

INTRODUCCIÓN



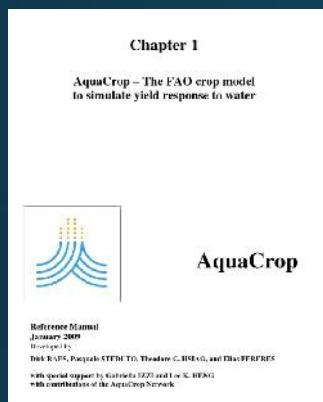
M Sc Ing. Rocío Hernández

M Sc Ing. Leandro Martín

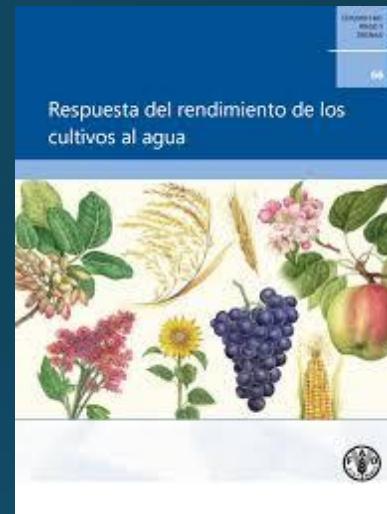
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
MENDOZA - ARGENTINA

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE REFERENCIA AQUACROP



MANUAL FAO 66: Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua



PUBLICACIONES CIENTIFICAS

- Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D. and Fereres, E. 2009.
I. Concepts and underlying principles. Agronomy Journal, 101(3): 426-437
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2009.
II. Main algorithms and software description. Agronomy Journal, 101(3): 438-447
- Hsiao, T.C., Heng, L., Steduto, P., Rojas-Lara, B., Raes, D., and Fereres, E. 2009.
III. Parameterization and testing for maize. Agronomy Journal, 101(3): 448-459

Vanuytrecht, E., Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Heng, L.K., Garcia Villa, M., Mejias Moreno, P. 2014. AquaCrop: FAO's crop water productivity and yield response model. Environmental Modelling & Software (62): 351-360.

LINKS DE INTERES

AQUACROP - FAO

<http://www.fao.org/aquacrop/overview/practicalapplications/es/>

AQUACROP – TRAINING MODULES

<https://www.youtube.com/watch?v=nWEzr2O8Dmo&list=PLzp5NgJ2-dK7H85cyEmGc8KSodqm8gCf2>

¿Qué es AquaCrop?



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

- Es un modelo de simulación de crecimiento de los cultivos desarrollado por la División de Tierras y Aguas de la FAO para abordar la seguridad alimentaria y evaluar el impacto del medio ambiente y la gestión de los cultivos sobre la producción.

Alternativa válida para modelar los procesos de formación del rendimiento y crecimiento del cultivo herbáceo, bajo diversas condiciones de fertilidad de suelo, clima y disponibilidad de agua

Version 6.0
March 2017

About



AquaCrop

Crop Water Productivity Model

Start

Exit

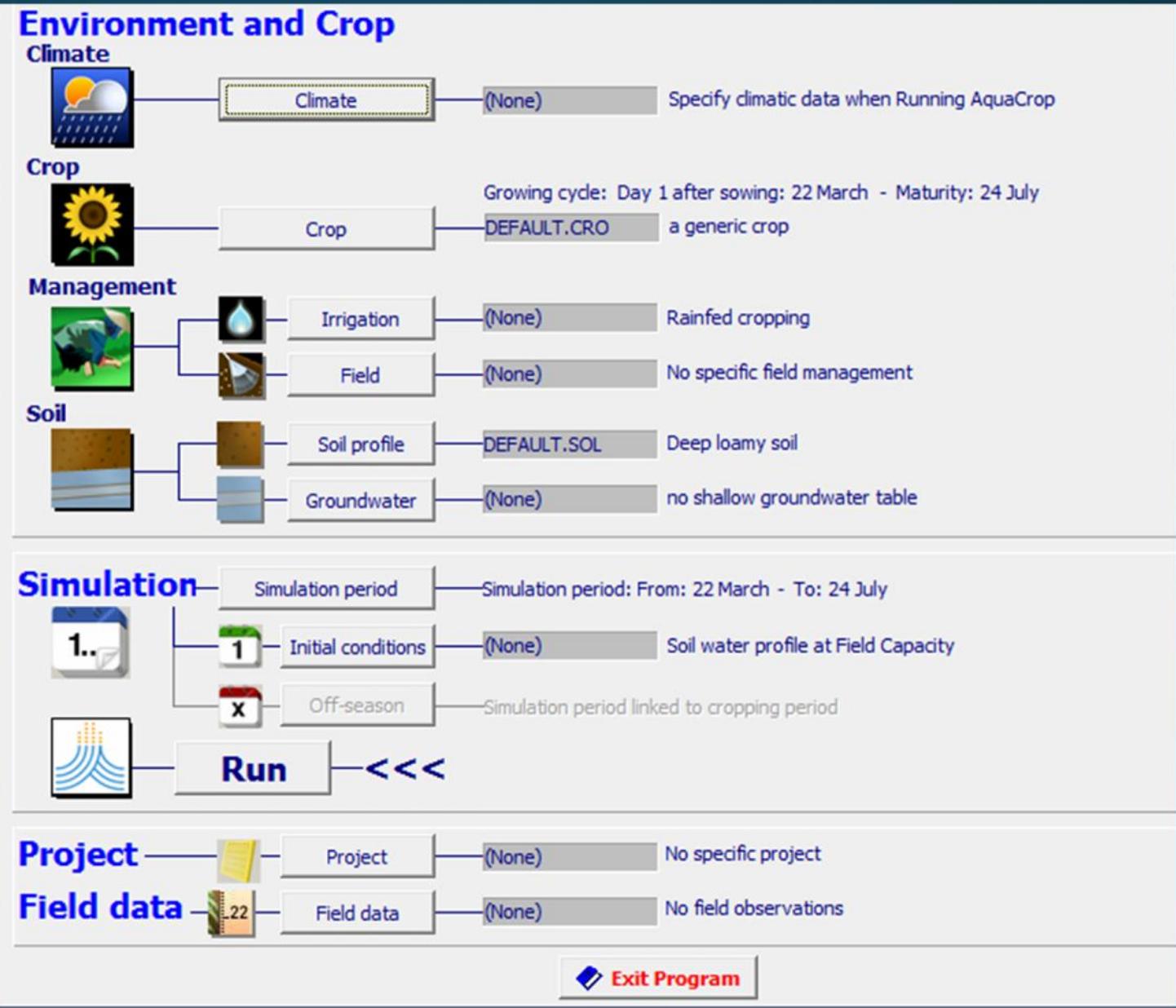


Food and Agriculture Organization
of the United Nations

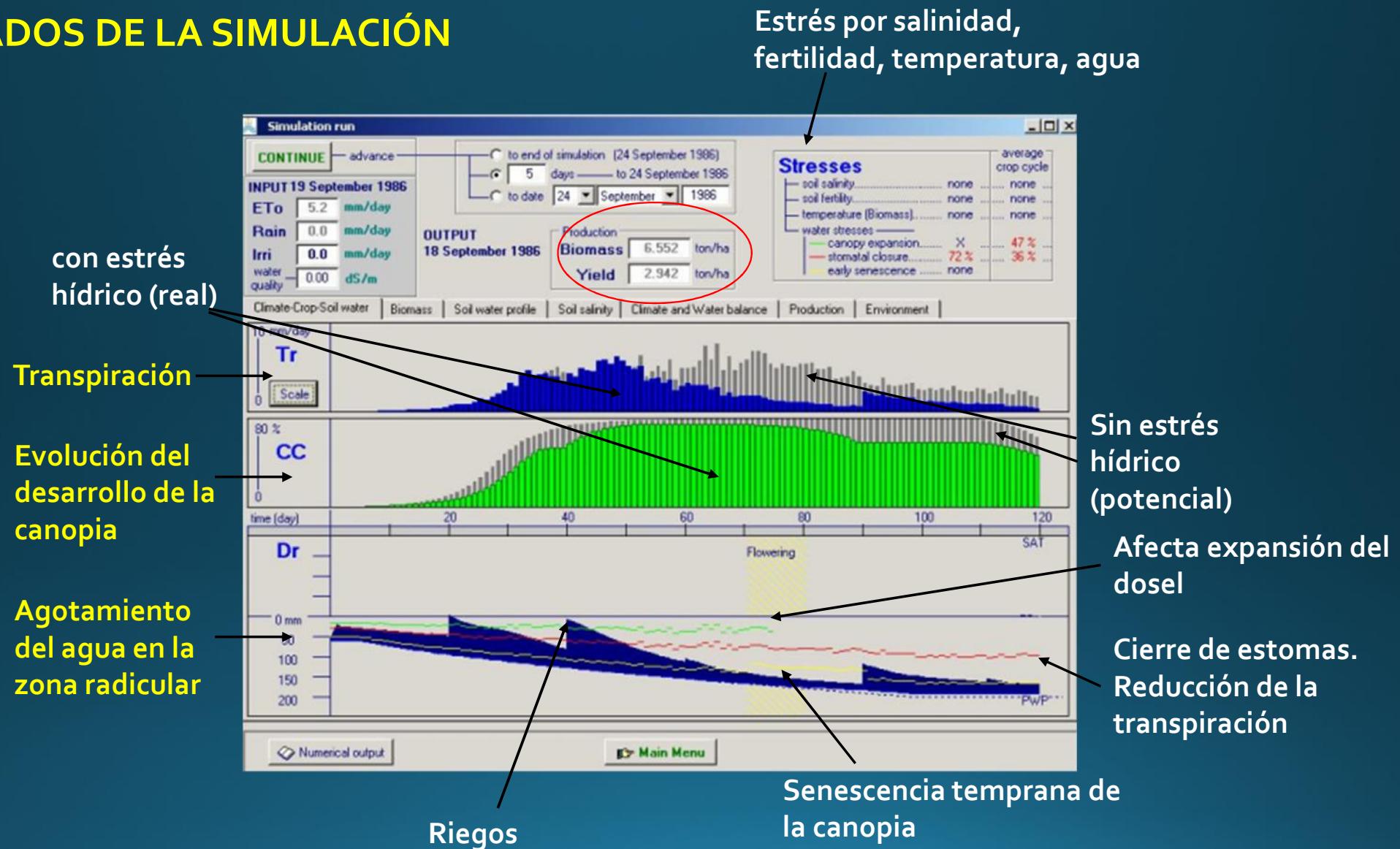
Definen el entorno en el que se desarrollará la cosecha

Datos de simulación: fecha de siembra y condiciones iniciales

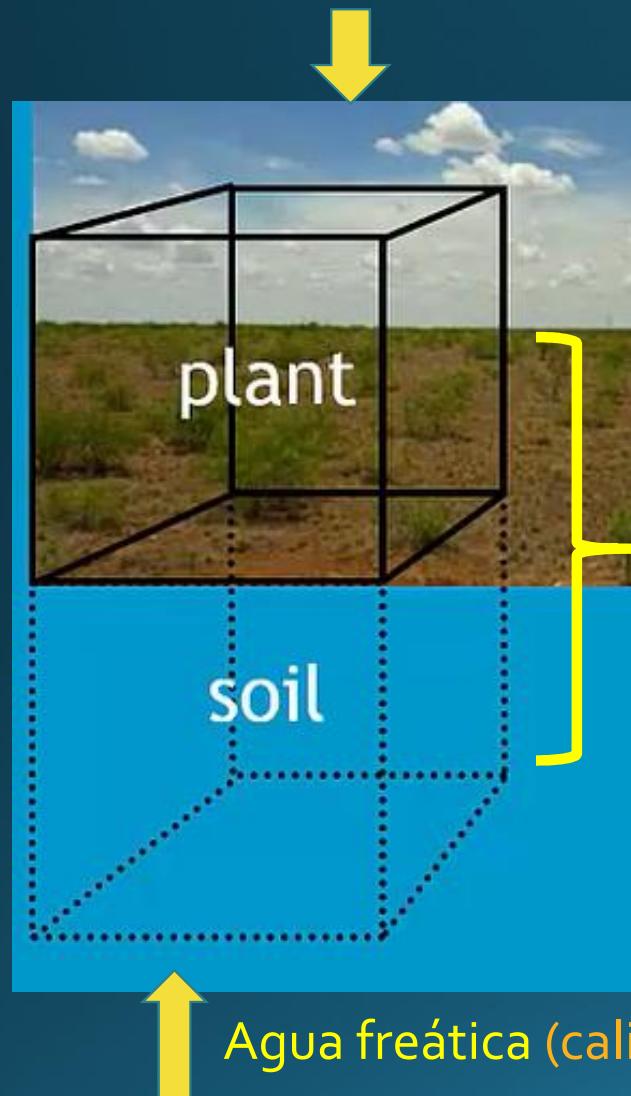
Datos reales de ensayos en campo para validar simulación



RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN



Condiciones meteorológicas
 T ($^{\circ}$ C), HR (%), Pp (mm), ETo (mm), CO₂

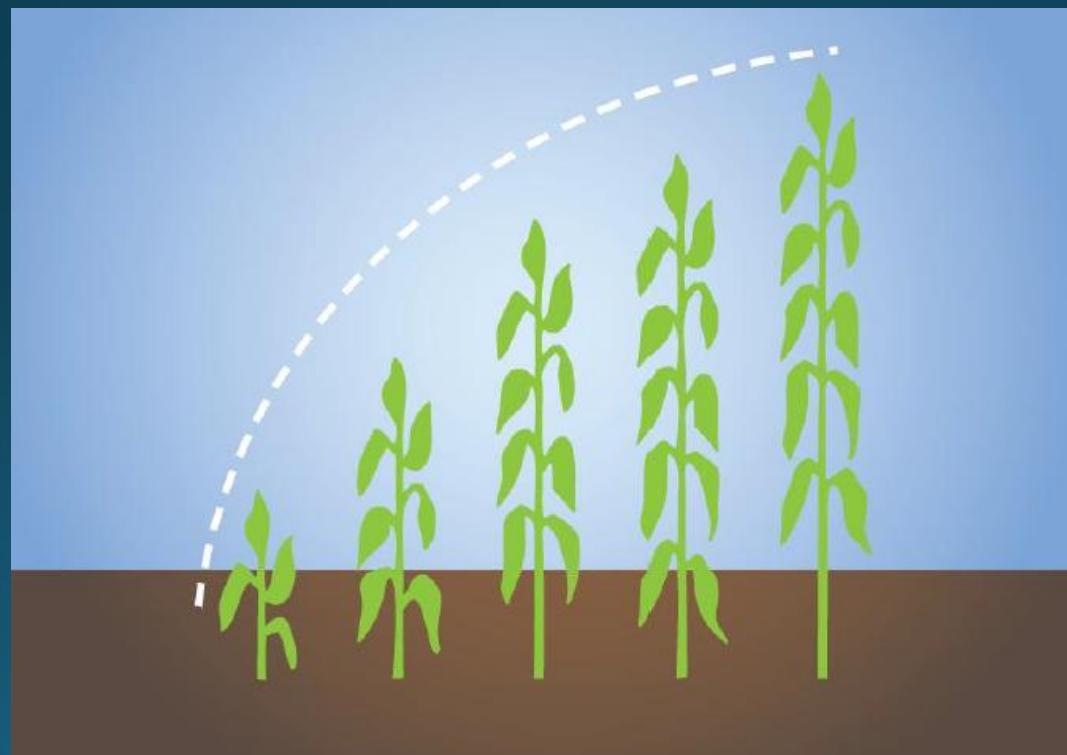


- La simulación es realizada por modelos matemáticos.
- Representación simplificada de un sistema en particular.

Fuente: Aquacrop-Training module, FAO (2016)

AquaCrop

- Enfocado principalmente a la simulación del desarrollo de la biomasa potencial del cultivo y la producción cosechable en respuesta al agua disponible.



AquaCrop

- Resultado de múltiples investigaciones y calibraciones en distintas condiciones ambientales.
- Relativamente sencillo en cuanto a los parámetros a calibrar. Logra describir de forma simple y directa los procesos que determinan la producción agrícola del cultivo.
- Plataforma del software de fácil manejo.

- AquaCrop simula la respuesta del rendimiento de los cultivos herbáceos al agua.



- Particularmente adecuado para las condiciones en las que el agua es un factor limitante en la producción de cultivos.

Utilidad de AquaCrop



- Comprender las **respuestas** de los cultivos al cambio ambiental.
- Comparar los rendimientos **reales** de un año determinado con la **producción potencial**.
- Identificar las **restricciones** a la producción de cultivos y la productividad del agua .
- Desarrollar **programas de riego** para la lograr la máxima producción (durante la temporada y ante escenarios climáticos).

Utilidad de AquaCrop



Desarrollar **estrategias en condiciones de déficit hídrico** para maximizar la productividad del agua mediante:

- estrategias de riego (por ejemplo, irrigación con déficit)
- prácticas de cultivo y manejo (por ejemplo, ajuste de las fechas de siembra, selección de cultivares, manejo de fertilización, uso de mantillo y recolección de agua de lluvia)

Utilidad de AquaCrop



- Estudiar el **efecto del cambio climático** en la producción de alimentos (por ejemplo, ejecutando AquaCrop con condiciones climáticas tanto históricas como futuras):



CO₂, Temperatura y precipitaciones



Analizar estrategias de adaptación bajo condiciones de CC, como ser manejo de variedades y/o épocas de siembra

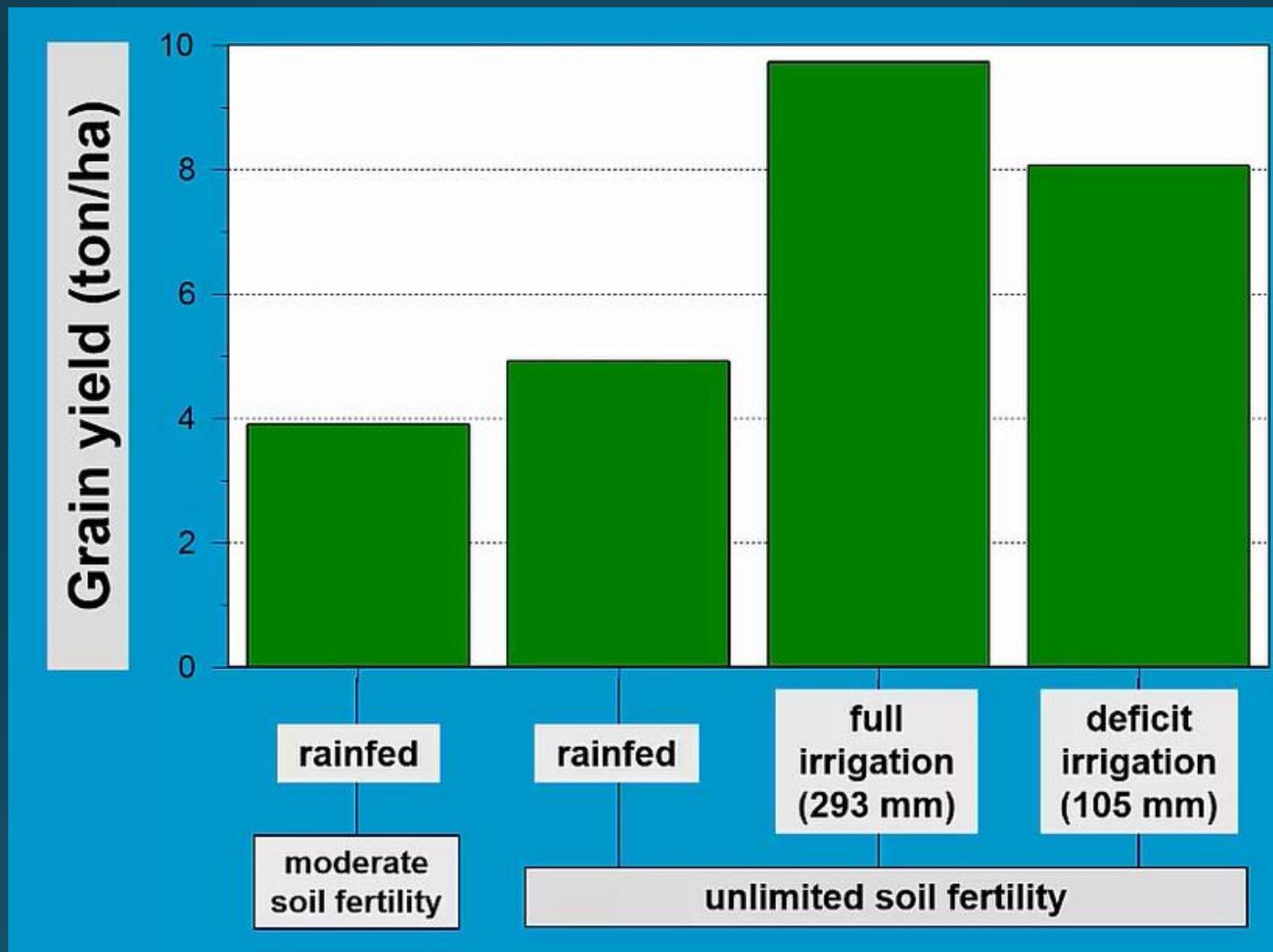
Utilidad de AquaCrop

- Analizar escenarios útiles para administradores y gerentes de agua, economistas, analistas políticos y científicos. Es decir, para fines de planificación.



- **Es una herramienta de planificación** y ayuda a las decisiones de manejo en la agricultura de regadío y de secano

SIMULACION DE DIFERENTES ESCENARIOS



Fuente: Aquacrop-Training module, FAO (2016)

Limitaciones de AquaCrop

- Puede simular la producción diaria de biomasa y el rendimiento final de **cultivos herbáceos** solamente.
- Al igual que la mayoría de los modelos de cultivos, no contempla el efecto de plagas y enfermedades.



Limitaciones de AquaCrop

- Está diseñado para predecir los rendimientos de los cultivos en la escala de un solo campo.
- Se supone que el campo es uniforme sin diferencias espaciales en el desarrollo del cultivo, transpiración, características del suelo o manejo de variedades y/o épocas de siembra



RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO Y EL USO DEL AGUA

- La **Radiación solar** es la fuerza que impulsa la transpiración y la fotosíntesis del cultivo.
- Hay una relación directa entre la producción de biomasa y el agua consumida a través de la transpiración.
- El estrés hídrico y la disminución de la transpiración reducen la producción de biomasa, y generalmente también se reduce el rendimiento.

1º enfoque entre el uso del agua en el cultivo y su rendimiento

Estudio FAO: Riego y Drenaje nº 33 (1979) propuso una ecuación que relacionaba la disminución relativa del rendimiento con la disminución relativa en la evapotranspiración (ET):

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_x}\right)$$

Ya - Yx: rendimientos real y máximo

Eta - Etx: evapotranspiración real y máxima (uso del agua)

Ky: factor respuesta del rendimiento.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_x}\right)$$



- Función de productividad aplicada a todos los cultivos.
- Describe la reducción relativa de la productividad en función a la reducción de la evapotranspiración generada por la falta de agua.
- Cuantifica los efectos de los déficits de agua sobre el rendimiento.

Función de producción (Doorenbos y Kassan, 1979)

$K_y > 1$: la respuesta del cultivo es altamente sensible al déficit hídrico, con una disminución del rendimiento proporcionalmente mayor que la disminución del uso del agua debido al estrés.

$K_y < 1$: el cultivo es más tolerante al déficit hídrico y se recupera parcialmente del estrés, mostrando disminuciones del rendimiento proporcionalmente menores, debidas a la disminución del uso del agua.

$K_y = 1$: la disminución del rendimiento es directamente proporcional a la disminución del uso del agua.

ejemplos:

$K_y = 1$: el rendimiento es directamente proporcional a la disminución del uso de

Función de producción (Doorenbos y Kassan, 1979)

I = maní, remolacha

azucarera

II = alfalfa, uva, sorgo,
trigo, tabaco, girasol

III = citrus, cebolla, pimiento,
tomate, papa

IV = banana, maíz, caña
de azúcar

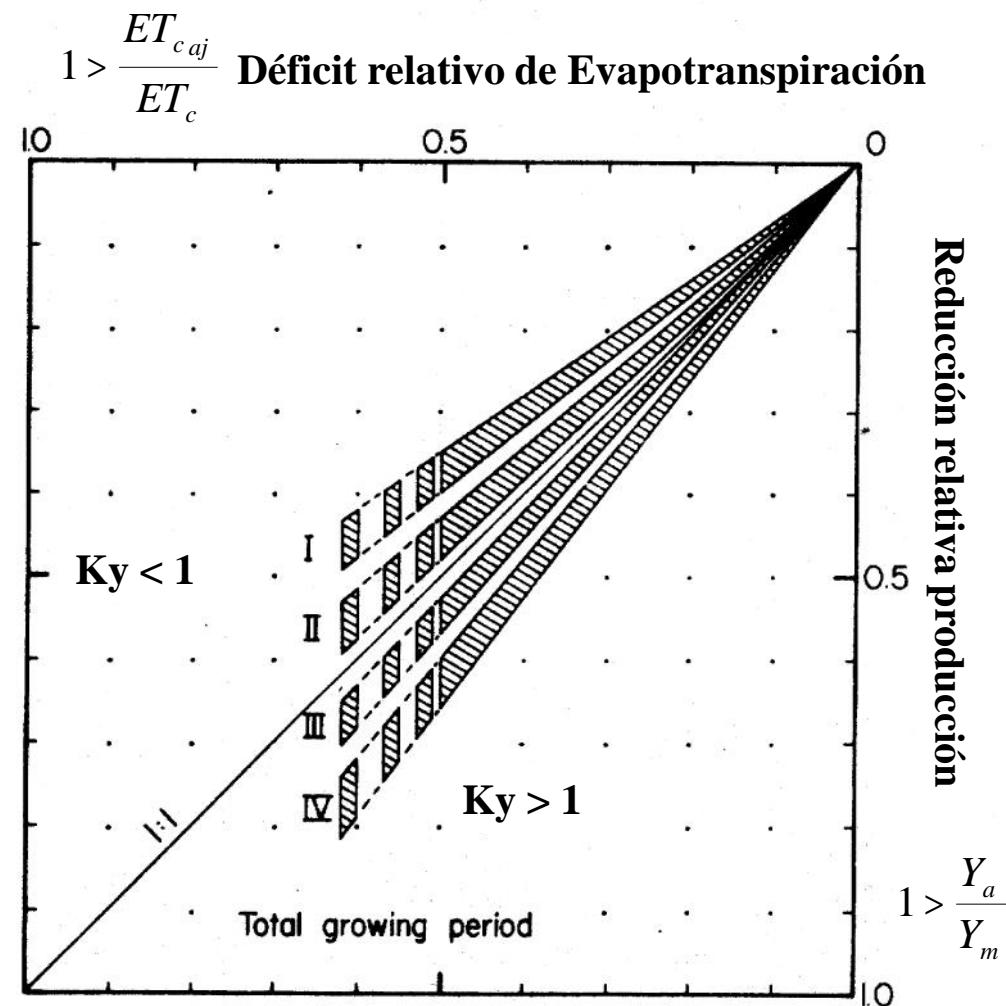
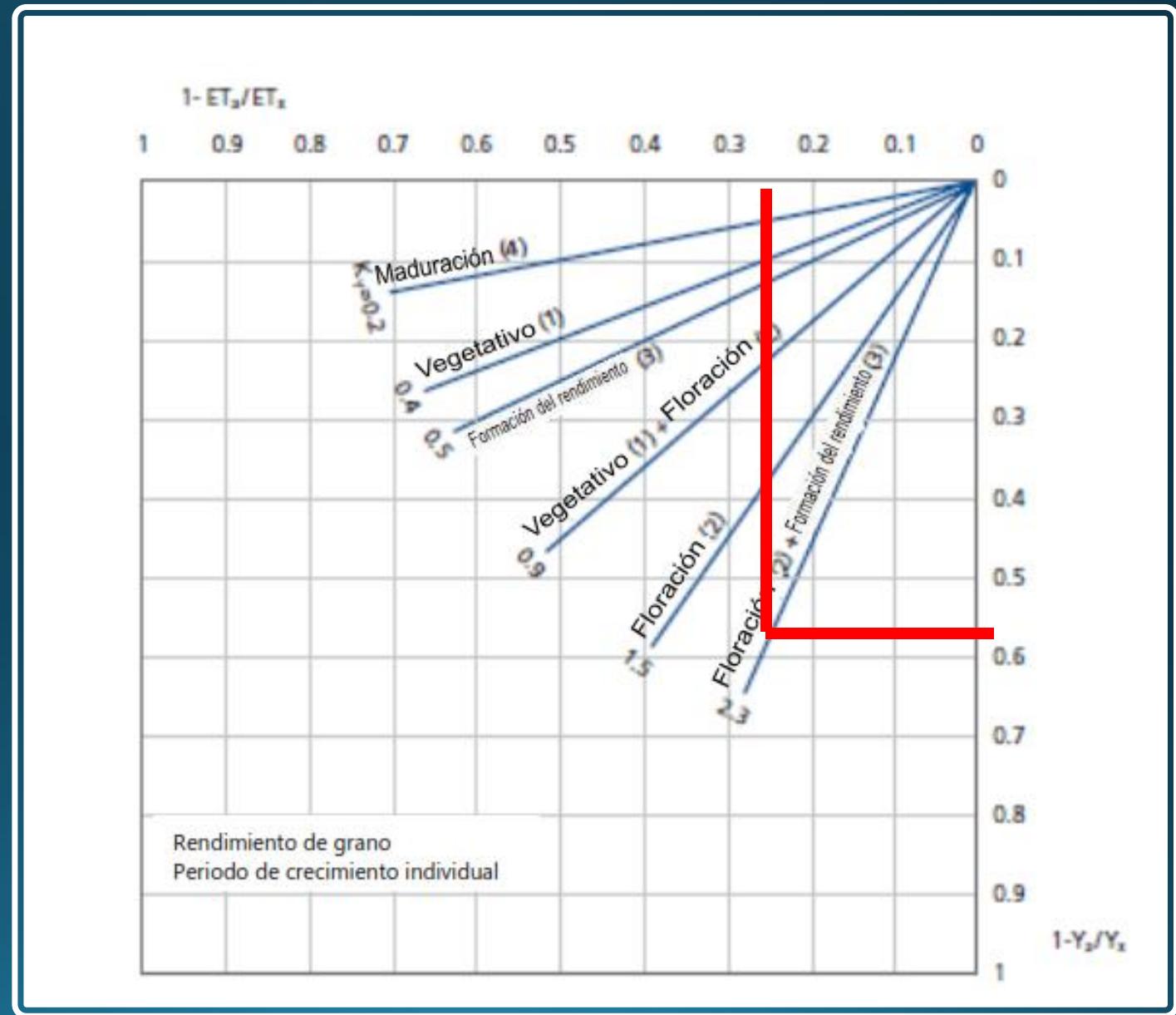


TABLA 1 Valores estacionales de Ky tomados del Estudio FAO: Riego y Drenaje N.º 33.

Cultivo	K _y	Cultivo	K _y
Alfalfa	1.1	Alazor o cártamo	0.8
Banano o plátano	1.2-1.35	Sorgo	0.9
Frijol o judías	1.15	Soya o soja	0.85
Repollo	0.95	Trigo de primavera	1.15
Algodón	0.85	Remolacha azucarera	1.0
Maní o cacahuete	0.70	Caña de azúcar	1.2
Maíz	1.25	Girasol	0.95
Cebolla	1.1	Tomate	1.05
Guisantes o arvejas	1.15	Sandía	1.1
Pimiento	1.1	Trigo de invierno	1.5
Papa o patata	1.1		

Funciones lineales de productividad del agua para el maíz

Mayor reducción relativa de la producción debido al déficit de agua en floración y formación de fruto



FAO: Riego y Drenaje nº33

Útil para: - la planificación general, el diseño y el funcionamiento de los proyectos de riego.

- la evaluación rápida de las diminuciones del rendimiento en condiciones limitadas de suministro de agua.

Uso limitado en la mejora de prácticas y estrategias relacionadas con el manejo agrícola del agua con el fin de mejorar la eficiencia y la productividad del uso del agua.

El modelo AquaCrop evolucionó a partir del enfoque de FAO n° 33



- A) Separa la evaporación del suelo no productiva (E) de la transpiración del cultivo productiva (T)
- B) Obtención del rendimiento, biomasa e índice de cosecha.

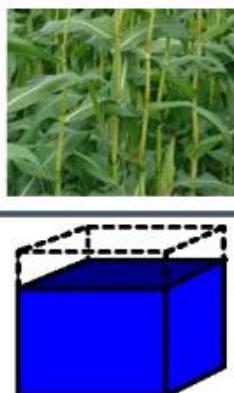
A) Estimación de la producción de biomasa a partir de la transpiración del cultivo real mediante un parámetro de productividad.

$$B = WP \cdot \sum Tr$$

- B: biomasa acumulada producida (kg/m²)
- Tr: transpiración del cultivo (mm, m³/superficie) en el tiempo que se produce la biomasa.
- WP: parámetro de productividad del agua (kg biomasa/m².mm, o kg biomasa/m³ agua transpirada)

$$WP = \frac{\text{biomass produced}}{\text{water transpired}}$$

kg (biomass)
m³ (Tr)



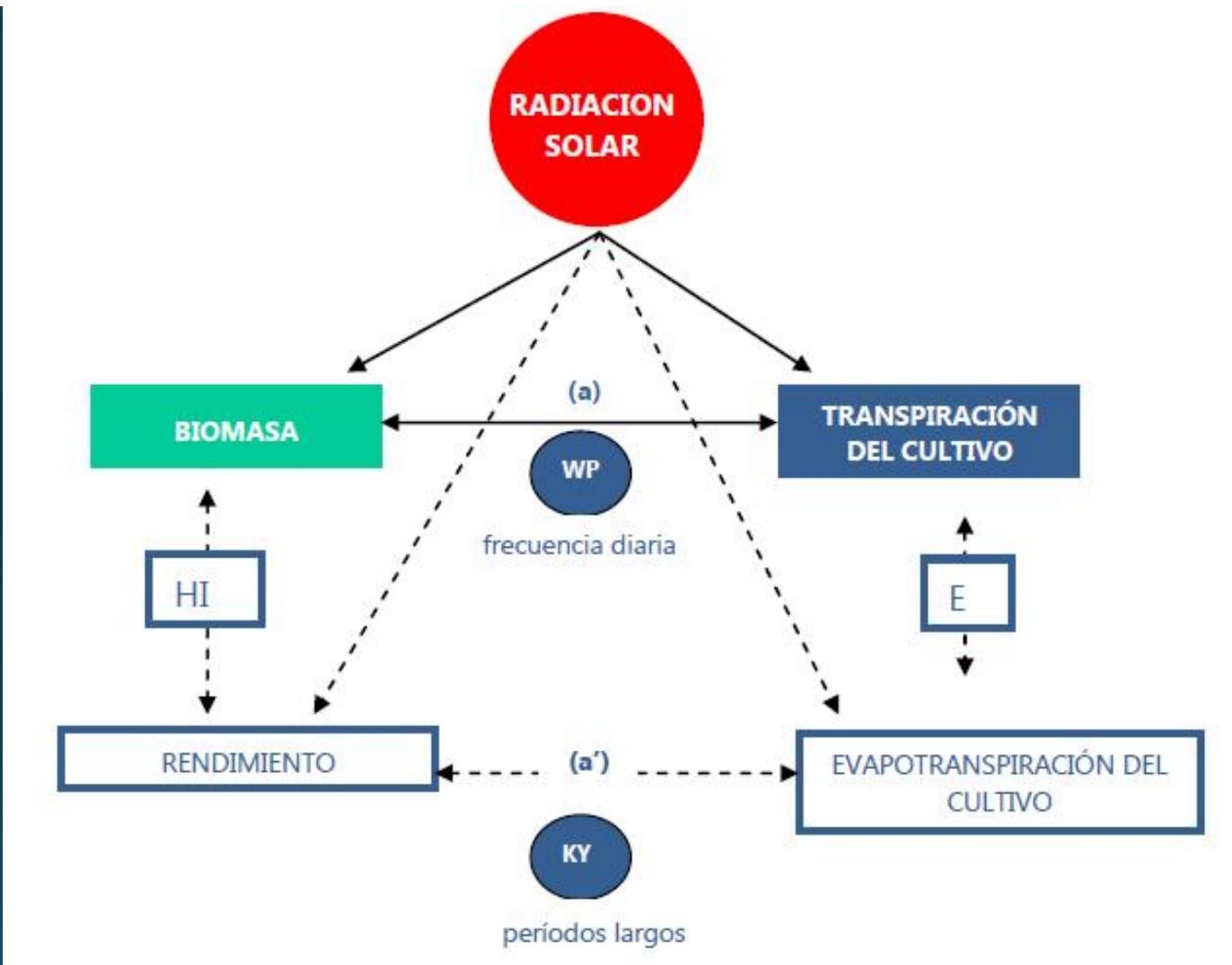
B) Relación entre rendimiento y biomasa

$$Y = HI \cdot B$$

- Y: rendimiento cosechable (kg)
- HI: índice de cosecha (porcentaje o fracción)

En la mayoría de los cultivos, solo una parte de la biomasa se destina a los órganos cosechables para producir rendimiento

HI modifica el porcentaje de biomasa que será aprovechable



EVOLUCIÓN DE AquaCrop

AquaCrop

$$B = WP \cdot \sum Tr$$



FAO N° 33

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_x}\right)$$