

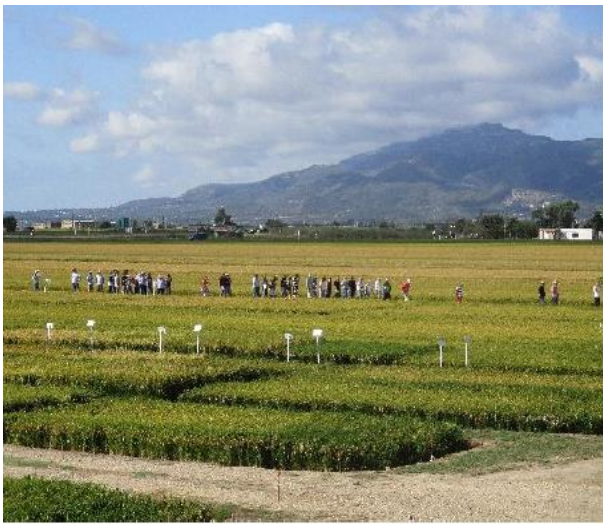


# LA SIEMBRA ENTERRADA EN ITALIA

**Marco Romani**

*Centro Ricerche sul Riso – Ente Nazionale Risi*





# Seminari del cultiu de l'arròs

Seminari tècnic

AMPOSTA, 22 i 23 de novembre de 2016

## Presentació

La sembra en sec de l'arròs s'està introduint al Delta de l'Ebre com una eina per fer front al cargol poma. A Itàlia, aquesta tècnica de cultiu està molt introduïda, per aquesta raó s'ha convidat al Dr. Marco Romani, responsable del Departament d'Agronomia de l'Ente Nazionale Risi,

## Programa

### Dimarts 22 de novembre

**9.00 h Benvinguda i presentació del seminari**

Sra. Maria del Mar Català, IRTA Amposta.

**9.30 h La sembra en sec a Itàlia**

Sr. Marco Romani, responsable del Departament d'Agronomia de l'Ente Nazionale Risi d'Itàlia.

**Dr. Marco Romani**

Cap àrea de agronomia

**Marco Romani**

C. Regants de la Dreta, 22 de novembre 2016





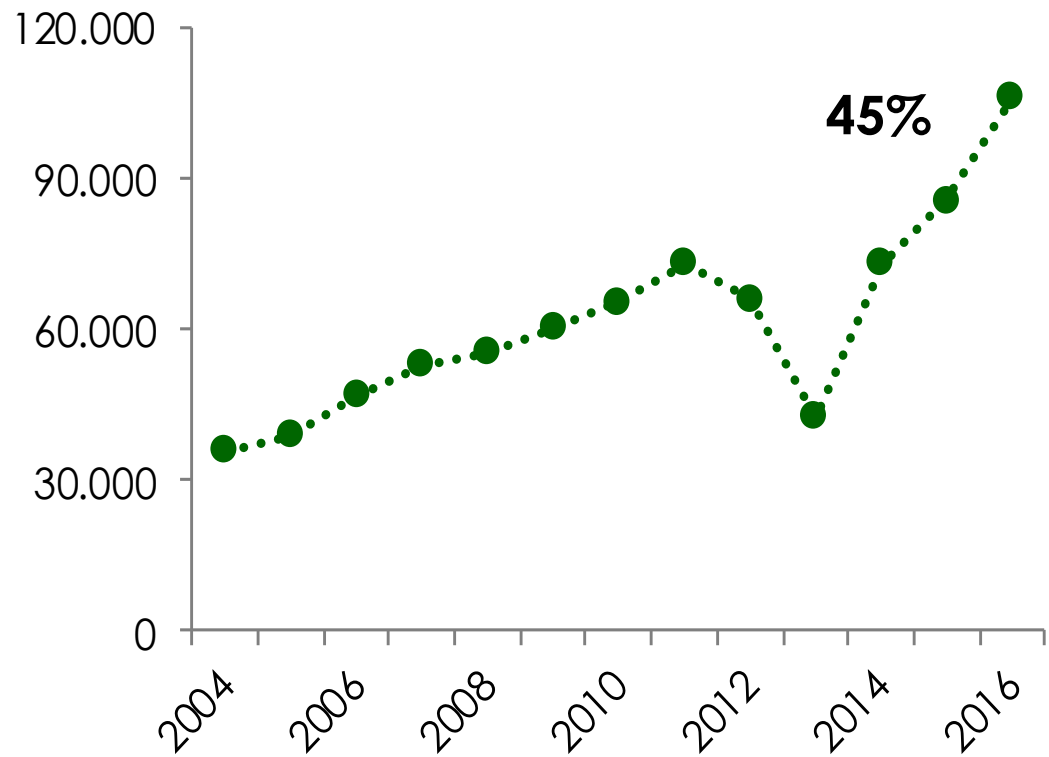
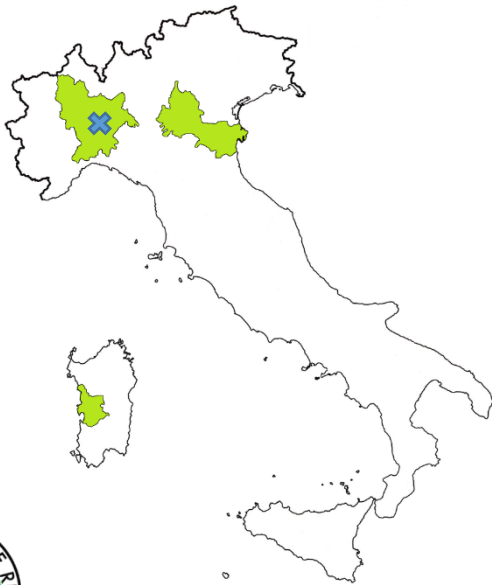
## CENTRO RICERCHE SUL RISO – ENTE NAZIONALE RISI

- Área agronomía
- Área sanidad vegetal
- Área mejora



# El porqué de la siembra enterrada en Italia

Reducción de costos  
Puesta a punto de la técnica  
Menor disponibilidad de agua  
Introducción de la tecnología Clearfield®  
Introducción del cultivo del arroz en zonas no tradicionales



# Técnica de cultivo: *Preparación del suelo*

## *Una buena nivelación:*

Evitar el encharcamiento

Manterner un nivel uniforme de agua en las primeras fases una vez se ha inundado

Limitar el drenaje.

## *Rular:*

Mejor el rulo cambrige que los lisos

Óptimo: rulo de goma por encima de la hilera de siembra

## *Siembra:*

Adecuada preparación del lecho de siembra

Excesiva fragmentación puede generar problemas de costra en caso de lluvias

Calibrage de la profundidad de siembra **(2 cm es ideal)**

Evitar realizar riegos de emergencia

El ciclo se alarga de 7-10 días

Se desaconseja la siembra temprana: emergencia más lenta que genera más problemas de malas hierbas.

## *Agricultura de conservación:*

Sembrar sobre el rastrojo está subvencionado



# Técnica de cultivo: Dosis de siembra

La dosis de siembra ha de asegurar una densidad de planta de 200-300 plantas/m<sup>2</sup>

Nivel de emergencia:

Bueno: 60-65%

Rango= 30-60%

## *Factores a tener en cuenta:*

Clima, fitotoxicidad del herbicida, enfermedades, daños por plagas, algas, tipo de suelo, preparación del lecho de siembra y calidad de la semilla.

Variedades muy sensibles a pyriculariosis aumentar la distancia entre hileras

**En condiciones de terreno suelto y bien preparado se puede reducir la dosis de siembra del 15-20% respecto a la siembra con lámina de agua.**



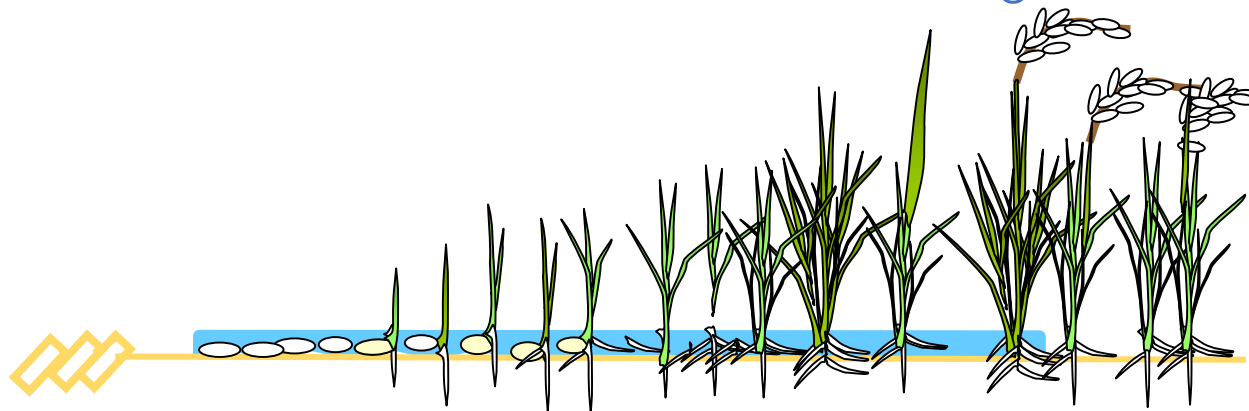
# Técnica de cultivo: Tipos de sembradoras



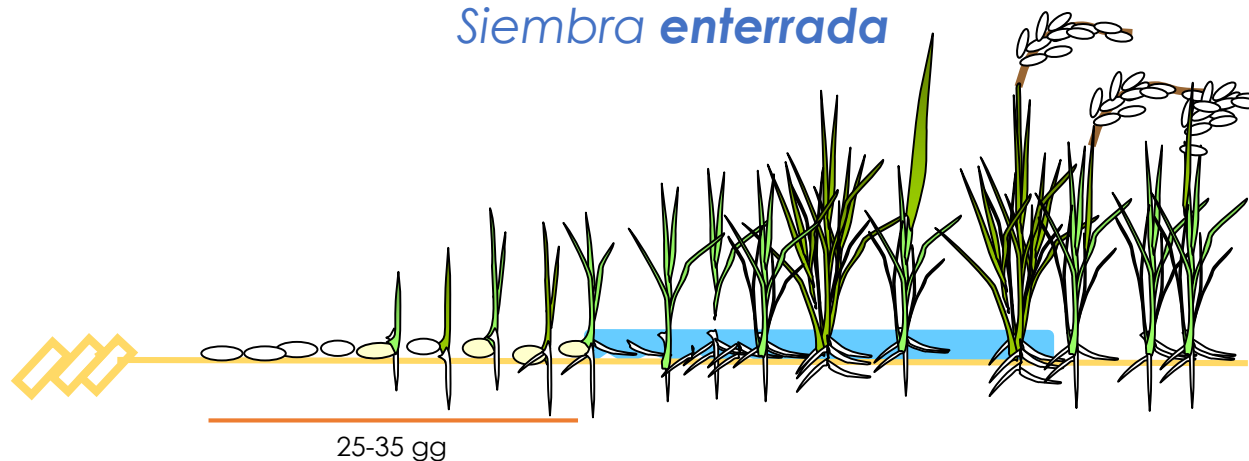


# Gestión del agua

*Siembra convencional con agua*



*Siembra enterrada*



Inundar en inicio de ahijado después de haber realizado el tratamiento herbicida y la fertilización

Mantener un nivel fino de agua, pero asegurarnos de cubrir el suelo

Inundar lentamente

# Fertilización:

*Nitrógeno*

*Fósforo*

*Potasio*



# Fertilización: Nitrógeno

## Pérdida de nitrógeno en el arrozal

### Nitrificación/Desnitrificación

Son procesos biológicos procesados por bacterias

La nitrificación se produce en presencia de oxígeno durante el período entre la aplicación del abono y la inundación. Este período es mayor en la siembra enterrada, y el proceso ocurre en la primera capa del suelo, durante las secas y en la rizosfera.

La desnitrificación a nitrógeno atmosférico ocurre en la capa anaeróbica situada debajo de la aeróbica

### Volatilización del amonio

Mayor en abonados superficiales no incorporados

Aumenta con el pH del agua y del suelo elevados

Aumenta en suelos con baja CIC

Aumenta incrementarse la temperatura



# Fertilización:

## *Nitrógeno*

### Plan de fertilización

- a. DOSIS TOTAL DE NITROGÉNO
- b. FRACCIONAMIENTO
- c. MODO DE APLICACIÓN
- d. TIPOS DE FERTILIZANTES



# a. Dosis total de nitrógeno

## Gestión del agua

### Factores a considerar:

**Variedad** (Encamado, sensibilidad a enfermedades...)

**Tipo de suelo:** M.O., C/N,  $K_2O$ , capacidad de fijación del  $NH_4$

Gestión de la **paja**

**Climatología** (Esterilidad por frío)

**Gestión del agua** (riegos)

Curva de respuesta, eficiencia

### **Siembra enterrada**

10-15% más que con la siembra con lámina de agua

### **Arroz aeróbico (a riegos)**

20-25% más que con la siembra con lámina de agua



## b. Fraccionamiento

### Factores a considerar:

Tipo de suelo: textura y CIC

Variedad

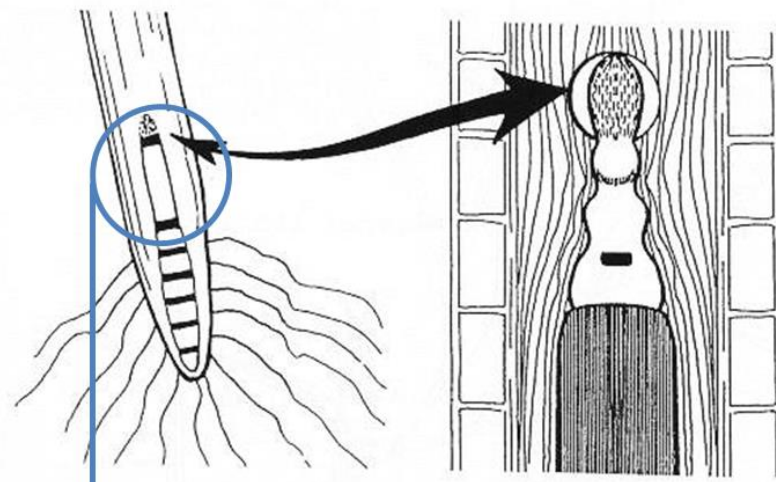
Tipo de siembra: en agua, enterrada  
o en hileras

### Moletti et al., 1990

- Siembra en agua:
  - **40-50%** del N en pre-siembra
  - **20-30%** del N en el ahijado
  - **10-20%** del N en inicio de panícula (IP)
- Siembra enterrada:
  - **0-30%** del N en pre-siembra
  - **35-50%** del N en ahijado
  - **30-40%** del N en IP



[University of Arkansas]



~ 0.5 cm nella var. Thaibonnet  
2 cm nella var. *Libero*

[Moldenhauer et al.,  
2013]

## c. Modo de aplicación y tipos de fertilizantes (en siembra enterrada)

- En **pre-siembra**: El fertilizante nitrogenado ureico o amoniaco ha de protegerse con inhibidores de la nitrificación: DCD, DMPP

---

- **Antes de la inundación**: Aplicar la cobertera con el terreno seco y 24 h antes de inundar

---

- **En IP**: La aplicación del N en IP disminuye las pérdidas de N por volatilización al aumentar la velocidad de absorción del nutriente

*Inhibidores de la ureasa*

**Para la siembra enterrada...**

Aplicar NBPT antes de la inundación

- Más eficaces cuando pasan de 3-5 días antes de la inmersión (fertilizante no enterrado)
- Más eficaces cuando se aplica en suelo seco
- En suelo húmedo tiene menor eficacia

[Harrell et al., 2014]



# Fertilización

## Fósforo

### Plan de fertilización

- a. DOSIS TOTAL
- b. MODO DE APLICACIÓN
- c. TIPOS DE FERTILIZANTES





# a. Dosis total de fósforo

## Factores a considerar:

**Extracciones** del cultiu

Contenido del **suelo**

**Gestión del agua:** en seco se ha de incrementar la dosis respecto al inundado

Parte de la planta	rango	Promedio	Promedio (7t/ha de gra)
<i>Extracciones fósforo: kg/tm grano</i>			
Grano + Paja	2.5-3.5	3.0	21.0
Grano	1.7-2.3	2.0	14.0
Paja	0.8-1.2	1.0	7.0
<i>Contenido de fósforo (%)</i>			
Grano	0.18-0.26	0.21	
Paja	0.07-0.12	0.10	
Panícula vacía	0.13-0.20	0.17	

[IRRI, 2000]



## a. Dosis total de fósforo

### Disponibilidad al suelo

Existe respuesta a la fertilización fosfórica a menos de :

30-40 ppm Método Olsen ( $P_2O_5$ )

En pH inferiores a 5 o superiores a 7,5 o en terrenos arcillosos incrementar un 10-15% las extracciones del cultivo



## c. Modo de aplicación del fósforo

Siembra con lámina de agua: Aplicar en pre-siembra o en ahijado para evitar proliferación de algas

---

Siembra enterrada: pre-siembra o pre-inundación

---

Pruebas experimentales han demostrado menor eficacia del fosforo aplicado después del ahijado



# Fertilización

## *Potasio*



Plan de fertilización

a. DOSIS TOTAL DE POTASIO

b. FRACCIONAMIENTO



## a. Dosis total de potasio

### Factores a considerar:

**Extracciones** del cultivo

Contenido del **suelo**

Parte de la planta	Rango	Media	Media (7t/ha de grano)
<i>kg K/tm de grano producido</i>			
Grano + Paja	14-20	17.0	119.0
Grano	2-3	2.5	17.5
Paja	12-17	14.5	101.5
<i>K (%)</i>			
Grano	0.22-0.31	0.27	
Paja	1.17-1.68	1.39	
Panícula vacía	0.61-1.20	1.07	[IRRI, 2000]

Si extraemos el grano y se deja la paja en el campo, el K extraído es 2,5 kg por tonelada de grano producido  
La quema de la paja no comporta pérdidas de K a la atmósfera, pero el K puede ser lavado de las cenizas



## a. Dosis total de potasio

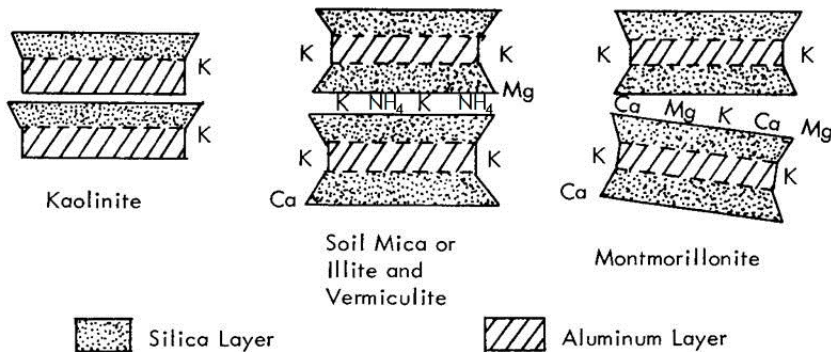
### Disponibilidad del suelo

Dosis media cuando representa el 2-3 % de la CIC (100-120 ppm)



## b. Fraccionamiento del potasio

- 60-70% en ahijado y 30-40% en inicio de panícula



(Murdock and Wells, University of Kentucky College of Agriculture)

## Fissazione interstrato



# Ensayos 2015-2016 - CRR

Fertilización potásica ( $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ )

Tesis	Pre-siembra	Ahijado	Inicio panícula	Embuchamiento	Fertilización total
1	0	0	0	0	0
2	40	0	0	0	40
3	0	40	0	0	40
4	0	0	40	0	40
5	0	0	0	40	40
6	0	20	20	0	40
7	80	0	0	0	80
8	0	40	40	0	80
9	40	0	40	0	80
10	26,7	26,7	26,7	0	80
11	120	0	0	0	120
12	0	60	60	0	120





# Ensayos 2015-2016 - CRR

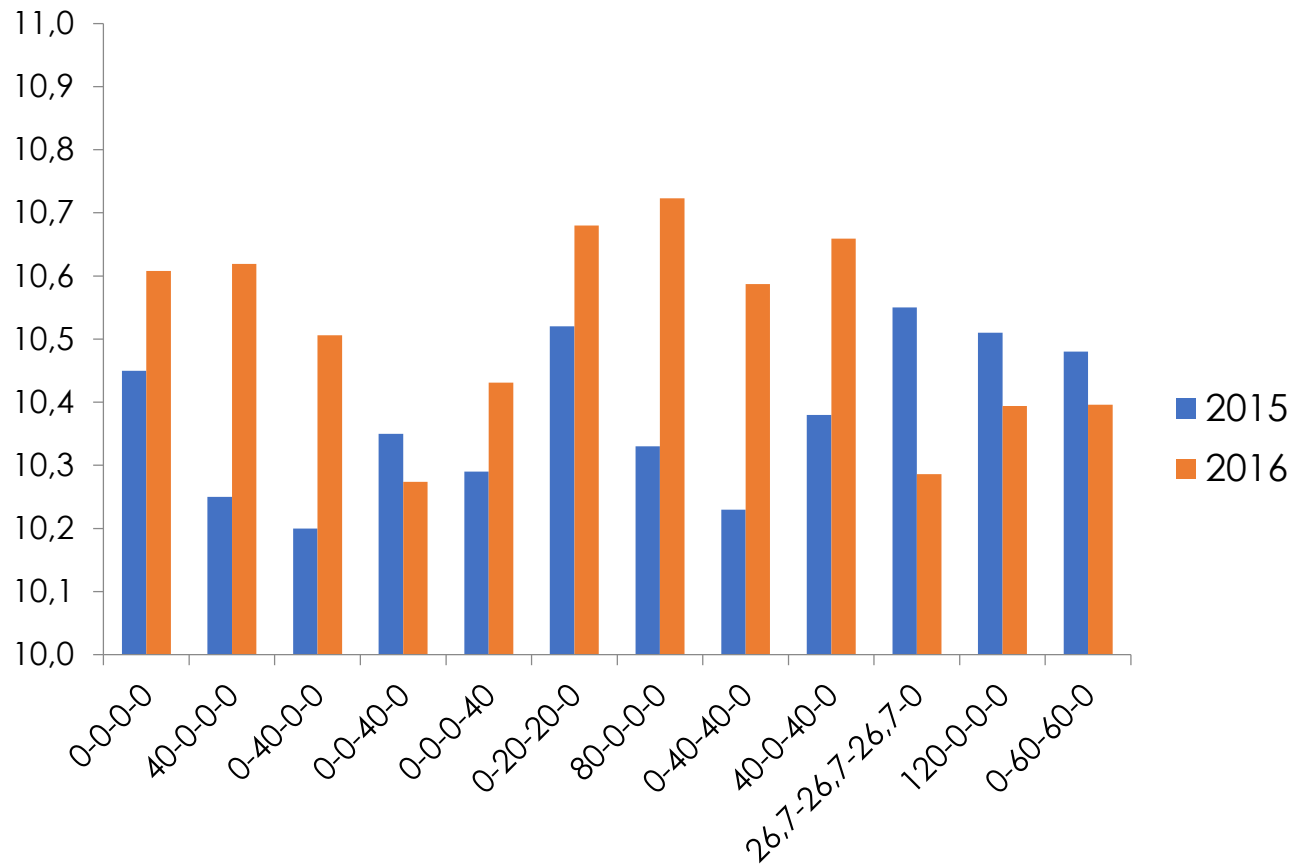
## Análisis del sòl

Análisis	Valor	Unidades
Arena	30,3	%
Limo	55,7	%
Arcilla	14,0	%
pH	6,1	
Materia orgánica	1,66	%
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	9,3	meq/100g
Potasio intercambiable	50	ppm
% de potasio de la CIC	1,4	%



# Ensayos 2015-2016 - CRR

Rendimiento en grano (tm/ha)



***Sin diferencias significativas***



# Control de las malas hierbas

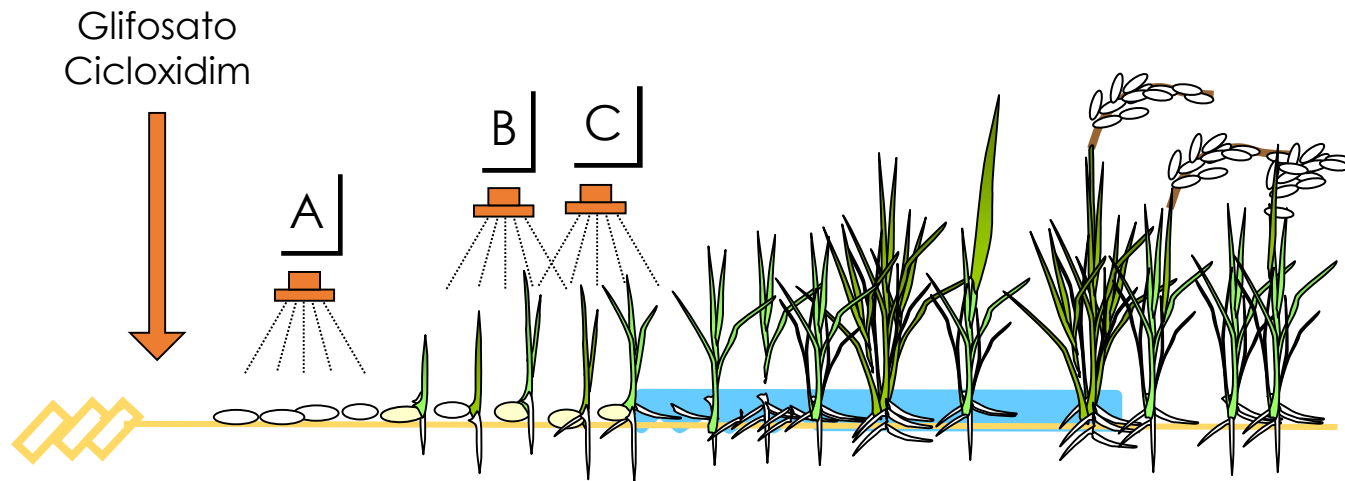
En la siembra enterrada existe una mayor presión de Gramineas (*Echinochloa* spp., *Oryza sativa* var. *sylvatica*, etc.), de Dicotiledoneas de “secano” (*Poligonum persicaria*, *Chenopodium*, *Portulaca*, *Amaranthus*, etc.) y de *Cyperus* spp.

Las malas hierbas típicamente acuáticas son menos comunes, como *Heteranthera* spp., *Alismataceae*, *Butomaceae*, etc.

Gestión del problema de resistencia a los inhibidores de la ALS *Cyperus difformis*, *Schoenoplectus mucronatus* y *Alisma plantago aquatica*



# Control de las malas hierbas



**A** **Pre-emergencia:** clomazona, pendimetalina, oxadiazon o sus mezclas  
(*Echinochloa* spp., *P. dicothomiflorum*, *Setaria* spp., *Poligonum persicaria*)

**B** **Post-emergencia 1:** cyhalofop-butile, profoxidim  
(*Echinochloa* spp., *P. dicothomiflorum*, *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*),

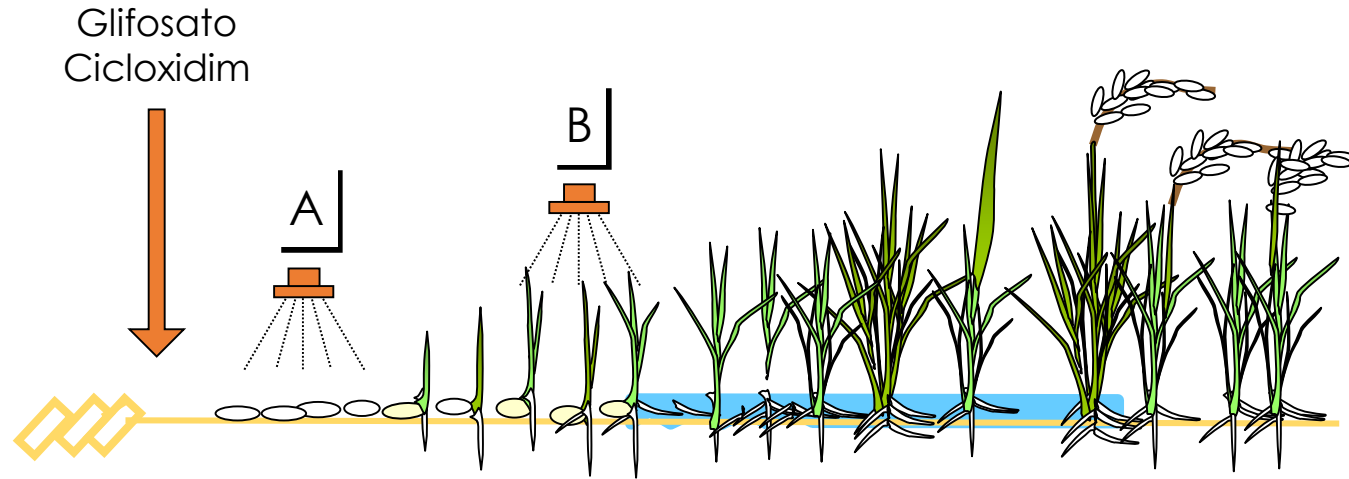
**C** **Post-emergencia 2:** azimsulfuron, bensulfuron metile, bensulfuron metile + metsulfuron-metile, imzasulfuron, halosulfuron-metile, MCPA, triclopyr (foglie larghe)\*, \*\*

\* Productos hormonales mezclados con **Propanil** autorizados en casos de emergencia

\*\* Posible uso del **Quinclorac** autorizado en casos de emergencia



# Control de las malas hierbas

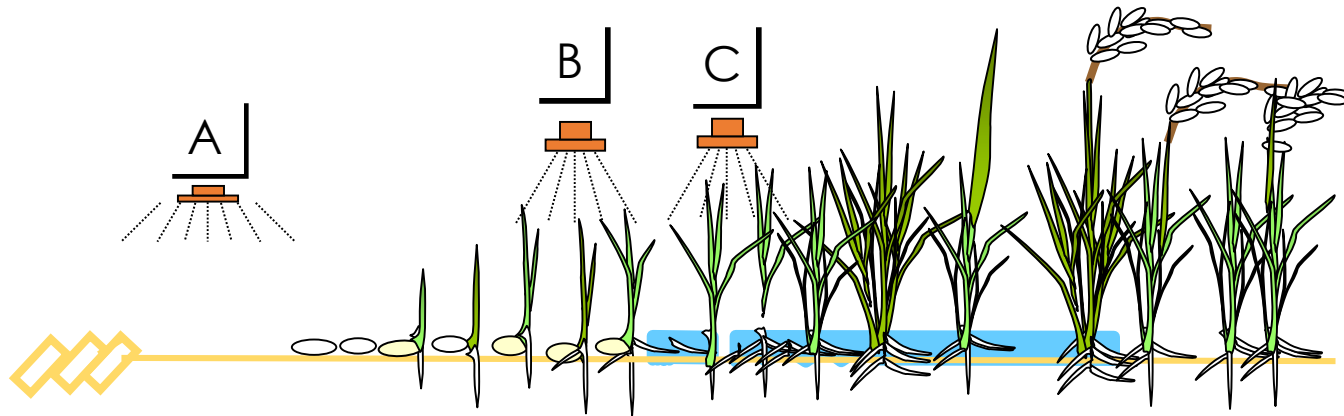


A **Pre-emergencia:** clomazone, pendimetalin, oxadiazon o sus mezclas  
(*Echinochloa* spp., *P. dicothomiflorum*, *Setaria* spp., *Poligonum persicaria*)

B **Post-emergencia:** penoxsulam, byspiribac-sodium (*Echinochloa*)+ azimsulfuron,  
bensulfuron metile, bensulfuron metile + metsulfuron-metile, imzasulfuron,  
halosulfuron-metile, MCPA, triclopyr (hoja ancha)

# Control de las malas hierbas

Con variedades **Clearfield®**



A | **Pre-emergencia:** clomazona, pendimetalin, oxadiazon

B | **Post-emergencia 1:** imazamox + azimsulfuron, halosulfuron-metile, MCPA, triclopyr (\*quinclorac)

C | **Post-emergencia 2:** imazamox

# Control de plagas

En la siembra en seco la infestación de la semilla por nemátodos (*Aphelenchoides besseyi*) pueden causar grandes daños en la producción...



...mientras que son más elevados los ataques *Lissorhoptrous oryzoophilus* en la siembra con agua.

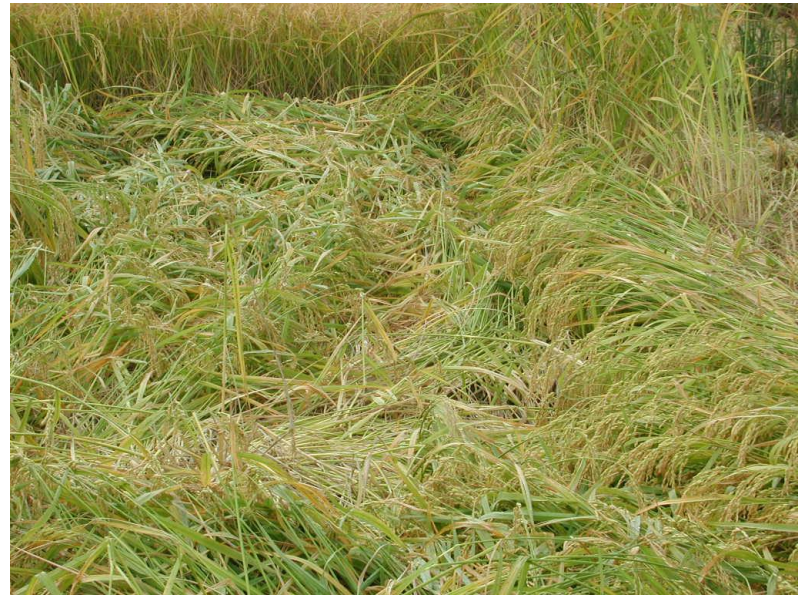


# Problemas de cultivo

La siembra enterrada permite un control total de las algas, crustaceos y gusanos



...i reduce de forma importante el riesgo de encamado.





# Problemática ambiental



La siembra enterrada ha presentado un mayor aumento de la percolación de  $\text{NO}_3$  en el periodo seco inicial



# Problemática ambiental

## Emisiones de gases efecto invernadero

### Metano

Las emisiones de  $\text{CH}_4$  de los campos de arroz son el resultado de la producción de metano en la zona aeróbica del suelo y de su consumo en la zona oxidada metanotrófica

Numerosos estudios han evidenciado que es posible reducir estas emisiones mediante la aplicación de períodos secos y la realización de riegos.

### Óxido nitroso

Las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  en el campo de arroz dependen de las condiciones de inmersión de la cosecha y, en particular, de la alternancia de los procesos de nitrificación y desnitrificación.

La desnitrificación puede tener consecuencias agronómicas relacionadas con la pérdida de fertilizantes nitrogenados, pero sobretodo medioambientales, ya que se libera a la atmosfera  $\text{N}_2\text{O}$ , gas de marcada influencia sobre el cambio climático.

La reducción del período de inmersión en la primera etapa de crecimiento en la siembra enterrada implica una reducción de la emisión de  $\text{CH}_4$ , aunque también produce mayores cantidades de  $\text{N}_2\text{O}$  en comparación con la siembra en agua.



# Influencia en la calidad del grano

## Metales pesados

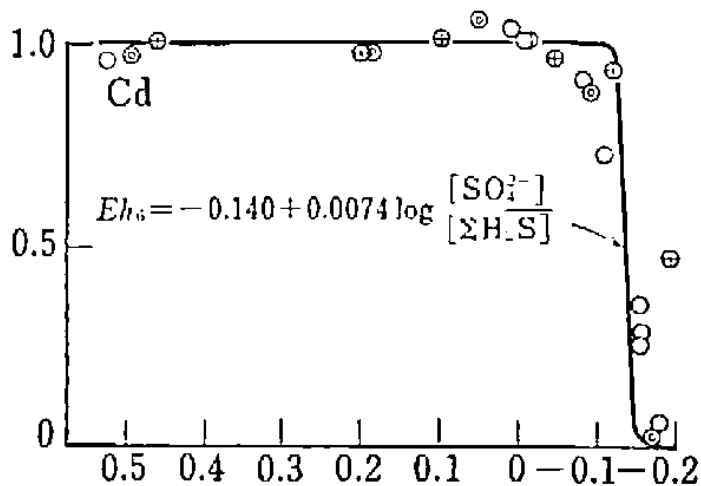


### Cadmio

En suelos aeróbicos se consiguen elevados valores redox que inducen a una movilización del Cd en la solución del suelo y que está disponible para la planta, mientras que en condiciones de inundación depende de la composición del suelo.

**EC n. 466/2001**

Límite Cd: **0,20 mg kg<sup>-1</sup>**



[Kitagishi and Yamane, 2008]

### Arsénico

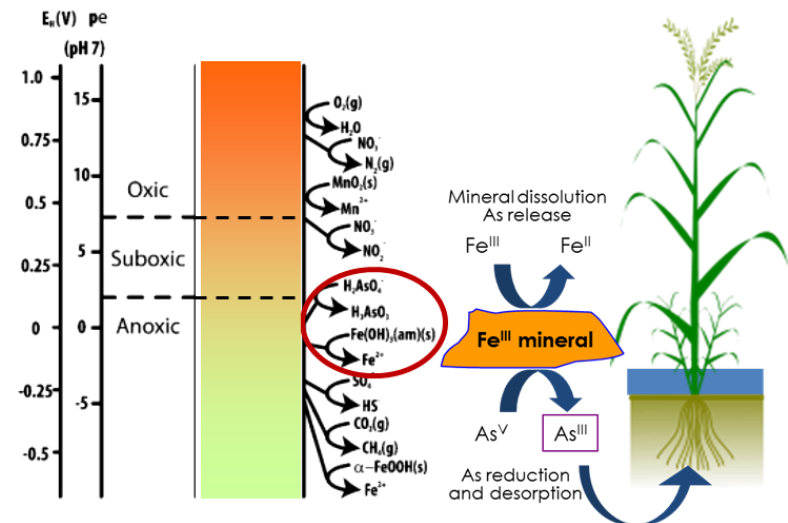
Las condiciones anaeróbicas conducen a una reducción de la disponibilidad de As (V) a As (III).

Estas condiciones inducen la liberación de formas solubles biodisponibles para la absorción y la acumulación en plantas de arroz.

El reg intermitent pot reduir el contingut en l'arròs.

**EC n. 1881/2006**

Límite As (inorgànic): **0,20 mg kg<sup>-1</sup>**



[Adapted from Borch et al., 2010]

# SIEMBRA ENTERRADA



## Ventajas

- Reducción de costos de gestión del agua
- Reducción de los costos variables mecánicos
- Más accesible
- Facilita la rotación de cultivos.
- Especialmente adecuado en suelos blandos
- Menor encamado
- Menor contaminación de las aguas por herbicidas
- Contención de las plantas acuáticas
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

## Desventajas

- Mayor dependencia de las condiciones climáticas
- Necesidad de las condiciones óptimas del suelo para la siembra y la emergencia
- Problemas de encostramiento
- Aumento del riesgo de contaminación por nitratos
- Ciclo de crecimiento ligeramente más largo, especialmente en siembra temprana
- Mayor presión de gramíneas
- Necesidad de evitar el encharcamiento durante la primera parte del ciclo de cultivo.



A photograph of a bicycle lying on its side in a field of tall grass and weeds. The bicycle is on the left side of the frame, with its front wheel and handlebars visible. The background is a vast field of green grass under bright sunlight.

# Gracias por su atención

Dr. Marco Romani

