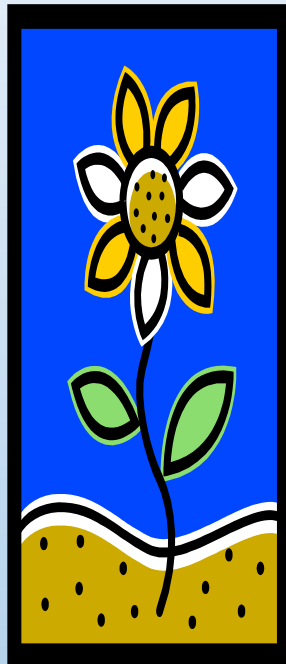


Análisis de salinidad de agua de riego con altos contenidos de sedimentos

Identificación muestra	:	N°4 Canal Bajo	Interpretación para Riego		
			NCh1333	Agrónomico	
Origen	:	Canal	Limite máx (1)	Riesgo de uso	
N° de Laboratorio	:	37756		Ninguno	Alto
pH		7,98	5,5-9,0	< 7,0	> 8,0
Conductividad eléctrica	dS/m	1,06	(2)	< 0,75	> 3,0
Separación de sólidos					
Sólidos suspendidos (granulometría partículas > 0,002mm)					
Arena muy gruesa	(> 1,00 mm) mg/l	2			
Arena gruesa	(1,00 - 0,50 mm) mg/l	4			
Arena media	(0,50 - 0,25 mm) mg/l	5			
Arena fina	(0,25 - 0,10 mm) mg/l	28			
Arena muy fina	(0,10 - 0,05 mm) mg/l	245			
Limo + arcilla	(0,05 - 0,002 mm) mg/l	912			
Total sólidos suspendidos	mg/l	1.196		< 50	> 100
" " "	gr/l	1,20		< 0,05	> 0,10
Total sólidos					
Sólidos suspendidos (> 0,002mm)	mg/l	1.196		< 50	> 100
Sólidos disueltos (< 0,002mm)	mg/l	795		< 500	> 2000
Sólidos totales (SSus+SDis)	mg/l	1.991			

Interpretación para Riego

Composición media de una planta



**Agua
80%**

**Materia
Seca
20%**

43%	Carbono
43%	Oxígeno
6%	Hidrógeno
2,5%	Potasio
2,0%	Nitrógeno
1,3%	Calcio
0,4%	Fósforo
0,4%	Magnesio
0,4%	Azufre
0,3%	Cloro
0,1%	Micronutrientes

**Agua y
aire**

Suelo

¿Para qué utilizan el agua las plantas?

Radiación

Humedad
Relativa

Viento

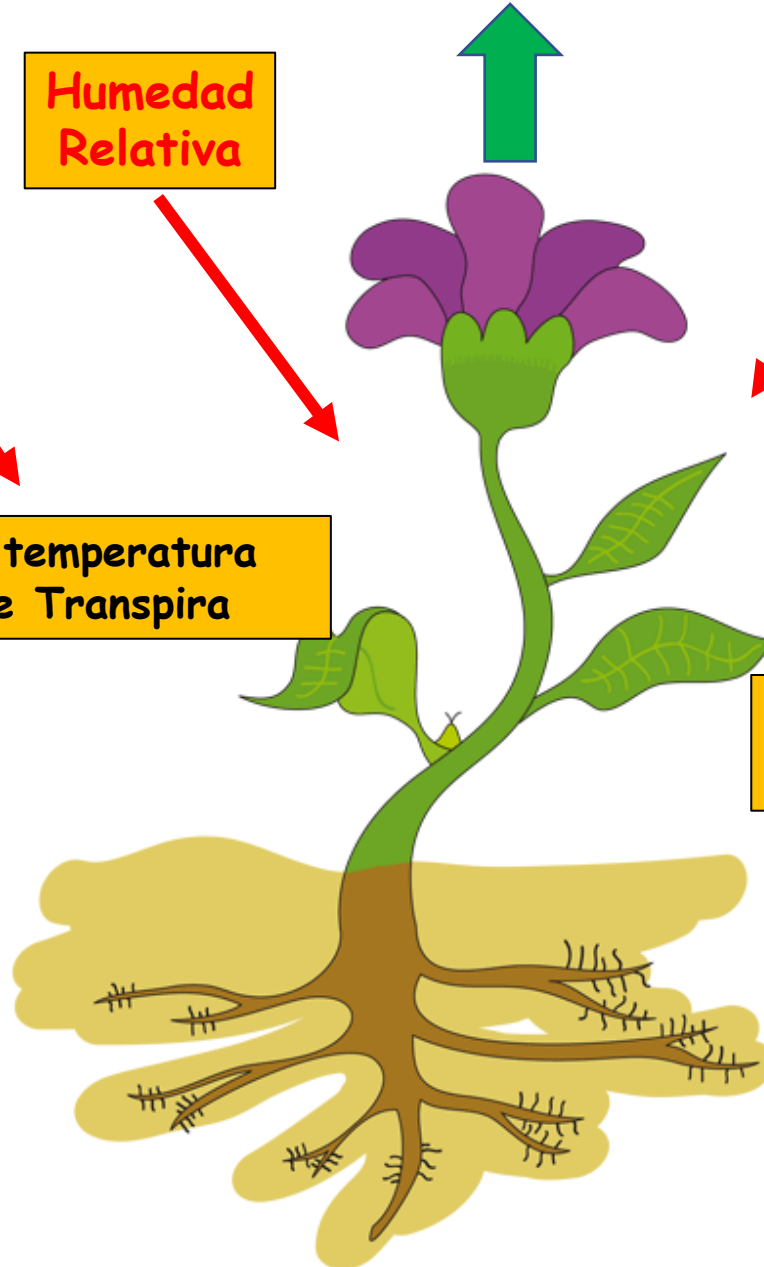
Temperatura

Estos 4 factores del clima elevan la temperatura de la planta y para termo-regularse Transpira

De cada 100 l
que absorbe del suelo

iii 98,5 l
Los transpiraiii

iii Apenas 1,5 l
Los utiliza
para crecer y
produciriii



El concepto de Huella de Agua o *Water footprint*

- Los seres humanos utilizan diariamente gran cantidad de agua para beber y otras labores.
- Pero se utiliza todavía mucha mas en la producción de bienes tales como alimentos, papel, prendas de algodón, etc.
- La Huella Hídrica o Water footprint es un indicador del uso del agua que tiene en cuenta el uso directo e indirecto por parte de un consumidor y/o productor
- La Huella hídrica verde y azul corresponden al agua superficial, subterránea y agua de lluvia que se utilizan en el riego dividido por el rendimiento de un cultivo particular.

¿Cuánta agua consumimos?

Cultivo o producto	Cantidad	Requerimiento de agua
Mazorca de maíz	500 g	450 L
Arroz	500 g	1.700 L
Trigo	500 g	500 L
Carne de vacuno	300 g	4.500 L
Filete de pechuga Pollo	300 g	1.170 L
Vino	750 cc	720 L
Jarra de Café	750 cc	840 L
Jarra de Te	750 cc	90 L
Queso	500 g	2.500 L
Manzana	100 g	70 L

VIRTUAL WATER

inside products



1440

litros de agua en un trozo (300gr.) de

Cerdo

En un sistema de producción industrial, un cerdo está listo para ser sacrificado luego de diez meses. Producirá 90 kilos de carne, 5 Kg. de menudencias comestibles y 2.5 Kg. de cuero. Un cerdo consume 385 Kg. de granos y 11 m³ de agua para bebida y limpieza del corral. Se necesitan 10 m³ de agua para el proceso de sacrificio. Para producir su alimento se requieren 435 m³ de agua.



1830

litros de agua para un trozo (300 gr.) de Carne de

Cordero

En un sistema de producción industrial, los corderos están listos para ser sacrificados luego de 18 meses. Los corderos producen 28 Kg. de carne, 4 kilos de menudencias comestibles y 4 Kg. entre cuero y lana. Un cordero consume cerca de 40 Kg. de granos y 4 m³ de agua para bebida y limpieza del corral.

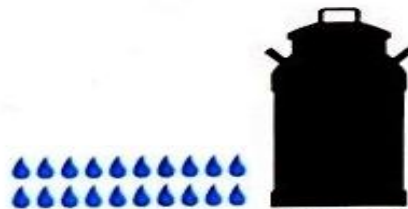


1170

litros de agua para un filete (300 gr.) de pechuga de

Pollo

En un sistema de producción industrial, los pollos están listos para ser sacrificados luego de 10 semanas. Y se obtendrán 1.7 Kg. de carne de pollo. Un pollo consume 3.3 Kg. de granos y 30 litros de agua para bebida y limpieza del corral. Esto significa que para producir un kilo de carne de pollo, se necesitan 2 kilos de granos y 20 litros de agua para bebida y limpieza. Para producir los 2 Kg. de granos se necesitan cerca de 3.9 m³ de agua.



1000

litros de agua para un litro de

Leche

Producir un vaso de leche (200 cc) requiere de 200 litros de agua. Si uno tomara el mismo volumen pero de jugo de naranja o manzana se necesitarían 170 y 190 litros respectivamente. Tomar un vaso de agua requiere un poco más que la misma cantidad de agua.



4500

litros de agua para un bistec (300gr) de

Vacuno

En un sistema de producción integral de ganado vacuno, los animales están listos para ser faenados luego de tres años. En ese período pueden producir cerca de 200 Kg. de carne sin hueso. El animal consume cerca de 1.300 kilos de granos, 7200 Kg. de fibra, 24 m³ de agua para bebida y 7 m³ de agua para el sacrificio. Esto significa que para producir un kilo de carne de vacuno sin hueso, utilizamos 6.5 kilos de granos, 36 Kg. de fibra y 155 litros de agua. Para producir el volumen de alimento se requieren 15.300 litros de agua en promedio.



1200

litros de agua para un trozo (300 gr.) de

Cabra

En un sistema de producción industrial, las cabras están listas para ser faenadas luego de dos años. Producirán 20 Kg. de carne de cabra fresca. Durante su vida la cabra consume cerca de 55 Kg. de granos, 165 Kg. de fibra y 3.5 m³ de agua para bebida y limpieza de su corral. Esto significa que para producir un kilo de carne de cabra, se deben usar 2.75 Kg. de granos y 175 litros de agua para bebida y el sacrificio. Para producir los 2.75 kg de granos se necesitan 4 m³ de agua en promedio.



1700



litros de agua para un paquete (500 gr.) de

Arroz

El arroz que cosechamos en el campo ha consumido 2300 litros de agua para generar un Kg. Un kilo de arroz cosechado se transforma en 0,67 Kg. de arroz en el molino. En los negocios compramos el arroz de molino ya sea como arroz blanco o partido. En esta forma, el arroz requiere 3400 litros de agua por kilo. Los campos de arroz en el mundo consumen 1.350.000.000 m3 de agua cada año, lo que representa un 21% de toda el agua utilizada en la producción agrícola mundial. La suma de flujos de agua virtual entre países debido al comercio de arroz es cercana a 75.000 millones de m3 de agua virtual al año.



500



litros de agua para una libra (500 gr.) de

Trigo

El trigo consume cerca de 790.000 millones de m3 de agua cada año, lo que equivale al 12% del agua global utilizada para la producción agrícola. El comercio internacional de trigo es responsable de la exportación de 75.000 millones de m3 de agua virtual cada año, lo que equivale al 6% de los flujos internacionales de agua virtual.



450



litros de agua para una mazorca (500 gr.) de

Maíz

La producción de maíz consume cerca de 550.000 millones de m3 de agua al año, lo que representa el 8% del agua global utilizada para la producción agrícola. Cerca de 40.000 millones de m3 de agua se utilizan en maíz que es exportado.



900



litros de agua para una libra (500 gr.) de

Soja

La producción de Soja en el mundo ocupa cerca de 290.000 millones de agua cada año, lo que equivale al 4,5% del agua utilizada en la producción agrícola mundial.



2500



litros de agua para un pedazo grande (500 gr.) de

Queso

Para producir un kilo de queso se necesitan 10 litros de leche. El volumen de agua requerida para producir esa leche es de 10.000 litros. Procesar 10 litros de leche también produce 7,3 litros de suero, lo que genera más o menos el mismo valor de mercado que el queso. Por lo tanto, el volumen de agua para producir 10 litros de leche se divide en partes iguales entre queso y suero.



650



litros de agua para un paquete (500 gr.) de

Tostadas

Producir trigo requiere de 1300 litros de agua por kilo (promedio global). Una rebanada de pan tiene un peso de cerca de 30 gr., lo que implica una huella hídrica de 40 litros. Si el pan se consume con una rebanada de queso (10 gr.), entonces todo el bocadillo requiere de 90 litros de agua.



90



litros de agua para una tetera (750 cc) de

Té

Para producir un kilo de hojas frescas de té se requieren 2.400 litros de agua. Un kilo de hojas de té frescas generan 0,26 kilos de té, entonces un kilogramo de té negro (como lo compramos en el supermercado) necesita de 9200 litros de agua. Para una taza de té normal se necesitan tres gramos de té negro, por lo que esa taza requiere de 30 litros de agua. El agua que se requiere para la poscosecha es insignificante comparada con el agua utilizada para producir las hojas de té, la que en su mayoría proviene de lluvias.



840



litros de agua para una jarra (750 cc) de

Café

Se necesitan cerca de 21.000 litros de agua para producir un kilo de café tostado. Para una taza de café normal se utilizan 7 gramos de café tostado, por lo tanto una taza de café requiere de 140 litros de agua. Si asumimos que una taza de café normal es de 125 cc, necesitamos entonces 100 gotas de agua para producir una gota de café.

¿Qué significa lo anterior?

Significa que a modo de ejemplo, en una cena romántica, una pareja que consume carne con arroz, una botella de vino y café, dejaron una huella hídrica de 11.000 L de agua.

¿Cuánta agua se requiere para satisfacer la demanda de un cultivo de durazno en Mendoza?

Meses	ETc (mm/mes)	Kc	Tasa de riego Corregida por eficiencia
Septiembre	43	0,35	47
Octubre	67	0,45	74
Noviembre	143	0,75	157
Diciembre	201	0,9	221
Enero	223	0,90	245
Febrero	112	0,65	124
Marzo	90	0,55	99
Abril	43	0,45	47
Mayo	19	0,35	21
Total	941	-	1.035

Kc según FAO 56 suelo sin cobertura

Balance realizado para variedad Pavia Catherine en Valle de Uco

Cálculo realizado para riego por goteo

Lo anterior significa que:

iii Se requieren $10.350 \text{ m}^3/\text{ha}!!!$

iii O $10.350.000 \text{ l/ha}!!!$

¿Pero cuánta agua es esto?

¿Que espacio ocuparían si fueran
tambores de 200 l?



iiiSerían 51.700 tambores!!!



¿Que espacio ocuparían estos 51.700 tambores?

iiiEntonces si a un camión de 10 ton le caben 50 tambores
con 200 l de agua cada uno serían **1.034 camiones**



¿Qué superficie hay plantada con durazno en la Provincia de Mendoza?

Hay 7.064 ha aproximadamente

Si colocáramos toda el agua que se requiere para regar los duraznos de la Provincia de Mendoza en camiones

¿Cuántos serían?

¿Hasta donde llegaría la fila?

iiiSerían 7.304.000 camionesiii

iiiSería una fila de camiones estacionados
de 87.350 km iii



Si la circunferencia de la tierra es de 40.075 km
iiiEntonces la fila de camiones daría 2,17 vueltas!!!

Las plantas consumen enormes cantidades de agua para producir y esta es un bien muy escaso

iii Entonces seamos responsables con su uso !!!

Muchas gracias