FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

Necesidades hídricas de los cultivos

Unidad de Hidrología, Riego y Drenaje
Departamento de Suelos y Aguas
Facultad de Agronomía

Bibliografía

- ALLEN, R.; PEREIRA, L.S.; RAES, D; SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 56.
- DOORENBOS, J. y PRUITT, W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 24.
- DOORENBOS, J. y KASSAM, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 33.
- García Petillo, M.; Puppo, L. 2015. Determinación de la Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) para el diseño de equipos de riego en el Uruguay. Agrociencia. Vol. 19, pág. 1:122-130.
- PEREIRA, L.S. 2004. Necesidades de agua e métodos de rega. Publicaçoes Europa-América.
- STEDUTO, P.; HSIAO, T.; FERERES, E.; RAES, D. Crop Yield response to water. 2012. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 66.
- PUPPO, L; HAYASHI, R.; MORALES, P. 2015. Ejemplo de balance hídrico para manejar el riego. Curso a distancia: Requerimientos hídricos y manejo del riego. https://www.youtube.com/watch?v=MXZYkH8MmbA
- PUPPO, L., HAYASHI, R. 2023. Supplementary irrigation in grazing towards sustainable intensification in productive systems with grazing. https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/1205/1415
- PUPPO, L., HAYASHI, R., BERETTA, A., MORALES, P. 2024. Effect of irrigation and grazing on the production of an alfalfa pasture (Medicago sativa L.) https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/1422/1751

La estimación de las necesidades hídricas

Es el dato básico para:

- Dimensionar la fuente de agua
- Dimensionar el equipo
- Manejar el riego

“Para lograr rendimientos altos y estables, con la máxima calidad de producto cosechable, se requiere satisfacer la máxima evapotranspiración del cultivo.”

Necesidades Hídricas de los Cultivos ≈ ETc

Demanda evaporativa del aire

⬅ ***Evapotranspiración*** ➡

Humedad del suelo

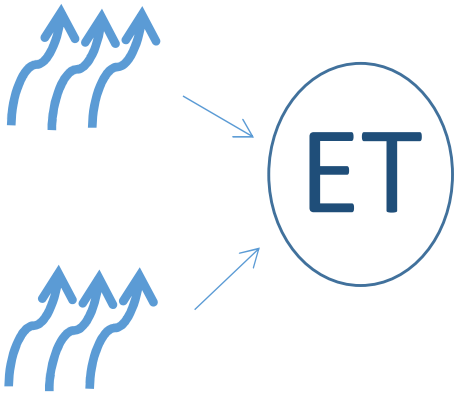
⬇

Producción del cultivo

"En toda superficie cultivada se produce una pérdida continua de agua cuyo destino es la atmósfera."

Evaporación (E): pérdida directa desde la superficie del suelo o superficie del cultivo

Transpiración (T): pérdida a través del sistema conductor de la planta



Energía específica: calor latente de vaporización

$$L(cal/g) = 595 - 0.51 * t(^{o}C)$$

2.45 MJ Kg^{-1}

Factores que afectan la evapotranspiración

ETc = mm/día; mm/mes; mm/ciclo

- Factores climáticos: intensidad de la radiación solar, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

- Disponibilidad de agua en el suelo.

- Características del cultivo: tipo de cultivo, grado de cobertura y etapa del ciclo del cultivo.

- Manejo del suelo y del riego.

Estimación de la ETc

Se realiza en un doble paso:

1) Estimación de la ETo

(Evapotranspiración del cultivo de referencia)

Se estima por Penman-Monteith.

El dato está disponible en la página del INIA GRAS (históricos y en tiempo real). http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico

Para el diseño del proyecto de riego: ETo serie (en archivo excel) y Mapa de isolíneas de ETo enero.

2) Corrección por el coeficiente del cultivo (Kc)

Es específico del cultivo y de su grado de desarrollo.

FAO Penman-Monteith

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

ET_o - evapotranspiración del cultivo de referencia (mm d^{-1})

Rn - radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m^{-2} d^{-1})

G - calor sensible desde la superficie al interior del suelo (MJ m^{-2} d^{-1})

T - temperatura media diaria medida a 2 m de altura (ºC)

u_2 - velocidad del viento media diaria medida a 2 m de altura (m s^{-1})

e_s - presión de vapor a saturación (KPa)

e_a - presión de vapor real del aire (KPa)

e_s - e_a - déficit de presión de vapor (KPa)

Δ - pendiente de la curva T- Presión de vapor a saturación (KPa $ºC^{-1}$)

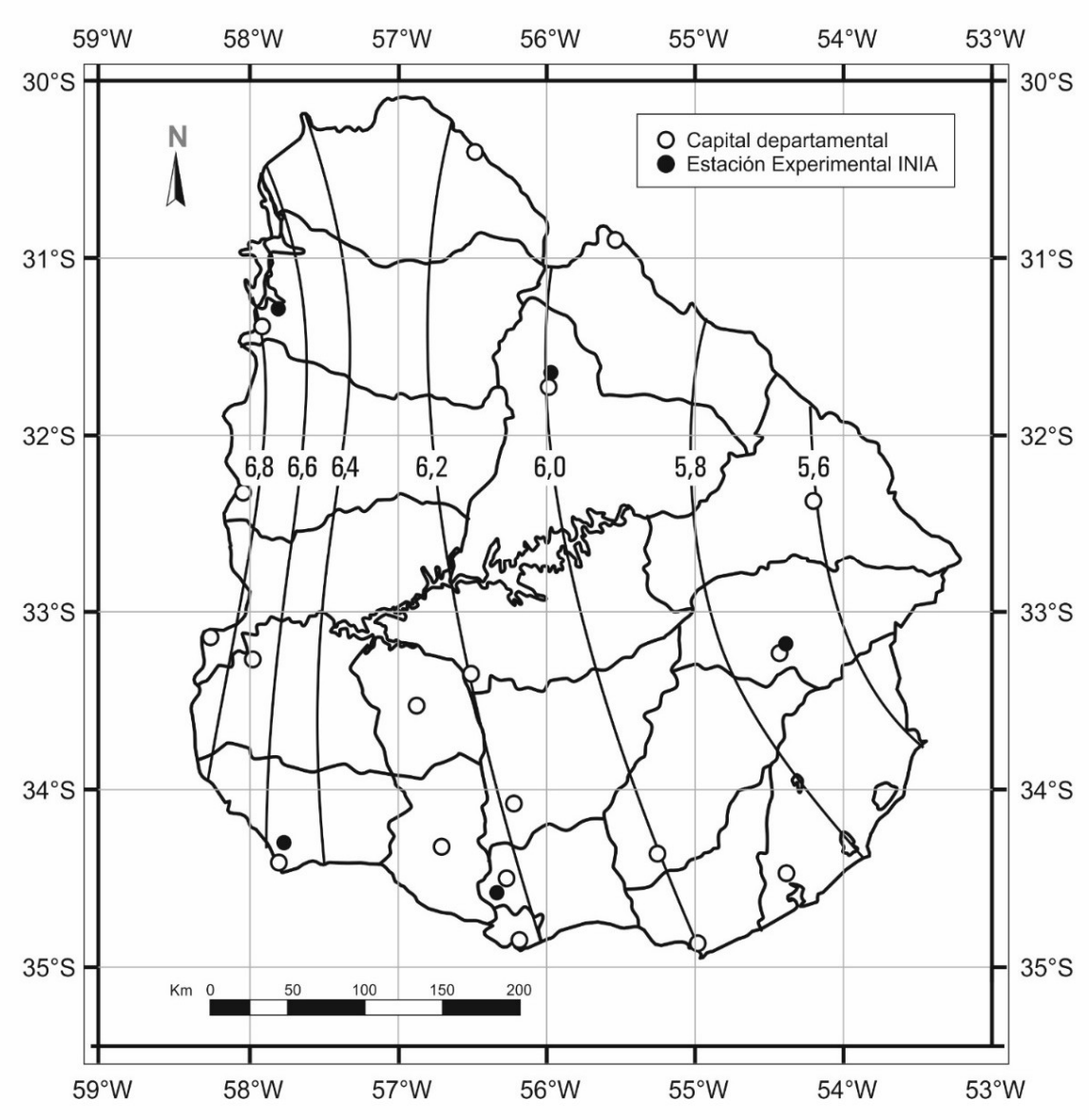
γ - cte psicrométrica del aire (KPa $ºC^{-1}$)

La Estanzuela, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	6,9	5,4	4,2	2,5	1,4	1,2	1,4	2,0	3,5	3,3	4,4	5,9
1981	5,5	5,3	3,7	2,1	1,6	0,9	1,0	2,0	2,9	3,7	4,2	6,1
1982	5,9	4,4	4,0	2,4	1,8	1,1	1,2	1,9	2,7	4,5	4,7	6,4
1983	6,0	5,1	4,2	2,5	1,4	0,8	0,9	1,3	2,4	3,7	4,2	5,7
1984	5,1	4,2	3,5	2,5	1,5	0,9	1,0	1,9	2,5	4,1	4,5	5,6
1985	6,3	5,6	4,1	2,3	1,5	0,9	1,1	1,4	2,2	3,0	4,5	5,3
1986	6,3	5,6	3,8	2,2	1,8	1,0	1,3	1,4	3,0	3,5	4,9	5,9
1987	6,3	5,6	4,1	2,5	1,5	1,8	1,2	1,5	2,7	3,4	4,8	5,4
1988	6,2	4,7	3,6	2,7	1,4	1,1	1,6	2,2	2,9	4,4	5,6	6,7
1989	7,5	5,9	3,7	2,5	1,8	0,8	1,3	2,0	2,6	3,8	5,0	5,9
1990	6,5	3,7	3,4	2,1	1,4	1,1	1,1	2,3	2,6	3,6	5,3	5,5
1991	5,6	5,0	4,2	2,1	1,2	0,7	1,0	1,7	2,7	3,2	4,4	4,7
1992	5,3	5,5	4,0	2,1	1,6	1,1	0,9	1,6	2,6	4,0	4,5	5,1
1993	6,1	4,7	3,9	2,5	1,2	0,9	1,0	1,7	2,3	3,2	4,0	5,7
1994	5,3	5,0	4,0	2,3	1,2	1,2	1,1	1,9	2,9	3,7	5,2	6,1
1995	6,0	4,8	4,0	2,3	1,1	1,0	1,0	1,4	2,7	3,6	4,6	6,4
1996	5,7	5,2	3,9	2,2	1,1	1,0	1,0	2,3	2,6	3,2	5,0	5,5
1997	6,1	5,1	3,9	3,0	1,7	1,0	1,6	1,9	2,4	3,3	4,3	4,7
1998	5,0	3,9	3,4	1,9	1,1	0,8	0,7	1,3	2,4	3,7	4,4	5,6
1999	5,2	4,6	3,5	2,1	1,4	0,9	1,0	2,1	2,8	3,7	5,3	6,1
2000	6,4	5,5	4,1	1,9	1,1	0,8	1,1	1,6	2,4	3,2	4,6	5,7
2001	5,5	5,0	3,2	2,4	1,1	0,8	1,1	1,7	2,5	2,6	4,7	5,3
2002	5,6	4,6	3,1	2,1	1,4	0,7	1,0	2,1	2,4	3,5	4,7	5,0
2003	6,1	4,0	3,5	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,8	4,1	4,6	5,7
2004	5,7	5,0	4,2	2,6	1,1	1,1	1,5	1,9	2,9	3,9	4,1	5,9
2005	6,4	4,6	3,5	2,3	1,6	0,9	1,1	1,6	2,5	3,7	5,9	6,2
2006	5,3	4,8	3,4	2,5	1,3	1,0	1,4	1,6	2,9	3,9	4,9	5,5
2007	5,4	4,9	3,1	2,3	1,3	0,9	1,2	1,5	2,6	3,5	4,9	6,3
2008	6,4	4,7	3,5	3,1	1,7	1,1	1,1	1,7	2,0	3,4	5,8	5,6
2009	6,2	4,9	3,6	2,6	1,5	0,9	1,0	2,1	2,1	3,8	4,0	4,9
2010	5,9	4,1	3,8	2,5	1,4	1,1	1,2	1,5	2,5	3,6	4,9	7,0
2011	6,2	5,4	4,4	2,7	1,5	1,2	1,1	1,6	3,3	3,4	5,4	5,4
2012	6,3	5,0	3,9	2,5	1,5	1,2	1,2	1,6	2,7	3,2	5,1	5,8
2013	6,2	5,1	3,5	2,5	1,4	0,9	1,3	2,2	2,6	3,7	4,7	6,8
2014	6,0	3,8	3,5	2,3	1,1	1,0	1,0	2,1	2,5	4,0	4,9	5,3
2015	5,3	4,9	3,8	3,2	1,6	1,4	1,1	1,8	2,5	3,3	4,6	5,9
2016	5,8	6,1	4,6	3,1	2,9	0,8	0,8	1,9	2,7	3,4	5,1	6,4
2017	5,7	4,2	3,3	2,2	1,0	0,9	1,0	1,4	2,0	3,4	4,8	5,9
2018	6,0	5,3	4,0	2,0	1,0	0,6	0,7	1,3	2,2	2,9	4,0	4,5
2019	4,4	4,4	2,9	2,2	1,2	1,0	1,0	1,7	2,9	3,4	5,2	6,0
2020	5,9	5,5	3,9	2,3	1,6	0,9	1,0	1,7	2,3	3,4	4,8	5,5

Datos ordenados de ETo (LE), en mm d^{-1} y probabilidad de no excedencia

Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2,38	4,4	3,7	2,9	1,9	1,0	0,6	0,7	1,3	2,0	2,6	4,0	4,5
4,76	5,0	3,8	3,1	1,9	1,0	0,7	0,7	1,3	2,0	2,9	4,0	4,7
7,14	5,1	3,9	3,1	2,0	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	4,0	4,7
9,52	5,2	4,0	3,2	2,1	1,1	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,1	4,9
11,90	5,3	4,1	3,3	2,1	1,1	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,2	5,0
14,29	5,3	4,2	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,4	2,3	3,2	4,2	5,1
16,67	5,3	4,2	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,4	2,3	3,2	4,3	5,3
19,05	5,3	4,4	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,5	2,4	3,2	4,4	5,3
21,43	5,4	4,4	3,5	2,1	1,1	0,8	1,0	1,5	2,4	3,3	4,4	5,3
23,81	5,5	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,5	2,4	3,3	4,4	5,4
26,19	5,5	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,4	3,3	4,5	5,4
28,57	5,6	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,4	3,4	4,5	5,5
30,95	5,6	4,7	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,5	5,5
33,33	5,7	4,7	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,5
35,71	5,7	4,7	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,5
38,10	5,7	4,8	3,6	2,3	1,4	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,6
40,48	5,8	4,8	3,6	2,3	1,4	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,6	5,6
42,86	5,9	4,9	3,7	2,3	1,4	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,7	5,6
45,24	5,9	4,9	3,7	2,3	1,4	0,9	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
47,62	5,9	4,9	3,8	2,3	1,4	0,9	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
50,00	6,0	5,0	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
52,38	6,0	5,0	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,7	2,6	3,6	4,8	5,7
54,76	6,0	5,0	3,9	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,6	3,6	4,8	5,8
57,14	6,0	5,0	3,9	2,5	1,4	1,0	1,1	1,8	2,6	3,6	4,8	5,9
59,52	6,1	5,0	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
61,90	6,1	5,1	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
64,29	6,1	5,1	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
66,67	6,2	5,1	4,0	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
69,05	6,2	5,2	4,0	2,5	1,5	1,1	1,2	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
71,43	6,2	5,3	4,0	2,5	1,5	1,1	1,2	1,9	2,7	3,7	5,0	6,0
73,81	6,2	5,3	4,0	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,8	3,7	5,0	6,1
76,19	6,3	5,4	4,0	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,8	3,8	5,1	6,1
78,57	6,3	5,4	4,1	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,9	3,8	5,1	6,1
80,95	6,3	5,5	4,1	2,6	1,6	1,1	1,3	2,1	2,9	3,9	5,2	6,2
83,33	6,3	5,5	4,1	2,6	1,6	1,1	1,3	2,1	2,9	3,9	5,2	6,3
85,71	6,4	5,5	4,2	2,7	1,7	1,2	1,3	2,1	2,9	4,0	5,3	6,4
88,10	6,4	5,6	4,2	2,7	1,7	1,2	1,4	2,1	2,9	4,0	5,3	6,4
90,48	6,4	5,6	4,2	3,0	1,8	1,2	1,4	2,2	2,9	4,1	5,4	6,4
92,86	6,5	5,6	4,2	3,1	1,8	1,2	1,5	2,2	3,0	4,1	5,6	6,7
95,24	6,9	5,9	4,4	3,1	1,8	1,4	1,6	2,3	3,3	4,4	5,8	6,8
97,62	7,5	6,1	4,6	3,2	2,9	1,8	1,6	2,3	3,5	4,5	5,9	7,0
Prom	**5,9**	**4,9**	**3,7**	**2,4**	**1,4**	**1,0**	**1,1**	**1,8**	**2,6**	**3,6**	**4,8**	**5,7**



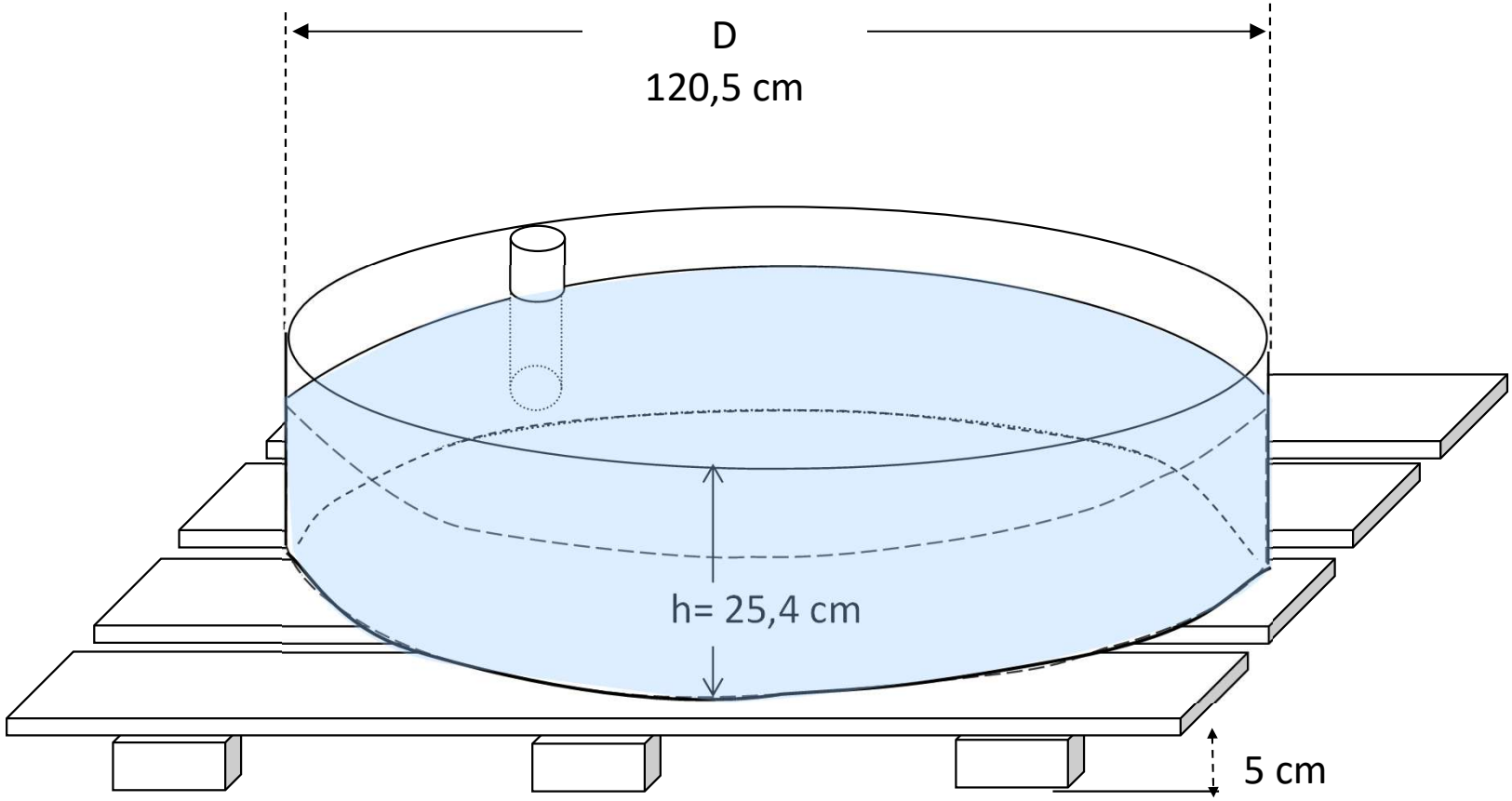
García Petillo, M.; Puppo, L. 2015

ETo para diseño de equipos de riego

Mapa de isolíneas para **enero**, con valores promedios para períodos de 10 días, con 80% de probabilidad de no excedencia.

Tanque evaporímetro clase “A”

$$ETo_{(mm/día)} = Eo_{(mm/día)} \times K_{tan}$$



Coeficientes (Ktan) para estimación de ETo Penman-Monteith

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Año
Las Brujas	0.71	0.72	0.71	0.73	0.65	0.62	0.58	0.63	0.65	0.68	0.72	0.71	0.68
La Estanzuela	0.58	0.61	0.62	0.63	0.62	0.59	0.56	0.58	0.59	0.60	0.59	0.57	0.60
Salto	0.67	0.72	0.73	0.75	0.70	0.66	0.63	0.66	0.67	0.68	0.68	0.68	0.69
Tacuarembó	0.74	0.73	0.75	0.73	0.73	0.62	0.59	0.66	0.68	0.70	0.71	0.71	0.70
T y Tres	0.68	0.73	0.70	0.73	0.71	0.67	0.63	0.65	0.69	0.68	0.68	0.66	0.68

Fuente: Puppo, L. y García Petillo, M. 2009

Evaporación de Tanque "A": Promedio diario en milímetros y décimos.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Las Brujas	7.7	6.2	4.9	3.3	2.2	1.6	1.8	2.3	3.5	4.7	6.0	7.4
La Estanzuela	9.0	7.3	5.7	3.8	2.6	2.0	2.2	3.0	4.1	5.3	6.9	8.7
Salto	8.5	6.9	5.5	3.4	2.4	1.9	2.3	3.1	4.2	5.4	6.9	7.9
Tacuarembó	7.0	5.9	4.8	3.2	2.1	1.8	2.2	2.8	3.6	4.7	6.0	6.9
T y Tres	7.2	5.8	5.3	3.1	2.0	1.5	1.7	2.8	3.2	4.5	5.9	7.0

Fuente: INIA; elaboración Ing. Agr. Lucía Puppo

2) Corrección por el coeficiente del cultivo (Kc)

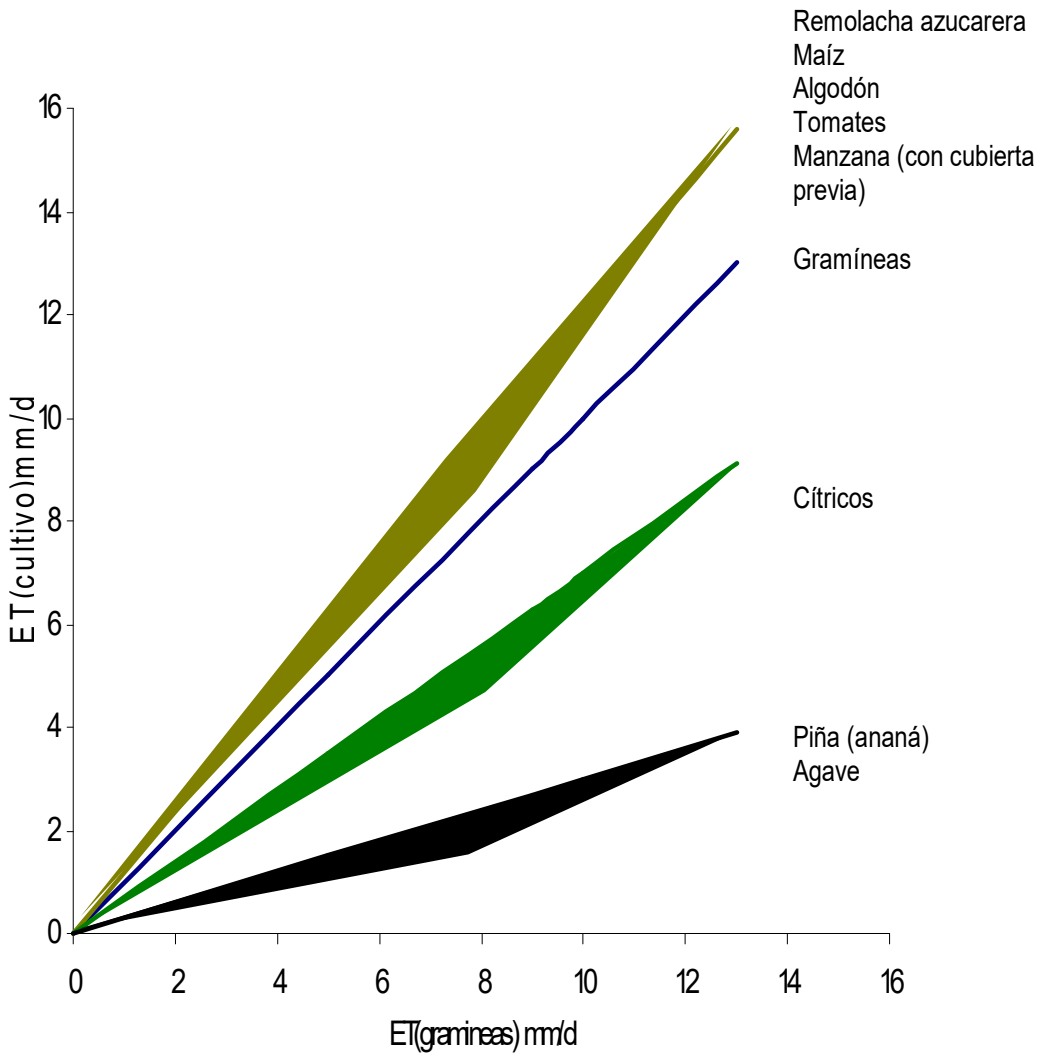
$$ETc = ETo \times Kc$$

Kc = coeficiente del cultivo

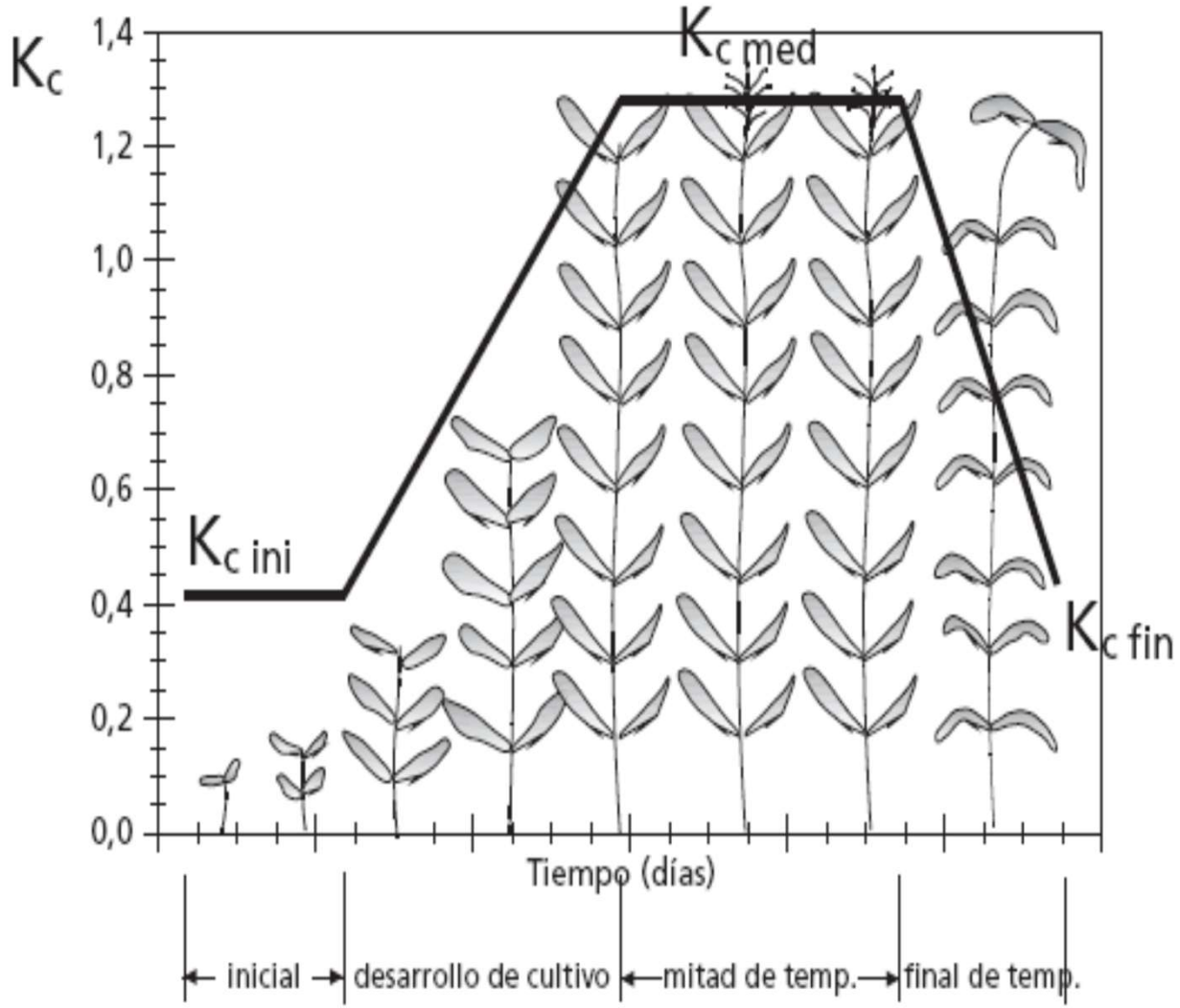
Factores que influyen sobre el Kc

- Características del cultivo
- Fecha de plantación
- Condiciones climáticas
- Frecuencias de lluvias o riegos en la fase inicial

ETc en comparación con la ETo



Cultivos anuales



Coeficiente de cultivo (Kc)
Anuales y forrajeros

Se sacan de tabla de FAO (Tomo Nº 56 de la Serie de Riego y Drenaje)

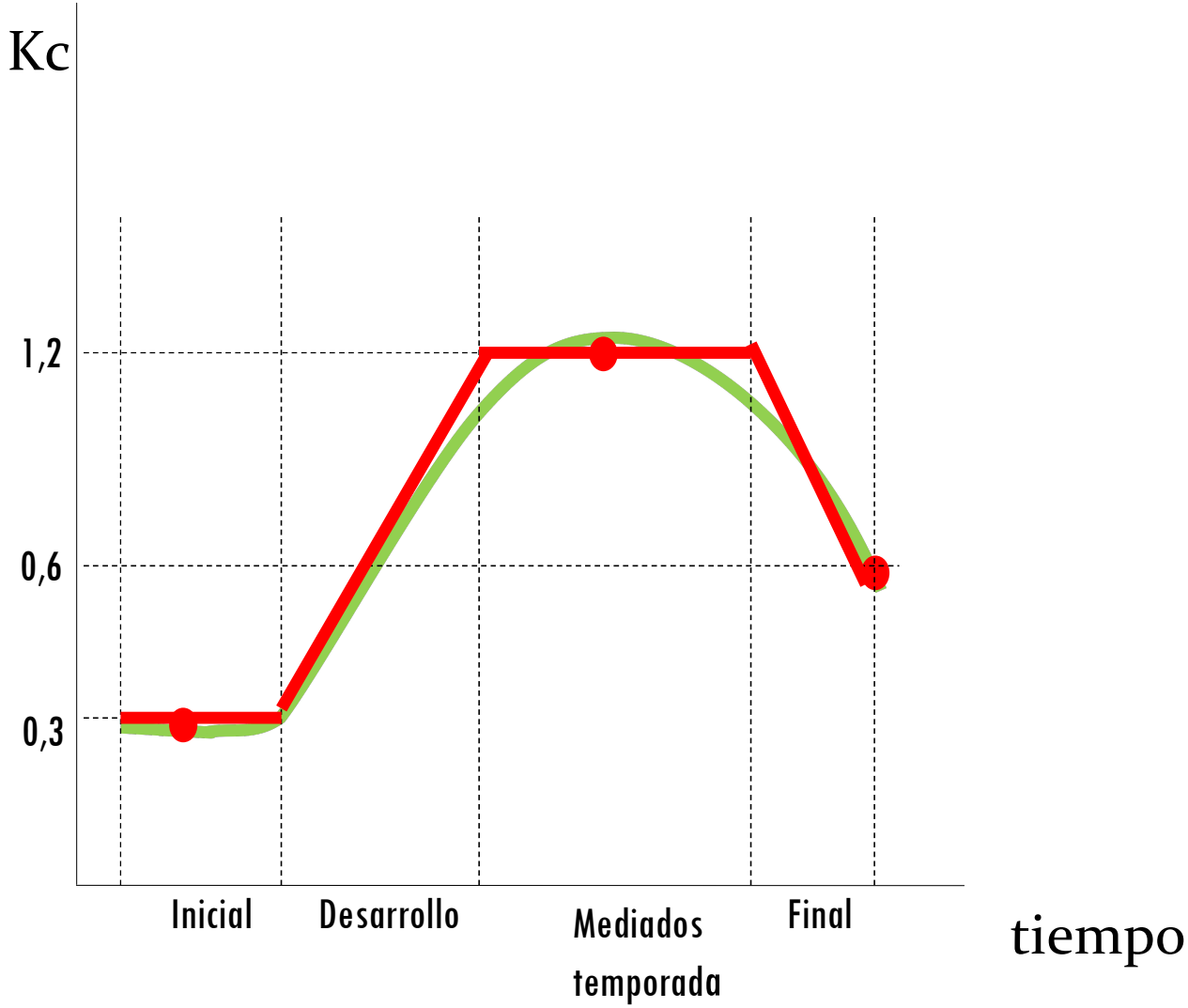
Cultivo		Kc ini	Kc med	Kc fin
Maíz	grano	0.3	1.20	0.35
Maíz	silo	0.3	1.20	0.60
Sorgo	grano	0.3	1.10	0.55
Soja	grano	0.4	1.15	0.50
Sudan Grass	promedio de cortes	0.5	0.90	0.85
Sudan Grass	para cada corte	0.5	1.15	1.10
Alfalfa	promedio de cortes	0.4	0.95	0.90
Alfalfa	para cada corte	0.4	1.20	1.15
Trébol	promedio de cortes	0.4	0.90	0.85

Coeficiente de cultivo (Kc) Anuales

Se sacan de tabla de FAO (Tomo Nº 56 de la Serie de Riego y Drenaje)

Cultivo		Kc ini	Kc med	Kc fin
Maíz	grano	0,3	1,2	0,35
Maíz	silo	0,3	1,2	0,6
Maíz dulce	cons. humano	0,3	1,15	1,05
Maíz dulce	grano	0,3	1,15	0,35

Se construye la curva del Kc

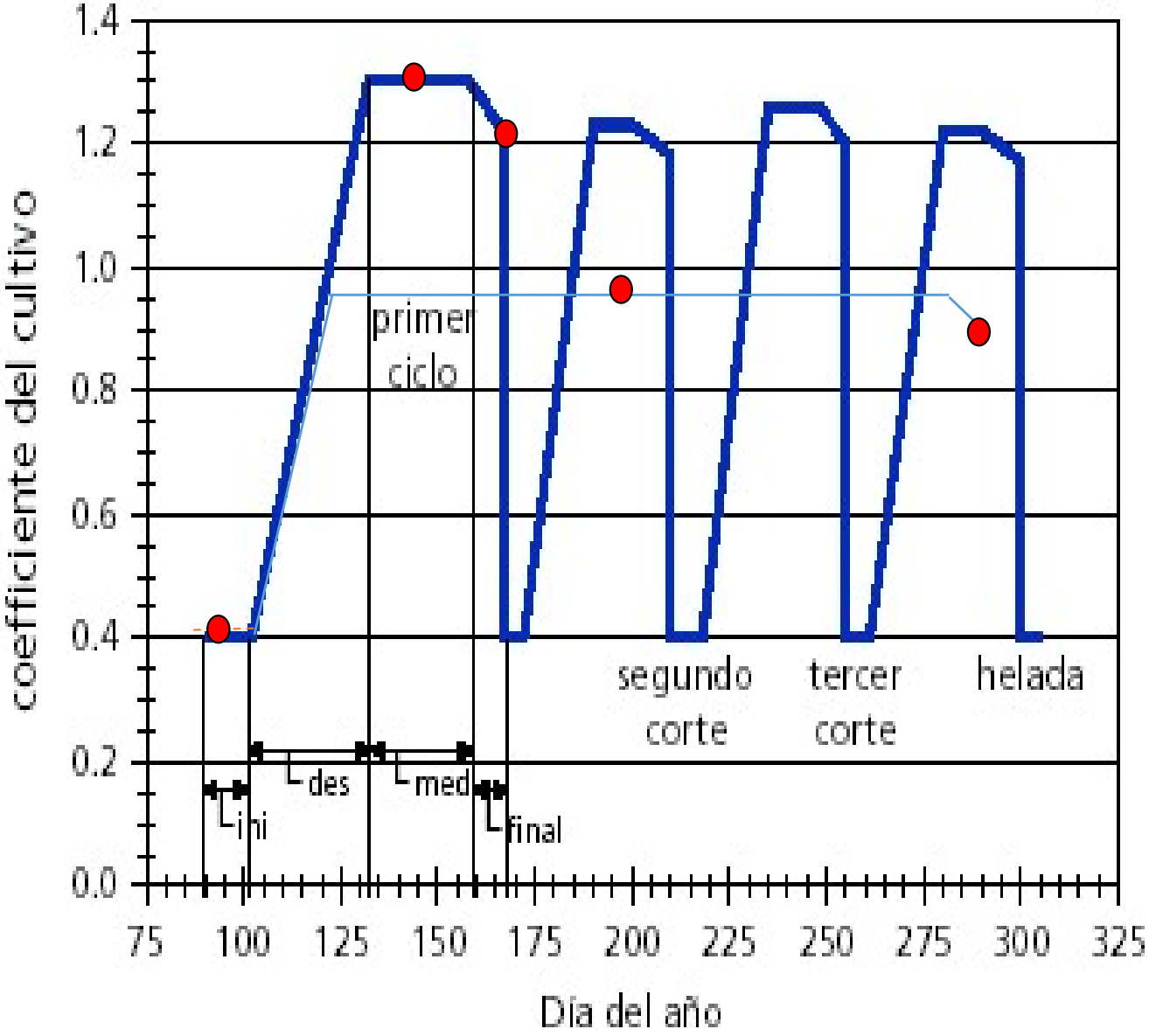


Coeficiente de cultivo (Kc)
Anuales y forrajeros

Se sacan de tabla de FAO (Tomo Nº 56 de la Serie de Riego y Drenaje)

Cultivo		Kc ini	Kc med	Kc fin
Maíz	grano	0.3	1.20	0.35
Maíz	silo	0.3	1.20	0.60
Sorgo	grano	0.3	1.10	0.55
Soja	grano	0.4	1.15	0.50
Sudan Grass	promedio de cortes	0.5	0.90	0.85
Sudan Grass	para cada corte	0.5	1.15	1.10
Alfalfa	promedio de cortes	0.4	0.95	0.90
Alfalfa	para cada corte	0.4	1.20	1.15
Trébol	promedio de cortes	0.4	0.90	0.85

Cultivos forrajeros



Coeficiente de cultivo (Kc) hortícolas

Se sacan de tabla de FAO (Tomo Nº 56 de la Serie de Riego y Drenaje)

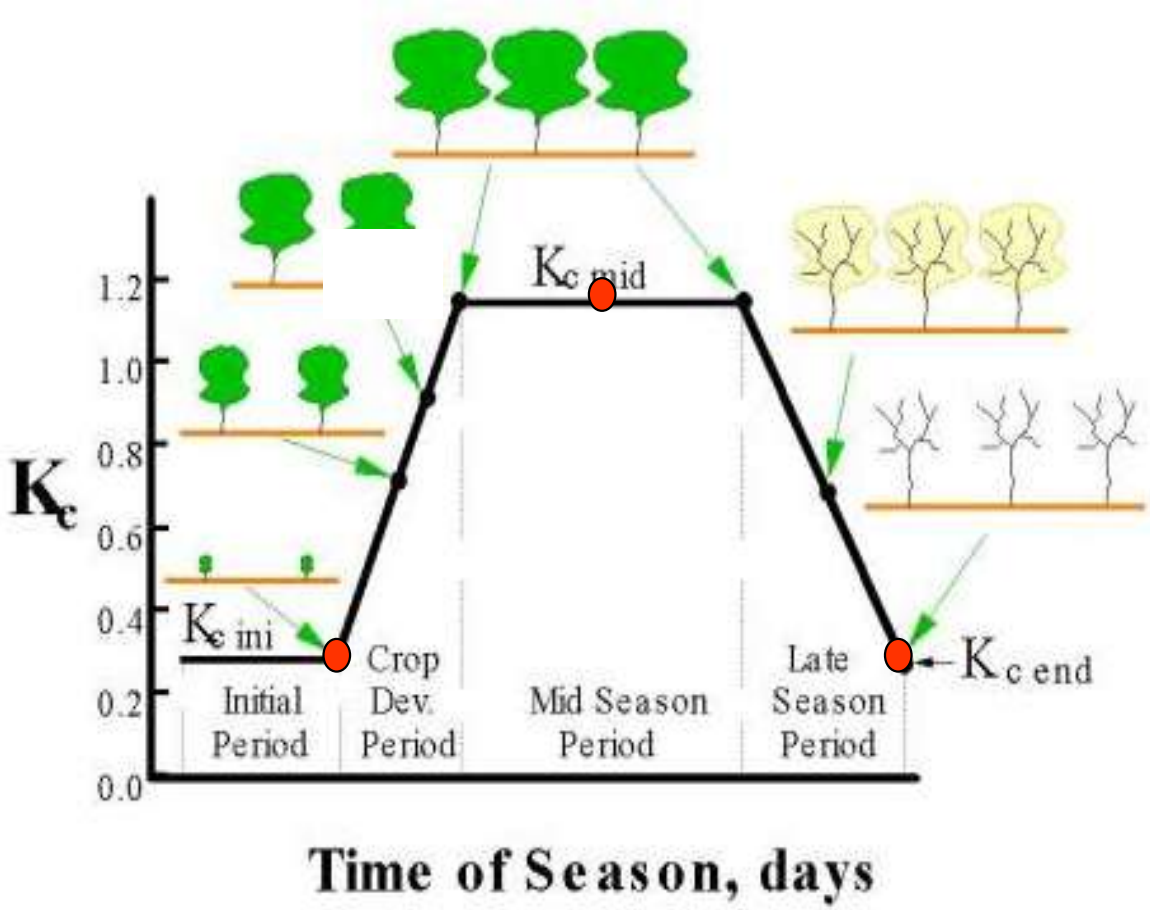
Cultivo		Kc ini	Kc med	Kc fin
Hortalizas pequeñas				
Lechuga		0,70	1,00	0,95
Cebolla	seca	0,70	1,05	0,75
Cebolla	verde	0,70	1,00	1,00
Hortalizas solanáceas				
Tomate		0,60	1,15	0,70-0,90
Raíces y tubérculos				
Papa	Ciclo largo (otoño c/quema?)	0,50	1,15	0,40 (*)
Papa	Ciclo corto primavera	0,50	1,15	0,75

Frutales de hoja caduca y perennes

Cultivo		Kc ini	Kc med	Kc fin
Manzano, Peral	Adaptado de FAO	0,95	0,95	0,75
Duraznero	Tesis Maestria L.Puppo	0,95	1,10	0,65
Citrus	Tesis doctorado M. García (*)	0,95	0,70	0,95
Olivo	Adaptado de FAO	0,70	0,70	0,70

De la tabla de FAO se toman los valores correspondientes a entrefila sin empastar y sin heladas. Para esta adaptación se tuvo en cuenta que el riego es localizado (se moja sólo la fila de árboles) y de alta frecuencia (incide en el valor del Kc de la fase inicial).
(*) adaptado

Frutales de hoja caduca



Si el método de riego es de alta frecuencia el Kc inicial se debe determinar a partir de este diagrama

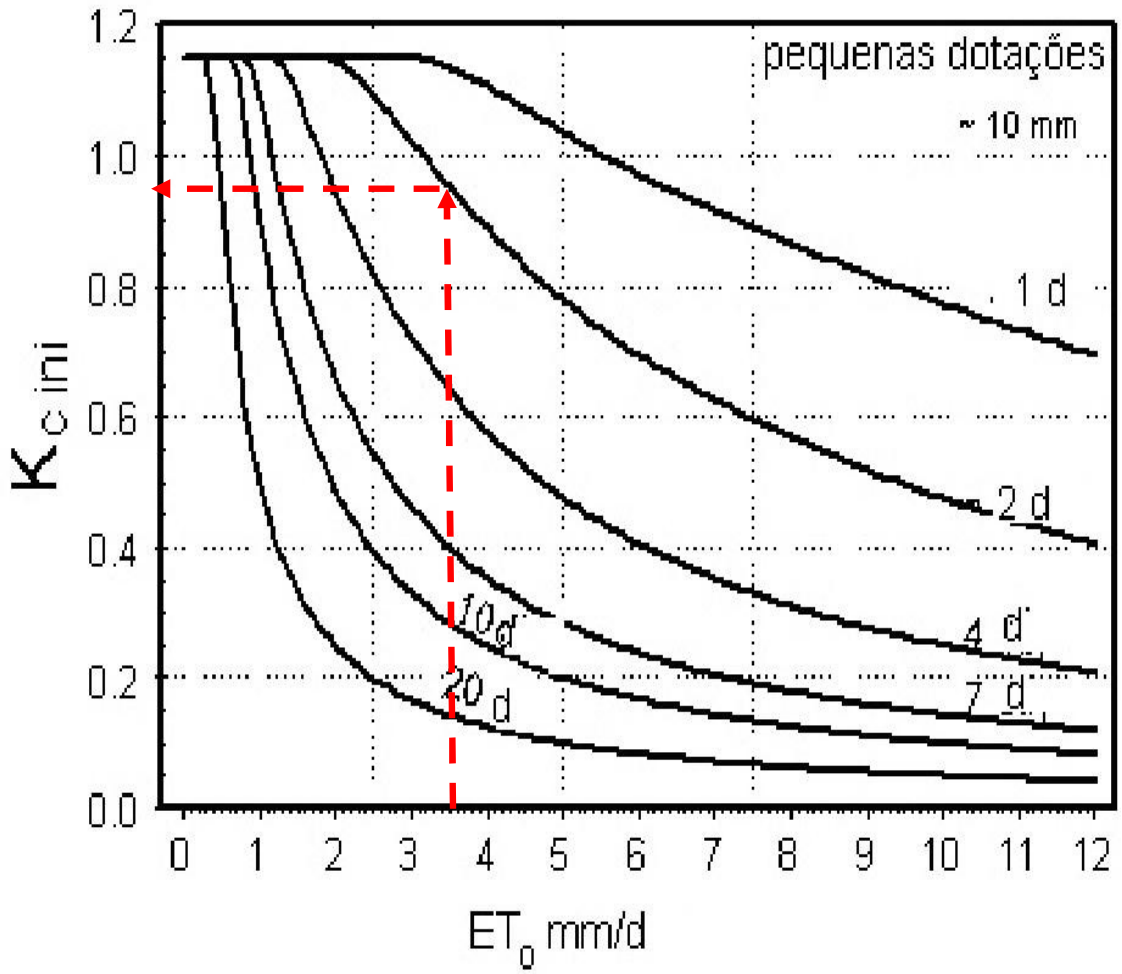
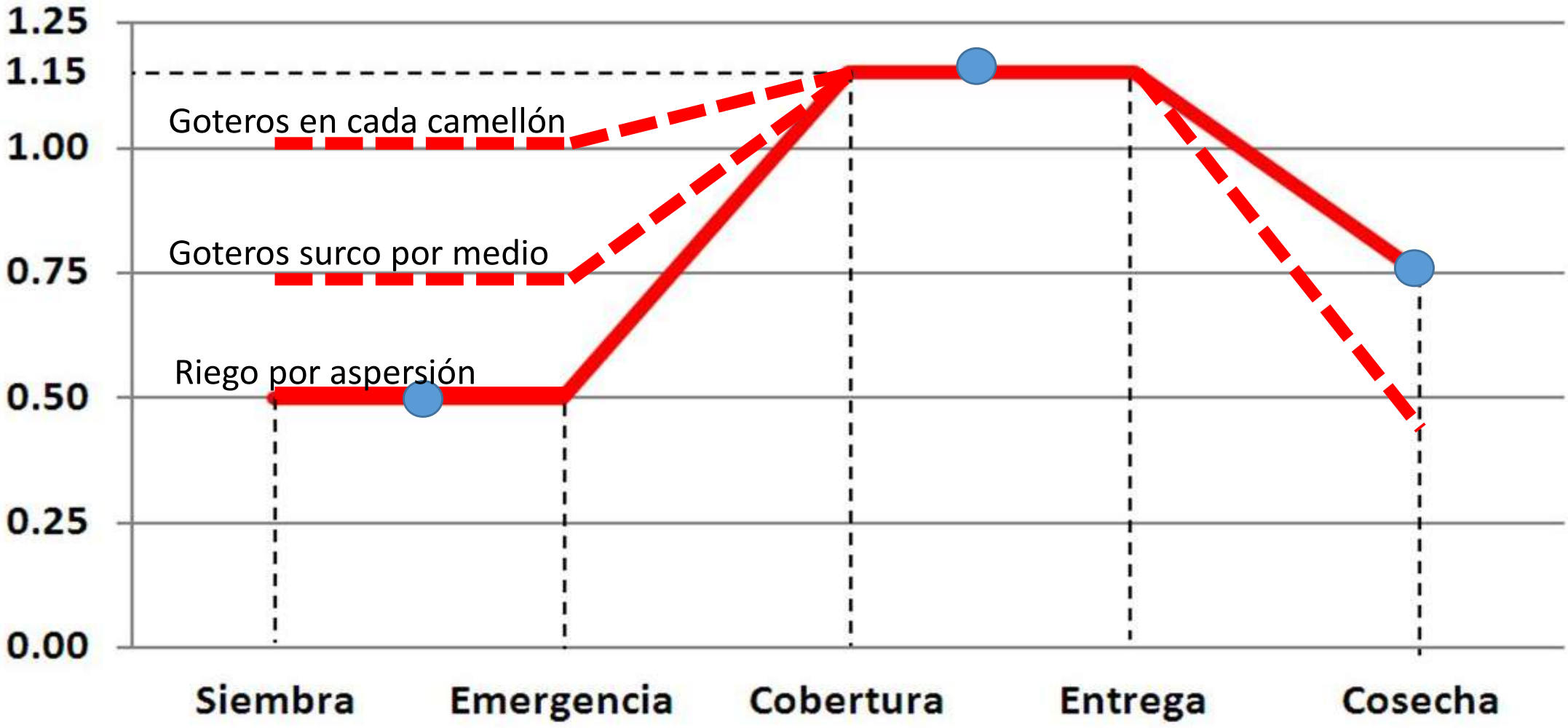


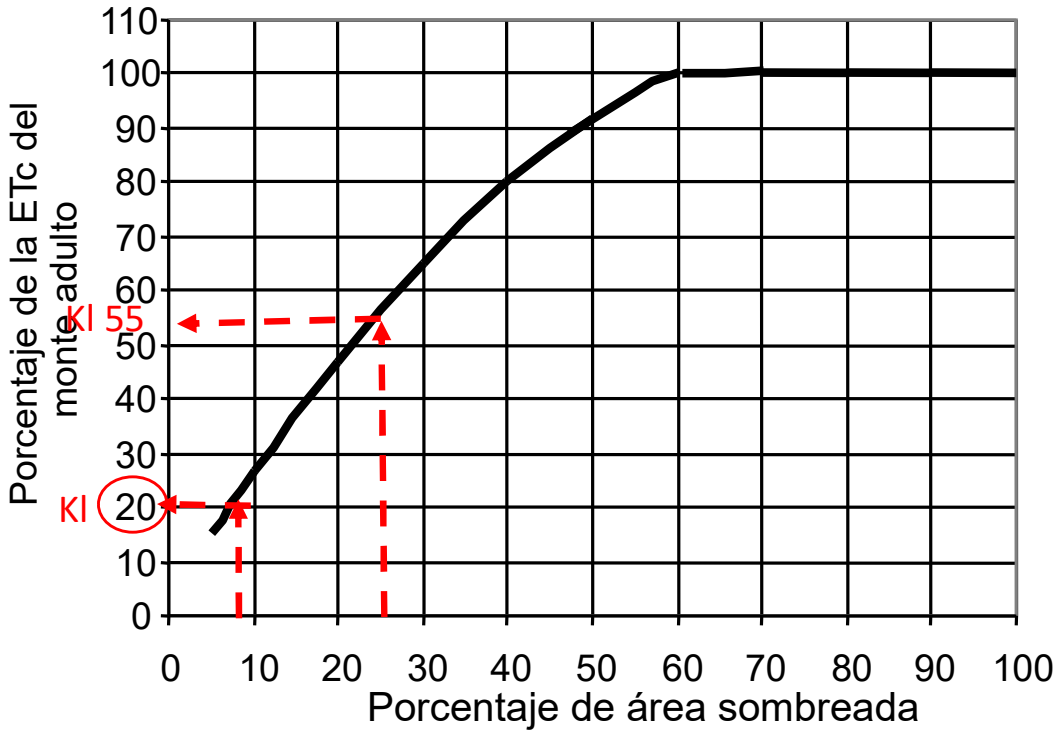
Diagrama para el cálculo de $K_{c\ ini}$ en función del intervalo entre humedecimientos del suelo (días) y de la ET de referencia, para pequeñas láminas de agua infiltradas (de 3 a10 mm)

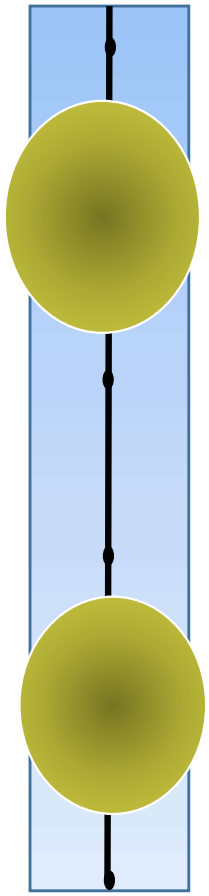
Kc papa - FAO - Allen et al., 1998



En frutales jóvenes con riego localizado, para calcular las horas de riego se debe corregir por el coeficiente de localización.

ETc = ETo x Kc x Kl





Ejemplo, riego de un emisor por planta:

Marco de plantación 2,5 x 4

Área copa= $0,5^2$ x 3,14= 0,8 m^2

Copa/marco x100 = 8 %

Ejemplo, riego con goteros equidistantes en la tubería:

Área copa= 0,5 x 2 x 2,5= 2,5 m^2

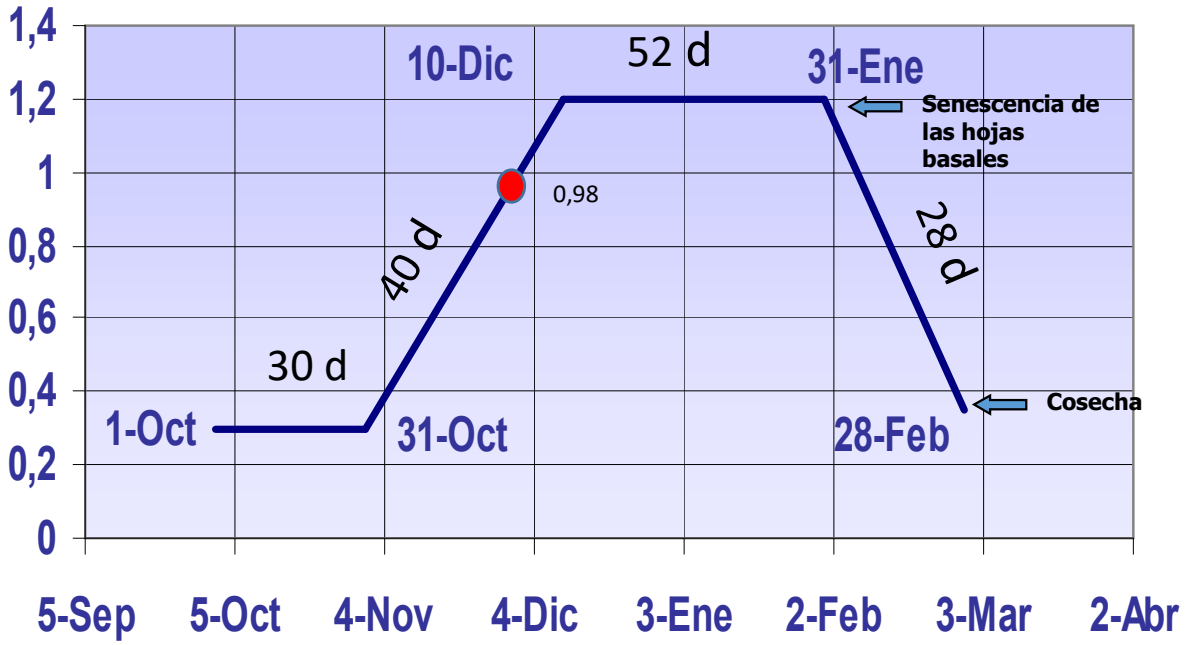
Copa/marco x100 = 25 %

En lugar de ingresar con el % de área sombreada se ingresa con el % de área sombreada + el ancho de la banda mojada

Ejemplo:

Cultivo: Maíz
Localidad: La Estanzuela
Siembra: 1º de octubre **Cosecha:** 1º de marzo
Duración de las fases: 30/40/52/28
Total:150 días

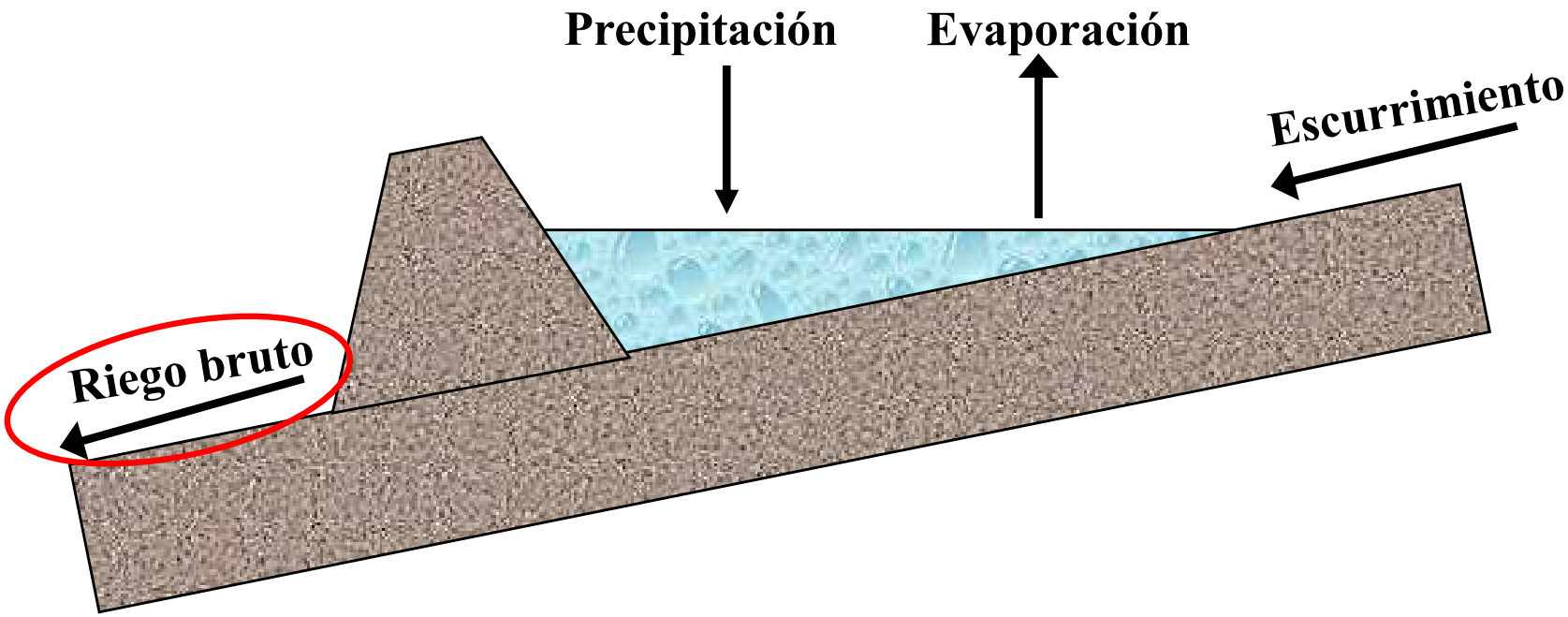
Valores de tabla (Tomo 56, FAO):
Kc inicial: 0,30 **Kc máx: 1,20** **Kc final: 0,35**



	oct	nov	dic	ene	feb	total
ETo (mm/mes)	111,6	144,0	176,7	182,9	137,2	
Kc	0,30	0,64	1,16	1,20	0,78	
ETc (mm/mes)	33,5	92,2	205,0	219,5	107,0	657

A)Para dimensionar la fuente (tajamar o represa):

1) Para definir el volumen útil a embalsar se debe contar con el relevamiento topográfico de la zona del lago y realizar un balance de entradas y salidas, en m^3, con paso mensual, para una serie histórica de datos.



A) Para dimensionar la fuente (tajamar o represa):

2) Si se pretende 100% de seguridad de que el volumen correspondiente a la ETc esté previsto en la represa, no se consideran las lluvias.
Entonces, Riego bruto m^3=ETc x 10 x nº ha/ef. riego. Represa más grande

3) Dado que la ETc total será cubierta en parte por lluvia y en parte por riego, en un cálculo más ajustado, Riego bruto m^3=(ETc-Pp_{efcorr}) x 10 x nº ha/ef riego.

Riego neto (mm) = ETc – Pp_{efcorr} (por método de FAO 24 o por modelo WinIsareg)

Riego bruto m^3/ha = Riego neto (mm) x 10 / eficiencia riego
Riego bruto m^3= Riego bruto m^3/ha x nº ha

Riego neto

$$NRN = ETc - Pp_{efcorr}$$

NRN= nec. riego neto; ETc= evapotranspiración; Pp_{efcorr}= precipitación efectiva correg.

Se estima por:

- El modelo WinIsareg, permite realizar un balance hídrico con paso diario. Utilizando las series amplias de datos diarios de ETo y Precipitación para las 5 estaciones del INIA.
- Método de USDA, 1969 (Serie de riego y drenaje N°24, Doorenbos y Pruitt, 1977), con datos de Precipitación y ETc mensuales.

Necesidades netas RIEGO WinIsareg

Datos INIA La Estanzuela

Período – 1980 – 2010 (31 años)

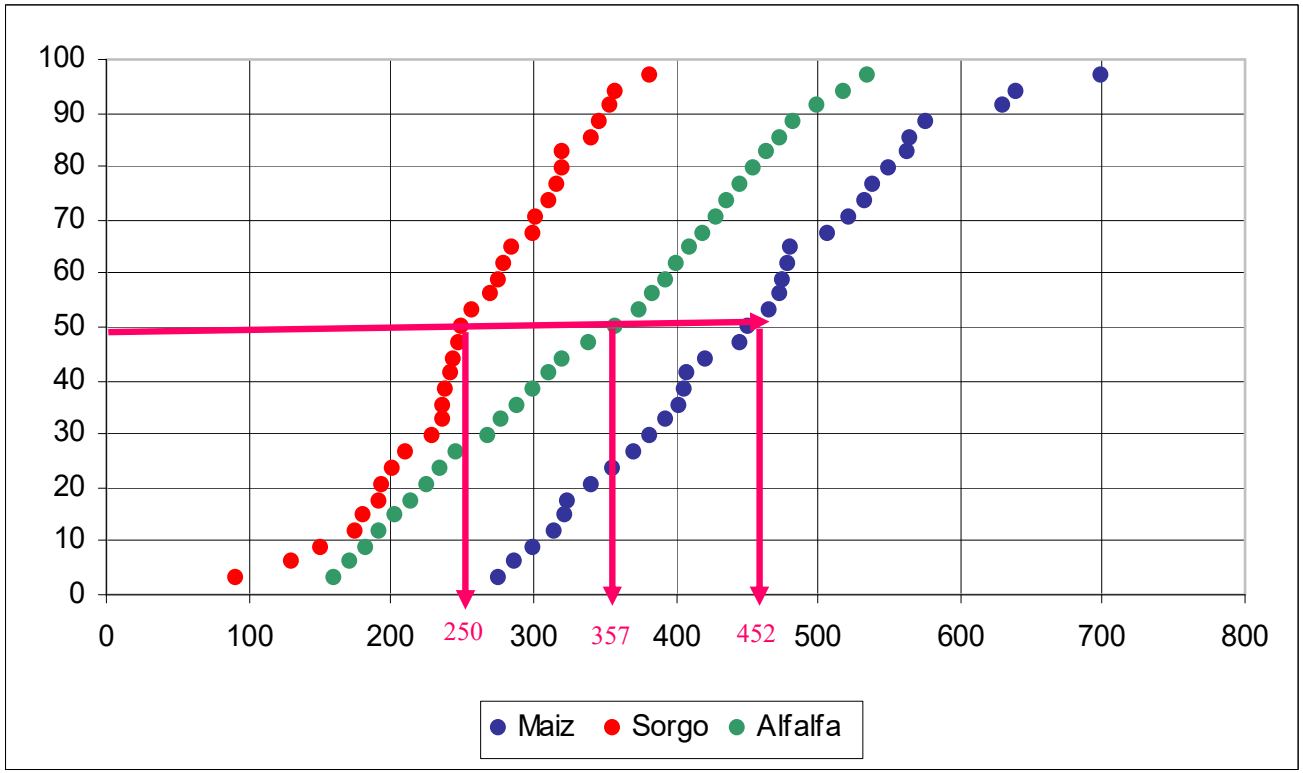
Datos - Diarios

Variables – ETo y lluvias

Cultivos del ejemplo – Maíz, Sorgo y Alfalfa

Suelo – Brunosol Eu. Típ.

Salida de resultados (riego neto) del modelo, WinIsareg



mm x 10 = m^3/ha

4520 m^3 netos/ha (maíz)

3570 m^3 netos/ha (alfalfa)

2500 m^3 netos/ha (sorgo)

Necesidades netas RIEGO en frutales WinIsareg

Datos INIA Las Brujas

Período – 1978 – 2010 (33 años)

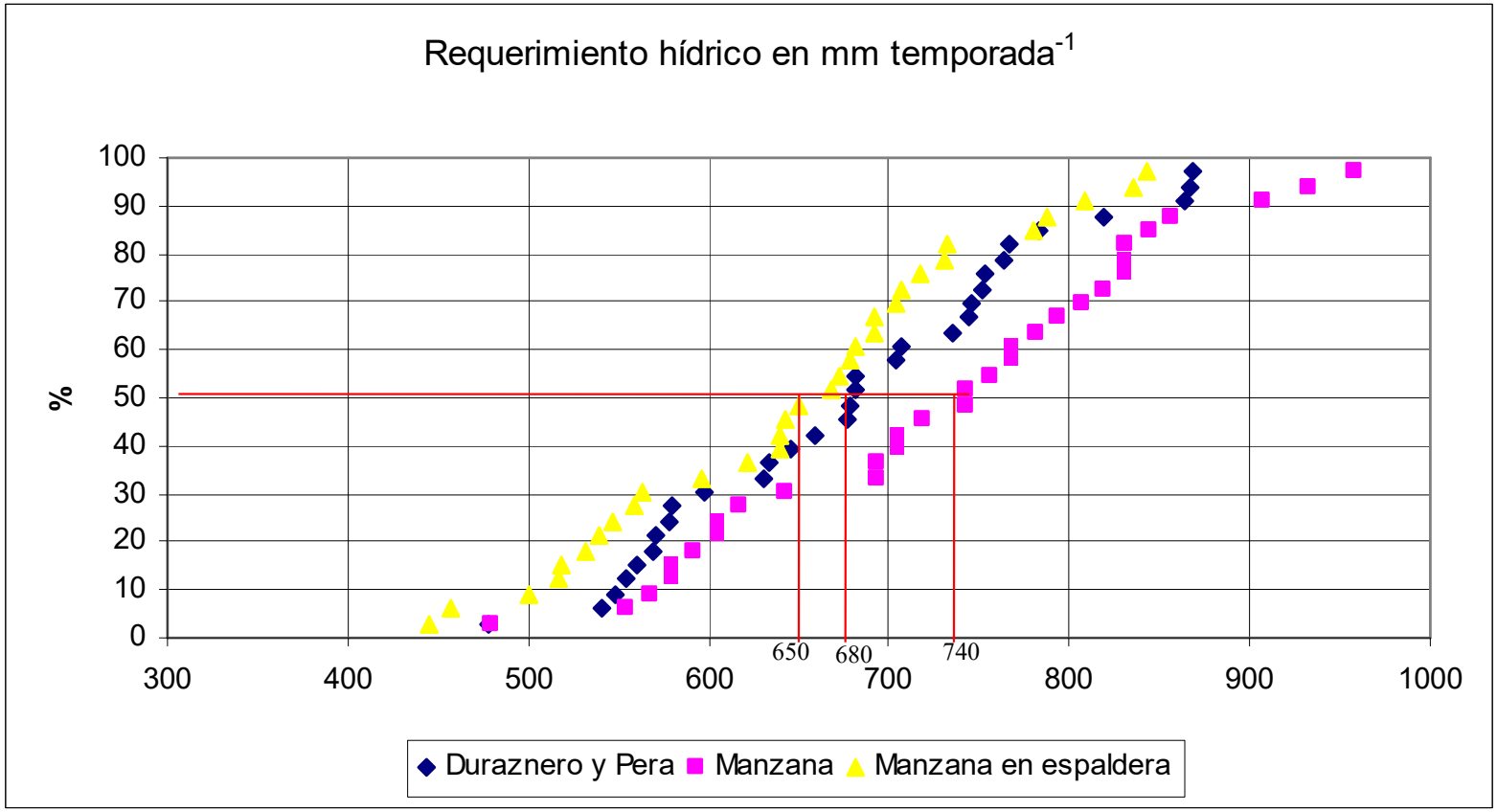
Datos - Diarios

Variables – ETo y lluvias

Cultivos del ejemplo – Manzana, duraznero y pera

Suelo – Brunosol Eu. Típ.

Haciendo un balance hídrico con una serie de 33 años de datos climáticos para el sur del país



6500 m³ netos/ha

6800 m³ netos/ha

7400 m³ netos/ha

7650 m³ brutos/ha para manzana en espaldera

8000 m³ brutos/ha para duraznero y pera

8700 m³ brutos/ha para manzana tradicional

Necesidades netas RIEGO
Método de USDA, 1969 (FAO Serie de Riego y Drenaje Nº 24)

Datos de:

LLuvias

ETo y ETc para la zona del proyecto

Evolución de la LN

Precipitación La Estanzuela, en mm mes^{-1}. Datos ordenados y probabilidad acumulada de obtener al menos ese registro

	Ene	Feb	Oct	Nov	Dic	prob.	Ene	Feb	Oct	Nov	Dic
1980	48	50	117	149	115	2,38	212	301	383	401	257
1981	164	72	46	128	184	4,76	201	299	274	229	251
1982	59	115	87	28	18	7,14	196	298	269	221	243
1983	46	111	126	154	78	9,52	180	284	263	173	199
1984	115	284	155	93	32	11,90	176	241	219	168	185
1985	48	63	139	173	45	14,29	164	237	190	159	184
1986	97	39	169	229	45	16,67	164	198	188	159	182
1987	42	108	103	74	118	19,05	153	180	171	154	174
1988	133	83	171	104	39	21,43	150	177	171	149	154
1989	43	51	45	128	182	23,81	147	156	169	149	150
1990	143	299	84	168	90	26,19	147	150	155	147	128
1991	126	40	151	159	174	28,57	143	145	151	144	118
1992	53	37	71	51	58	30,95	133	121	139	128	115
1993	176	237	274	401	251	33,33	126	115	138	128	114
1994	42	53	129	47	104	35,71	122	111	129	122	112
1995	81	91	100	144	14	38,10	115	111	126	117	109
1996	86	150	65	110	74	40,48	110	108	124	113	109
1997	147	54	116	71	243	42,86	97	106	124	111	107
1998	71	73	30	111	150	45,24	95	97	122	110	104
1999	95	177	14	24	58	47,62	92	91	117	104	99
2000	35	51	138	117	73	50,00	86	89	116	104	90
2001	180	106	269	147	114	52,38	84	83	103	99	84
2002	84	97	50	122	185	54,76	81	81	100	93	82
2003	56	198	57	149	109	57,14	77	77	92	85	78
2004	164	29	124	85	31	59,52	76	76	87	79	74
2005	212	21	51	29	44	61,90	71	73	84	77	73
2006	201	156	171	50	199	64,29	65	72	84	74	63
2007	65	111	188	33	29	66,67	59	70	71	71	60
2008	110	40	47	35	109	69,05	56	63	65	66	58
2009	28	241	263	159	107	71,43	53	54	61	61	58
2010	92	298	43	25	24	73,81	48	53	57	51	45
2011	76	81	61	66	60	76,19	48	51	51	50	45
2012	38	180	219	77	257	78,57	48	51	50	47	44
2013	48	89	32	99	11	80,95	46	50	47	43	39
2014	196	301	383	221	99	83,33	43	40	46	35	32
2015	150	25	84	113	84	85,71	42	40	45	33	31
2016	42	145	124	104	112	88,10	42	39	43	31	29
2017	122	77	122	61	128	90,48	42	37	32	29	24
2018	153	76	31	79	154	92,86	38	29	31	28	18
2019	147	121	190	43	82	95,24	35	25	30	25	14
2020	77	70	92	31	63	97,62	28	21	14	24	11

Lluvia efectiva mensual, en su relación con la ETc mensual media y lluvia mensual media (Datos tomados de USDA, Soil Cons. Serv., 1969) FAO 24.

116

Lluvia mensual medias (mm)		12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	112.5	125	137.5	150	162.5	175	187.5	200
Etc Mensual (mm/mes)	25	8	16	24						25	25						
33	50	8	17	25	32	39	46			50	50						
	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69							
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100			
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	98	107	116	120	
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127	133
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142	150
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150	159
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167

Lám. Neta(mm)	20	25	37.5	50	62.5	75	100	125	150	175	200
Factor	0.73	0.77	0.86	0.93	0.97	1	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08

Pp ef. = 2.655918 + 0.568583 * Pp – 0.000715 *(Pp)^2 – 0.033283 * ETc + 0.000137 * (ETc)^2 + 0.001570 * (ETc * Pp) **R^2=0.9996**

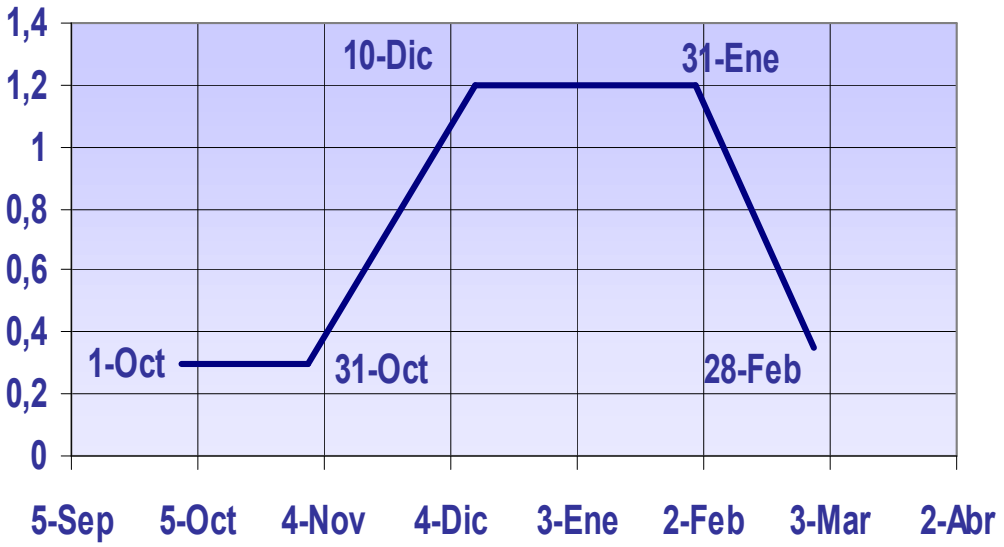
Factor = 0.145 ln(LN) + 0.3403

A) Para dimensionar la fuente (tajamar o represa)

Cálculo de RN con precipitaciones efectivas corregidas, para métodos de riego con reposición de láminas

	oct	nov	dic	ene	feb
ETo (mm/mes)	111,6	144,0	176,7	182,9	137,2
Kc	0,30	0,64	1,16	1,20	0,78
ETc (mm/mes)	33,5	92,2	205,0	219,5	107,0
Pp (mm/mes)	116	104	90	86	89
Ppef (mm/mes)	64	67	76	75	61
LN (mm)	21	40x0,64/1,2 = 21	40x1,16/1,2 =39	40	40
Fact. de correc.	0,78	0,78	0,87	0,88	0,88
Pp ef corr. (mm/mes)	33,5	52	66	66	54
RN (mm/mes)	0	40,2	139	153,6	53

B) Para dimensionar el equipo. Caudal de riego



	oct	nov	dic	ene	feb	total
ETo mm/mes	111,6	144,0	176,7	182,9	137,2	
Kc	0,30	0,64	1,16	1,20	0,78	
ETc mm/mes	33,5	92,2	205	219,5	107,0	657
ETc mm/día	1,1	3,1	6,7	7,1	3,8	

B) Para dimensionar el equipo. Caudal de riego

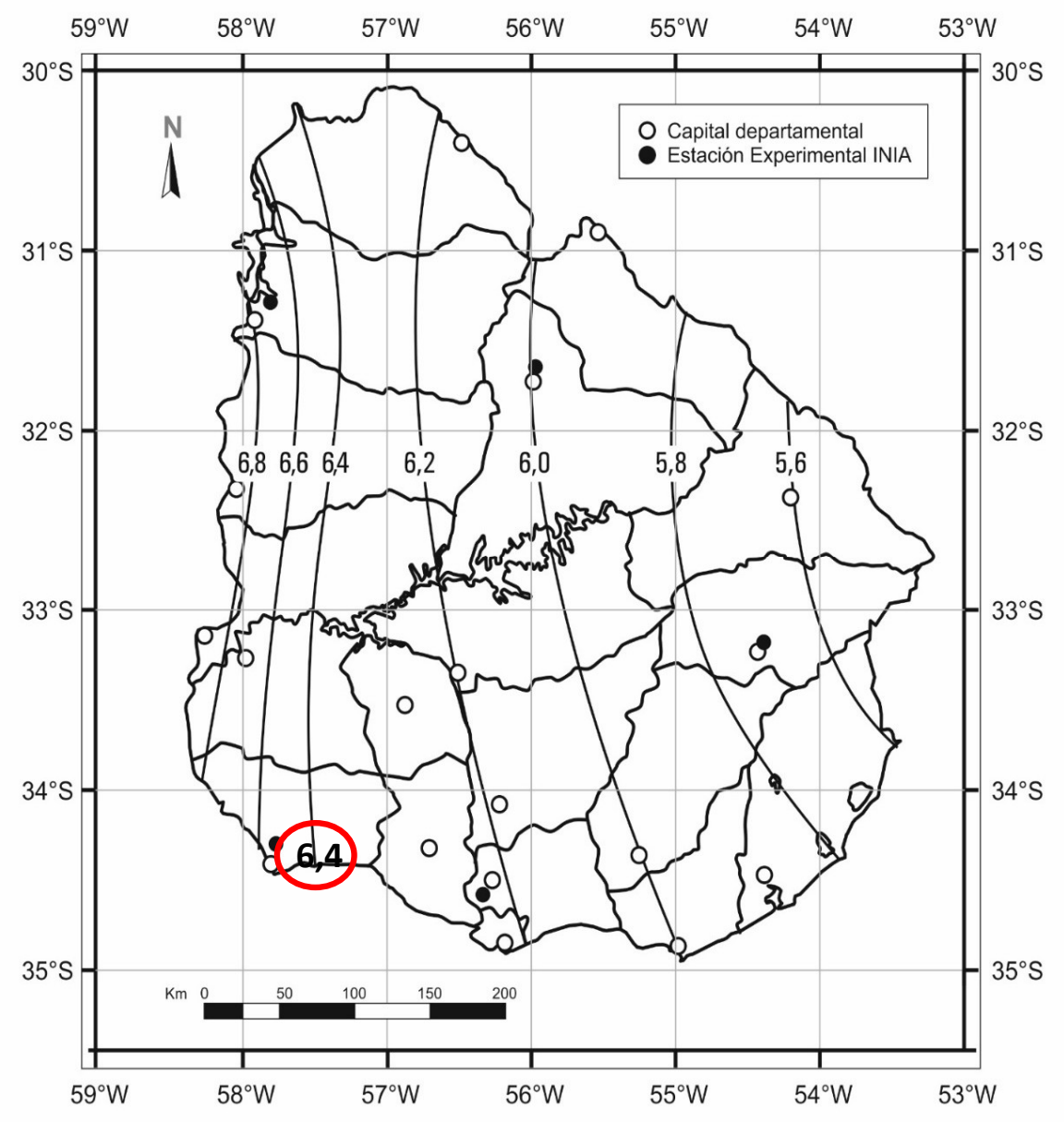
Dato requerido para el dimensionar el equipo:

- Selección del equipo (pivot, cañón, nº mínimo de aspersores, sector de riego)
- Bomba
- Conducción: tuberías o canales

Para el ejemplo de maíz:

Caudal requerido considerando una ETc de 7,1mm/día, una eficiencia de riego de 85%, una jornada de 20 horas y un área de 50 ha:

$$Q = \frac{71\,m^3 / ha / día * 50}{20\,h / día * 0.85}$$ **= 209 m³/h = 58 L/s**



A partir de los datos promedio cada 10 días para Enero

ETc = 6,4 *1,2 = 7,7 mm d^{-1}

$$Q = \frac{77m^3/ha/día * 50}{20h/día * 0.85}$$

Q = 226 m^3/h= 63 L/s

C) Para manejar el riego

1) Balance hídrico en la zona radical efectiva

2) Otros métodos para manejar el riego:

Medidas en suelo de contenido de agua: cualitativo, gravimétrico, sensores TDR y FDR, sonda de neutrones.

Medidas en suelo de potencial matriz: tensiómetros, sensores watermark.

Medidas en planta: cualitativas, dendrómetros, flujo de savia, termómetro infrarrojo, potencial xilemático, conductancia.

Balance hídrico, ejemplo del maíz con reposición de láminas

Fecha	ETc	Lluvia	Riego	Déficit de humedad
10/01/2014	6.7		40	0
11/01/2014	7.8			7.8
12/01/2014	7.1			14.9
13/01/2014	7.1			22
14/01/2014	7.1			29.0
15/01/2014	7.8			36.8
16/01/2014	8.9		40	5.7=(36,8+8.9-40)
17/01/2014	9.4			15.1
18/01/2014	10.1			25.2
19/01/2014	8.4			33.6
20/01/2014	8.2	0.8		41.8
21/01/2014	4.7	29		17.5
22/01/2014	5.6			23.1
23/01/2014	9.5	62.5		0
24/01/2014	4.3	1.5		0
25/01/2014	5.6			0
26/01/2014	6.1			6.1
27/01/2014	5.0	9.5		1.7
28/01/2014	2.6	13.9		0

En caso de riegos estratégicos o riegos deficitarios diferenciales por fase del ciclo (Riego deficitario controlado) se deberá atender al Período Crítico

Hortalizas y cultivos

- Alfalfa: inmediatamente después del corte
- Algodón: floración a formación del capullo
- Arveja: durante la floración y llenado de las vainas
- Caña de azúcar: máximo crecimiento vegetativo
- Cebolla: formación del bulbo
- Coliflor: sin período crítico. Riego frecuente desde la siembra
- Frutilla: desde el desarrollo del fruto hasta la maduración
- Maíz. Desde la floración hasta el llenado del grano
- Melón: floración a cosecha
- Papa: desde la floración hasta 3 semanas antes de la cosecha
- Poroto: floración y formación de la vaina
- Pimiento: durante todo el ciclo, especialmente en floración
- Repollo: durante la formación de la cabeza y su crecimiento
- Soja: durante la floración y la formación del fruto
- Tomate: floración y crecimiento rápido de los frutos

Frutales

- Citrus: floración y formación del fruto
- Duraznero: crecimiento rápido del fruto antes de la maduración
- Vid: crecimiento de la baya después del cuajado
- Manzano: diferenciación floral, floración y crecimiento del fruto.

Balance hídrico, ejemplo de papa

Lugar: Colonia Suiza
Cultivo: 10 ha de papa. Siembra: el 15 de febrero (fases:13/30/31/20)

Profundidad cm	AD mm/10 cm
0-20 cm	18
20-53 cm	17

Riego por aspersión (70% eficiencia de aplicación)

Se pide fechas y magnitud (mm) de los riegos .
Considere que el suelo está a CC al comienzo del ciclo del cultivo.
El umbral de riego: 35% de agotamiento del AD.
Profundidad radical efectiva: 40cm para el cultivo desarrollado.

LN máx= (18*2+ 17*2)*0,35= 24,5 mm

Kc ini= 0,5	Kc med= 1,15	Kc fin= 0,4

Planilla

	ETo	Kc	ETc	lluvias	Máximo agot ó	Riegos		Déficit
Fecha	mm/d		mm/d	mm	mm	LN mm	LB mm	acum
14/02/2015								0
15/02/2015	5.6	0.5	2.80		12.6			2.80
16/02/2015	5.1	0.5	2.55		12.6			5.35
17/02/2015	5.9	0.5	2.95		12.6			8.30
18/02/2015	3.3	0.5	1.65	8.4	12.6			1.55
19/02/2015	2.7	0.5	1.35		12.6			2.90
20/02/2015	4.1	0.5	2.05		12.6			4.95
21/02/2015	4.2	0.5	2.10		12.6			7.05
22/02/2015	5	0.5	2.50		12.6			9.55
23/02/2015	5.4	0.5	2.70		12.6			12.25
24/02/2015	5.5	0.5	2.75		12.6	12.60	18.00	2.40
25/02/2015	2.4	0.5	1.20	1.3	12.6			2.30
26/02/2015	3.4	0.5	1.70		12.6			4.00
27/02/2015	4.2	0.5	2.10		12.6			6.10
28/02/2015	4.4	0.52	2.30		12.6			8.40
01/03/2015	3.5	0.54	1.90	0.2	12.6			10.10
02/03/2015	4.4	0.57	2.49		12.6			12.58
03/03/2015	1.8	0.59	1.06	22.3	12.6			0.00
04/03/2015	3.2	0.61	1.95		14.3			1.95
05/03/2015	4.1	0.63	2.58		14.3			4.53
06/03/2015	4.7	0.65	3.06		14.3			7.59
07/03/2015	5.1	0.67	3.43		14.3			11.03
08/03/2015	4.7	0.70	3.27		14.3	14.30	20.43	0.00
		1,15			24,5			

Máximo de :
LN= 24,5* Kc_d/1,15 **ó**
LN (20 cm)= 12,6 mm

Fase inicial: 13 d
Kc= 0,50

8.30+1.65-8.4= 1.55

12.25+2.75-12.60=2.40

Fase rápido desarrollo: 30 d
$Kc_d = (1,15-0.50)/30 + Kc_{d-1}$

Manejamos promedio semanales

Fecha	ETo mm/d	Kc	ETc mm/d	lluvias mm	Máximo agot ó mm	Riegos LN mm	LB mm	Déficit acum
09/03/2015	4.8	0.72	3.44		14.34			3.44
10/03/2015	4.6	0.74	3.40		14.34			6.84
11/03/2015	4.7	0.76	3.57		17.58			10.41
12/03/2015	4.5	0.78	3.52		17.58			13.93
13/03/2015	4.8	0.80	3.86		17.58	17.60	25.14	0.18
14/03/2015	3.2	0.82	2.64		17.58			2.82
15/03/2015	3.8	0.85	3.22		17.58			6.04
16/03/2015	4.3	0.87	3.73		17.58			9.77
17/03/2015	4.9	0.89	4.36		17.58			14.13
18/03/2015	4.9	0.91	4.47		20.81			18.60
19/03/2015	4.5	0.93	4.20		20.81	20.80	29.71	2.00
20/03/2015	4.5	0.95	4.30		20.81			6.30
21/03/2015	3.5	0.98	3.42		20.81			9.72
22/03/2015	3.2	1.00	3.19		20.81			12.91
23/03/2015	2.9	1.02	2.96		20.81			15.87
24/03/2015	2.3	1.04	2.40	0.80	20.81			17.47
25/03/2015	1.4	1.06	1.49	2.80	23.84			16.15
26/03/2015	2.7	1.09	2.93		23.84			19.08
27/03/2015	3.0	1.11	3.32		23.58			22.40
28/03/2015	3.2	1.13	3.61		24.04	24.00	34.29	2.01
29/03/2015	3.4	1.15	3.91		24.50			5.92
30/03/2015	3.5	1.15	4.03		24.50			9.95
31/03/2015	2.5	1.15	2.88		24.50			12.82
01/04/2015	3.5	1.15	4.03		24.50			16.85
02/04/2015	4.7	1.15	5.41		24.50			22.25
03/04/2015	5.5	1.15	6.33		24.50	24.50	35.00	4.08
04/04/2015	2.2	1.15	2.53	1.90	24.50			4.71
05/04/2015	3.4	1.15	3.91		24.50			8.62
06/04/2015	3.1	1.15	3.57		24.50			12.18
07/04/2015	3.1	1.15	3.57		24.50			15.75
08/04/2015	3.3	1.15	3.80		24.50			19.54
09/04/2015	3.5	1.15	4.03		24.50			23.57
10/04/2015	4.0	1.15	4.60	2.80	24.50	24.50	35.00	0.87

LB= LN/0.7

Después que se alcanzar la LN máx. se mantiene cte.

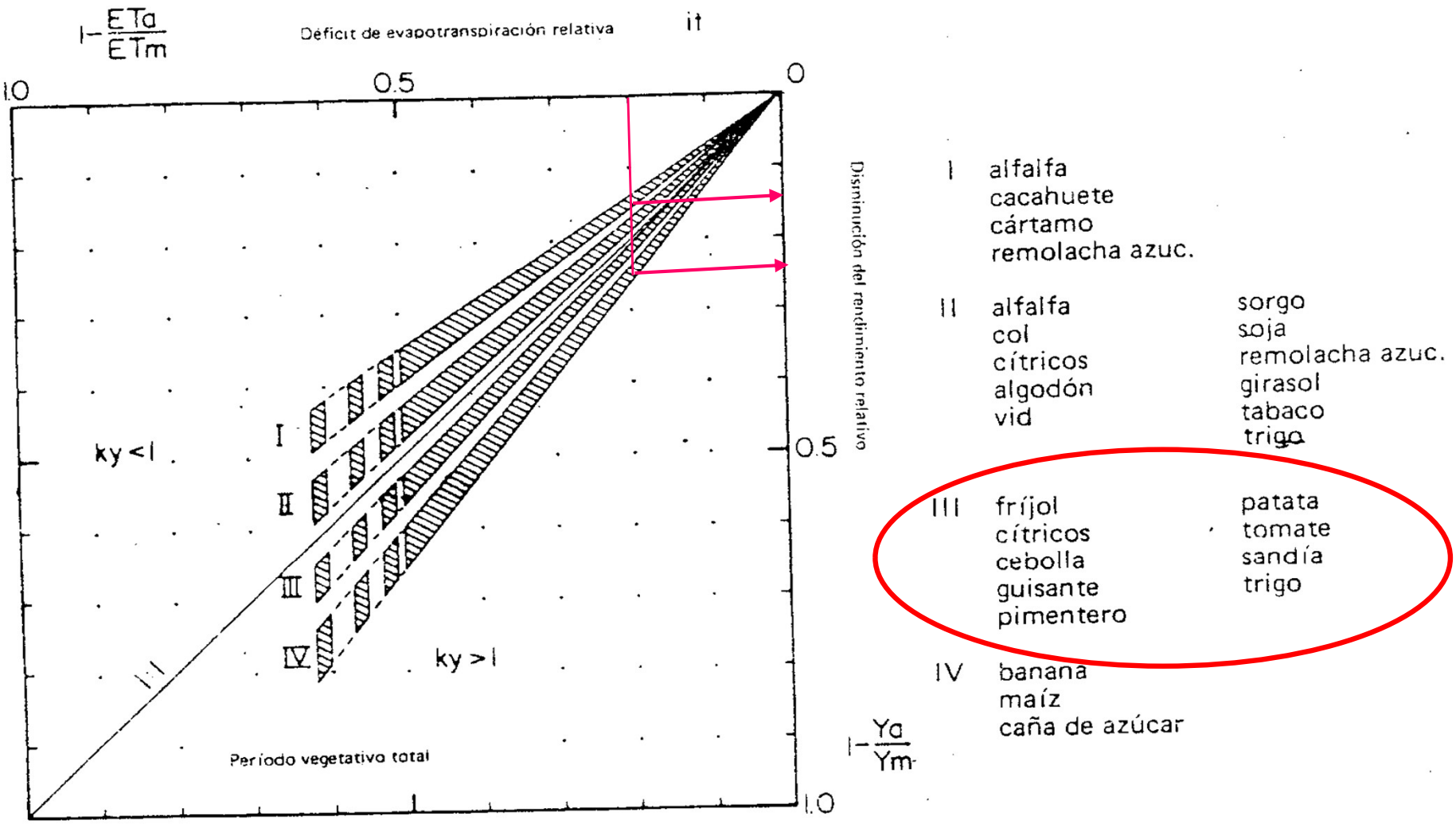
Con el umbral de riego se apunta a no reducir ETc.

Los cultivos tienen distinta sensibilidad en producir ajuste estomático (tablas de umbral de riego).

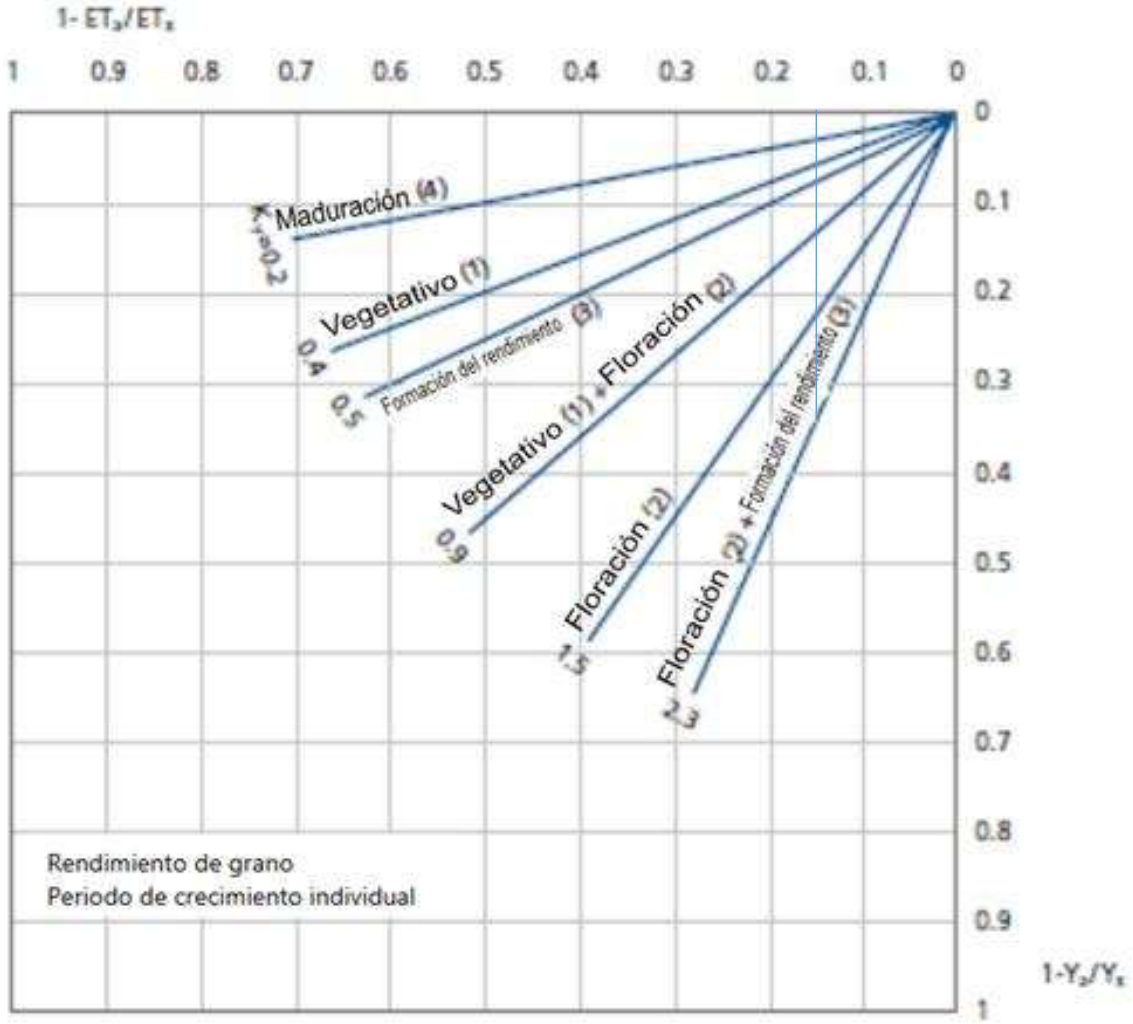
Luego que se produce el ajuste y se reduce la ETc existirá una reducción en el rendimiento.

El orden de los cultivos en la reducción del rendimiento no necesariamente coincide con la sensibilidad en el ajuste estomático.

Relación entre la disminución del rendimiento y la disminución de la ETc



Funciones de productividad del agua en el maíz, según etapa de ocurrencia del déficit hídrico



Riego suplementario de alfalfa y festuca **en pastoreo**

Investigación 2020 -2024

Unidad de Hidrología, Riego y Drenaje

	Tratamientos evaluados	Riego neto (mm) Promedio Años 1 y 2	Kg MS ha^{-1} Promedio Años 1 y 2	Riego neto (mm) Verano y otoño Año 3	Kg MS ha^{-1} Verano y otoño Año 3
Festuca	T1 (30% agot AD)	248	20860	310	6561
	T2 (65% agot AD)	179	19536	321	6044
	Secano	--	13648	--	2490
Alfalfa	T1 (30% agot AD)	262	24778	332	8465
	T2 (65% agot AD)	178	23732	303	8854
	Secano	--	23213	--	1756

Umbrales de riego

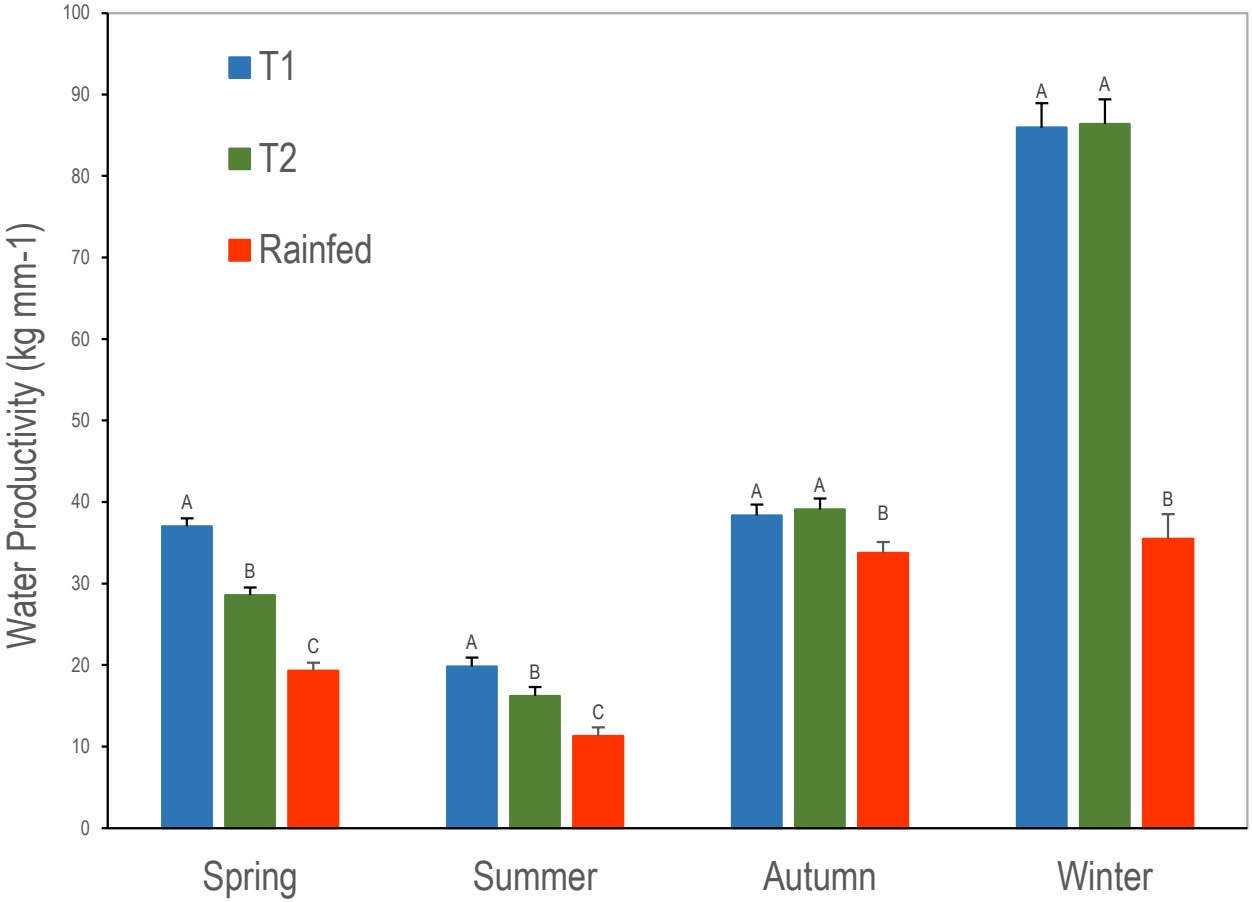
Necesidades de riego menores a las estimadas. > efectividad de las lluvias en T2

mm aplicados en verano y otoño de un año muy seco

Respuesta a favor del riego en alfalfa (verano seco)

Similar cantidad de riego en ausencia de lluvias

Productividad del agua en festuca



Conclusiones para riego de festuca en pastoreo

- Con demandas atmosféricas moderadas, como primavera y otoño, se recomienda utilizar el umbral del 65% de agotamiento del agua disponible (altos rendimientos de materia seca en pastoreo, con un mayor uso de agua de lluvia).
- Con alta demanda atmosférica, como el verano, el umbral debe ajustarse al 30% de agotamiento del agua disponible para obtener altos rendimientos.
- En años secos, la cantidad de agua de riego necesaria tanto para el manejo del riego frecuente (agotamiento del 30%) como para el manejo del riego espaciado (agotamiento del 65%) es similar.
- Al considerar la productividad del agua como criterio de selección, el umbral de agotamiento del 30% sería la estrategia de riego recomendada.
- El riego aumenta la compactación del suelo en un sistema de pastoreo y este efecto se mantiene incluso hasta 10 cm de profundidad del suelo cuando el riego se maneja con el umbral del 30% de agotamiento del agua disponible.

Conclusiones para riego de alfalfa en pastoreo

La alfalfa respondió significativamente al riego en los meses de verano.

El manejo del riego con los umbrales evaluados no afectó la productividad de la materia seca. El manejo del riego espaciado (T2) determinó un ahorro de riego del 26% en comparación con el manejo del riego frecuente (T1).

Los requerimientos de riego para el verano oscilaron entre 71 mm para un año promedio y 249 mm para años secos para el manejo del riego con un umbral del 65% de agotamiento total del agua disponible; mientras que para el riego frecuente con un umbral del 30% de agotamiento total del agua disponible, los requisitos oscilaron entre 107 mm y 289 mm para años promedio y secos, respectivamente.

En períodos con lluvias escasas o nulas, la productividad de la materia seca del secano disminuyó significativamente y afectó la productividad de la pastura en la temporada siguiente, con valores hasta siete veces inferiores a los tratamientos de riego, incluso cuando se restablecen las precipitaciones.

La densidad aparente del suelo aumenta con los años de la pastura pero no se ve afectada por el riego.

	Las Brujas, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})																								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	6,7	5,3	3,8	2,4	1,2	0,9	1,1	1,6	3,2	3,3	4,7	5,9	2,38	4,4	3,5	2,6	1,6	0,8	0,4	0,6	1,1	1,9	2,4	3,6	4,6
1981	5,6	4,9	3,2	1,9	1,2	0,6	0,9	1,6	2,5	3,8	4,4	6,0	4,76	4,6	3,5	2,9	1,6	0,8	0,5	0,6	1,1	2,0	2,9	4,0	4,6
1982	5,8	4,4	3,5	2,2	1,3	0,9	0,9	1,4	2,2	4,1	4,7	6,2	7,14	4,6	3,9	2,9	1,7	0,8	0,5	0,6	1,1	2,0	2,9	4,1	4,7
1983	6,4	5,5	4,0	2,3	1,1	0,7	0,8	1,4	2,6	3,7	4,2	5,5	9,52	4,9	4,0	2,9	1,7	0,8	0,5	0,6	1,2	2,1	2,9	4,1	4,8
1984	5,5	4,3	3,7	2,1	1,4	0,8	0,9	1,7	2,4	4,1	4,8	5,8	11,90	4,9	4,0	3,1	1,7	0,9	0,5	0,6	1,2	2,1	3,0	4,1	4,9
1985	6,8	5,8	4,0	2,3	1,4	1,0	1,1	1,5	2,3	3,4	4,8	5,7	14,29	5,0	4,0	3,1	1,8	0,9	0,5	0,6	1,3	2,1	3,0	4,2	4,9
1986	6,3	5,5	3,7	2,4	1,6	1,0	1,1	1,6	3,3	3,8	4,8	5,8	16,67	5,2	4,1	3,1	1,8	0,9	0,5	0,7	1,3	2,1	3,2	4,2	5,0
1987	6,3	5,5	3,9	2,3	1,4	1,1	1,0	1,5	2,5	3,6	4,9	5,5	19,05	5,2	4,1	3,2	1,8	0,9	0,6	0,7	1,3	2,2	3,2	4,2	5,1
1988	6,1	4,6	3,6	2,5	1,1	0,8	1,2	2,0	2,7	4,3	5,5	6,5	21,43	5,3	4,1	3,2	1,8	0,9	0,6	0,7	1,4	2,2	3,3	4,3	5,1
1989	7,0	5,7	3,6	2,4	1,4	0,7	1,0	1,8	2,5	3,7	5,2	6,2	23,81	5,4	4,3	3,2	1,9	0,9	0,6	0,8	1,4	2,2	3,3	4,3	5,2
1990	6,8	4,0	3,5	2,0	1,2	1,0	1,1	2,0	2,7	3,8	5,1	5,4	26,19	5,4	4,4	3,2	1,9	0,9	0,6	0,8	1,4	2,2	3,3	4,3	5,3
1991	5,8	4,9	3,7	1,9	1,2	0,8	1,0	1,6	2,7	3,5	4,4	5,1	28,57	5,4	4,4	3,3	1,9	1,0	0,7	0,8	1,4	2,2	3,3	4,4	5,3
1992	5,4	4,9	3,5	2,0	1,4	0,9	0,8	1,4	2,5	3,8	4,3	5,6	30,95	5,5	4,4	3,3	1,9	1,0	0,7	0,8	1,4	2,2	3,4	4,4	5,3
1993	5,9	4,4	3,6	2,1	1,1	0,8	0,8	1,5	2,2	3,0	4,0	5,2	33,33	5,5	4,4	3,4	2,0	1,1	0,7	0,8	1,4	2,2	3,4	4,4	5,4
1994	5,0	4,8	3,6	1,8	1,3	1,2	1,3	1,6	2,7	4,0	5,3	6,3	35,71	5,5	4,5	3,5	2,0	1,1	0,7	0,8	1,4	2,3	3,4	4,5	5,4
1995	6,0	4,9	3,9	2,5	1,3	1,0	1,0	1,6	2,9	3,7	5,0	6,1	38,10	5,6	4,6	3,5	2,0	1,1	0,7	0,9	1,4	2,4	3,4	4,6	5,4
1996	5,8	5,2	4,2	2,2	1,0	0,9	0,9	2,0	2,5	3,3	5,0	5,4	40,48	5,6	4,6	3,5	2,0	1,1	0,7	0,9	1,5	2,4	3,5	4,7	5,4
1997	6,1	4,9	3,8	2,8	1,6	1,1	1,3	2,0	2,5	3,6	4,7	4,8	42,86	5,6	4,7	3,6	2,0	1,1	0,8	0,9	1,5	2,4	3,5	4,7	5,5
1998	4,9	4,0	3,2	1,7	0,9	0,5	0,6	1,2	2,2	3,7	4,3	5,0	45,24	5,7	4,8	3,6	2,1	1,1	0,8	0,9	1,5	2,4	3,5	4,7	5,5
1999	4,9	4,4	3,2	1,8	0,9	0,5	0,7	1,6	2,4	3,4	4,7	5,8	47,62	5,8	4,9	3,6	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,4	3,5	4,7	5,5
2000	6,1	5,1	3,7	1,6	0,8	0,6	0,7	1,2	2,1	2,9	4,2	5,3	50,00	5,8	4,9	3,6	2,1	1,2	0,8	0,9	1,6	2,5	3,6	4,7	5,6
2001	5,4	4,5	2,9	1,9	0,8	0,5	0,6	1,3	2,1	2,4	4,2	4,9	52,38	5,8	4,9	3,6	2,1	1,2	0,8	0,9	1,6	2,5	3,6	4,7	5,6
2002	5,2	4,1	2,6	1,6	0,9	0,4	0,6	1,5	2,0	3,2	4,3	4,6	54,76	5,8	4,9	3,6	2,2	1,2	0,8	0,9	1,6	2,5	3,6	4,7	5,6
2003	5,9	3,5	3,2	1,8	0,9	0,6	0,6	1,1	2,1	3,6	4,1	5,1	57,14	5,9	4,9	3,6	2,2	1,2	0,9	0,9	1,6	2,5	3,6	4,7	5,6
2004	5,3	4,6	3,6	2,1	0,8	0,5	0,8	1,3	2,2	3,2	3,6	5,4	59,52	5,9	4,9	3,6	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,5	3,6	4,8	5,6
2005	5,7	3,9	2,9	1,7	0,9	0,5	0,6	1,1	1,9	3,3	5,1	5,3	61,90	6,0	5,0	3,7	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,5	3,7	4,8	5,7
2006	4,6	4,1	2,9	1,8	0,8	0,5	0,8	1,1	2,2	2,9	4,5	5,5	64,29	6,1	5,0	3,7	2,2	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,7	4,8	5,7
2007	5,6	5,1	3,1	2,1	1,2	0,7	0,6	1,4	2,5	3,6	4,7	5,6	66,67	6,1	5,1	3,7	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,7	4,9	5,8
2008	5,8	4,7	3,3	2,5	1,2	1,0	1,2	1,7	2,4	3,7	6,0	5,8	69,05	6,1	5,1	3,7	2,3	1,3	0,9	1,0	1,7	2,6	3,7	4,9	5,8
2009	6,3	5,0	3,4	2,4	1,0	0,8	0,9	1,8	2,0	3,4	4,1	4,6	71,43	6,1	5,2	3,7	2,3	1,3	1,0	1,1	1,7	2,7	3,7	4,9	5,8
2010	5,2	3,5	4,0	1,7	1,3	0,8	0,9	1,4	2,5	3,6	4,7	6,8	73,81	6,3	5,2	3,8	2,4	1,3	1,0	1,1	1,7	2,7	3,8	5,0	5,8
2011	6,3	5,2	4,2	2,4	1,3	1,0	1,1	1,7	3,0	3,5	5,5	5,6	76,19	6,3	5,2	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,7	2,7	3,8	5,0	5,9
2012	6,7	4,9	3,7	2,2	1,4	1,0	1,0	1,6	2,7	3,4	5,2	6,0	78,57	6,3	5,2	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,7	3,8	5,1	6,0
2013	6,4	5,2	3,6	2,4	1,4	1,0	1,1	2,0	2,7	3,8	4,6	6,8	80,95	6,3	5,3	3,9	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,7	3,8	5,1	6,0
2014	5,5	4,1	3,6	2,2	1,1	0,9	1,1	1,9	2,8	4,1	4,9	5,6	83,33	6,4	5,5	3,9	2,4	1,4	1,0	1,1	1,9	2,7	3,8	5,2	6,1
2015	5,4	5,5	3,9	2,9	1,5	1,2	1,1	1,9	2,7	3,5	4,9	5,7	85,71	6,4	5,5	3,9	2,4	1,4	1,0	1,1	1,9	2,7	4,0	5,2	6,2
2016	6,1	5,6	3,3	1,9	1,1	0,6	0,7	1,3	2,1	2,9	4,1	4,9	88,10	6,7	5,5	4,0	2,5	1,4	1,0	1,1	2,0	2,8	4,1	5,3	6,2
2017	4,6	4,0	3,1	2,0	0,9	0,7	0,9	1,4	2,2	3,5	4,7	5,6	90,48	6,7	5,5	4,0	2,5	1,4	1,1	1,2	2,0	2,9	4,1	5,5	6,3
2018	5,5	5,0	3,8	2,2	1,2	0,7	0,9	1,4	2,4	3,3	4,4	4,7	92,86	6,8	5,6	4,0	2,5	1,5	1,1	1,2	2,0	3,0	4,1	5,5	6,5
2019	4,4	4,4	3,1	2,0	1,1	0,9	0,8	1,4	2,4	3,0	4,7	5,3	95,24	6,8	5,7	4,2	2,8	1,6	1,2	1,3	2,0	3,2	4,3	6,0	6,8
2020	5,56	5,24	3,56	1,98	0,93	0,71	0,93	1,65	2,2	3,25	4,57	5,39	97,62	7,0	5,8	4,2	2,9	1,6	1,2	1,3	2,0	3,3	3,3	4,6	6,8
													Prom	5,8	4,8	3,5	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,4	3,5	4,7	5,6

	La Estanzuela, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})																								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	6,9	5,4	4,2	2,5	1,4	1,2	1,4	2,0	3,5	3,3	4,4	5,9	2,38	4,4	3,7	2,9	1,9	1,0	0,6	0,7	1,3	2,0	2,6	4,0	4,5
1981	5,5	5,3	3,7	2,1	1,6	0,9	1,0	2,0	2,9	3,7	4,2	6,1	4,76	5,0	3,8	3,1	1,9	1,0	0,7	0,7	1,3	2,0	2,9	4,0	4,7
1982	5,9	4,4	4,0	2,4	1,8	1,1	1,2	1,9	2,7	4,5	4,7	6,4	7,14	5,1	3,9	3,1	2,0	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	4,0	4,7
1983	6,0	5,1	4,2	2,5	1,4	0,8	0,9	1,3	2,4	3,7	4,2	5,7	9,52	5,2	4,0	3,2	2,1	1,1	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,1	4,9
1984	5,1	4,2	3,5	2,5	1,5	0,9	1,0	1,9	2,5	4,1	4,5	5,6	11,90	5,3	4,1	3,3	2,1	1,1	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,2	5,0
1985	6,3	5,6	4,1	2,3	1,5	0,9	1,1	1,4	2,2	3,0	4,5	5,3	14,29	5,3	4,2	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,4	2,3	3,2	4,2	5,1
1986	6,3	5,6	3,8	2,2	1,8	1,0	1,3	1,4	3,0	3,5	4,9	5,9	16,67	5,3	4,2	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,4	2,3	3,2	4,3	5,3
1987	6,3	5,6	4,1	2,5	1,5	1,8	1,2	1,5	2,7	3,4	4,8	5,4	19,05	5,3	4,4	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,5	2,4	3,2	4,4	5,3
1988	6,2	4,7	3,6	2,7	1,4	1,1	1,6	2,2	2,9	4,4	5,6	6,7	21,43	5,4	4,4	3,5	2,1	1,1	0,8	1,0	1,5	2,4	3,3	4,4	5,3
1989	7,5	5,9	3,7	2,5	1,8	0,8	1,3	2,0	2,6	3,8	5,0	5,9	23,81	5,5	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,5	2,4	3,3	4,4	5,4
1990	6,5	3,7	3,4	2,1	1,4	1,1	1,1	2,3	2,6	3,6	5,3	5,5	26,19	5,5	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,4	3,3	4,5	5,4
1991	5,6	5,0	4,2	2,1	1,2	0,7	1,0	1,7	2,7	3,2	4,4	4,7	28,57	5,6	4,6	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,4	3,4	4,5	5,5
1992	5,3	5,5	4,0	2,1	1,6	1,1	0,9	1,6	2,6	4,0	4,5	5,1	30,95	5,6	4,7	3,5	2,2	1,2	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,5	5,5
1993	6,1	4,7	3,9	2,5	1,2	0,9	1,0	1,7	2,3	3,2	4,0	5,7	33,33	5,7	4,7	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,5
1994	5,3	5,0	4,0	2,3	1,2	1,2	1,1	1,9	2,9	3,7	5,2	6,1	35,71	5,7	4,7	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,5
1995	6,0	4,8	4,0	2,3	1,1	1,0	1,0	1,4	2,7	3,6	4,6	6,4	38,10	5,7	4,8	3,6	2,3	1,4	0,9	1,0	1,6	2,5	3,4	4,6	5,6
1996	5,7	5,2	3,9	2,2	1,1	1,0	1,0	2,3	2,6	3,2	5,0	5,5	40,48	5,8	4,8	3,6	2,3	1,4	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,6	5,6
1997	6,1	5,1	3,9	3,0	1,7	1,0	1,6	1,9	2,4	3,3	4,3	4,7	42,86	5,9	4,9	3,7	2,3	1,4	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,7	5,6
1998	5,0	3,9	3,4	1,9	1,1	0,8	0,7	1,3	2,4	3,7	4,4	5,6	45,24	5,9	4,9	3,7	2,3	1,4	0,9	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
1999	5,2	4,6	3,5	2,1	1,4	0,9	1,0	2,1	2,8	3,7	5,3	6,1	47,62	5,9	4,9	3,8	2,3	1,4	0,9	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
2000	6,4	5,5	4,1	1,9	1,1	0,8	1,1	1,6	2,4	3,2	4,6	5,7	50,00	6,0	5,0	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,7	2,6	3,5	4,7	5,7
2001	5,5	5,0	3,2	2,4	1,1	0,8	1,1	1,7	2,5	2,6	4,7	5,3	52,38	6,0	5,0	3,8	2,4	1,4	1,0	1,1	1,7	2,6	3,6	4,8	5,7
2002	5,6	4,6	3,1	2,1	1,4	0,7	1,0	2,1	2,4	3,5	4,7	5,0	54,76	6,0	5,0	3,9	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,6	3,6	4,8	5,8
2003	6,1	4,0	3,5	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,8	4,1	4,6	5,7	57,14	6,0	5,0	3,9	2,5	1,4	1,0	1,1	1,8	2,6	3,6	4,8	5,9
2004	5,7	5,0	4,2	2,6	1,1	1,1	1,5	1,9	2,9	3,9	4,1	5,9	59,52	6,1	5,0	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
2005	6,4	4,6	3,5	2,3	1,6	0,9	1,1	1,6	2,5	3,7	5,9	6,2	61,90	6,1	5,1	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
2006	5,3	4,8	3,4	2,5	1,3	1,0	1,4	1,6	2,9	3,9	4,9	5,5	64,29	6,1	5,1	3,9	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
2007	5,4	4,9	3,1	2,3	1,3	0,9	1,2	1,5	2,6	3,5	4,9	6,3	66,67	6,2	5,1	4,0	2,5	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
2008	6,4	4,7	3,5	3,1	1,7	1,1	1,1	1,7	2,0	3,4	5,8	5,6	69,05	6,2	5,2	4,0	2,5	1,5	1,1	1,2	1,9	2,7	3,7	4,9	5,9
2009	6,2	4,9	3,6	2,6	1,5	0,9	1,0	2,1	2,1	3,8	4,0	4,9	71,43	6,2	5,3	4,0	2,5	1,5	1,1	1,2	1,9	2,7	3,7	5,0	6,0
2010	5,9	4,1	3,8	2,5	1,4	1,1	1,2	1,5	2,5	3,6	4,9	7,0	73,81	6,2	5,3	4,0	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,8	3,7	5,0	6,1
2011	6,2	5,4	4,4	2,7	1,5	1,2	1,1	1,6	3,3	3,4	5,4	5,4	76,19	6,3	5,4	4,0	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,8	3,8	5,1	6,1
2012	6,3	5,0	3,9	2,5	1,5	1,2	1,2	1,6	2,7	3,2	5,1	5,8	78,57	6,3	5,4	4,1	2,5	1,6	1,1	1,2	2,0	2,9	3,8	5,1	6,1
2013	6,2	5,1	3,5	2,5	1,4	0,9	1,3	2,2	2,6	3,7	4,7	6,8	80,95	6,3	5,5	4,1	2,6	1,6	1,1	1,3	2,1	2,9	3,9	5,2	6,2
2014	6,0	3,8	3,5	2,3	1,1	1,0	1,0	2,1	2,5	4,0	4,9	5,3	83,33	6,3	5,5	4,1	2,6	1,6	1,1	1,3	2,1	2,9	3,9	5,2	6,3
2015	5,3	4,9	3,8	3,2	1,6	1,4	1,1	1,8	2,5	3,3	4,6	5,9	85,71	6,4	5,5	4,2	2,7	1,7	1,2	1,3	2,1	2,9	4,0	5,3	6,4
2016	5,8	6,1	4,6	3,1	2,9	0,8	0,8	1,9	2,7	3,4	5,1	6,4	88,10	6,4	5,6	4,2	2,7	1,7	1,2	1,4	2,1	2,9	4,0	5,3	6,4
2017	5,7	4,2	3,3	2,2	1,0	0,9	1,0	1,4	2,0	3,4	4,8	5,9	90,48	6,4	5,6	4,2	3,0	1,8	1,2	1,4	2,2	2,9	4,1	5,4	6,4
2018	6,0	5,3	4,0	2,0	1,0	0,6	0,7	1,3	2,2	2,9	4,0	4,5	92,86	6,5	5,6	4,2	3,1	1,8	1,2	1,5	2,2	3,0	4,1	5,6	6,7
2019	4,4	4,4	2,9	2,2	1,2	1,0	1,0	1,7	2,9	3,4	5,2	6,0	95,24	6,9	5,9	4,4	3,1	1,8	1,4	1,6	2,3	3,3	4,4	5,8	6,8
2020	5,9	5,5	3,9	2,3	1,6	0,9	1,0	1,7	2,3	3,4	4,8	5,5	97,62	7,5	6,1	4,6	3,2	2,9	1,8	1,6	2,3	3,5	4,5	5,9	7,0
													Prom	5,9	4,9	3,7	2,4	1,4	1,0	1,1	1,8	2,6	3,6	4,8	5,7

	Tacuarembó, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})																								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1987	5,0	4,8	3,6	2,1	1,2	1,2	1,2	1,5	2,6	3,7	4,5	4,8	2,86	4,2	3,4	2,7	1,7	0,9	0,6	0,8	1,2	1,9	2,9	3,4	4,2
1988	4,9	4,3	4,0	2,3	1,1	0,8	1,5	2,2	2,3	4,3	5,4	6,3	5,71	4,4	3,8	2,8	1,8	1,0	0,6	0,8	1,3	2,1	2,9	3,8	4,2
1989	6,3	5,9	3,9	2,4	1,4	0,7	1,0	2,0	2,3	4,1	4,9	5,8	8,57	4,7	3,8	2,9	1,8	1,0	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	3,9	4,6
1990	6,6	3,4	2,9	2,0	1,4	0,8	1,0	2,0	2,4	3,6	4,5	5,0	11,43	4,8	3,8	2,9	1,8	1,0	0,7	0,8	1,4	2,2	3,0	3,9	4,6
1991	5,4	5,0	3,9	2,1	1,5	0,7	1,0	1,6	2,7	3,1	4,0	4,7	14,29	4,8	3,8	2,9	1,9	1,0	0,7	0,8	1,5	2,2	3,0	4,0	4,7
1992	5,2	4,2	3,1	1,9	1,2	1,0	0,8	1,6	2,5	3,6	4,6	5,3	17,14	4,8	3,8	3,1	1,9	1,0	0,7	0,9	1,5	2,2	3,0	4,1	4,7
1993	4,7	4,2	3,4	2,1	1,1	0,9	1,0	1,7	2,3	3,1	3,8	4,8	20,00	4,9	4,0	3,1	1,9	1,0	0,7	0,9	1,5	2,3	3,1	4,1	4,7
1994	5,3	3,8	3,5	2,1	1,3	1,0	1,1	1,5	2,9	3,0	4,6	5,4	22,86	4,9	4,1	3,1	1,9	1,0	0,7	0,9	1,5	2,3	3,1	4,2	4,8
1995	5,5	4,2	3,4	2,3	1,1	0,9	1,0	1,8	2,6	3,3	4,4	6,2	25,71	4,9	4,2	3,1	1,9	1,1	0,8	0,9	1,5	2,3	3,1	4,2	4,8
1996	4,8	4,3	3,5	1,9	1,0	0,8	1,0	2,0	2,4	3,5	4,8	4,8	28,57	4,9	4,2	3,2	2,0	1,1	0,8	0,9	1,5	2,3	3,1	4,3	4,8
1997	5,9	3,8	3,6	2,2	1,5	0,8	1,5	1,9	2,4	3,1	4,2	4,6	31,43	5,0	4,2	3,3	2,0	1,1	0,8	0,9	1,6	2,3	3,1	4,4	4,8
1998	4,2	3,8	2,9	1,9	1,1	0,7	0,8	1,2	2,5	3,7	4,7	4,9	34,29	5,0	4,3	3,3	2,0	1,1	0,8	0,9	1,6	2,3	3,1	4,4	4,8
1999	5,0	4,6	3,9	2,0	1,2	0,6	0,9	1,7	2,6	3,5	5,0	5,9	37,14	5,1	4,3	3,3	2,1	1,1	0,8	1,0	1,6	2,3	3,1	4,4	4,8
2000	6,0	4,4	3,3	1,9	1,0	0,8	0,8	1,6	2,4	3,0	4,3	5,0	40,00	5,1	4,3	3,3	2,1	1,1	0,8	1,0	1,6	2,4	3,2	4,4	4,9
2001	4,8	4,5	2,9	1,9	1,0	0,8	1,0	1,6	1,9	2,9	4,1	4,7	42,86	5,2	4,3	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,6	2,4	3,3	4,5	5,0
2002	4,9	4,3	3,1	1,7	1,3	0,8	0,8	1,7	2,2	3,0	4,1	4,2	45,71	5,2	4,4	3,4	2,1	1,1	0,8	1,0	1,6	2,4	3,3	4,5	5,0
2003	5,3	3,8	2,7	1,8	1,0	0,6	0,9	1,3	2,5	3,7	4,4	4,7	48,57	5,2	4,4	3,5	2,1	1,1	0,8	1,0	1,7	2,4	3,4	4,5	5,1
2004	5,2	4,7	3,8	2,7	1,0	0,7	1,2	1,7	2,5	3,6	3,9	5,6	51,43	5,2	4,4	3,5	2,1	1,2	0,8	1,0	1,7	2,4	3,4	4,5	5,2
2005	6,0	4,6	3,7	1,8	1,2	0,8	1,1	1,7	2,1	3,1	5,0	5,4	54,29	5,3	4,4	3,5	2,1	1,2	0,8	1,0	1,7	2,4	3,4	4,6	5,2
2006	5,5	5,0	3,7	2,5	1,1	1,0	1,2	1,7	3,3	4,9	4,9	5,2	57,14	5,3	4,5	3,5	2,1	1,2	0,8	1,0	1,7	2,5	3,5	4,6	5,3
2007	5,5	4,5	2,8	2,1	0,9	0,8	1,0	1,3	2,3	3,0	4,6	5,6	60,00	5,3	4,5	3,6	2,1	1,2	0,8	1,0	1,7	2,5	3,5	4,6	5,3
2008	5,5	4,4	3,6	2,3	1,4	0,8	1,0	1,6	2,4	3,4	5,4	5,8	62,86	5,4	4,6	3,6	2,2	1,2	0,8	1,0	1,7	2,5	3,5	4,6	5,4
2009	6,2	5,3	3,1	2,3	1,3	1,0	0,9	2,1	2,1	3,5	3,4	4,2	65,71	5,5	4,6	3,6	2,2	1,3	0,9	1,0	1,7	2,5	3,6	4,6	5,4
2010	5,1	4,0	3,3	2,2	1,1	0,8	1,0	1,4	2,2	3,4	4,5	5,9	68,57	5,5	4,6	3,7	2,2	1,3	0,9	1,1	1,7	2,5	3,6	4,7	5,5
2011	5,2	4,6	3,7	2,1	1,1	0,7	0,9	1,5	2,5	3,1	5,0	5,2	71,43	5,5	4,7	3,7	2,3	1,3	0,9	1,1	1,8	2,5	3,6	4,8	5,6
2012	6,5	3,8	3,5	2,1	1,4	1,1	1,3	2,1	2,6	3,4	5,1	5,3	74,29	5,5	4,7	3,7	2,3	1,3	1,0	1,1	1,8	2,5	3,6	4,9	5,6
2013	5,3	4,4	3,3	2,1	1,1	0,8	0,9	1,5	2,5	3,1	4,2	6,0	77,14	5,9	4,7	3,7	2,3	1,4	1,0	1,1	1,9	2,6	3,7	4,9	5,8
2014	5,2	4,3	3,2	2,0	1,0	0,8	0,9	1,7	2,3	3,1	4,4	4,8	80,00	6,0	4,8	3,8	2,3	1,4	1,0	1,2	1,9	2,6	3,7	5,0	5,8
2015	4,9	4,8	3,7	3,0	1,5	1,0	0,8	1,7	2,2	2,9	3,9	4,6	82,86	6,0	4,8	3,8	2,3	1,4	1,0	1,2	2,0	2,6	3,7	5,0	5,8
2016	5,1	4,7	3,1	1,8	1,0	0,7	0,9	1,5	2,3	3,3	4,6	4,8	85,71	6,1	5,0	3,9	2,4	1,4	1,0	1,2	2,0	2,6	3,7	5,0	5,9
2017	4,8	4,1	3,5	2,2	1,2	1,2	1,2	1,8	2,3	3,7	5,0	5,8	88,57	6,2	5,0	3,9	2,5	1,4	1,0	1,2	2,0	2,6	3,7	5,0	5,9
2018	6,1	5,3	3,8	2,7	1,3	0,8	1,1	1,5	2,6	3,7	4,5	4,8	91,43	6,3	5,3	3,9	2,7	1,5	1,1	1,3	2,1	2,7	4,1	5,1	6,0
2019	4,4	4,4	3,3	2,1	1,1	0,9	1,0	1,6	2,5	3,2	4,4	5,1	94,29	6,5	5,3	3,9	2,7	1,5	1,2	1,5	2,1	2,9	4,3	5,4	6,2
2020	4,9	4,7	3,9	2,3	1,4	1,0	1,1	1,9	2,4	3,6	4,6	5,5	97,14	6,6	5,9	4,0	3,0	1,5	1,2	1,5	2,2	3,3	4,9	5,4	6,3
													Prom	5,3	4,4	3,4	2,1	1,2	0,8	1,0	1,7	2,4	3,4	4,5	5,2

	Treinta y Tres, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})																								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1980	6,0	4,7	3,1	2,4	1,2	0,8	1,0	1,3	2,4	2,7	3,9	4,7	2,38	4,1	3,6	2,8	1,6	0,9	0,6	0,8	1,0	1,9	2,7	3,5	4,1
1981	4,7	4,2	3,4	2,1	1,3	0,9	0,9	2,1	2,3	3,5	4,4	5,7	4,76	4,3	3,7	2,8	1,8	0,9	0,7	0,8	1,2	2,0	2,8	3,7	4,2
1982	5,3	4,2	3,7	2,4	1,2	0,9	0,8	1,4	2,3	3,7	4,3	5,4	7,14	4,6	3,7	2,9	1,8	1,0	0,7	0,8	1,2	2,1	2,9	3,9	4,5
1983	5,6	4,1	3,5	2,1	1,3	0,8	0,9	1,4	2,2	3,7	4,3	5,1	9,52	4,6	3,9	2,9	1,9	1,0	0,7	0,8	1,2	2,1	3,0	3,9	4,6
1984	4,6	3,6	3,5	2,3	1,3	0,8	1,4	1,3	2,2	3,3	4,2	5,1	11,90	4,6	4,0	3,0	1,9	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	4,1	4,6
1985	5,7	5,0	3,4	1,9	1,2	0,8	0,8	1,3	2,1	3,1	4,3	5,2	14,29	4,7	4,0	3,0	1,9	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	4,1	4,6
1986	5,6	4,5	3,4	2,1	1,4	0,9	0,9	1,5	2,5	3,2	4,2	5,4	16,67	4,7	4,1	3,1	1,9	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,1	4,1	4,7
1987	5,3	4,7	3,5	2,0	1,3	0,8	0,9	1,7	2,0	3,0	4,3	4,8	19,05	4,7	4,1	3,1	2,0	1,1	0,7	0,8	1,3	2,1	3,1	4,1	4,7
1988	5,2	4,3	3,4	2,1	1,2	0,7	1,1	1,6	2,2	3,9	5,1	5,8	21,43	4,7	4,1	3,1	2,0	1,1	0,7	0,9	1,3	2,1	3,1	4,2	4,8
1989	6,0	5,3	3,8	2,3	1,3	0,7	0,8	1,7	2,1	3,7	4,5	5,7	23,81	4,9	4,2	3,2	2,0	1,1	0,8	0,9	1,3	2,2	3,1	4,2	4,8
1990	6,1	3,7	3,0	1,9	1,2	0,8	0,9	1,6	2,2	3,2	4,2	4,6	26,19	4,9	4,2	3,2	2,0	1,1	0,8	0,9	1,3	2,2	3,1	4,2	4,8
1991	5,4	5,1	3,6	1,9	1,3	0,7	0,9	1,3	2,3	3,1	4,2	4,8	28,57	4,9	4,2	3,2	2,0	1,1	0,8	0,9	1,3	2,2	3,1	4,2	4,8
1992	5,2	4,1	3,3	2,0	1,4	0,9	0,8	1,3	2,4	3,5	4,2	5,1	30,95	5,0	4,2	3,2	2,0	1,2	0,8	0,9	1,4	2,2	3,1	4,2	4,9
1993	5,2	4,3	3,4	2,2	1,2	1,0	1,0	1,5	2,4	3,1	4,6	5,2	33,33	5,0	4,2	3,3	2,0	1,2	0,8	0,9	1,4	2,2	3,1	4,2	5,0
1994	5,5	4,3	3,6	2,3	1,3	0,9	1,0	1,4	2,4	3,4	4,9	5,5	35,71	5,0	4,2	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,2	5,0
1995	5,5	4,2	3,3	2,4	1,3	0,8	0,9	1,5	2,3	3,6	4,4	6,2	38,10	5,1	4,2	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,2	5,1
1996	4,9	4,7	3,6	2,0	1,1	0,7	0,9	1,5	2,2	3,2	4,7	5,0	40,48	5,1	4,3	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,4	2,2	3,2	4,2	5,1
1997	6,0	4,3	3,5	2,3	1,3	1,2	1,3	1,6	2,2	3,2	4,3	4,9	42,86	5,2	4,3	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,2	3,2	4,3	5,1
1998	4,1	4,0	2,9	2,1	1,1	0,8	0,9	1,2	2,4	3,5	4,3	4,6	45,24	5,2	4,3	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,2	3,2	4,3	5,1
1999	4,6	4,5	3,9	2,0	1,2	0,8	0,9	1,6	2,4	3,5	5,0	5,5	47,62	5,2	4,3	3,3	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,2	3,2	4,3	5,1
2000	5,7	4,4	3,3	1,9	1,1	0,9	1,3	1,7	2,5	3,3	5,2	5,9	50,00	5,2	4,3	3,4	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,2	3,2	4,3	5,1
2001	5,0	4,5	3,0	2,1	1,1	0,8	0,9	1,5	2,1	2,8	4,1	4,8	52,38	5,2	4,3	3,4	2,1	1,2	0,8	0,9	1,5	2,3	3,3	4,3	5,1
2002	4,9	4,2	2,8	2,0	1,2	0,8	0,9	1,6	2,1	3,0	4,4	4,1	54,76	5,2	4,4	3,4	2,2	1,2	0,8	0,9	1,5	2,3	3,3	4,3	5,1
2003	5,5	4,0	3,1	2,1	1,3	0,6	0,9	1,5	2,2	3,6	4,2	5,1	57,14	5,3	4,4	3,4	2,2	1,2	0,9	0,9	1,5	2,3	3,3	4,4	5,2
2004	5,2	4,9	3,7	2,5	1,0	1,0	1,1	1,7	2,3	3,3	3,7	5,5	59,52	5,3	4,4	3,4	2,2	1,3	0,9	0,9	1,5	2,3	3,3	4,4	5,2
2005	5,8	4,8	3,6	1,8	1,2	0,9	1,1	1,7	2,2	3,1	5,1	5,1	61,90	5,3	4,5	3,5	2,2	1,3	0,9	1,0	1,5	2,3	3,3	4,4	5,2
2006	4,7	4,3	3,5	2,4	1,2	0,9	1,2	1,4	2,4	3,5	4,5	5,1	64,29	5,4	4,5	3,5	2,2	1,3	0,9	1,0	1,5	2,3	3,3	4,4	5,2
2007	5,4	4,6	2,9	2,3	1,2	0,9	1,0	1,2	2,2	3,2	4,4	5,2	66,67	5,4	4,5	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,3	3,3	4,4	5,2
2008	5,2	4,2	3,3	2,4	1,3	0,8	1,1	1,5	2,3	3,4	5,2	5,0	69,05	5,5	4,5	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,3	3,4	4,5	5,3
2009	5,2	4,6	3,3	2,3	1,3	0,9	1,1	1,8	2,1	3,1	3,5	4,2	71,43	5,5	4,6	3,5	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,3	3,4	4,5	5,4
2010	5,1	3,9	3,7	2,2	1,4	1,0	1,0	1,0	1,9	3,3	4,5	6,0	73,81	5,5	4,6	3,6	2,3	1,3	0,9	1,0	1,6	2,3	3,5	4,5	5,4
2011	5,3	4,5	3,7	1,8	0,9	0,7	0,9	1,4	2,6	3,3	5,2	5,2	76,19	5,6	4,6	3,6	2,3	1,3	0,9	1,1	1,6	2,4	3,5	4,6	5,5
2012	5,9	4,3	3,3	2,4	1,3	0,8	1,1	1,5	2,3	3,1	4,7	5,1	78,57	5,6	4,6	3,6	2,3	1,3	0,9	1,1	1,6	2,4	3,5	4,7	5,5
2013	5,0	4,2	3,2	2,1	1,1	0,8	0,9	1,6	2,3	3,2	3,9	5,8	80,95	5,7	4,7	3,6	2,4	1,3	0,9	1,1	1,6	2,4	3,5	4,7	5,5
2014	4,6	3,7	3,2	2,0	1,0	0,7	0,8	1,5	2,3	3,3	4,2	4,6	83,33	5,7	4,7	3,6	2,4	1,3	0,9	1,1	1,7	2,4	3,5	4,9	5,7
2015	4,7	4,4	3,6	2,5	1,2	0,9	0,8	1,6	2,3	2,9	4,1	4,7	85,71	5,8	4,7	3,7	2,4	1,3	0,9	1,1	1,7	2,4	3,6	5,0	5,7
2016	5,0	4,6	2,8	1,6	0,9	0,7	0,8	1,3	2,2	3,1	4,2	4,8	88,10	5,9	4,8	3,7	2,4	1,3	1,0	1,1	1,7	2,4	3,6	5,1	5,8
2017	4,7	4,2	3,2	2,2	1,1	1,0	1,0	1,3	2,1	3,3	4,1	5,2	90,48	6,0	4,9	3,7	2,4	1,3	1,0	1,2	1,7	2,4	3,7	5,1	5,8
2018	5,1	4,4	3,2	2,2	1,1	0,7	0,9	1,3	2,2	3,1	4,2	4,5	92,86	6,0	5,0	3,7	2,4	1,4	1,0	1,3	1,7	2,5	3,7	5,2	5,9
2019	4,3	4,1	3,1	2,0	1,1	0,9	0,8	1,2	2,2	3,0	4,4	5,1	95,24	6,0	5,1	3,8	2,5	1,4	1,0	1,3	1,8	2,5	3,7	5,2	6,0
2020	4,9	4,6	3,3	2,2	1,3	0,9	0,9	1,5	2,1	3,2	4,1	5,3	97,62	6,1	5,3	3,9	2,5	1,4	1,2	1,4	2,1	2,6	3,9	5,2	6,2
													Prom	5,2	4,4	3,4	2,1	1,2	0,8	1,0	1,5	2,2	3,3	4,4	5,1

	Salto Grande, ETo Penman-Monteith promedio mensual (mmd^{-1})																							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prob.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1984	5,6	4,2	3,8	2,5	1,8	1,0	1,2	1,8	2,7	4,1	5,4	5,9	2,63	4,3	4,0	3,1	1,8	1,1	0,8	0,8	1,2	2,1	3,0	4,1	4,8
1985	6,7	5,1	3,9	2,3	1,6	1,0	1,3	1,7	2,5	3,7	5,5	6,6	5,26	4,9	4,1	3,1	1,8	1,1	0,8	0,9	1,5	2,2	3,2	4,2	4,8
1986	6,5	5,2	3,7	2,0	1,6	1,2	1,2	1,7	3,0	3,9	4,7	6,1	7,89	5,0	4,2	3,1	1,9	1,1	0,8	0,9	1,5	2,2	3,3	4,3	4,8
1987	6,1	5,9	4,5	2,3	1,4	1,2	1,4	1,9	2,8	4,4	4,9	5,8	10,53	5,0	4,3	3,2	2,0	1,2	0,8	0,9	1,6	2,3	3,3	4,3	4,9
1988	5,3	5,1	4,6	2,4	1,3	1,0	1,7	2,1	2,8	4,8	5,8	6,9	13,16	5,1	4,3	3,2	2,0	1,2	0,8	0,9	1,6	2,4	3,4	4,4	4,9
1989	7,2	6,7	4,4	2,6	1,6	0,8	1,3	2,1	2,8	4,3	5,0	6,1	15,79	5,1	4,4	3,3	2,1	1,2	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,5	4,9
1990	6,4	4,0	3,2	2,2	1,5	0,9	1,1	2,3	2,7	3,7	4,9	5,0	18,42	5,3	4,6	3,3	2,1	1,2	0,9	1,0	1,7	2,5	3,4	4,6	5,0
1991	5,7	5,5	4,1	2,1	1,5	0,9	1,2	1,9	3,1	3,7	4,8	4,8	21,05	5,4	4,6	3,5	2,1	1,2	0,9	1,0	1,7	2,6	3,4	4,6	5,0
1992	5,9	5,1	3,7	2,3	1,4	1,2	1,1	1,9	2,8	4,1	5,1	6,0	23,68	5,4	4,6	3,6	2,1	1,2	0,9	1,0	1,7	2,6	3,4	4,6	5,0
1993	5,4	4,8	3,9	2,6	1,5	1,1	1,2	1,8	3,0	3,5	4,6	5,5	26,32	5,6	4,6	3,6	2,1	1,2	0,9	1,1	1,7	2,6	3,5	4,6	5,1
1994	6,3	4,8	4,1	2,5	1,5	1,3	1,3	1,9	3,1	3,4	5,3	6,2	28,95	5,6	4,6	3,6	2,2	1,3	0,9	1,1	1,7	2,7	3,5	4,7	5,3
1995	5,6	4,6	4,0	2,7	1,2	1,1	1,0	2,1	3,2	4,1	5,2	6,7	31,58	5,7	4,7	3,6	2,2	1,3	0,9	1,1	1,7	2,7	3,7	4,7	5,3
1996	6,0	4,9	3,9	2,3	1,3	1,1	1,2	2,4	3,0	3,9	5,5	5,9	34,21	5,7	4,7	3,7	2,2	1,3	0,9	1,1	1,7	2,7	3,7	4,7	5,3
1997	6,5	4,6	4,4	2,7	1,8	1,2	1,7	2,3	2,9	3,9	4,5	4,9	36,84	5,7	4,8	3,7	2,3	1,3	0,9	1,1	1,8	2,7	3,7	4,8	5,4
1998	5,0	4,3	3,1	1,9	1,4	0,9	0,9	1,6	2,7	4,1	5,0	5,7	39,47	5,8	4,8	3,7	2,3	1,3	0,9	1,1	1,8	2,7	3,8	4,8	5,4
1999	5,7	5,2	4,1	2,1	1,4	0,9	1,0	2,2	3,1	3,8	6,1	6,3	42,11	5,9	4,8	3,8	2,3	1,3	0,9	1,1	1,8	2,8	3,8	4,9	5,5
2000	6,6	6,2	3,6	2,1	1,1	1,0	1,0	1,7	2,6	3,5	4,3	5,5	44,74	5,9	4,9	3,8	2,3	1,4	0,9	1,1	1,8	2,8	3,8	4,9	5,5
2001	5,0	5,0	3,7	2,3	1,2	0,9	1,2	2,0	2,3	3,3	4,6	5,3	47,37	5,9	4,9	3,8	2,3	1,4	0,9	1,2	1,9	2,8	3,8	4,9	5,6
2002	6,1	5,1	3,6	2,1	1,5	0,8	0,9	1,7	2,8	3,4	4,6	4,8	50,00	6,0	5,0	3,9	2,3	1,4	0,9	1,2	1,9	2,8	3,9	5,0	5,7
2003	6,0	4,6	3,2	2,1	1,4	0,9	1,2	1,7	3,0	4,0	4,6	5,0	52,63	6,0	5,0	3,9	2,3	1,4	1,0	1,2	1,9	2,8	3,9	5,0	5,7
2004	6,1	5,1	4,1	2,6	1,1	0,9	1,3	1,9	2,8	4,1	4,3	5,7	55,26	6,0	5,1	3,9	2,3	1,4	1,0	1,2	1,9	2,8	3,9	5,0	5,8
2005	6,6	4,6	3,5	1,8	1,2	0,8	1,0	1,8	2,2	3,4	4,9	5,6	57,89	6,0	5,1	3,9	2,4	1,4	1,0	1,2	1,9	2,8	3,9	5,0	5,8
2006	6,2	5,2	4,1	2,7	1,3	1,1	1,2	1,6	2,8	4,1	5,0	5,4	60,53	6,1	5,1	4,0	2,4	1,4	1,0	1,2	1,9	2,8	3,9	5,0	5,8
2007	5,7	4,8	3,1	2,2	1,2	0,9	1,2	1,7	2,6	3,3	5,1	5,8	63,16	6,1	5,1	4,1	2,5	1,5	1,0	1,2	1,9	2,9	4,0	5,1	5,8
2008	5,8	5,2	4,2	2,8	1,6	0,9	1,3	1,9	2,9	3,9	5,9	7,0	65,79	6,1	5,1	4,1	2,5	1,5	1,0	1,2	1,9	2,9	4,1	5,1	5,9
2009	6,6	5,2	4,1	2,8	1,6	0,8	0,9	2,2	2,4	4,4	4,2	4,9	68,42	6,2	5,2	4,1	2,5	1,5	1,0	1,2	2,0	2,9	4,1	5,2	5,9
2010	5,4	4,3	3,9	2,3	1,2	0,8	1,1	1,5	2,5	3,9	5,3	6,7	71,05	6,2	5,2	4,1	2,6	1,5	1,1	1,2	2,1	3,0	4,1	5,2	6,0
2011	6,0	4,9	4,1	2,7	1,4	0,9	1,1	1,7	3,4	3,8	5,4	5,8	73,68	6,3	5,2	4,1	2,6	1,5	1,1	1,2	2,1	3,0	4,1	5,3	6,1
2012	6,5	4,7	3,8	2,3	1,5	1,0	1,1	1,9	2,7	3,4	5,0	5,0	76,32	6,4	5,2	4,1	2,6	1,5	1,1	1,3	2,1	3,0	4,1	5,3	6,1
2013	5,9	5,0	3,6	2,5	1,4	1,0	1,2	2,1	3,2	4,4	4,7	6,6	78,95	6,5	5,2	4,1	2,7	1,6	1,1	1,3	2,1	3,0	4,1	5,3	6,2
2014	6,2	4,7	3,3	2,3	1,2	1,0	1,1	2,1	2,7	4,1	4,8	4,8	81,58	6,5	5,2	4,1	2,7	1,6	1,1	1,3	2,1	3,0	4,1	5,4	6,3
2015	5,1	5,2	4,1	3,1	1,6	1,3	1,2	2,1	2,8	3,4	4,7	4,9	84,21	6,5	5,2	4,1	2,7	1,6	1,2	1,3	2,1	3,1	4,3	5,4	6,6
2016	6,0	5,2	3,6	1,8	1,2	0,9	1,1	1,9	3,0	3,8	5,0	5,4	86,84	6,6	5,5	4,2	2,7	1,6	1,2	1,3	2,2	3,1	4,4	5,5	6,6
2017	5,1	4,4	3,8	2,4	1,3	1,1	1,5	1,8	2,6	3,8	5,3	5,8	89,47	6,6	5,5	4,4	2,8	1,6	1,2	1,4	2,2	3,1	4,4	5,5	6,7
2018	5,9	5,5	4,1	2,9	1,3	0,9	1,1	1,7	2,9	4,4	5,2	5,3	92,11	6,6	5,9	4,4	2,8	1,6	1,2	1,5	2,3	3,2	4,4	5,8	6,7
2019	4,3	4,1	3,1	2,0	1,1	0,9	0,8	1,2	2,2	3,0	4,4	5,1	94,74	6,7	6,2	4,5	2,9	1,8	1,3	1,7	2,3	3,2	4,4	5,9	6,9
2020	4,9	4,6	3,3	2,2	1,3	0,9	0,9	1,5	2,1	3,2	4,1	5,3	97,37	7,2	6,7	4,6	3,1	1,8	1,3	1,7	2,4	3,4	4,8	6,1	7,0
													Prom	5,9	4,9	3,8	2,4	1,4	1,0	1,2	1,9	2,8	3,8	5,0	5,7