



GENERALITAT
VALENCIANA

ivia
Institut Valencià
d'Investigacions Agràries

La lámina de agua en el cultivo del arroz

Concha Domingo

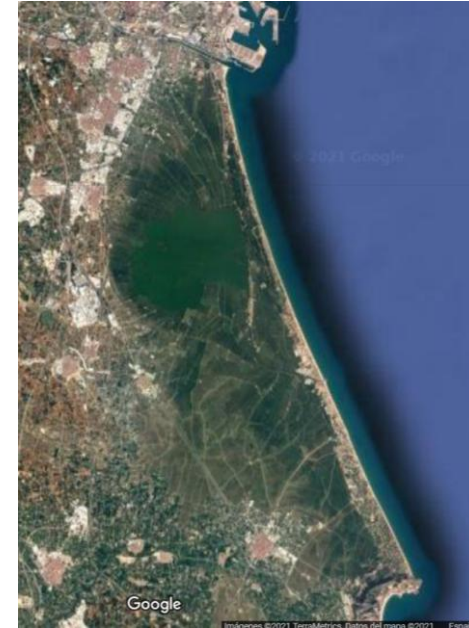
domingo_concar@gva.es

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

Sueca, 30 de octubre 2025

ECO RÉGIMEN: CULTIVOS BAJO AGUA

- ❑ El Parque Natural de l'Albufera constituye un humedal de importancia
- ❑ El cultivo del arroz cumple un papel determinante en su conservación
- ❑ Convivencia del cultivo del arroz con el Parque Natural



importancia ambiental del mantenimiento de superficies inundadas



cultivo sostenible mediante riego por inundación

Beneficios del cultivo del arroz por inundación para el Parque Natural

garantiza el mantenimiento de la inundación durante gran parte del año

La lámina de agua favorece un hábitat para una gran diversidad de:

- fauna acuática: invertebrados acuáticos (insectos, crustáceos, anélidos, moluscos...)
- vegetación acuática (macrófitos dulceacuícolas, plantas adventicias...)



- Base de la cadena alimenticia para aves acuáticas, peces y anfibios que habitan los arrozales
- Los arrozales inundados proporcionan refugio y áreas de anidación para diversas especies de fauna



Beneficios del cultivo del arroz por inundación para el Parque Natural

- Favorece la conservación de la comunidad de aves acuáticas
- Actúa como filtro biológico: depuración y mejora de las aguas superficiales
- Reduce la salinidad del suelo
- Mitiga inundaciones periódicas
- Usos de arraigo social como el aprovechamiento cinegético
- Mantenimiento del paisaje rural tradicional



NORMATIVA

- ❑ Llevar a cabo una gestión sostenible de la lámina de agua en la superficie inundada, para favorecer no sólo la instauración de aves migratorias, sino también la disminución de las emisiones y racionalizar el consumo.
- ❑ Llevar a cabo la gestión sostenible de la lámina de agua en toda la superficie declarada.
- ❑ Dos factores permitidos:
 - Siembra en seco con inundación tras los 30-45 días posteriores a la siembra.
 - Secas intermitentes en el momento de realizar tratamientos herbicidas o fitosanitarios.
 - En cualquier caso, el mantenimiento de la lámina de agua deberá permanecer en el terreno un mínimo de tres meses: entre el 15 de mayo y el 15 de agosto.

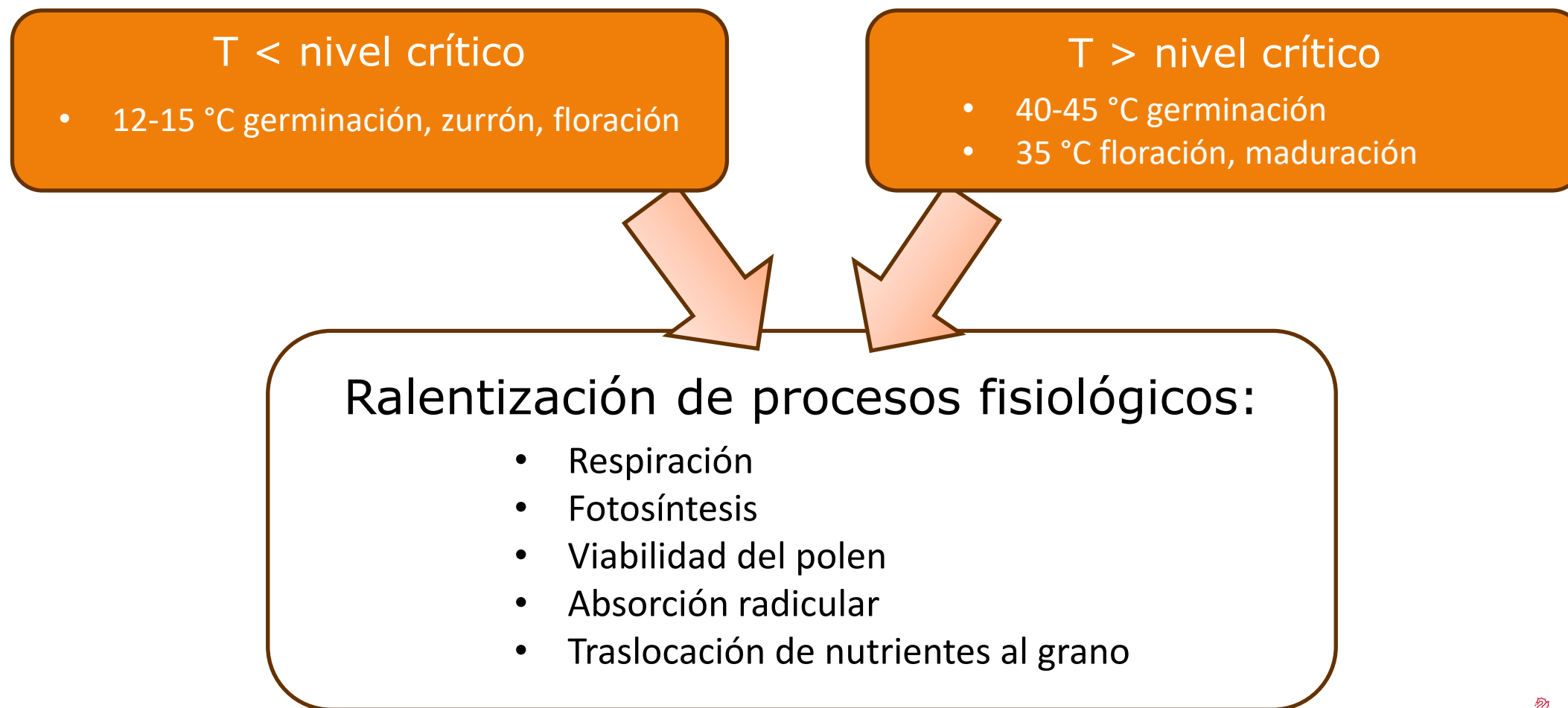
Importancia/funciones de la lámina de agua en el cultivo del arroz

- ❑ Regula la temperatura
- ❑ Permite el transporte de oxígeno a las raíces
- ❑ Mejora la disponibilidad de nutrientes al mantener el pH neutro
- ❑ Control de malas hierbas y plagas
- ❑ Reduce la salinización y mejora de las propiedades del suelo

Efecto regulador de la temperatura

El nivel del agua y la corriente son factores clave para la regulación de la temperatura.

- a principio de cultivo protege de las bajas temperaturas
- más adelante mantiene fresco el ambiente y evita, por ejemplo, la infección fúngica



Efecto regulador de la temperatura

El nivel del agua y la corriente son factores clave para la regulación de la temperatura.

$T < \text{nivel crítico}$

- 12-15 °C germinación, zurrón, floración

Manteniendo la capa alta, el agua caliente sube y se mantiene fría a ras de suelo, por lo que la t^a baja persiste



Para aumentar la temperatura:

- ↓ capa < 10 cm y
- circulación lenta o estanca

$T > \text{nivel crítico}$

- 35 °C floración, maduración

Temperatura del aire y radiación alta:

- ↑ T_{agua} ,
- ↓ O_2 ,
- alcalinización

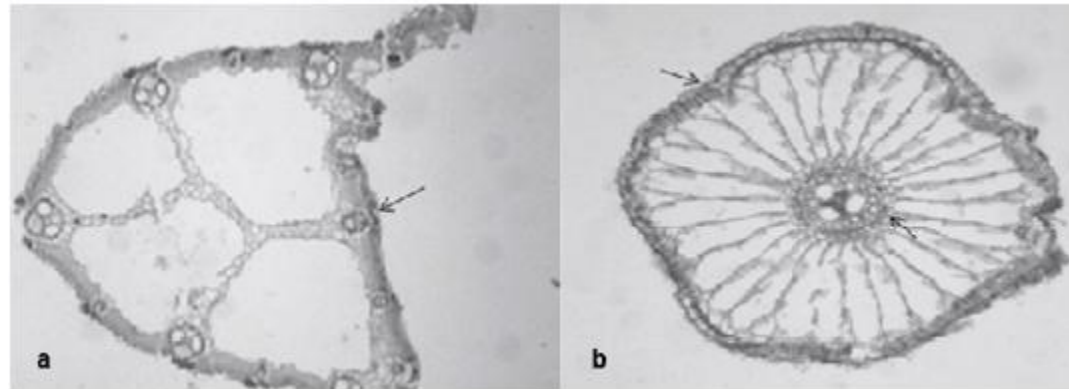


Para refrescar, aportar O_2 y para $pH < 10$ (evitar quemaduras y muerte):

- ↓ capa y
- circulación rápida o eixugó

Fuente de oxígeno

- Durante la germinación y en los primeros días de crecimiento: la lámina de agua es la única fuente de oxígeno para raíces
- En planta adulta, el aerénquima transportará el O_2 a través de la planta

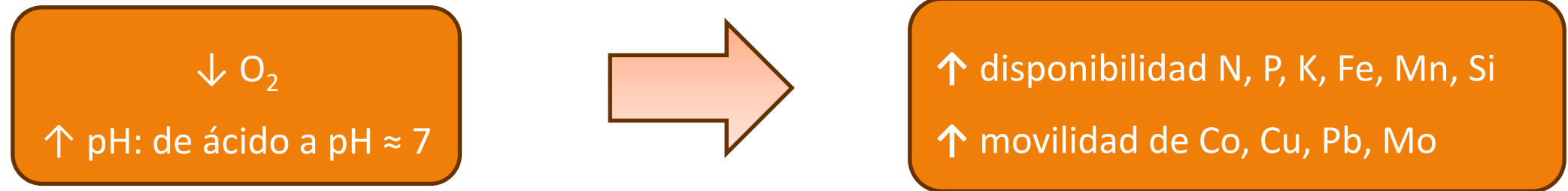


Fotografía: Velásquez Salazar, *Agronomía Trop.* vol.64 no.1-2 (2014)

- La retirada de agua a los pocos días de la germinación favorece la oxigenación de las raíces y favorece su crecimiento y arraigo

Mejora la disponibilidad de nutrientes al mantener el pH neutro

Inundación:



- El agua permite el transporte de nutrientes
 - en el suelo: permite la absorción por la planta
 - en interior planta: transporte de productos elaborados

Salinidad en el suelo

➤ Línea costera con suelos con valores altos de pH y con alta concentración salina

pH	7.92
EC _{1:5}	1.14 dS m ⁻¹
Na	1.48 meq/100g

Valores medios en análisis de suelo de 18 campos al azar (2015-2018)

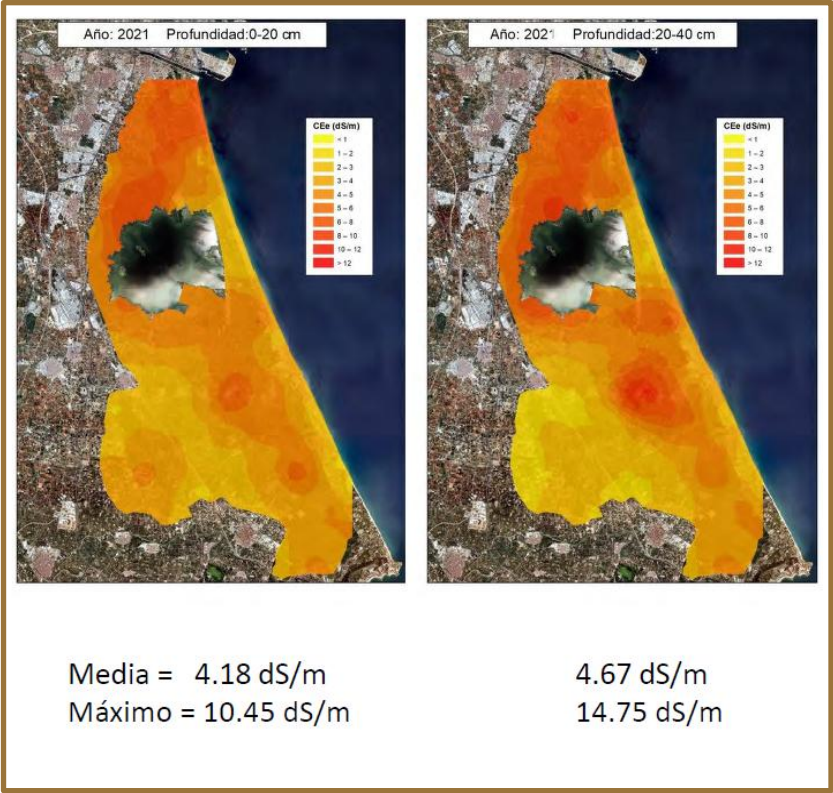


➤ Buena calidad del agua de riego

Table 1. Average electrical conductivity (EC) and percentage of area of the three main types of irrigation water used in the study.

Irrigation water source	EC (dS m ⁻¹)	% surface
Surface	1.33 (0.88) ^a	42
Groundwater	1.80 (1.90)	45
Tajo-Segura transfer	1.07 (0.37)	11

^aStandard deviation in parentheses.
J.M de Paz et al. (2004) Soil Use and Management



Datos: Héctor Moreno (UPV)

- ✓ Alta dependencia del aporte externo de agua
- ✓ La escasez de agua puede producir estrés salino debido a la calidad del suelo

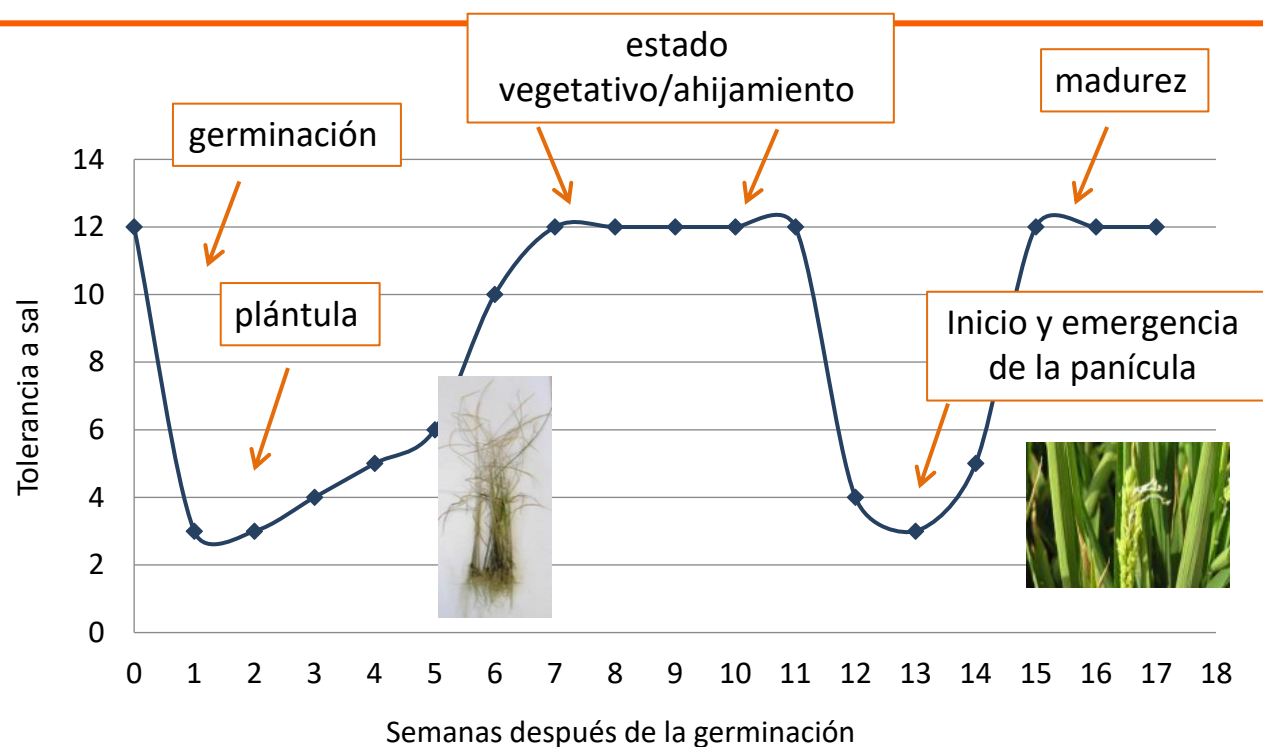
la lamina de agua juega un papel fundamental para contrarrestar la salinidad del suelo

Efecto de la salinidad en las plantas de arroz

- Sensible a sal con un umbral entorno a $2\text{-}3\text{ dS m}^{-1}$

CE (dS /m)	Pérdidas en producción (%)
2-3	14
3-4	21
>4	32

extracto de saturación
(Aguilar, 2010)



- Tipos de daño:

- ✓ Toxicidad por Na^+ y Cl^-
- ✓ Estrés hídrico debido al potencial osmótico bajo
- ✓ Desequilibrio nutricional

- Diferentes tipos de respuesta:

- ✓ Exclusión y restricción de la entrada de iones por las raíces
- ✓ Compartimentación tisular: acumulación de iones en hojas viejas
- ✓ Compartimentación celular: secuestro de iones en vacuolas o pared celular
- ✓ Síntesis de osmoprotectores



Utilización racional del agua de riego

❑ Arte o maestría en la distribución del agua. La habilidad del regador para:

- modificar boqueras en momento adecuado
- subir o bajar el nivel
- acelerar, disminuir o parar circulación agua
- fijar retirada agua para desecaciones

❑ El riego depende de la fenología de la planta y de las condiciones ambientales



en condiciones normales:

❑ Prácticas inundación-circulación

- Nivelación uniforme del terreno
- Inundación en poco tiempo, pero sosegadamente
- Fanguedo (si es necesario)
- Boqueras entrada y salida: agua renovada, mejora circulación
- Después inundación, siembra

❑ Practicas control insectos, algas, hongos, gusanos

- Reducción de la capa y tratamiento pesticida



El ecorrégimen permite secas intermitentes en el momento de realizar tratamientos herbicidas o fitosanitarios

- ✓ **Seca de arraigo**, a los pocos días de la siembra. Favorece el enraizamiento y se aprovecha para la aplicación de herbicida
- ✓ **Seca durante el ahijamiento**, aumenta la absorción de los nutrientes $\text{N-K}_2\text{O-CaO}$ y SiO_2 por lo que se produce un incremento de la panícula madura

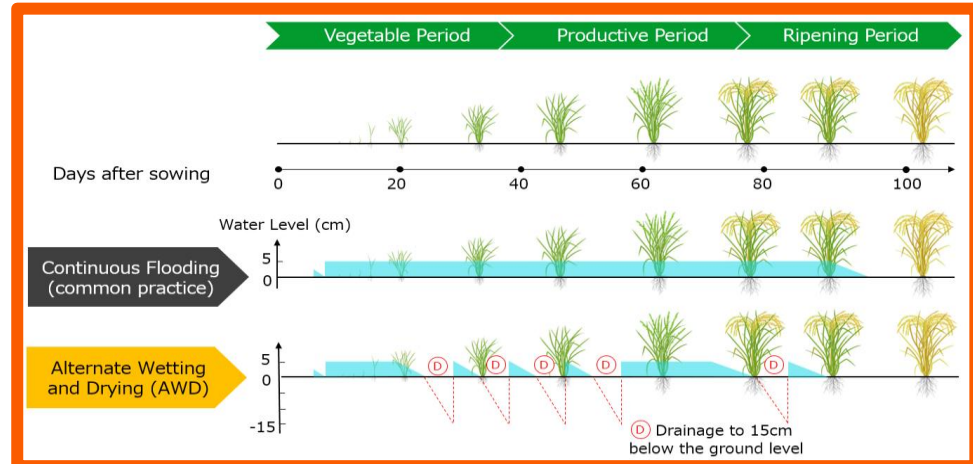


Altura de la capa de agua

Fase de crecimiento	Condiciones normales	Otras situaciones
Germinación y plántula	nivel mínimo (5-10 cm) ✓ Regulación de temperatura	• poco arraigo: subida del nivel para menor arrastre por viento • serreigs, pájaros, roedores: subida nivel
Pocos días después siembra	nivel bajo (10-15 cm) ✓ Estimulación del arraigo y establecimiento ✓ tratamiento herbicida	
Ahijamiento	nivel bajo (10-15 cm) ✓ favorece el ahijamiento	• exceso desarrollo por N: corriente rápida y nivel mínimo ✓ favorece lavado N soluble ✓ ↓ tª agua por circulación rápida => ↓ mineralización N
Final del ahijamiento - espigado	nivel bajo (10-15 cm)	• frío en IP-floración: ↑ nivel para evitar esterilidad • exceso cationes, gases, ác. orgánicos fitotóxicos: drenar para airear suelo ✓ desactiva gases y ácidos ✓ reduce disponibilidad cationes (Fe^{3+}) ✓ ↑ absorción K_2O, CaO, SiO_2

Estrategias alternativas de riego

- La mayoría de los modos alternativos a la inundación se realizan con el fin de ahorrar agua o reducir emisiones de gases de efecto invernadero
- Su eficiencia frente al cultivo con inundación continua es cuestionable
 - Riego intermitente
 - Periodos alternados de suelo saturado e insaturado (AWD)
 - Riego por aspersión
 - Riego por goteo



[Joint Demonstration Project to Reduce Methane Emissions from Paddy Fields in the Philippines | News 2024 | Kubota Global Site](#)

- ❑ Las condiciones óptimas para el cultivo de arroz se dan manteniendo la lámina de agua de manera continua
- ❑ ¿Qué pasa si la lámina de agua no se mantiene?
- ❑ Mejora genética:
 - para condiciones favorables con objetivos como rendimiento o uso eficiente del nitrógeno
 - Para condiciones desfavorables:
 - Tolerancia a salinidad
 - Tolerancia a estrés hídrico y térmico

ECO RÉGIMEN: CULTIVOS BAJO AGUA

- ❑ Dentro de la gestión de la lámina de agua:
 - ✓ Siembra en seco con inundación tras los 30-45 días posteriores a la siembra.
 - ✓ Secas intermitentes en el momento de realizar tratamientos herbicidas o fitosanitarios.



Variedades tolerantes a estrés hídrico

❑ Variedades con sistema radicular robusto y desarrollado

- Mejor absorción de agua y mejor arraigo
- Con carácter genético

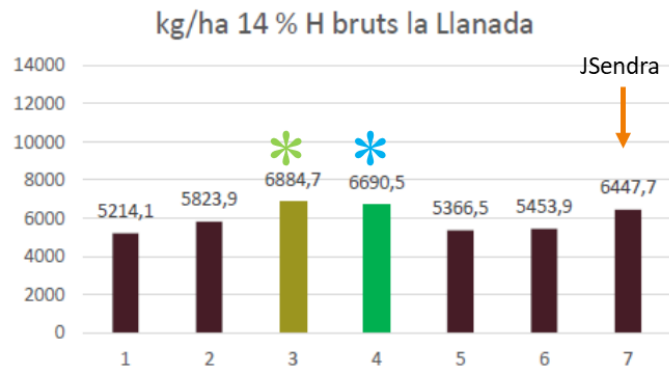
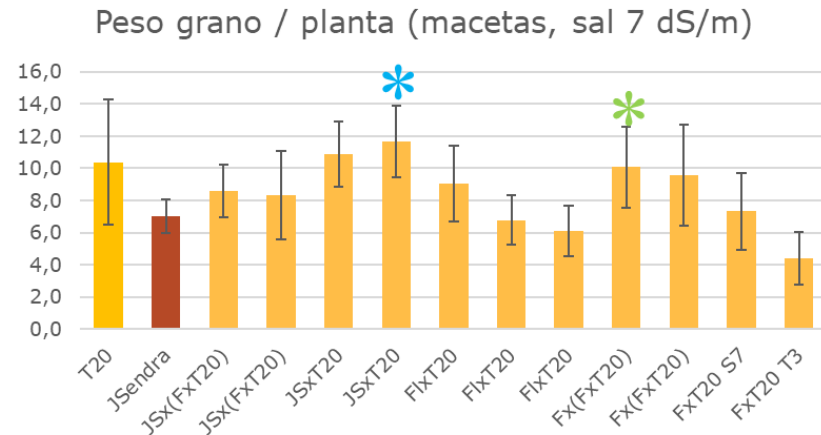


Dos métodos de mejora:

- ✓ Cruzamientos
- ✓ Edición genómica (CRISPR-Cas)

Variedades tolerantes a salinidad

- ✓ **Línea T201:** grano medio y perlado
- ✓ **Línea T204:** grano medio y cristalino (pendientes de registro)



datos de campo (6 dS/m de media) IRTA 2024



- ✓ selección de plantas en campos salinizados y en cultivo hidropónico





GENERALITAT
VALENCIANA

ivia
Institut Valencià
d'Investigacions Agràries

Concha Domingo

domingo_concar@gva.es

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)