

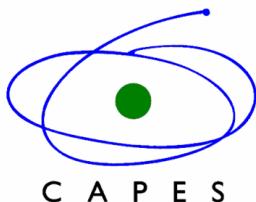
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Métodos e Sistemas de Irrigação

Mestranda: Emanoelle C. Amendola

Responsável: Prof. Dr. Fernando Braz
Tangerino Hernandez

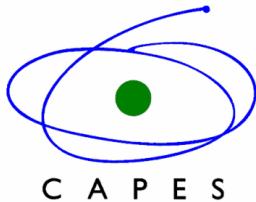


13 de março de 2017

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Métodos x Sistemas



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

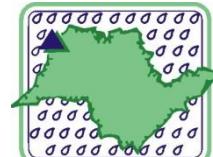
Métodos x Sistemas

- Método: forma como a água será aplicada.
- Sistema: equipamento utilizado para isso.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



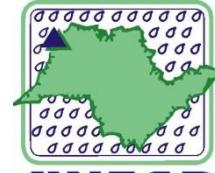
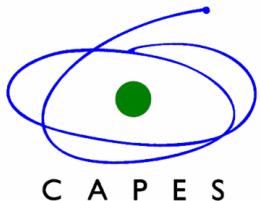

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pivô Central	49.000	49.500	52.000	57.750	84.000	126.000	102.000	78.000
Carretel	30.000	25.000	30.000	32.500	32.500	32.500	10.500	6.000
Convencional	20.000	17.000	25.000	29.500	35.400	40.710	28.497	28.000
Localizada	47.000	40.000	50.000	56.000	60.480	72.576	79.834	75.000
Total - ha/ano	146.000	131.500	157.000	175.750	212.380	271.786	220.831	187.000
Área totalizada	4.048.090	4.179.590	4.336.590	4.512.340	4.724.720	4.996.506	5.217.337	5.404.337



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

- Superfície
- Localizada
- Aspersão
- Subirrigação



UNESP
HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO
ILHA SOLTEIRA - SP

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

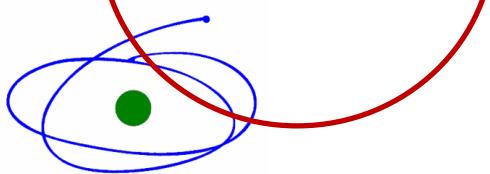
- Superfície



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Superfície

- Água se move por gravidade no solo;



C A P E S

**UNESP**
HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO
ILHA SOLTEIRA - SP

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Sistemas de irrigação por superfície

- Inundação



- Sulcos

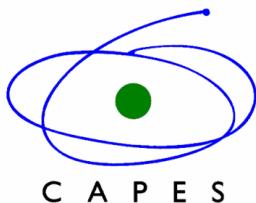


Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Superfície

✓ **Vantagens:**

- ✓ Baixo Custo de implantação
- ✓ Requer equipamentos simples
- ✓ Não sofre efeito do vento
- ✓ Baixo consumo de energia
- ✓ Não interfere nos tratos culturais
- ✓ Pouca influência de sólidos em suspensão (filtros)

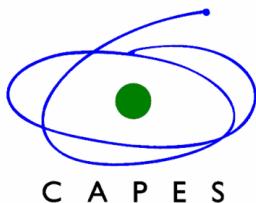


Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Superfície

✗ Desvantagens:

- Condição topográfica: declividade: 0 - 6%
- Manejo mais delicado
- Baixa eficiência na distribuição
- Baixo interesse comercial
- Alto custo operacional



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

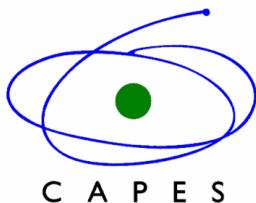
- Localizada



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Irrigação Localizada - Vantagens

- A água é, em geral, **aplicada em apenas uma fração do sistema radicular das plantas**, empregando-se emissores pontuais (gotejadores), ou superficiais (microaspersores).
- **Área molhada varia de 20 a 80% da área total;**
- O teor de umidade do solo pode ser mantido alto, através de irrigações frequentes e em pequenas quantidades (**Viveiros**);
- **Permite automação total;**
- A água não molha a folhagem ou o colmo das plantas.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Irrigação Localizada: Desvantagens

- O custo inicial é relativamente alto;
- Montagem do sistema é mais cara;
- Não é possível reaproveitar o sistema;
- Cuidados na Qualidade da água.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Sistemas de Irrigação - Localizada

Gotejamento



Microaspersão



Subsuperfície



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Gotejamento: Colocar na superfície ou enterrar?

Superfície



- ✓ Facilidade de instalação
- ✓ Inspeção
- ✓ Limpeza e reposição
- ✓ Facilidade em avaliar

Subsuperfície

- ✓ Não interfere nas prática culturais
- ✓ Maior durabilidade
- ✓ Maior perda por evaporação

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Irrigação localizada em cana

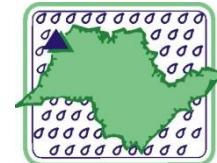
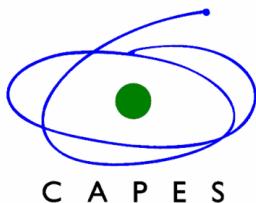
- Uso de Tecnologia anti-sifão;
- Trifluralina;
- Recomendado o uso de gotejadores auto-compensantes.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

- Aspersão



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação - Aspersão

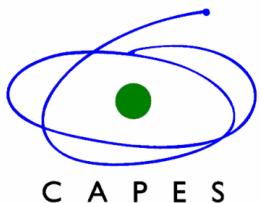
- A água é aplicada sobre a folhagem da cultura e sobre o solo, abrangendo toda a área, de forma a imitar a chuva.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Aspersão

✓ Vantagens:

- ✓ facilidade de adaptação às diversas condições de solo e topografia;
- ✓ Apresenta potencialmente maior eficiência de distribuição de água, quando comparado com o método de superfície;
- ✓ Pode ser totalmente automatizado;
- ✓ Pode ser transportado para outras áreas;
- ✓ As tubulações podem ser desmontadas e removidas da área, o que facilita o tráfego de máquinas.

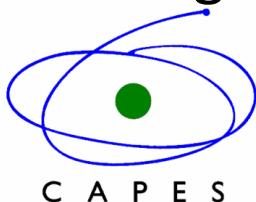


Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Aspersão

✗ Desvantagens:

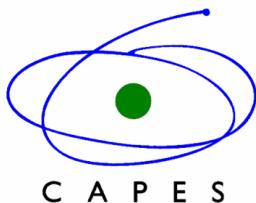
- Os custos de instalação e operação são mais elevados que os do método por superfície;
- Pode sofrer influência das condições climáticas, como vento e umidade relativa;
- A irrigação com água salina, ou sujeita a precipitação de sedimentos, pode reduzir a vida útil do equipamento e causar danos a algumas culturas;
- Pode favorecer o aparecimento de doenças em algumas culturas e interferir com tratamentos fitossanitários;
- Pode favorecer a disseminação de doenças cujo veículo é a água.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Sistemas de Irrigação por Aspersão

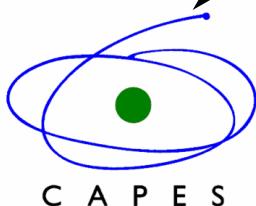
- Aspersão Convencional:
 - Fijo;
 - Semi-fixo;
- Autopropelido;
- Pivô:
 - Central
 - Deslocamento Linear
 - LEPA – “low energy precision application”



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Aspersão Convencional

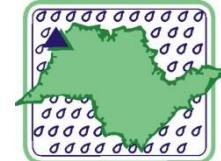
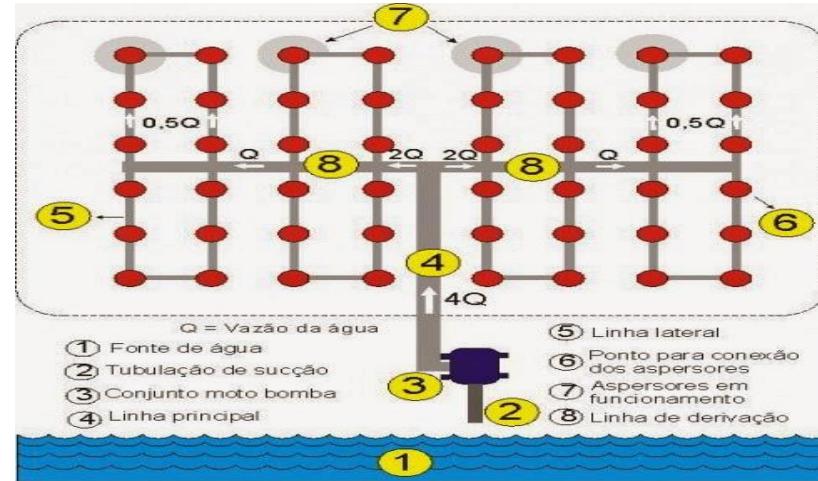
- São os sistemas que utilizam os componentes convencionais de aspersão (motobombas, tubulações, aspersores...);
- Podem ser:
 - Fixos;
 - Semifixos ou portáteis.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Aspersão Convencional: Fixos

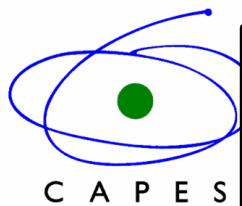
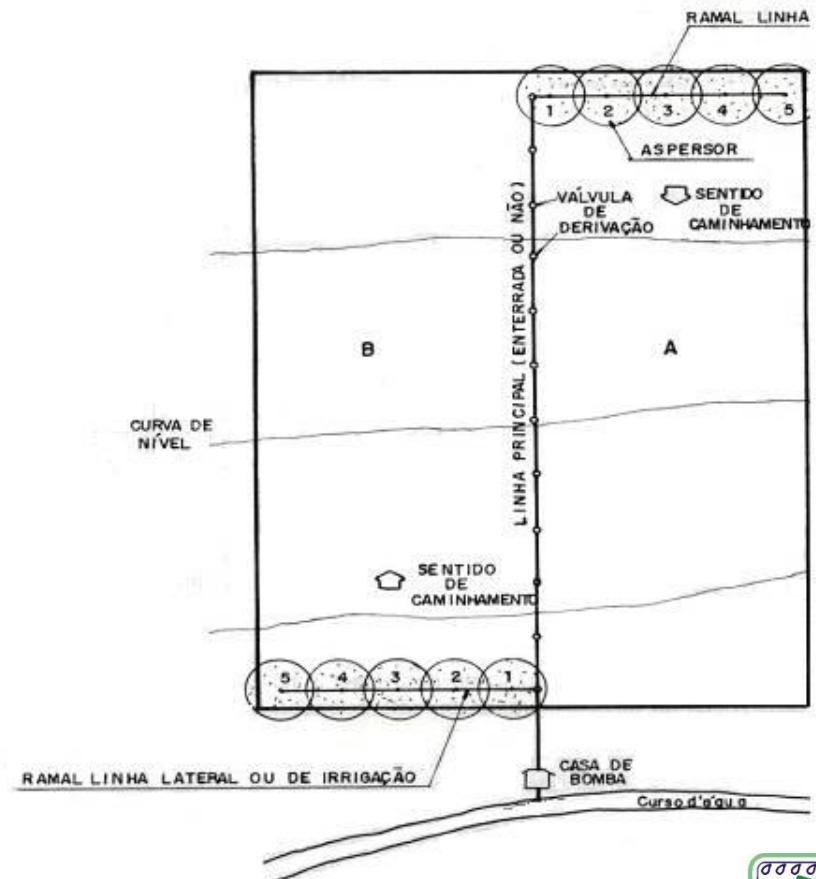
- Tanto as linhas principais quanto as laterais permanecem na mesma posição durante a irrigação de toda a área;
- Em alguns sistemas fixos, as tubulações podem ser enterradas.



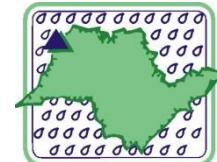
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Aspersão Convencional: Semifixos

- As linhas principais são fixas e as linhas laterais são movidas, de posição em posição, ao longo das linhas principais.



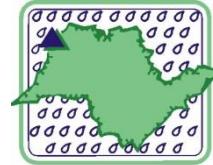
REQUEREM MÃO-DE-OBRA!



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Autopropelido

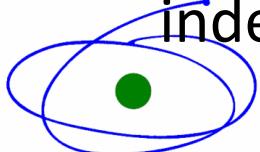
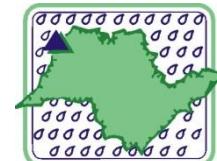
- Um único canhão ou minicanhão é montado num carretel, que se desloca longitudinalmente ao longo da área a ser irrigada.
- A conexão do carrinho aos hidrantes da linha principal é feita por mangueira flexível.
- A propulsão do carrinho é proporcionada pela própria pressão da água



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Pivô Central

- Consiste de uma única linha lateral, que gira em torno do centro de um círculo (pivô);
- Segmentos da linha lateral metálica são suportados por torres em formato de "A" e conectados entre si por juntas flexíveis;
- Um pequeno motor elétrico, colocado em cada torre, permite o acionamento independente dessas.



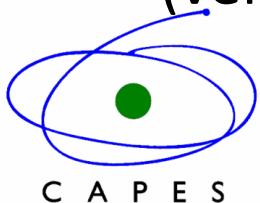
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Maior Pivô do Mundo

- Raio irrigado de 1.300 m e 26 torres;
- Instalado em 2009 e está em funcionamento em Pedro Afonso (TO), em área de 530 hectares;
- Inaugurando um novo conceito de irrigação, com lâminas menores de 4 mm;
- Opera com vazão de 506 m^3 por hora e leva 44 h para percorrer toda a volta (velocidade máxima).



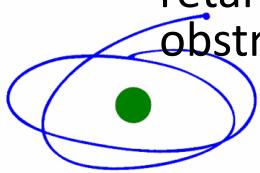
Plantado com Cana!!!



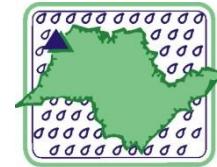
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Pivô - Deslocamento Linear

- Estrutura e mecanismo de deslocamento similar à do pivô central, mas desloca-se continuamente;
- Todas as torres deslocam-se com a mesma velocidade;
- Suprimento de água é feito através de canal ou linha principal, dispostos no centro ou na lateral da área;
- A bomba desloca-se junto com toda a lateral, o que requer conexões elétricas mais complicadas ou a utilização de motores de combustão interna;
- É recomendado para áreas retangulares planas e sem obstrução.



C A P E S

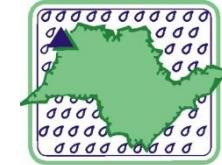


unesp
HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO
ILHA SOLTEIRA - SP

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

LEPA - "low energy precision application"

- Sistemas tipo pivô central ou deslocamento linear equipados com um mecanismo de aplicação de água mais eficiente;
- No LEPA, as laterais são dotadas de muitos tubos de descida, onde são conectados bocais que operam com pressão muito baixa;
- A água é aplicada diretamente na superfície do solo, o que reduz as perdas por evaporação e evita o molhamento das plantas;
- O solo deve ter alta taxa de infiltração ou ser preparado com sulcos e microdepressões.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

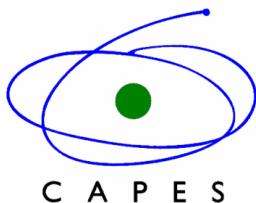
- Subsuperfície



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

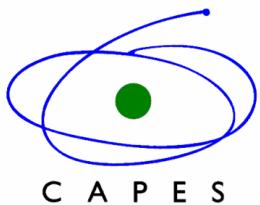
Irrigação de Subsuperfície

- O lençol freático é mantido a uma certa profundidade, capaz de permitir um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura;
- Geralmente, está associado a um sistema de drenagem subsuperficial;
- Havendo condições satisfatórias, pode-se constituir no método de menor custo.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

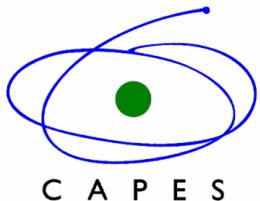
*Qual o melhor método? E
o melhor sistema de
irrigação?*



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Métodos de Irrigação

- Clima;
- Solo;
- Topografia;
- Cultura;
- Disponibilidade energética;
- Poder financeiro/ financiamento.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Gosto e Bolso?

Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/irrigacao.html

Tabela 1. Eficiência de irrigação, custo inicial, uso de energia e mão-de-obra para diferentes sistemas de irrigação.

Sistema	Eficiência ¹ (%)	Custo (R\$/ha)	Energia ² (kWh/mm/ha)	Mão-de-obra (h/ha/ irrigação)
Sulcos	40 - 70	800 - 1.500	0,3 - 3,0	1,0 - 4,0
Convencional portátil	60 - 75	1.000 - 2.000	3,0 - 6,0	1,5 - 3,0
Convencional semi-portátil	60 - 75	1.500 - 2.500	3,0 - 6,0	0,7 - 2,5
Convencional permanente	70 - 85	3.000 - 5.000	3,0 - 6,0	0,2 - 0,5
Autopropelido	60 - 70	3.000 - 5.000	6,0 - 9,0	0,5 - 1,0
Pivô central	75 - 90	3.000 - 5.000	2,0 - 6,0	0,1 - 0,7
Gotejamento	75 - 95	3.000 - 5.000	1,0 - 4,0	0,1 - 0,3

¹ Em sistemas mal dimensionados e sem manutenção adequada à eficiência pode ser ainda mais baixa .

² Altura de recalque entre 5 e 50 m. Dividir por 3,2 para estimar litros de diesel /mm/ha.

Fonte: Adaptado de Marouelli e Silva (1998)

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Seleção

Tabela 1. Fatores que Afetam a Seleção do Método de Irrigação.

Método	Fatores			
	Declividade	Taxa de Infiltração	Sensibilidade da Cultura ao Molhamento	Efeito do Vento
Superfície	Área deve ser plana ou nivelada artificialmente a um limite de 1%. Maiores declividades podem ser empregadas tomando-se cuidados no dimensionamento.	Não recomendado para solos com taxa de infiltração acima de 60 mm/h ou com taxa de infiltração muito baixa	Adaptável à cultura do milho, especialmente o sistema de sulcos.	Não é problema para o sistema de sulcos.
Aspersão	Adaptável a diversas condições	Adaptável às mais diversas condições	Pode propiciar o desenvolvimento de doenças foliares	Pode afetar a uniformidade de distribuição e a eficiência
Localizada	Adaptável às mais diversas condições.	Todo tipo. Pode ser usado em casos extremos, como solos muito arenosos ou muito pesados.	Menor efeito de doenças que a aspersão. Permite umedecimento de apenas parte da área.	Nenhum efeito no caso de gotejamento
Subirrigação	Área deve ser plana ou nivelada.	O solo deve ter uma camada impermeável abaixo da zona das raízes, ou lençol freático alto que possa ser controlado.	Adaptável à cultura do milho desde que o solo não fique encharcado o tempo todo. Pode prejudicar a germinação.	Não tem efeito.

Fonte: Adaptado de Turner (1971) e Gurovich (1985).

Fonte: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imetodos.htm

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Curiosidade

- Enterro de tubulação de PEMD nas linhas principais e laterais.







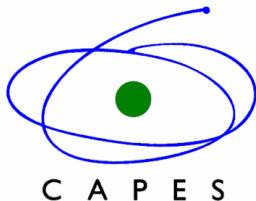
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Evapotranspiração

Mestranda: Emanoelle C. Amendola

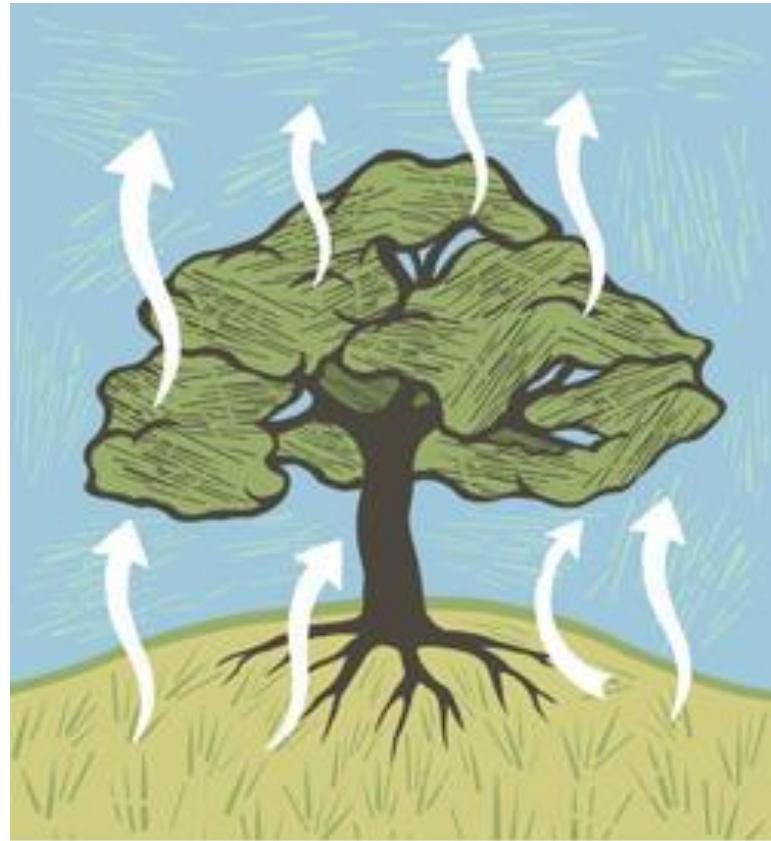
Responsável: Prof. Dr. Fernando Braz
Tangerino Hernandez



13 de março de 2017

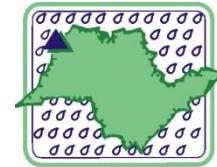
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Introdução - Evapotranspiração



Evaporation + Transpiration =
EvapoTranspiration (ETo)

- 3 principais:
- ETo
- ETc
- ETa



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Introdução – ETo

- Mensurada sobre uma cultura Referência;
 - Grama ou alfafa
- Sem restrição de Água e Adubo;
- Disponível em base de dados ou programas.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Determinação da ETo

- Balanço de água no solo;
- Através de dados Meteorológicos;



- Penman – Monteith

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

- Tanque Classe A



FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E
 SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO
 FONE: (18) 3743-1959 / (18) 3743-1939

URL: <http://clima.feis.unesp.br> / e-mail: irriga@agr.feis.unesp.br

CANAL: www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php

BLOG: irrigacao.blogspot.com

FACEBOOK: <https://www.facebook.com/ahunespilhasolteira>

DADOS CLIMÁTICOS DIÁRIOS - Estação ILHA SOLTEIRA

Período de: 01/03/2017 à 12/03/2017

Altitude: 337.0, Latitude: 20.0°25.0' 24.4"

Longitude: 51.0°21.0' 13.1"

ILHA SOLTEIRA/SP

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. Líquida	Fix de calor	PAR	Ev-TCA	ETo PN-M	ETo TCA	Velocidade do vento (m/s)	Direção vento	Chuva mm	Insolação h/dia	-	
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima														
01-03-2017	25.9	32.1	23.2	88.5	99.9	65.7	97.0	14.1	-	-	312.2	-	3.4	-	5.4	1.1	31.8	2.0	3.1	
02-03-2017	27.4	34.1	23.3	84.7	100.0	55.6	97.2	21.4	-	-	488.8	-	4.8	-	5.3	0.9	11.9	0.8	8.3	
03-03-2017	25.8	32.7	22.6	91.4	100.0	64.8	97.4	13.0	-	-	294.0	-	2.9	-	4.7	0.2	267.9	12.2	2.3	
04-03-2017	25.1	33.5	22.4	93.2	100.0	60.1	97.2	14.8	-	-	327.6	-	3.6	-	7.6	1.0	40.6	25.9	3.6	
05-03-2017	25.9	33.4	22.1	89.8	100.0	59.9	97.1	18.5	-	-	403.6	-	4.3	-	5.2	1.3	359.0	16.0	6.2	
06-03-2017	25.5	31.8	22.7	93.0	100.0	65.0	97.2	12.8	-	-	275.9	-	2.9	-	4.3	0.3	253.5	16.3	2.2	
07-03-2017	27.9	34.0	23.3	83.5	100.0	56.2	97.3	19.4	-	-	425.9	-	4.2	-	3.5	0.3	26.4	0.0	6.9	
08-03-2017	29.3	36.1	23.5	79.3	100.0	50.9	97.2	22.1	-	-	489.0	-	4.8	-	3.2	0.4	304.4	0.0	8.7	
09-03-2017	30.0	36.1	24.7	77.6	100.0	53.3	97.1	21.5	-	-	483.9	-	4.9	-	4.0	0.6	62.9	0.0	8.3	
10-03-2017	28.6	36.2	22.9	81.7	100.0	53.4	97.3	19.6	-	-	434.7	-	4.6	-	4.9	1.0	52.0	24.1	6.9	
11-03-2017	27.8	33.7	22.6	84.2	100.0	62.8	97.3	20.5	-	-	453.6	-	4.4	-	4.2	0.5	70.4	0.0	7.6	
12-03-2017	29.4	36.4	23.9	76.9	100.0	46.9	97.2	20.8	-	-	462.6	-	4.6	-	5.6	0.4	24.8	0.0	7.8	
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4851.8	-	49.4	-	-	-	97.3	71.9	-	
MEDIA	27.4	34.2	23.1	85.3	100.0	57.9	97.2	18.2	-	-	404.3	-	4.1	-	4.8	0.7	125.5	8.1	6.0	
D.P.	1.7	1.6	0.7	5.8	0.0	6.1	0.1	3.5	-	-	80.3	-	0.7	-	1.2	0.4	129.5	10.2	2.5	
V.MIN.	25.1	31.8	22.1	76.9	99.9	46.9	97.0	12.8	-	-	275.9	-	2.9	-	3.2	0.2	11.9	0.0	2.2	
V.MAX.	30.0	36.4	24.7	93.2	100.0	65.7	97.4	22.1	-	-	489.0	-	4.9	-	7.6	1.3	359.0	25.9	8.7	
D.Ch.	7	D.Ch.Agr.	5											Grafico						

D.P= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch = Dias de Chuva > 0 mm.; D.Ch.Agr. = Dias de Chuva para agricultura >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.

N = Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e PN-Man_Monteith

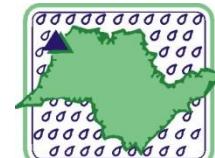
Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br

[Nova Consulta](#)

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Introdução – ETc

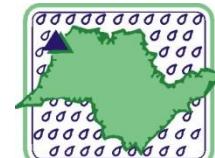
- $ET_c = ET_o \times K_c$
- Quando a Cultura não possui déficit hídrico e/ou nutricional.
- Sem ataque de pragas e doenças.



Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Introdução – ETa

- $ET_a = ETo \times K_c$
- Quando a Cultura possui déficit hídrico e/ou nutricional ou ataque de pragas e doenças.
- Normalmente ocorre em campo

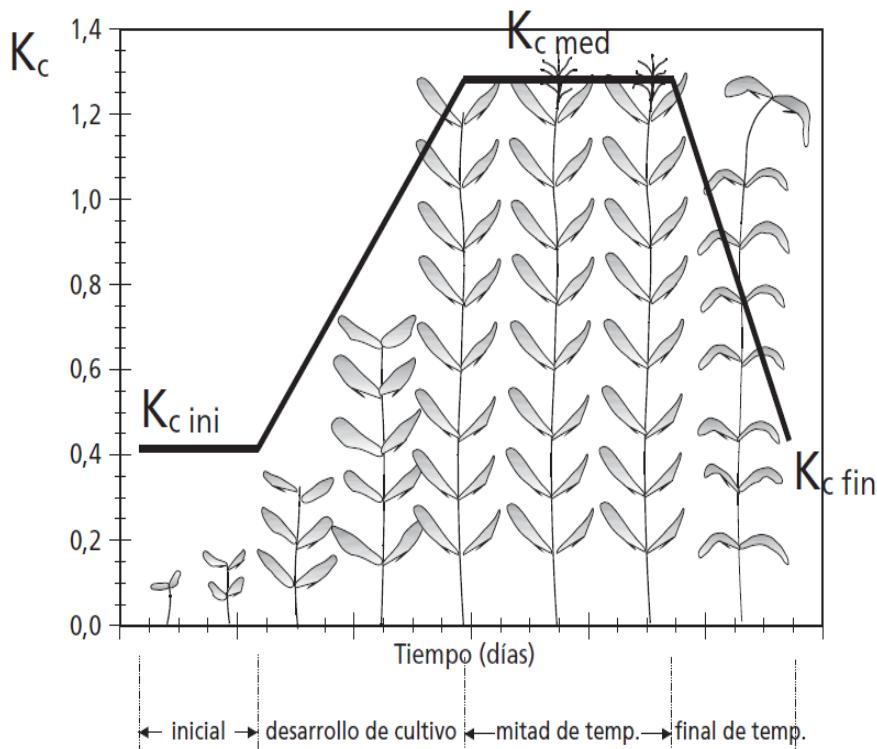


Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Introdução – K_c

FIGURA 25

Curva generalizada del coeficiente del cultivo,
correspondiente al procedimiento del coeficiente único del cultivo



- Varia principalmente com:
- Espécie;
- Fase fenológica da cultura;
- Condições fitossanitárias.

Trabalho para a próxima semana

Visión del regadio

Vision of irrigation

Braz-Tangerino, F.^a, Ferreira, M.I.^b, Moreno-Hidalgo, M.A.^{c1}, Playán, E.^d, Pulido-Calvo, I.^e, Rodríguez-Sinobas, L.^f, Tarjuelo, J.M.^{c2} y Serralheiro, R.^g

^aUniversidad Estadual Paulista, UNESP Ilha Solteira, Caixa Postal 34, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: fbthtang@agr.feis.unesp.br,

^bInstituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, e-mail: isabelferreira@isa.utl.pt,

^cCentro Regional de Estudios del Agua, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario, s/n. 02071-Albacete, España.
E-mail: ^{c1}miguelangel.moreno@uclm.es. ^{c2}jose.tarjuelo@uclm.es

^dDepartamento Suelo y Agua, Centro experimental Aula, CSIC. P.O. Box. 202, 50080 Zaragoza, España. E-mail: playan@eead.csic.es

^eDepartamento de Ciencias Agroforestales, ETSI, Campus La Rábida, Universidad de Huelva, España. E-mail: ipulido@dcaf.uhu.es,

^fGrupo de Investigación Hidráulica del Riego, Escuela Técnica Superior de Ing. Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria 28040 Madrid, España. E-mail: leonor.rodrigue@upm.es,

^gInstituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade de Évora, 7002-534 Évora, Portugal. E-mail: ricardo@uevora.pt.

Recibido: 13/06/2014

Aceptado: 29/07/2014

Publicado: 01/08/2014

RESUMEN

http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/vision_of_irrigation_2014.pdf

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Obrigada!

emanoele.amendola@gmail.com

