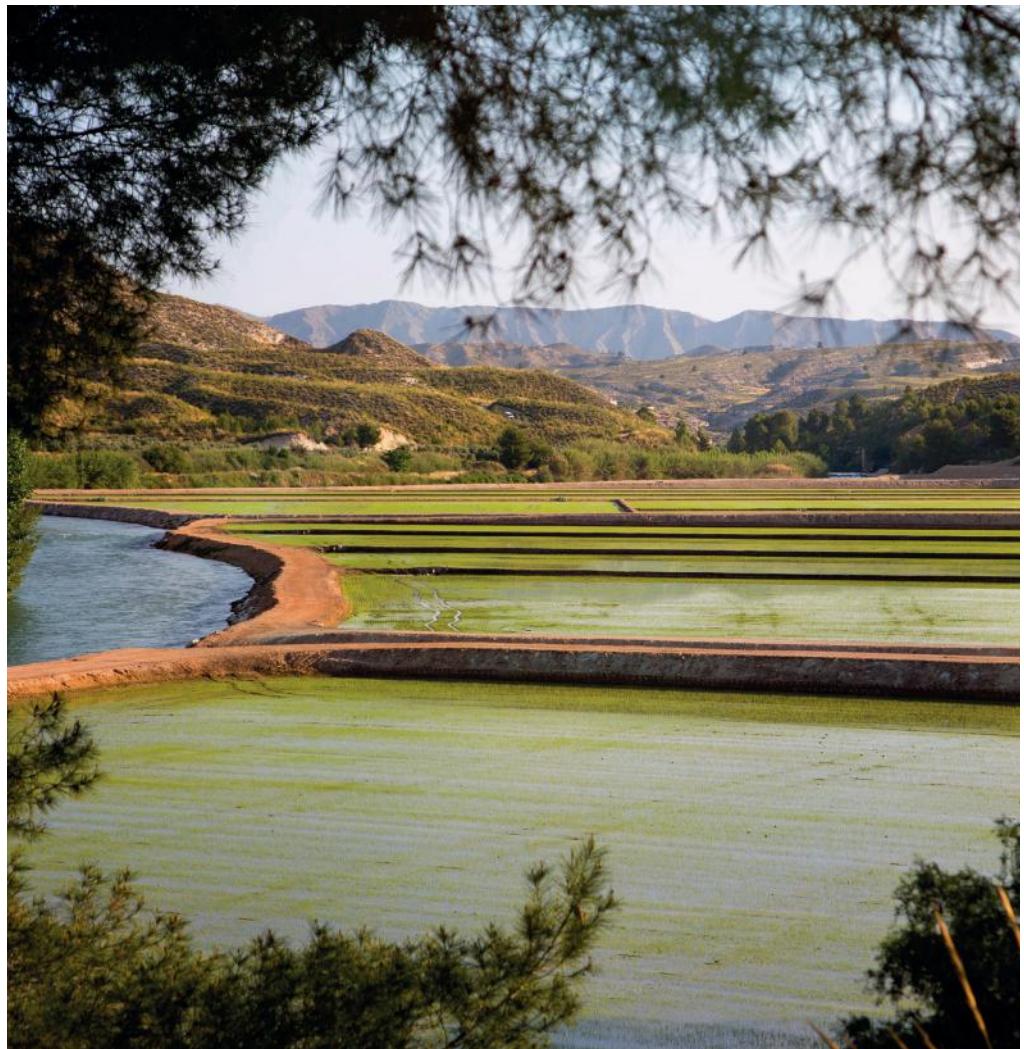


ESTRATEGIAS DE CONTROL DE *PYRICULARIA ORYZAE* EN EL COTO ARROCERO DE CALASPARRA.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROYECTO GO ArrozInnova.



IMPORTANCIA DEL ARROZ DE CALASPARRA

En el coto arrocero se cultiva arroz desde hace más de cuatro siglos. Si bien, la Denominación de Origen Protegida Calasparra fue concedida por el Ministerio de Agricultura de forma definitiva el 4 de marzo de 1986. El coto arrocero que delimita la Denominación de Origen está formado por unas 1500 Ha de las cuales se siembran anualmente entre 500 y 600 Ha, teniendo en cuenta la rotación de cultivos y las tierras que descansan cada año.

La tradición ha demostrado que, de las variedades existentes, son Balilla x Sollana y Bomba las que mejor se adaptan a las características especiales de esta zona. Su altitud, temperatura y pureza de las aguas de los ríos Segura y Mundo, así como las condiciones ambientales, hacen que la maduración del grano se retarde y le aporte unas propiedades que lo diferencian del resto de los arroces que hay hoy en el mercado, siendo el único arroz de montaña en España protegido con una figura de calidad diferenciada.

Los operadores inscritos suman unos 150 agricultores y 2 molinos arroceros con una producción limitada a unos 2,5-3 millones de kg anuales; que el Arroz DOP Calasparra llegue a gran parte de España y a muchos países del mundo como EEUU y Australia y gran parte de la Unión Europea es una muestra de su éxito comercial.

PYRICULARIA ORYZAE

Pyricularia oryzae (Cavara) es un hongo Ascomycota que causa una de las enfermedades más importantes en el arroz a nivel mundial por las pérdidas económicas que ocasiona. En campo se presenta de forma asexual. La enfermedad se inicia en la parte baja de la planta y desde ahí asciende hacia las partes más altas.

El inóculo se queda en las parcelas en los restos de material vegetal, malas hierbas o restos de cosecha anterior. Cuando las condiciones ambientales son adecuadas se produce la esporulación, desplazándose los conidios

por el viento o el agua y llegando a la superficie de las hojas. Una vez producida la germinación de las conidias en las hojas penetra por los estomas y a los pocos días aparece la infección y los síntomas en la planta.

Los síntomas se pueden ver en hojas, tallos y panículas. En hojas se ven manchas de forma ovalada (Figura 1), cuyo color varía de gris a negro, con el borde de color marrón y amarillento en la zona más exterior (Figura 2). En el tallo y la panícula las lesiones son similares (Figura 3) provocando el estrangulamiento del tallo y de la circulación de la savia. Esto produce el tronchado de la planta y los granos vacíos en la panícula o manchados lo que los hace desecharables.



Figura 1. Síntomas de *Pyricularia oryzae* en hojas de arroz.



Figura 2. Detalle de las manchas causadas por el hongo (*Pyricularia oryzae*). Rotas, parcela de trasplante (3 julio 2023).



Figura 3. Síntomas de *Pyricularia oryzae* en panículas de arroz

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *PYRICULARIA* EN LA D.O. CALASPARRA

Las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para producir enfermedad en la D.O. Calasparra se han determinado en el [Proyecto GO ArrozInnova](#). Esta zona de cultivo es muy específica por su entorno y características y difiere de las otras zonas de cultivo en España.

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Se midió la temperatura y la humedad mediante dataloggers Hobbo Onset MX1101 programado para registrar datos cada 5 minutos, colocados mediante una plataforma a la altura del cultivo. Durante la última campaña se incorporaron estaciones fijas de la empresa Wídhoc Smart solutions; las estaciones incluyen lectura de la humedad relativa, temperatura, índice de presión de vapor (DPV) y sondas de humectación que permiten medir la humedad de las hojas

y el tiempo que permanecen mojadas, y son un perfecto indicador para predecir la presencia de hongos.

PRESENCIA DE *PYRICULARIA ORYZAE*

a) Evaluación de plantas en campo.

Semanalmente se controlaron 10 plantas de cada tratamiento, elegidas al azar. En cada una se tomaron los siguientes datos:

Severidad en hoja: Se apuntó nivel de daños según escala de daños 0,1 % a 50%.

Porcentaje de nudos, cuellos y panículas con daños.

b) Placas Petri con PDA cazaesporas.

Una vez a la semana se pusieron placas Petri con un medio agar, 5-10 por cada tratamiento. Según el estado fenológico del cultivo, la instalación de las placas es adecuada a partir final de junio.

Las placas se instalaron en campo a la altura de la planta y se dejaron un día con la superficie de PDA en contacto con el aire. Al día siguiente se recogían y se hacían lecturas en laboratorio.

c) Portaobjetos con pegamento cazaesporas.

El umbral de aviso a agricultores se estableció en 1 conidio por cm^2 .

d) Cámaras húmedas de material vegetal.

Semanalmente se tomaron muestras en campo de plantas con síntomas. Se introducían en bolsas y se codificaban. Una vez en laboratorio se realizaban cámaras húmedas que se dejaban a temperatura 25-26°C durante 3-5 días. Pasado

este tiempo se realizaban preparaciones microscópicas para identificación de hongos presentes.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

DATOS CLIMÁTICOS ESTABLECIDOS PARA AVISOS A AGRICULORES (CONDICIONES CRÍTICAS T^o/HR)

Son importantes la temperatura media (°C) y la humedad relativa media (%) para detectar cuando se dan las condiciones de riesgo para que ataque la enfermedad.

En la D.O Calasparra se dispone de dos estaciones climatológicas pertenecientes a la red del SIAM (Sistema de Información Agrometeorológica de la Región de Murcia). Una ubicada en Rotas y otra en Salmerón. En ellas quedan registrados todos los datos y pueden ser consultados por el agricultor, en una u otra estación según la cercanía de sus parcelas a las mismas.

Además, a nivel de parcela el agricultor puede colocar para la toma de los valores de temperatura y humedad relativa, unos dataloggers (Figura 4) que requieren de la descarga de los datos o bien unas estaciones propias (Figura 5), que se pueden comprar e instalar, y los datos que registran quedan almacenados y se pueden consultar en un ordenador o móvil para, de esta forma, establecer avisos cuando se den las condiciones de ataque del hongo *Pyricularia oryzae*.



Figura 4. Colocación de datalogger en campo.



Figura 5. Instalación de Estación a pie de campo.

Según las conclusiones del proyecto GO ArrozInnova se puede decir que las condiciones de humedad (HR) y temperatura (T^a) previas a los ataques se encuentran en los rangos de 25-29°C y la humedad 60-77% si disponemos de registros a nivel de parcela (dataloggers o estaciones). Mientras que, si nos guiamos por las Estaciones del SIAM, las condiciones de temperatura críticas serían 27-31°C y las de HR del 48-65% en Rotas y del 54-71% en Salmerón, que son los lugares donde se encuentran estas estaciones en el coto arrocero.

En la gráfica se muestran las temperaturas y humedades registradas en datalogger, previas al primer ataque de *Pyricularia* en una parcela de seguimiento de la campaña 2023.

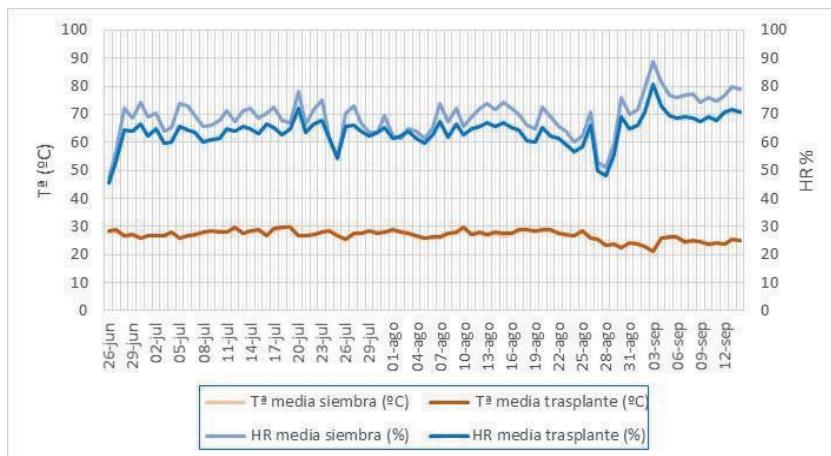
TRATAMIENTOS FUNGICIDAS

Los tratamientos efectuados cuando se dan las condiciones de aviso, por alcanzar la T^a y HR críticas con presencia de inóculo, son muy efectivos y reducen notablemente la incidencia de la enfermedad y las pérdidas de cosecha en el arrozal. En la actualidad, están autorizadas las siguientes materias activas para la *Pyricularia* del arroz:

- Azoxistrobina
- Difeconazol
- Trifloxistrobina
- Cobre

Conviene dar tratamientos fungicidas tan pronto se detecte la T^a y HR que suponga riesgo de ataque del hongo, y/o se vean plantas de arroz con síntomas en las hojas.

En la Figura 6 podemos ver una parcela afectada en el momento del aviso. Con la realización de un posterior tratamiento, resultó un buen rendimiento en cosecha.





RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA INCIDENCIA DE *PYRICULARIA ORYZAE*

- Mantener las parcelas limpias de restos vegetales y malas hierbas antes del establecimiento del cultivo, evitando así que sea refugio de *Pyricularia oryzae* mientras no hay cultivo y durante el mismo.
- Evitar altas densidades de plantación.
- El trasplante puede permitir una mayor aireación en relación a la siembra y por tanto reducir los ataques de la enfermedad. Esto nos asegura una cierta producción en años malos.
- Dar tratamientos fungicidas tan pronto se detecten las condiciones de T^a/HR críticas, ya que son los más efectivos.

AISLAMIENTO DEL HONGO Y EVALUACIÓN DE DAÑOS DE LAS PLANTAS EN CAMPO, EN LAS PARCELAS DEL PROYECTO GO ArrozInnova

En la Figura 7 podemos ver las conidias aisladas del hongo.

En las Tablas 1 y 2, la presencia del hongo en cada campaña.

En las Figuras 8 y 9 se muestran algunas parcelas de prueba de los años 2022 y 2023, durante los cuales se llevó a cabo el proyecto, comparando la Siembra directa tradicional con el Trasplante.

De la Tabla 3 a la Tabla 8 se muestra el análisis de los datos reales obtenidos en campo.



Figura 6. Ataque de *Pyricularia oryzae* en Rotas el 17 de julio de 2023. Parcela de trasplante y detalle de los síntomas en planta.

Figura 7. Conidias de *Pyricularia oryzae* aisladas de material vegetal de la parcela de trasplante en Rotas (3 julio 2023).

Tabla 1. Presencia de *Pyricularia oryzae*¹ en el arrozal. Año 2022.

Tratamiento ²	11-17 Jul	18-24 Jul	25-31 Jul	1-7 Ag	8-14 Ag	22-28 Ag	12-18 Sep
Paraje: Salmerón							
Trasplante T1			0	0		0	
Trasplante T2				1		0	0
Siembra A1			0	0		0	0
Siembra A2		0	0	0		0	0
Paraje: Las Minas							
Trasplante T1		0	1	1		1	
Trasplante T2			1	0			1
Siembra A1				0		0	0
Siembra A2		0		0		0	0
Paraje: El Puerto							
Trasplante T2		0					
Siembra A1				0			0
Siembra A2	0	0					0
Paraje: Rotas							
Trasplante T1	0	0	0	0		0	0
Trasplante T2		0	0	0	0		1
Siembra A1	0	0	1	1			1
Siembra A2	1	1	1		0	1	1

¹ 0 = ausencia 1 = presencia de la enfermedad. El material vegetal con síntomas se colocó en cámaras húmedas para el aislamiento de las conidias.

² A1 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado de fondo (75-135 UF N / ha), A2 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado reducido (50-90 UF N / ha), T1 = trasplante (marco 30 x 18 cm²) y T2 = trasplante (marco 30 x 20 cm²) ambos con abonado de fondo 75-135 UF N / ha.

Tabla 2. Presencia de *Pyricularia oryzae*¹ en el arrozal. Año 2023.

Tratamiento ²	27 Jun	3 Jul	13 Jul
Paraje: Salmerón			
Trasplante	0	1	1
Siembra	0	0	1
Paraje: Las Minas			
Trasplante	0	1	1
Siembra	0	0	1
Paraje: Rotas			
Trasplante	0	1	1
Siembra	0	1	1

¹ 0 = ausencia 1 = presencia de la enfermedad. El material vegetal con síntomas se colocó en cámaras húmedas para el aislamiento de las conidias.

² Abonado de fondo (105 UF N / ha) igual en ambos tratamientos: siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y trasplante (marco 30 x 15 cm²).



Figura 8. Rotas (20 Septiembre 2022). Cosecha del arroz: arriba parcela de siembra (con ataque severo de *Pyricularia oryzae*), abajo parcela de trasplante.



Figura 9. Recolección en Las Minas, arriba parcela de siembra (con severo ataque de *Pyricularia oryzae*) y abajo parcela de trasplante (15 septiembre 2023).

Tabla 3. Severidad de la enfermedad en hojas: porcentaje de área foliar con daños por *Pyricularia oryzae* (escala 0.1-50%) en distintos tratamientos^{1,2}. Año 2022.

	A1	A2	T1	T2
Paraje: Las Minas				
21 Jul	0 A	0 A	0,10 B	0,02 AB
28 Jul	0 A	0 A	0,16 B	0,03 A
3 Ag	0 A	0 A	0,36 B	0,03 A
11 Ag	0 A	0 A	0,26 B	0,01 A
17 Ag	0 A	0 A	0,22 B	0 A
24 Ag	0 A	0 A	0,21 B	0,02 A
Paraje: Rotas				
14 Jul	0,375 b	0 a	0 a	0 a
18 Jul	0,88 b	0 a	0 a	0 a
27 Jul	0,41 b	0,02 a	0 a	0 a
4 Ag	2,01 b	0,25 a	0 a	0 a
9 Ag	2,63 b	0,73 a	0 a	0 a
22 Ag	1,96 c	1,125 b	0 a	0,08 a
29 Ag	2,47 b	1,9875 b	0 a	0,08a

¹ A1 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado de fondo (75-135 UF N / ha). A2 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado reducido (50-90 UF N / ha). T1 = trasplante (marco 30 x 18 cm²) y T2 = trasplante (marco 30 x 20 cm²) ambos con abonado de fondo (75-135 UF N / ha).

² Letras distintas en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, aplicando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y el test de Dunn's.

Tabla 4. Porcentaje de nudos, cuellos y panículas con daños de *Pyricularia oryzae* en plantas de arroz. (Paraje: Rotas) de distintos tratamientos¹ Año 2022.

	A1			A2			T1			T2		
	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas
14 Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27 Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 Ag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09 Ag	27,5	5	0	15	1,25	0	0	0	0	0	0	0
16 Ag	22,5	6,25	0	7,5	3,75	0	0	0	0	1,25	0	0
22 Ag	26,25	13,75	8,75	11,25	7,5	3,75	0	0	0	6,25	3,75	0
29 Ag	26,25	13,75	10	16,25	11,25	7,5	0	0	0	5	3,75	0

1A1 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado de fondo (75-135 UF N / ha), A2 = siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y abonado reducido (50-90 UF N / ha), T1 = trasplante (marco 30 x 18 cm²) y T2 = trasplante (marco 30 x 20 cm²) ambos con abonado de fondo 75-135 UF N / ha.

Tabla 5. Porcentaje de nudos, cuellos y panículas con daños de *Pyricularia oryzae* en plantas de arroz. (Paraje: Rotas) de distintos tratamientos¹. Año 2023.

	Siembra			Trasplante		
	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas
17 Jul	0	0	0	25	1,25	0
26 Jul	0	0	0	7,5	2,5	0
30 Jul	6,25	1,25	0	11,25	1,25	0
3 Ag	2,5	0	0	0	0	0
10 Ag	1,25	1,25	0	3,75	1,25	1,25
17 Ag	2,5	5	3,75	5	0	3,75
23 Ag	7,5	6,25	8,75	5	0	0
29 Ag	5	2,5	7,5	6,25	1,25	2,5
5 Sep	5	1,25	5	5	2,5	3,75
13 Sep	20	20	20	3,75	3,75	5

¹ Abonado de fondo (105 UF N / ha) igual en ambos tratamientos: siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y trasplante (marco 30 x 15 cm²).

Tabla 6. Severidad de la enfermedad en hojas: porcentaje de área foliar con daños por *Pyricularia oryzae* (escala 0.1-50%) en distintos tratamientos^{1,2}. Año 2023.

	Siembra	Trasplante
Paraje: Las Minas		
12 Jul	0,16 a	0,16 a
17 Jul	0,20 a	0,18 a
26 Jul	1,71 a	0,73 a
3 Ag	2,06 b	0,67 a
10 Ag	2,30 b	0,91 a
17 Ag	4,77 a	2,07 a
23 Ag	5,02 a	2,88 a
29 Ag	4,66 a	2,82 a
Paraje: Rotas		
6 Jul	0,44 a	1,53 b
12 Jul	0,69 a	1,58 b
17 Jul	1,19 a	3,29 b
30 Jul	0,31 a	0,90 a
3 Ag	0,33 a	0,84 a
10 Ag	0,70 a	0,55 a
17 Ag	0,31 a	0,21 a
23 Ag	0,46 a	0,25 a
29 Ag	0,28 a	0,16 a
5 Sep	0,27 a	0,22 a
13 Sep	1,13 a	0,87 a
Paraje: Salmerón		
12 Jul	0,07 a	0,11 a
17 Jul	0,05 a	0,12 a
26 Jul	0,17 a	0,13 a
3 Ag	0,17 a	0,42 a
10 Ag	0,43 a	0,65 a
17 Ag	0,22 a	0,72 a
23 Ag	1,05 a	0,81 a
29 Ag	2,25 a	1,71 a
5 Sep	2,22 a	1,23 a
13 Sep	2,75 a	1,17 a

¹ Abonado de fondo (105 UF N / ha) igual en ambos tratamientos: siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y trasplante (marco 30 x 15 cm²)

² Letras distintas en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, aplicando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y el test de Dunn's.

Tabla 7. Porcentaje de nudos, cuellos y panículas con daños de *Pyricularia oryzae* en plantas de arroz (**Paraje: Las Minas**) de distintos tratamientos¹. Año 2023.

	Siembra			Trasplante		
	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas
3 Ag	2,5	8,75	0	2,5	1,25	0
10 Ag	28,75	8,75	1,2	28,75	6,25	2,5
17 Ag	16,25	7,59	10	13,75	7,5	8,75
23 Ag	18,75	11,25	27,5	0	5	11,25
29 Ag	23,75	15	25	26,25	10	16,25
5 Sep	-	-	-	18,75	15	10

¹ Abonado de fondo (105 UF N / ha) igual en ambos tratamientos: siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y trasplante (marco 30 x 15 cm²).

Tabla 8. Porcentaje de nudos, cuellos y panículas con daños de *Pyricularia oryzae* en plantas de arroz (**Paraje: Salmerón**) de distintos tratamientos¹. Año 2023.

	Siembra			Trasplante		
	% nudos	% cuellos	% panículas	% nudos	% cuellos	% panículas
17 Jul	0	0	0	0	0	0
26 Jul	0	0	0	7,5	0	0
30 Jul	0	0	0	0	0	0
3 Ag	2,5	8,75	0	2,5	1,25	0
10 Ag	28,75	8,75	1,25	28,75	6,25	2,5
17 Ag	16,25	7,5	10	13,75	7,5	8,75
23 Ag	18,75	11,25	27,5	8,75	5	11,25
29 Ag	23,75	15	25	26,25	10	16,25
5 Sep	13,6	10	16,25	8,7	6,3	6,25
13 Sep	23,75	23,75	32,5	17,05	10	13,75

¹ Abonado de fondo (105 UF N / ha) igual en ambos tratamientos: siembra directa de semilla (dosis 140 Kg semilla / ha) y trasplante (marco 30 x 15 cm²).

NOTAS

AUTORES

Del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA):

María Jesús Pascual Villalobos,
María del Mar Guerrero Díaz,
María Martínez Fernández,

En colaboración con Sergio López del C.R.D.O Calasparra.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los agricultores:

Juan Egea López,
Salvador Cantero Moreno,
Hnos. Tomás y Juan Carlos Marín Ibáñez,
Hnos. Pedro y Juan José López Sánchez,
Hnos. María y Juan Haro Rodríguez.

Que han aportado sus parcelas para la realización de este trabajo.

Este proyecto se enmarca en la Medida 16.1 de cooperación del PDA 2014-2020 de la Región de Murcia y está cofinanciado con fondos FEADER.

