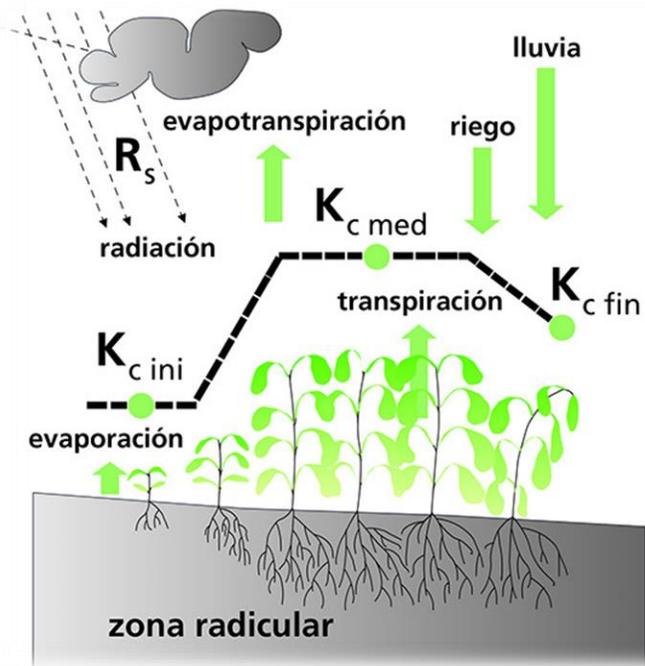




JFD

EVAPOTRANSPIRACIÓN RIEGO POR GOTEO



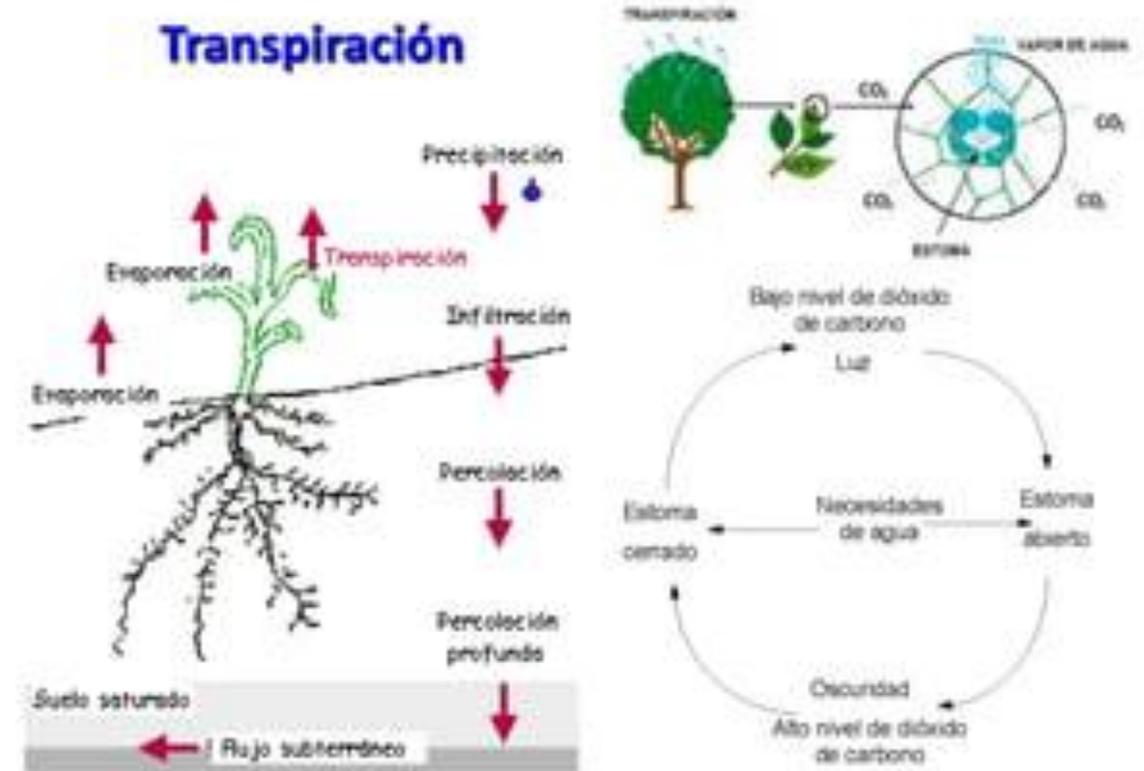
REGLAS





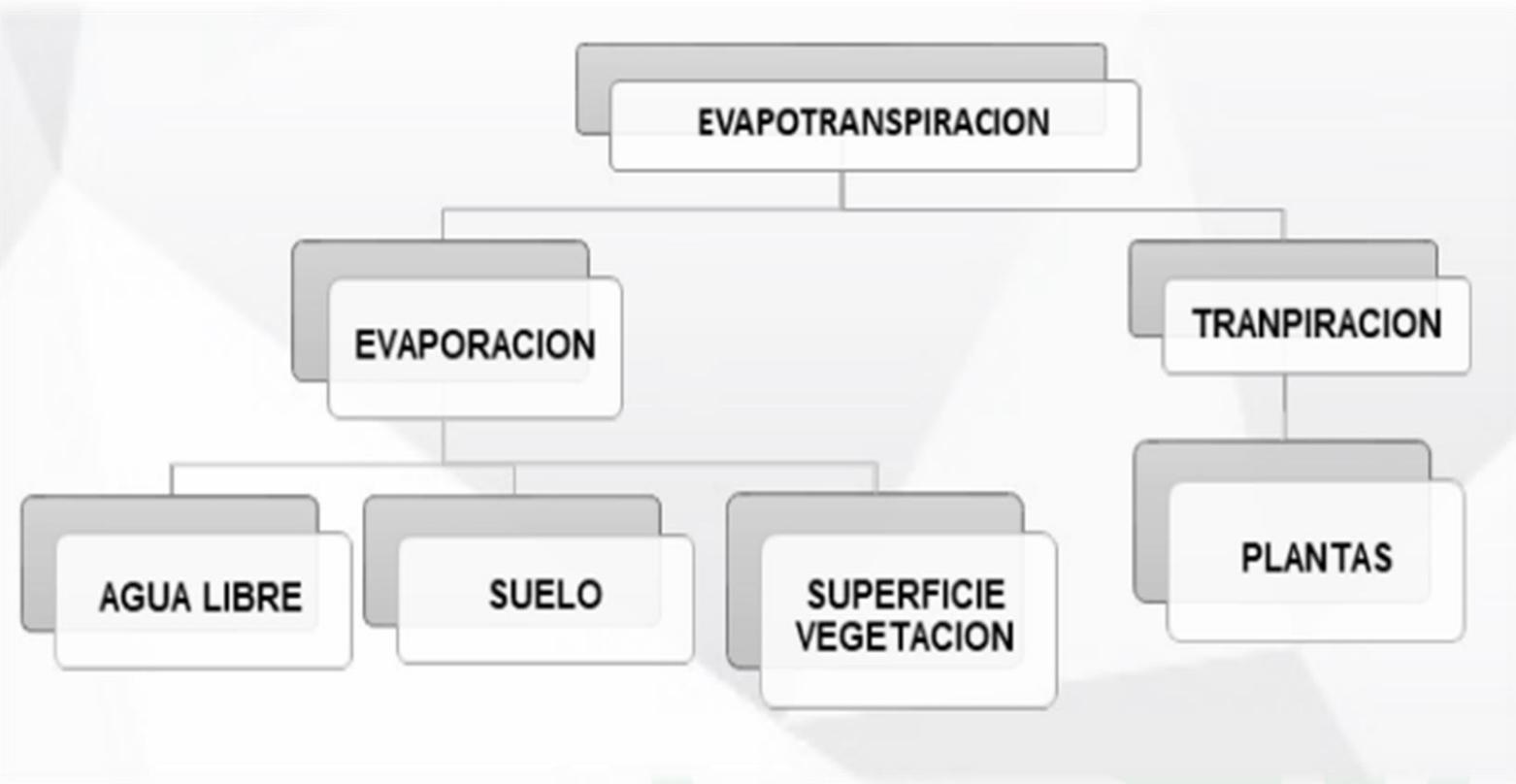
EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración (ET) se define como la pérdida de agua desde una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Constituye un importante componente del ciclo del agua y de los balances de agua y energía. Se expresa como flujo de calor latente por unidad de área o su equivalente en lámina de agua. En casos de plantaciones, con importante espaciamento entre plantas se expresa como volumen por planta ya que Gran parte del agua que llega a la tierra vuelve a la atmósfera en forma de vapor, directamente por evaporación a través de las plantas por transpiración.





EVAPOTRANSPIRACIÓN





EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evaporación depende del poder evaporante de la atmósfera, que a su vez depende de los siguientes factores:

- Radiación solar
 - Temperatura (en relación estrecha con la anterior, pero más sencilla de medir)
 - Humedad: menos humedad => más evaporación
 - Presión atmosférica (y la altitud en relación con ella): A menor presión (y/o mayor altitud) => más evaporación
 - Viento: más viento => más evaporación
- En la evaporación desde lámina de agua libre influye:
- El poder evaporante de la atmósfera
 - La salinidad del agua (inversamente)
 - La temperatura del agua
- La evaporación desde un suelo desnudo depende de:
- El poder evaporante de la atmósfera
 - El tipo de suelo (textura, estructura, etc.)
 - El grado de humedad del suelo



EVAPOTRANSPIRACIÓN



Finalmente la transpiración está en función de:

- El poder evaporante de la atmósfera
- El grado de humedad del suelo
- El tipo de planta
- Variaciones estacionales: en un cultivo, del desarrollo de las plantas, en zonas de bosque de hoja caduca, la caída de la hoja paraliza la transpiración
- Variaciones interanuales: En áreas de bosque la ET aumenta con el desarrollo de los árboles





Medida y cálculo de la Evapotranspiración

Al realizar medidas podemos asimilar la evaporación que se produce desde una lámina de agua libre al poder evaporante de la atmósfera. Así, el equipo básico de medida es el tanque de evaporación, recipiente de tamaño estandarizado, con un tornillo micrométrico para medir el nivel del agua con precisión. Lógicamente, al lado siempre debe existir un pluviómetro (por ejemplo, si en el tanque ha bajado el nivel 2 mm. y en el mismo periodo han llovido 3 mm., la evaporación ha sido de 5 mm.) Estos aparatos a veces se instalan sobre balsas en embalses, donde el estudio de la evaporación tiene un gran interés. Aunque el tanque es un equipo sencillo

Medidas de Tanque EVAPORIMETRO	
Diametro	1.13 mt.
Altura	0.25 mt.
Agua x Debajo	0.05 mt.
* Tablon de Madera	

Evapotranspiración - Tanque Evaporímetro "A"





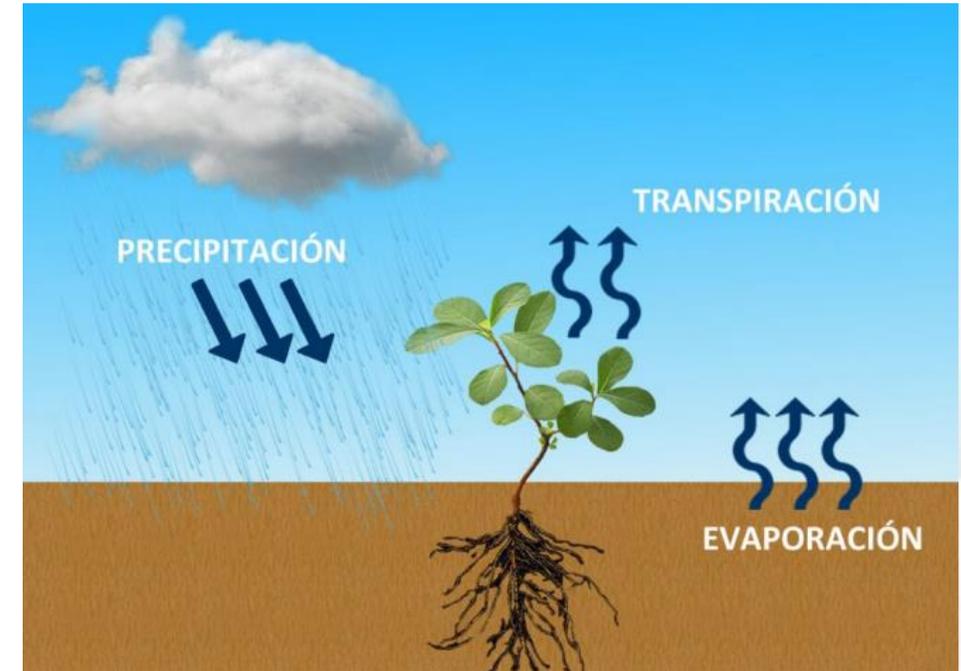
EVAPORACIÓN

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada.

Para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere energía. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan esta energía.

La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua de una superficie evaporante es la diferencia entre la presión del vapor de agua en la superficie evaporante y la presión de vapor de agua de la atmósfera circundante.

A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente y el proceso se vuelve cada vez más lento hasta detenerse completamente si el aire mojado circundante no se transfiere a la atmósfera o en otras palabras no se retira de alrededor de la hoja.





Transpiración

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua pre dominantemente a través de las estomas. Estos son pequeñas aberturas en la hoja de la planta a través de las cuales atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta hacia la atmósfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta. La vaporización ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y el intercambio del vapor con la atmósfera es con trolado por la abertura estomática. Casi toda el agua absorbida del suelo se pierde por transpiración y solamente una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales





Conceptos

Suelo:

- Propiedades Químicas
- Propiedades Físicas
- Propiedades Biológicas



Agua

- Ciclo del Agua
- Propiedades del Agua



Planta

- Raíz
- Absorción de Nutrientes
- Movimiento dentro de la Raíz
- Movimiento en la Planta
- Deficiencia e Interacción de Minerales
- Ph/ CE, del Suelo y Sus Efectos
- Simbiosis Biológica de la Raíz





SUELO

Conceptos

Suelo: se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de **suelo** (horizontes del **suelo**) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua.

Concepto de Sala.

- . Soporte . ?
- . Único medio de Cultivo . ?

Propiedades Químicas

Propiedades Físicas

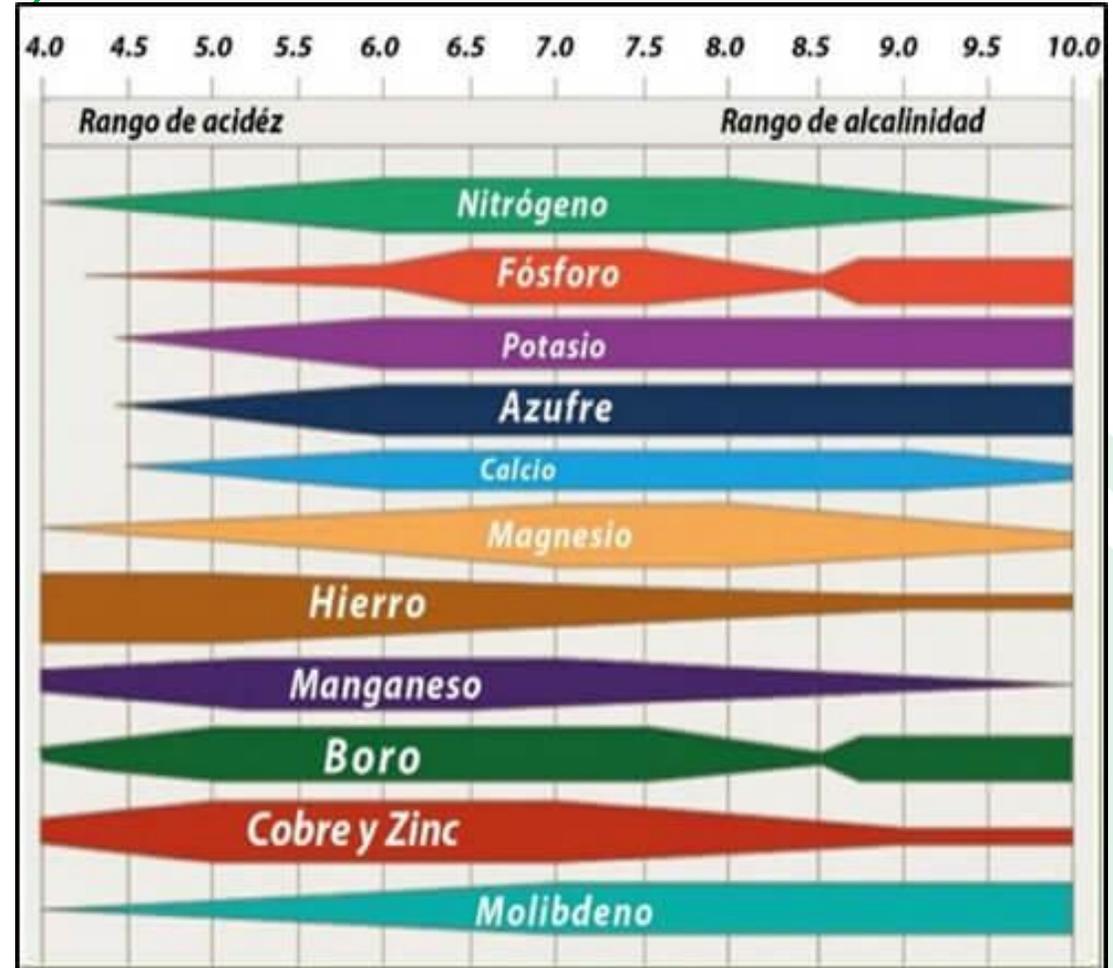
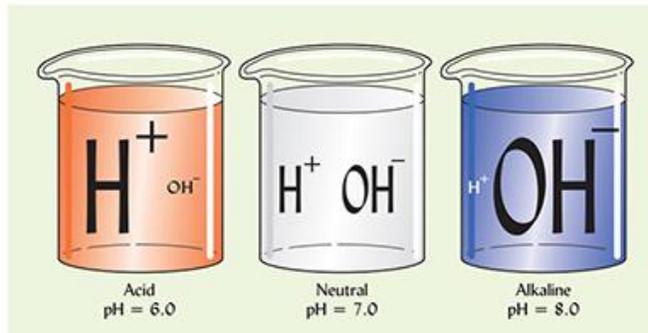
Propiedades Biológicas





Suelo PROPIEDADES QUÍMICAS (PH)

- Ph
- Materia orgánica
- Carbonatos
- Conductividad eléctrica
- Sulfatos





Suelo PROPIEDADES QUÍMICAS Materia Orgánica

BENEFICIOS DEL USO DE LA MATERIA ORGÁNICA

Suministro de nutrientes

Previene la erosión

Capacidad de retención de agua

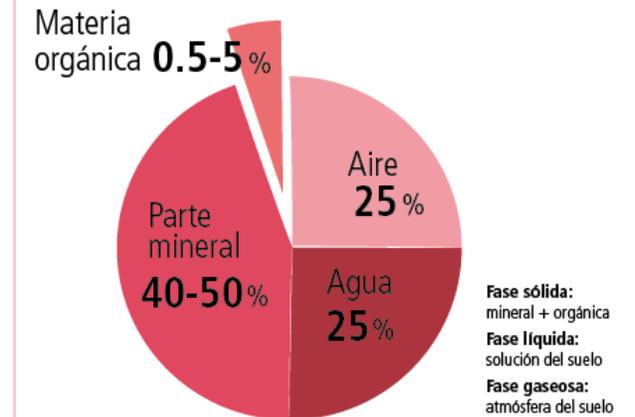
Favorece que el nitrógeno sea más estable

Mejora de la estructura del suelo

Mejora el poder tamponador del suelo

Proporciona nutrientes y energía a la microflora del suelo

Aumenta el suministro de nitrógeno, azufre, boro



Suelo PROPIEDADES QUÍMICAS (CARBONATO)



Los **carbonatos** tienen una acción positiva sobre la estructura del **suelo** y sobre la actividad microbiana. Sin embargo, un exceso de **carbonatos** puede crear problemas en la nutrición de las plantas por antagonismo con otros elementos es decir, bloquea sus receptores, dando lugar por ejemplo a clorosis férrica.

Son compuestos que reaccionan a los ácidos, produciendo un burbujeo al desprenderse el dióxido de carbono



Suelo PROPIEDADES QUÍMICAS (ce)



JFD

La Conductividad Eléctrica es la capacidad de transmisión de la corriente eléctrica en el agua. Suele expresarse en miliSiemens/cm (mS/cm) y está relacionada con la concentración de sales disueltas. En agricultura, se suele medir tanto el agua del riego como el **suelo**.



Cultivo	0% pérdida		10% pérdida		25% pérdida	
	CEe	CEw	CEe	CEw	CEe	CEw
Tomate	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4
Melón	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8
Papa	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5
Lechuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1
Olivo	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7
Limonero	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Manzano	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2
Nogal	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2
Vid	1,5	1	2,5	1,7	4,1	2,7
Palto	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7
Frutilla	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2

Ref. Libro azul SQM, adaptado de "Quality of water for irrigation" R.S. Aysers. Journal of the irrig. and Drain Div., ASCE. Vol 103, Junio 1977

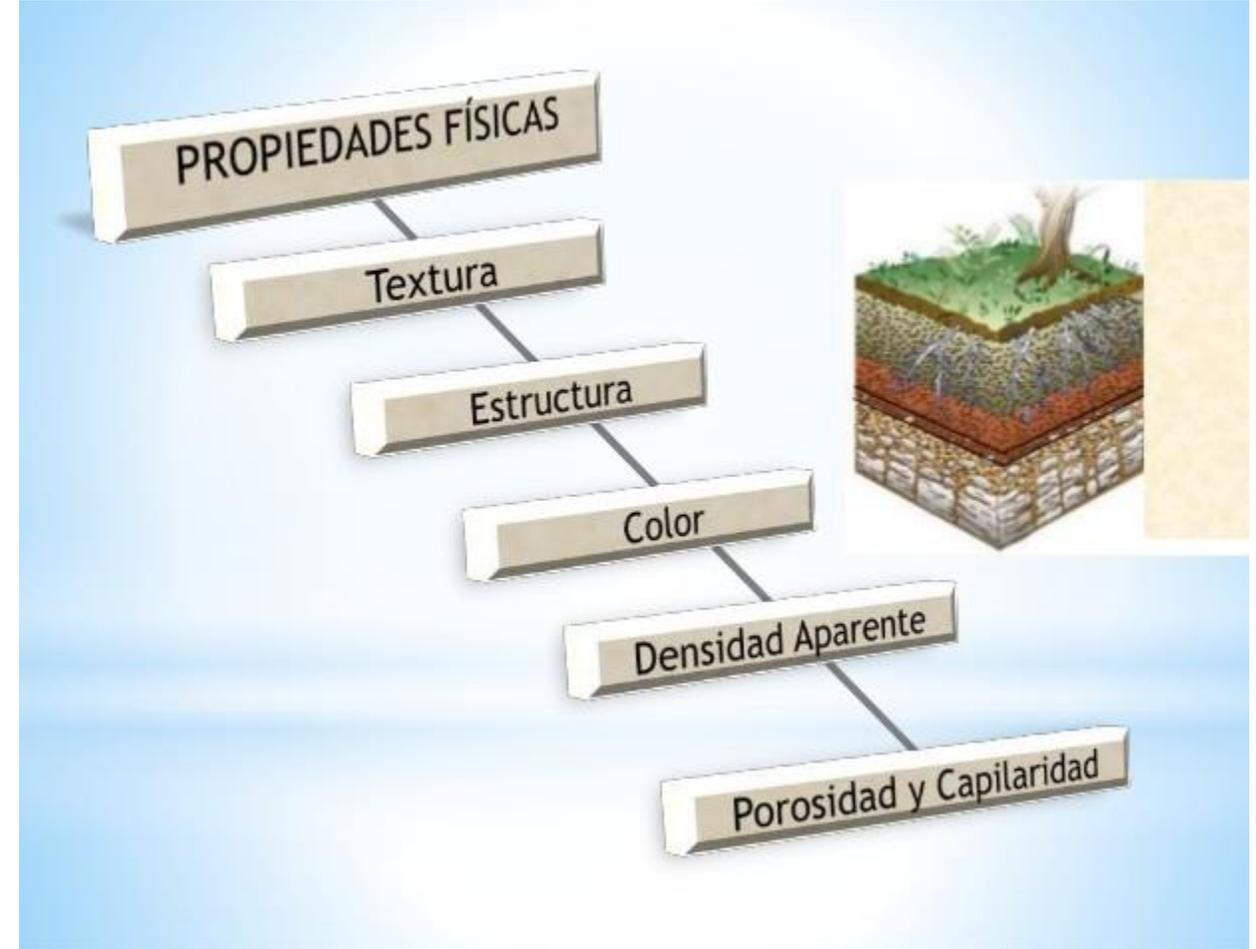
CEe : Conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo, en mmhos/cm a 25°C.

CEw : Conductividad eléctrica del agua de riego, en mmhos/cm a 25°C.



Suelo PROPIEDADES FÍSICAS

Son aquellas que se pueden observar sin que cambie la composición del material. Por ejemplo, algunas de las **propiedades físicas** más importantes de los suelos son la densidad, el color, el tamaño y la forma, el peso específico del material y la porosidad entre otras.





JFD



MECANISMO DE TENSIÓN - ADHESIÓN - COHESIÓN

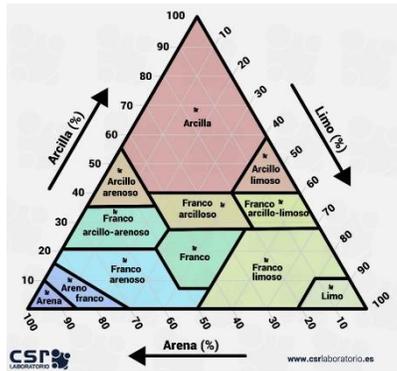
Son un conjunto de fenómenos que provocan el ascenso de la savia bruta en contra de la gravedad.

NutriSuelo





Necesidad de Agua



Suelo

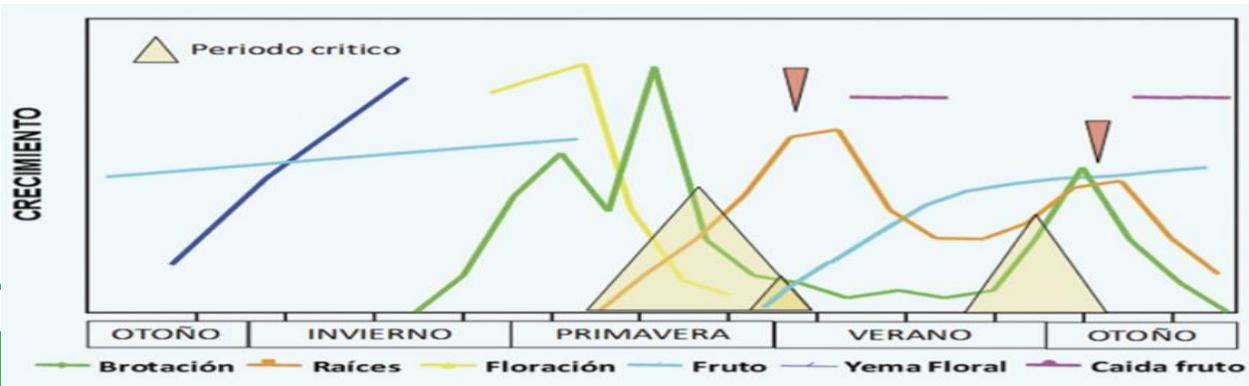
¿Cantidad almacenada

-¿Con que frecuencias, días?

-¿Cuántas horas por día?

Respuestas en relación al:

- Suelo
- Planta
- Agua
- Clima



Planta

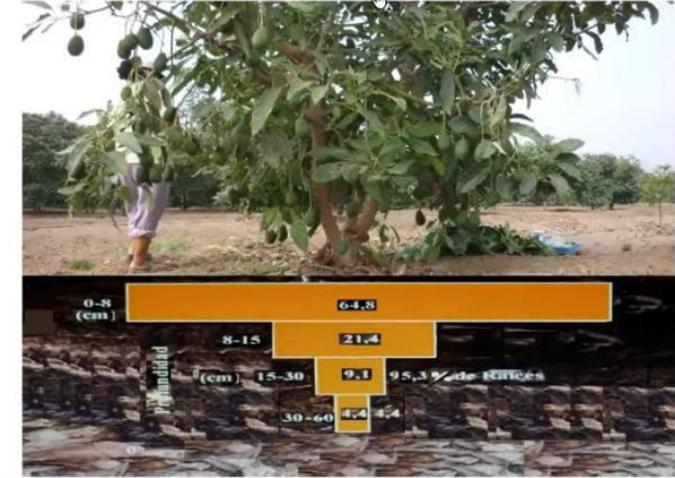


Reposición Hídrica

Almacenamiento de Agua en el Suelo



Profundidad Efectiva de la Raiz



ALMACENAMIENTO DE AGUA SEGÚN TEXTURA DEL SUELO

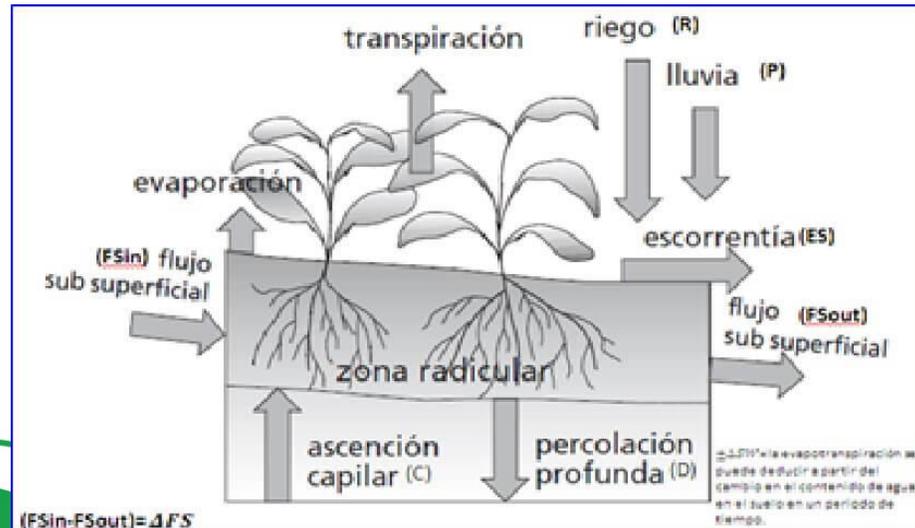
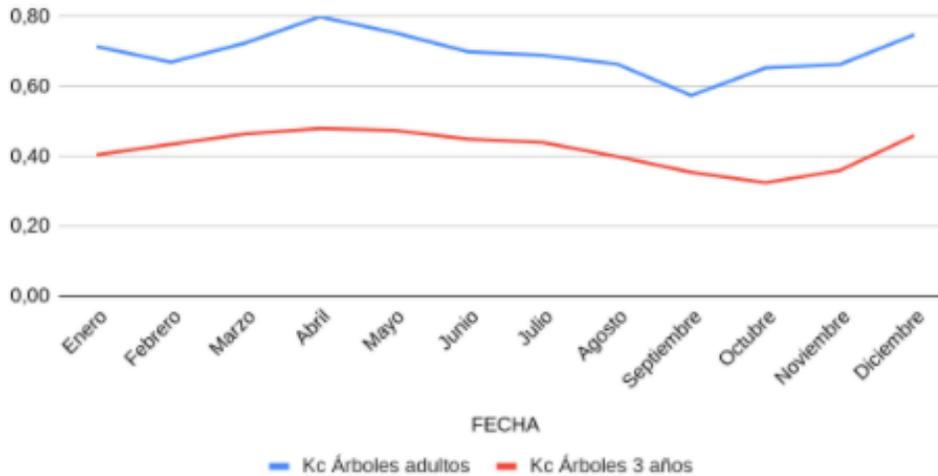




JFD

Reposición Hídrica

Diferencias entre Kc de plantación adulta y joven de paltos - Región de Trujillo, Perú



Es un coeficiente, que integra las características **propias de cada cultivo**. Varía en función de:

- El cultivo y variedad
- La etapa de crecimiento
- Manejo de cultivo

¿QUÉ ES LA K_c?

¿PARA QUÉ SIRVE?

Se utiliza junto con la E_{T0}, evapotranspiración del cultivo de referencia, para determinar la E_{Tc}, es decir, el agua que evapotranspira un cultivo específico.

E_{Tc} = E_{T0} x K_c

K_c TEÓRICO

- Bajo condiciones óptimas de riego y manejo
- Bibliografía
- Asesor

K_c por NDVI

- Específico para lote y cultivo
- Bajo condiciones existentes de riego y manejo.
- Imágenes satelitales
- Actualizado en tiempo real

¿CÓMO SE OBTIENE SU VALOR?

E_{Tc} = E_{T0} x K_c

E_{T0} EVOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO DE REFERENCIA

K_c COEFICIENTE DE CULTIVO
Coeficiente propio de cada cultivo y varía para cada etapa de crecimiento

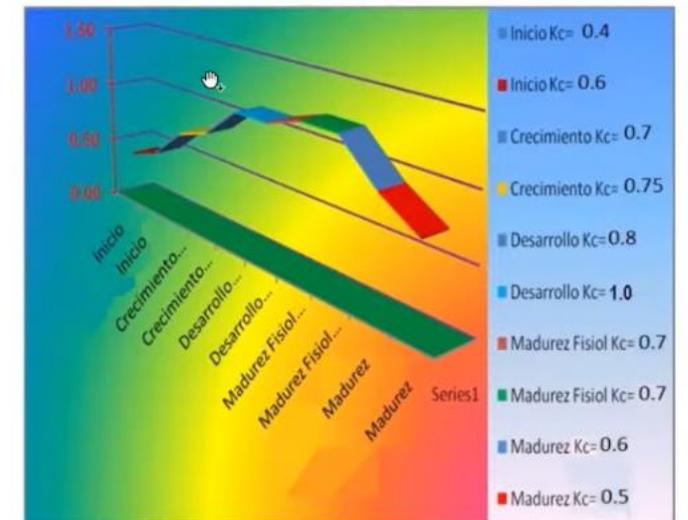
Reposición Hídrica



(Kc) COEFICIENTE DEL CULTIVO Y DESARROLLO VEGETATIVO

CULTIVO	INICIO		CRECIMIENTO		DESARROLLO		MADUREZ FISIOLÓGICA		MADUREZ	
Alfalfa	0.30	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Avena	0.30	0.40	0.70	0.80	1.00	1.15	0.80	0.70	0.20	0.25
Trigo	0.30	0.40	0.70	0.80	1.00	1.15	0.60	0.70	0.20	0.25
Remolacha	0.25	0.40	0.60	0.70	0.90	1.10	0.90	1.10	0.80	0.90
Papa	0.40	0.50	0.70	0.80	1.00	1.20	0.95	1.00	0.65	0.75
Tabaco	0.30	0.40	0.70	0.90	1.00	1.20	0.90	1.00	0.75	0.85
Maíz	0.30	0.50	0.70	0.85	1.00	1.20	0.80	0.95	0.50	0.60
Frijol verde	0.30	0.40	0.65	0.75	0.95	1.05	0.90	0.95	0.85	0.95
Frijol grano	0.30	0.40	0.70	0.80	1.05	1.20	0.65	0.75	0.25	0.30
Vid	0.30	0.50	0.60	0.80	0.80	0.90	0.60	0.80	0.50	0.70
Frutal caducifolios	0.40	0.50	0.75	0.85	1.10	1.20	1.10	1.20	0.70	0.90
Cítricos	0.60	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	0.80	0.90	0.60	0.70
Palto	0.60	0.70	0.60	0.70	0.80	0.90	0.80	1.00	0.60	0.70
Frutal siempre verde	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Arveja verde	0.40	0.50	0.70	0.85	1.05	1.20	1.00	1.15	0.95	1.05
Pimentón	0.30	0.40	0.60	0.75	0.95	1.10	0.95	1.10	0.80	0.90
Cebolla	0.40	0.50	0.60	0.80	0.95	1.15	0.80	1.00	0.70	0.80
Cebolla verde	0.40	0.50	0.80	0.75	0.95	1.10	0.95	1.10	0.95	1.10
Tomate	0.30	0.40	0.60	0.80	1.10	1.25	0.80	1.00	0.60	0.80
Sandía	0.40	0.50	0.70	0.80	0.95	1.05	0.80	0.95	0.65	0.75
Melón	0.40	0.50	0.60	0.75	0.95	1.05	0.70	0.80	0.60	0.70
Zapallo	0.40	0.50	0.60	0.75	0.95	1.05	0.70	0.80	0.60	0.70
Hortalizas	0.30	0.40	0.60	0.75	0.90	1.10	0.90	1.10	0.80	0.90

CURVA DEL DESARROLLO VEGETATIVO O ESTADO FENOLOGICO DEL PALTO
Coeficiente del cultivo Kc





Reposición Hídrica

% VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN EL SUELO

VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN UN VOLUMEN DE SUELO

CC	= 20.4
PMP	= 11.23
Da	= 1.72
% Agua en el suelo	= (20.4 – 11.23) x 1.72
% Agua	= 16%

ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO

LAMINA NETA

$$Ln = \frac{CC - PMP}{100} \times Da \times Pr \times Fa$$

Donde:

- Ln = Lamina neta [mm]
- CC = Capacidad de Campo [%]
- PMP = Punto de Marchitez Permanente [%]
- Da = Densidad Aparente [gr/cm³]
- Pr = Profundidad efectiva de las raíces [m]
- Fa = Fracción de Agotamiento, para el día de reposición



VOLUMEN DE AGUA ALMACENADA Y FRECUENCIA DE RIEGO

% Agua en el suelo	= 16%
Profundidad efectiva raíz	= 400 mm
Lámina de Agua	= 16% x 400 mm
Lámina Almacenada	= 64 mm
Evapotranspiración cultivo	= 4.2 mm / día
Frecuencia de riego	= 64 mm / 4.2 mm / día
Frecuencia de riego	= 15 días (No recomendable)
Fracción agotamiento	= 0.30 (Palto)
Frecuencia de Reposición	= 4.5 días

Demanda diaria por Planta y Horas de Riego



JFD



1 mm/día = 1 Lt / m²/día

Evapotranspiración del Cultivo

$$\text{LTR} = 4,2 \text{ (mm/día)} = (3.4 \text{ mm/día}) / 0.81$$

Area sombreada = 12 m²

DEMANDA DIARIA POR PLANTA

$$\text{Dda} = 12 \text{ m}^2 \times 4.2 \text{ mm/día}$$

$$\text{Dda} = 50 \text{ Lts / Pta./ día}$$

PRECIPITACION DEL SISTEMA

$$\text{Precipitación } 4 \text{ goteros/ Pta} = 16 \text{ Lt / hr}$$

HORAS DE RIEGO

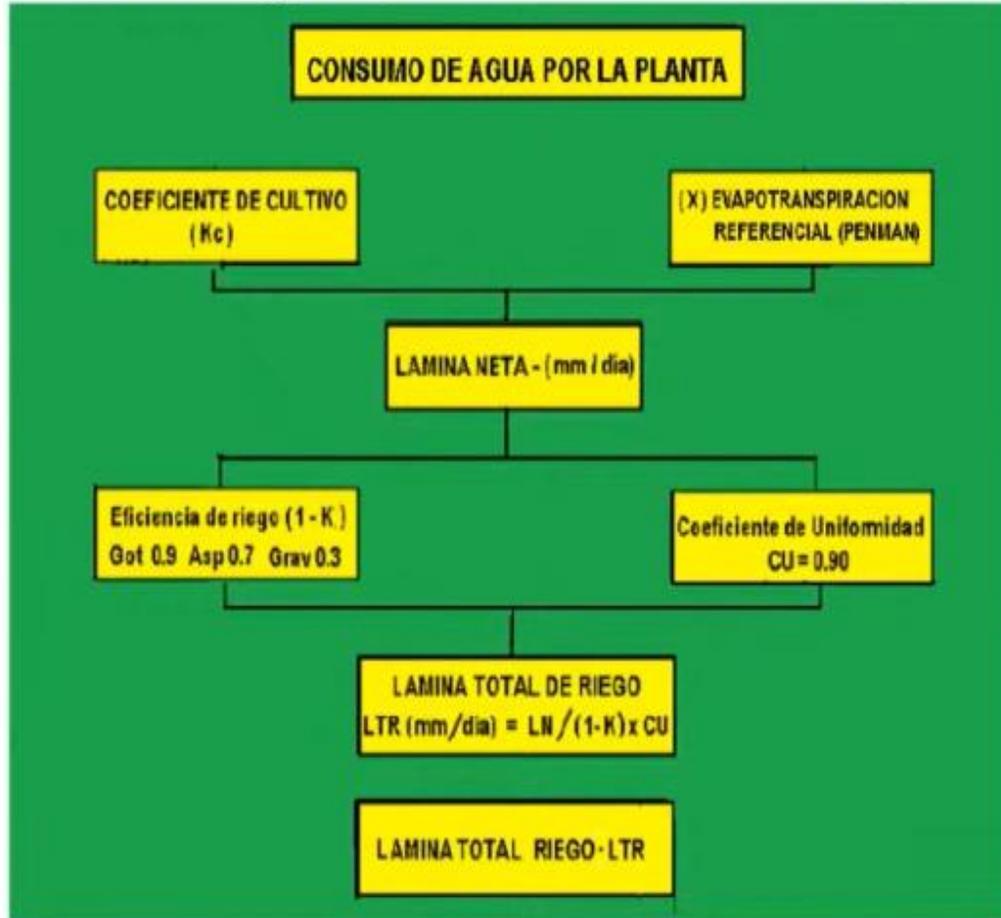
$$\text{Hrs} = (50 \text{ Lts / Pta}) / (16 \text{ Lt / hr})$$

$$\text{Horas de riego} = 3 \text{ hrs / Pta / día}$$



JFD

NECESIDADES DE AGUA DE LA PLANTA Lamina Neta - LN y Lamina Total de Riego - LTR



Eficiencia X Sistema

.Gravedad 30%

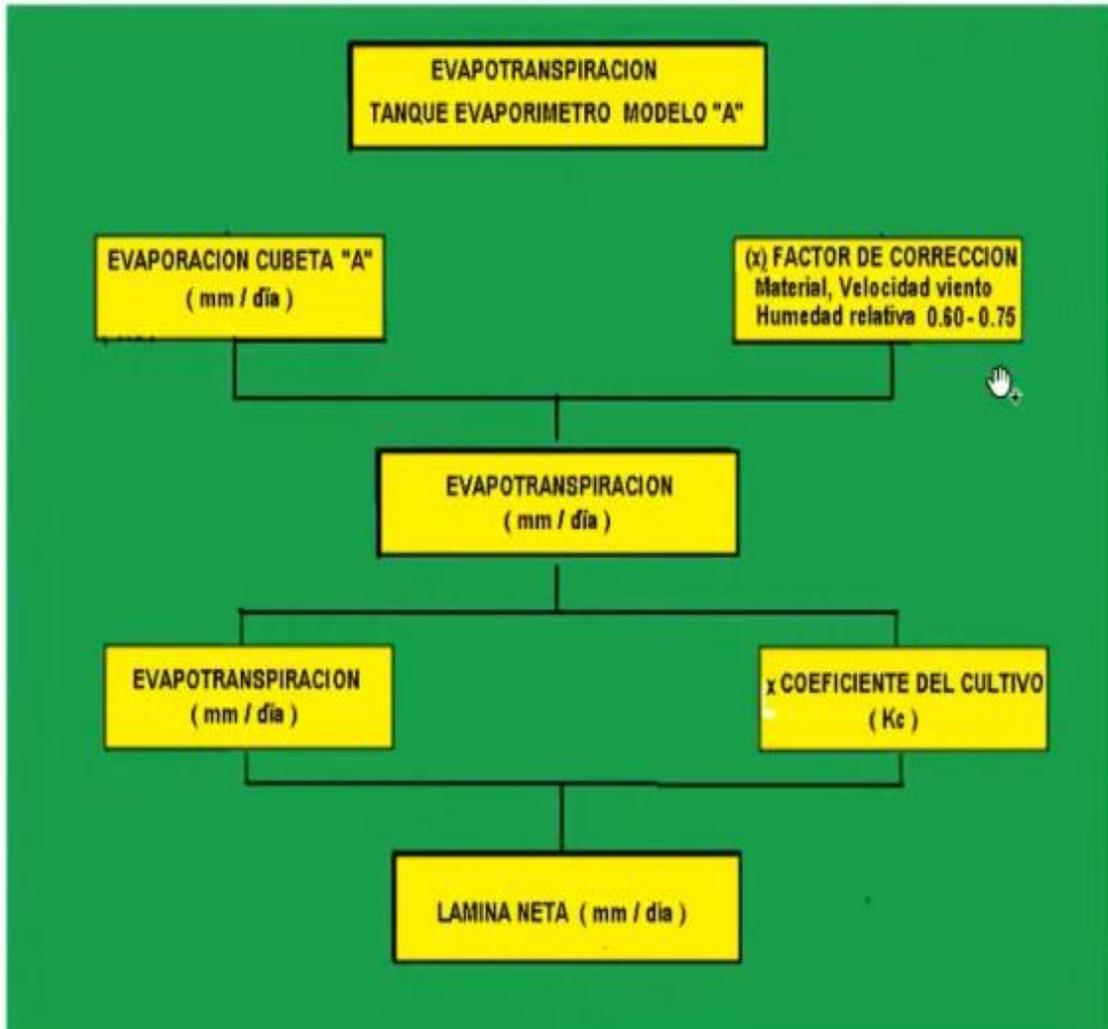
.Aspersión 70%

.Goteo 90%

.Salino + 10%



EVAPOTRANSPIRACION - TANQUE EVAPORIMETRO MODELO "A"



Medidas de Tanque EVAPORIMETRO	
Diametro	1.13 mt.
Altura	0.25 mt.
Agua x Debajo	0.05 mt.
* Tablon de Madera	

Evapotranspiración - Tanque Evaporímetro "A"





JFD

CARACTERÍSTICAS TEXTURAL SUELOS Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CARACTERÍSTICAS TEXTURAL DE SUELOS Y CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA											
Clase textural	Símbolo	Da	Granulometría			Porosidad		Retención H ₂ O		K cm ³ /cm	% Retención Agua
			Arena	Arcilla	Limo	Total	Efectiva	CC	PMP		
Arenoso	a	1.62	88	5	7	0.44	0.42	0.09	0.03	21.00	0.10
Areno franco	aF	1.64	83	13	4	0.44	0.4	0.13	0.06	6.11	0.11
Arcillo arenoso	Aa	1.40	55	45	0	0.43	0.32	0.34	0.24	0.12	0.14
Franco arcilloso	FA	1.34	33	34	33	0.46	0.39	0.32	0.2	0.23	0.16
Arcilloso	A	1.22	10	70	20	0.48	0.39	0.40	0.27	0.06	0.16
Franco arenoso	Fa	1.55	62	8	30	0.45	0.41	0.21	0.1	2.59	0.17
Franco arcillo arenoso	Faa	1.64	58	28	14	0.4	0.33	0.26	0.15	0.43	0.18
Arcillo limoso	AL	1.30	10	45	45	0.48	0.42	0.39	0.25	0.09	0.18
Franco	Fa	1.26	51	15	34	0.46	0.43	0.27	0.12	1.32	0.19
Franco arcillo limoso	FAL	1.30	10	34	56	0.47	0.43	0.37	0.21	0.15	0.21
Franco limoso	FL	1.31	17	13	70	0.5	0.49	0.33	0.13	0.68	0.26



JFD

PROGRAMACION DE RIEGO										
CULTIVO										
FECHA PROGRAMACION										
Eficiencia de Aplicación	(Ea)	0,90	Caudal gotero		(Q)	0,50 Lts/hr				
Coefficiente de uniformidad	(CU)	0,90	Espacio entre goteros		(G)	0,20 m				
Factor de lavado de sales	(NL)	0,10	Espacio entre laterales		(L)	0,75 m				
Coefficiente lavado	(K)	0,10	Precipitación cintas / hora		PP = Q / (G*L)	3,33 mm/hr				
Coefficiente de aplicación:	(1-Ea)	0,10	Lámina Riego Total = Lámina Neta / ((1-K) x CU)							
			1 / ((1-K) x CU) : 1,23				Necesidades de lavado de sales			
Menor:	(K)	0,02	LRT = Lámina Neta (LN) x 1,23							
K (1-Ea)			0,10							
CE del agua de riego	0,55	mmhos	Conductividad eléctrica del agua de riego							
CEes del extracto salurado	11,64	mmhos	Conductividad eléctrica extracto de suelo saturado							
K (NL) = CEa/(2*CEes) =	0,02		Menor							
K elegido	0,10		Se elije al Mayor				1/((1-K)*CU)			
PROGRAMACION DE RIEGO										
Periodo 2018		Kc	ETo	LN (mm/día)	1/((1-K)*CU)	LRT (mm/día)	PP (mm/hr)	hr/día	hr	mtos
01 Setiembre	21 Setiembre	0,30	3,83	1,15	1,23	1,42	3,33	0,426	0	26
22 Setiembre	06 Octubre	0,45	3,90	1,76	1,23	2,17	3,33	0,650	0	39
07 Octubre	20 Octubre	0,60	3,90	3,12	1,23	3,85	3,33	1,156	1	9
21 Octubre	01 Diciembre	0,95	4,60	4,56	1,23	5,63	3,33	1,689	1	41
02 Diciembre	15 Diciembre	0,85	4,60	4,08	1,23	5,04	3,33	1,511	1	31
Conductibilidad Eléctrica del agua de riego (CEar)					Conductibilidad Eléctrica del extracto saturado del suelo (CEes)					

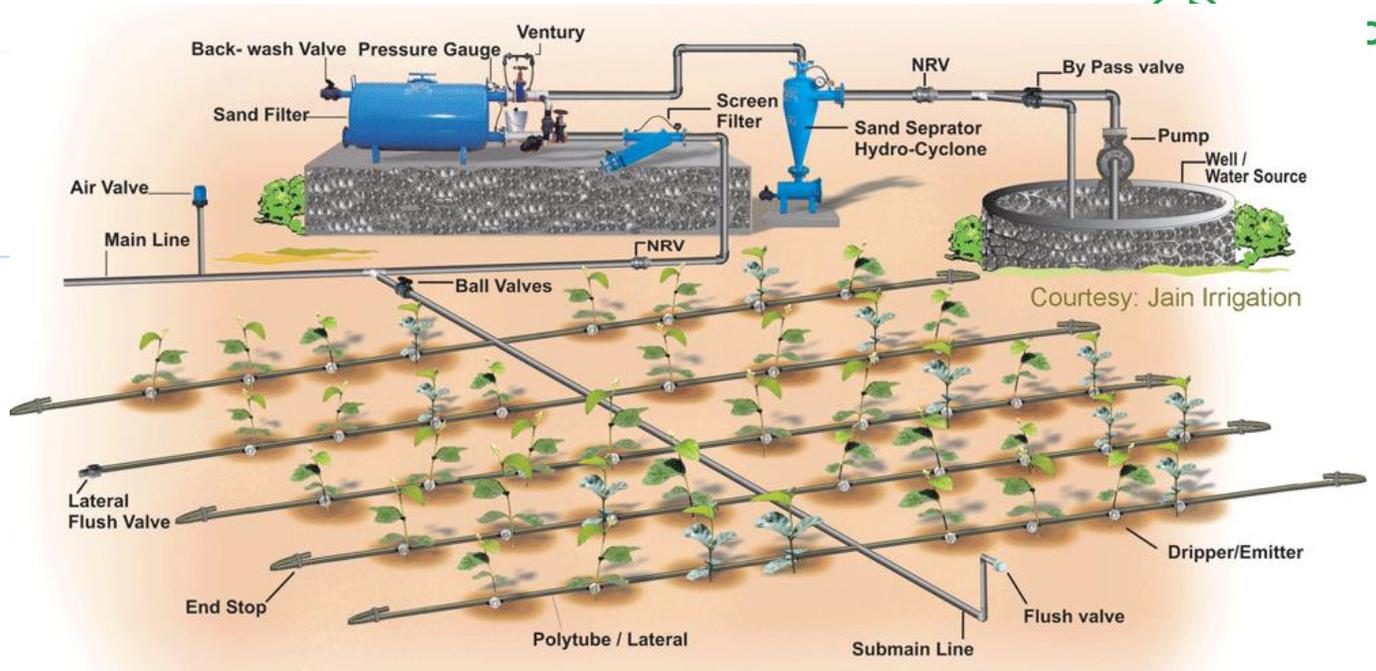
Evaluación del Coeficiente de Uniformidad - CU



JFD

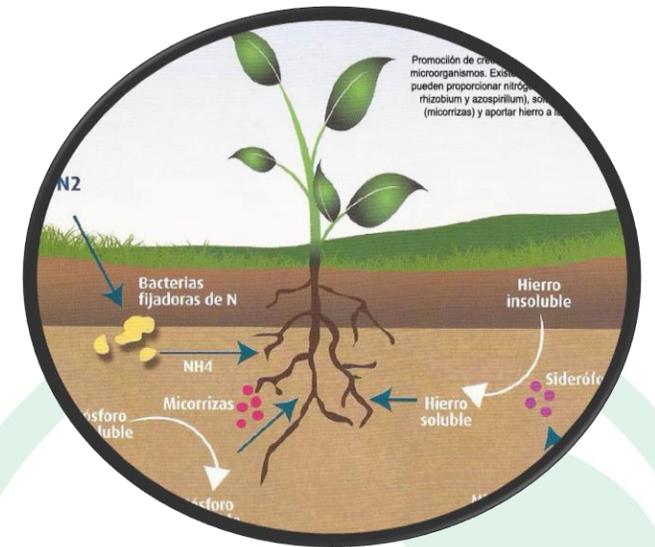


Sistemas de Riego Por Goteo



Ing. José Flores Durand / 987 526 118 / J_flores4@hotmail.com

Gracias.....!!!



Ing. José Flores Durand
987 526 118
J_flores4@hotmail.com