

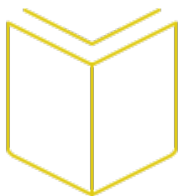


JORNADA TÉCNICA de la SEMh: Cultivos minoritarios: normativa, prácticas agronómicas y manejo de malas hierbas 10 de Abril, 2025

El cultivo de quinoa en Andalucía: manejo agronómico
y estrategias para el control de malezas.

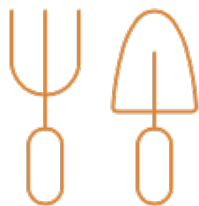


INDICE



Introducción

Breve presentación sobre la quinoa y su cultivo.



Estrategias

Métodos para controlar las malas hierbas en el cultivo.



Conclusiones

Resumen y recomendaciones finales.



Introducción

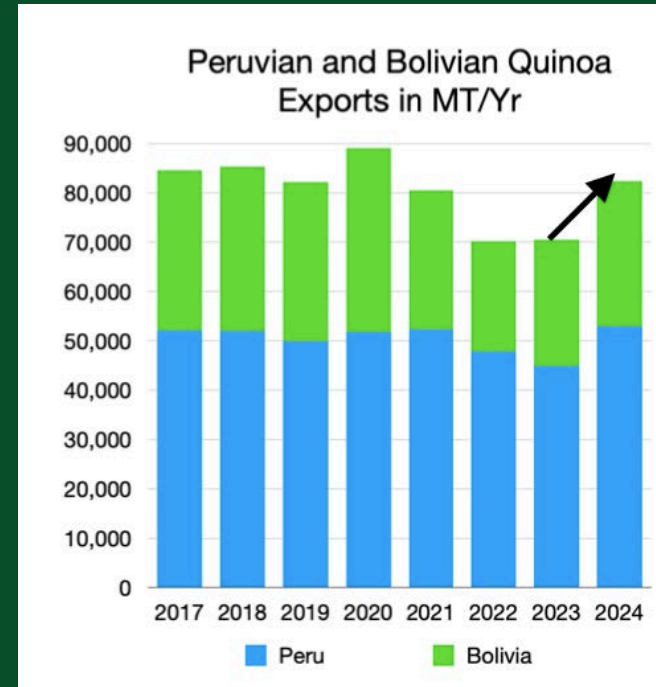
La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) pertenece a la familia Amaranthaceae, originaria de los Andes de América del Sur, reconocida por su adaptabilidad a condiciones climáticas adversas y su papel en la seguridad alimentaria global.

Ecotipos

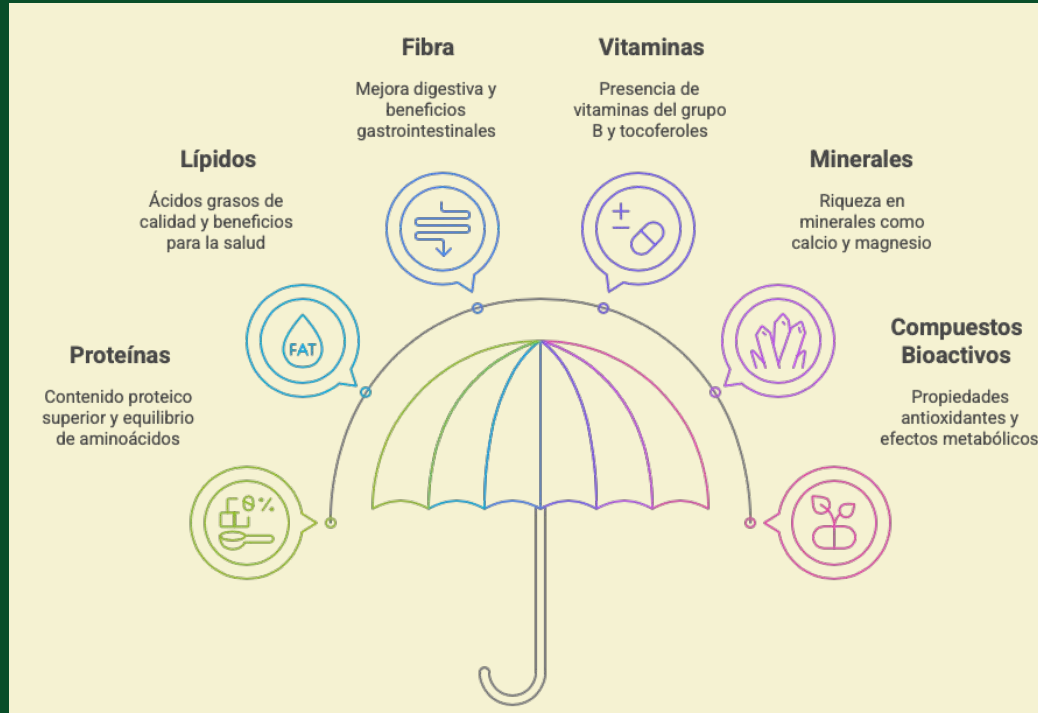
Grupo agroecológico	Precipitación mm.	Temperatura mínima
De valle	700-1500	3 C.
De altiplano	400- 800	0 C.
De los Salares	250- 400	-1 C
De nivel del mar	800-1500	5 C.
Yungas	000-2000	11 C

Demanda creciente

El interés por la quinoa ha aumentado en los últimos años, impulsado por su valor nutritivo y su consideración como un superalimento. La demanda en el mercado saludable representa una oportunidad significativa para los agricultores andaluces.



Perfil nutricional

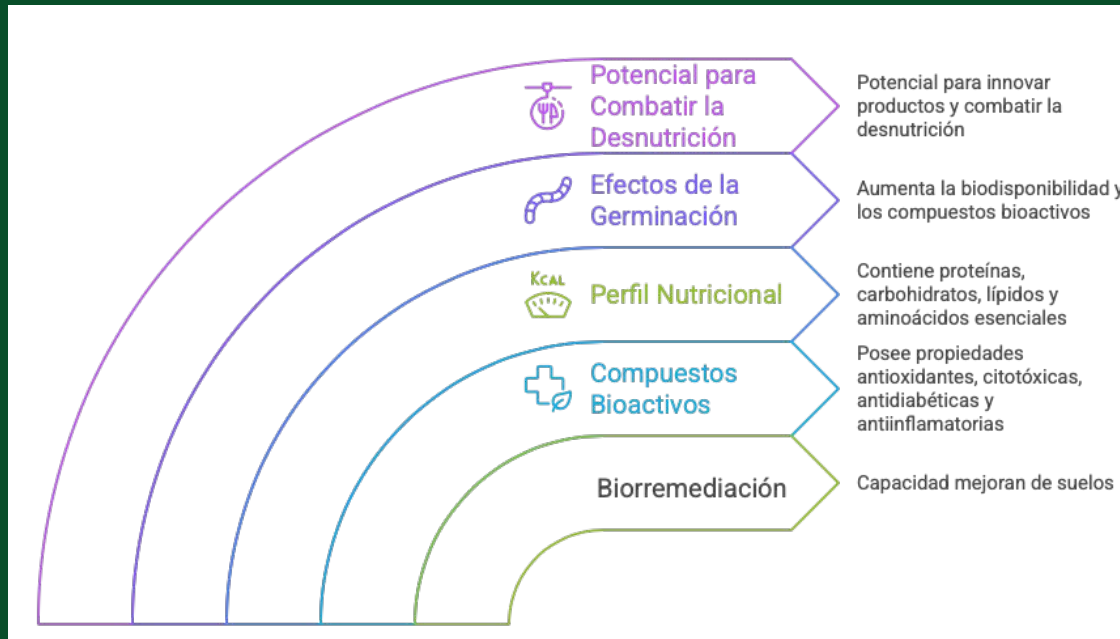


Perfil nutricional

Componente (en g / 100 g)	Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA), 2022	United States Department of Agriculture (USDA) – Agricultural Research Service, 2019
Proteínas	13,8	14,1
Lípidos	5,6	6,1
Cenizas	Sin datos	2,4
Carbohidratos	49,2	57,1
Fibra	7,9	7,0
Energía (kJ)	1276	1540

Fuente: P. Blasco. Quinoa seeds: nutritional and health aspects, 2022

Potencial de la quinoa





El cultivo

La quinoa se adapta a las condiciones climáticas de Andalucía, que presentan veranos cálidos y secos e inviernos suaves. Estas características son favorables para su desarrollo, dado que la quinoa es muy eficiente en el uso de los R. Hídricos.

CULTIVANDO QUINOA



CULTIVANDO QUINOA



Nutrición y Riego

La fertilización es crucial, con necesidades específicas de N-P-K, para rendim 3 t/ha: 120-80-80 kg/ha. Se adapta a estrategias de riego deficitario ajustando la frecuencia y la cantidad de riego según las fases de crecimiento de la planta.



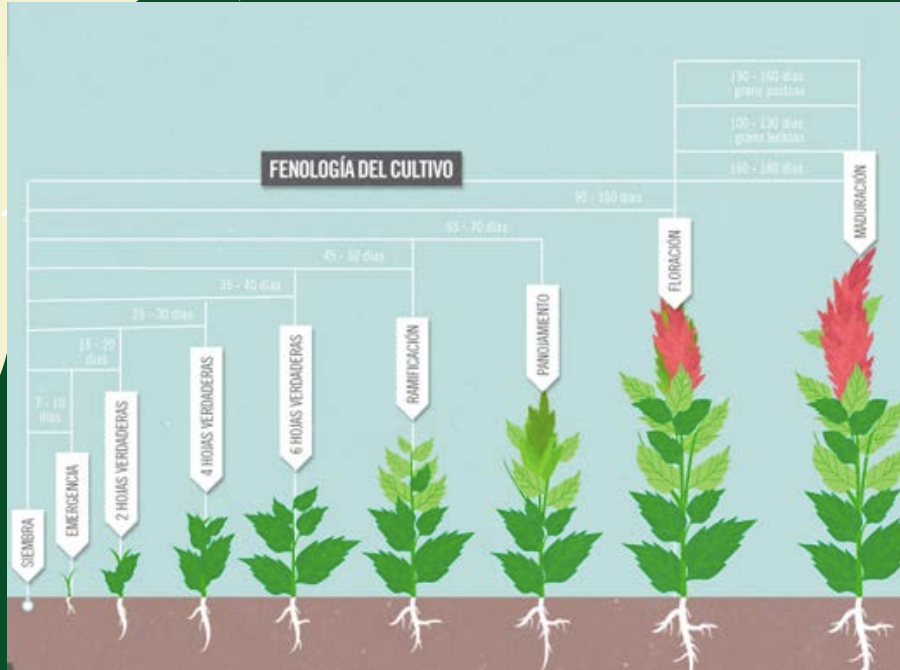


Riegos:

- Riegos de nacencia, fundamentales para la germinación y eliminación de costra durante la implantación del cultivo.
- En floración es importante evitar el estrés hídrico.



Fases fenológicas



Fases fenológicas bien marcadas: vegetativa, reproductiva y maduración.

- Emergencia,
- 2, 3, 4, y 6 hojas verdaderas,
- ramificación,
- inicio de panojamiento,
- panojamiento,
- inicio de floración, floración,
- grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica.



Ramificación

Especies de Malezas Comunes en Europa

Malezas de hoja ancha: *Chenopodium album* , *Amaranthus retroflexus* ,
Portulaca oleracea, *Solanum nigrum*

Gramíneas: *Echinochloa crus-galli* , *Setaria viridis* .

Estas malezas son particularmente competitivas en etapas tempranas del desarrollo de la quinoa en las siembras de primavera.

Especies de Malezas Comunes en el bajo Guadalquivir

*Chenopodium
album* (Cenizo)



Foto: Ing. Juan José Pérez



Foto: Ing. Juan José Pérez



Picris echioides
(Raspasayo)

Foto: Ing. Juan José Pérez

**Conyza
bonariensis(Pinito)**



Ridolfia segetum
(Eneldo)



Foto: Ing. Juan José Pérez

Abutilon theophrasti





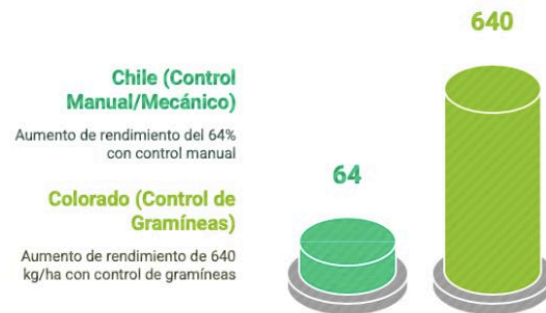
Solanum nigrum



Control de malas hierbas



Impacto del Control de Malezas en los Rendimientos de Quinoa



Estrategias MI

Métodos Preventivos:

- Adecuada preparación de la semilla de siembra.
- Rotación de cultivos para interrumpir el ciclo de vida de las malezas.
- Mejora (Mutagenesis)

Métodos Culturales:

- Aumento de la densidad de siembra para reducir el espacio disponible para malezas.
- Selección de variedades de quinoa más competitivas.

Métodos Mecánicos:

- Desmalezado manual o mecánico en etapas tempranas.

Métodos Biológicos:

- Uso de cultivos de cobertura (p. ej., trigo sarraceno, centeno) para suprimir malezas.
- Uso de Biocarbón

Métodos Químicos:

- Aplicación selectiva de herbicidas

Semillas

- Garantizar semilla con alta pureza, libre de enfermedades con uniformidad genética, calidad fisiológica y física adecuada.
- Procesamiento, secado y conservación de la semilla para garantizar la germinación y el vigor.
- Pildorado, ensacado y etiquetado.



Selección de la variedad.



Proceso de Preparación del Terreno para el Cultivo de Quinua



Evaluar el uso anterior de la tierra y los herbicidas



Identificar la presencia de malezas perennes



Implementar medidas de control de malezas durante el barbecho



Asegurarse de que no haya efectos residuales de herbicidas

Cultivo intercalado



Control de malas hierbas

Herbicidas



PRE- EMERGENCIA:

Ensayo 1: Tratamientos herbicidas en pre-emergencia

Variedad: Duquesa

Fecha de siembra: 22/12/2019

Fecha de tratamiento: 23/12/2019

Tratamientos			Dosis (cc/ha)
Nº	Materia Activa	Nombre Comercial	
1	Metamitrona 70%	Goltix	2500
2	Metolacloro	Dual Gold	1600
3	Propizamida	Soleil	1800
4	Metamitrona 70%	Goltix	3000
5	Petoxamida	Successor	2000



Todos los herbicidas provocaron un retraso en la nascencia del cultivo. La diferencia con los testigos (no tratados), se apreció de forma manifiesta a partir del décimo día.

La aplicación de PETOXAMIDA a 2.000 c.c./Ha., produjo una perdida importante de plantas en las condiciones climatológicas del ensayo, así como retraso en el crecimiento en las plantas de quinoa.

POST- EMERGENCIA:

Fecha de tratamiento post - emergencia: 17/02/2020			
Tratamientos			Dosis (cc/ha)
Nº	Materia Activa	Nombre Comercial	
1	Clopiralida	Lontrel	200
2	Clopiralida	Lontrel	300
3	Propizamida	Soleil	500
4	Propizamida	Soleil	750
5	Fluoxipir	Tomahawk	500
6	Fluoxipir	Tomahawk	750
7	Clopiralida + Fluoxipir	Dual Gold	200 + 500
8	Metil Trifusulfuron	Debut	30 (g/ha)
9	Metil Trifusulfuron	Debut	50 (g/ha)



1. Las materias activas fueron toleradas excepto FLUOXIPIR (efecto toxico bastante elevado provocando encamado del cultivo).
2. Tanto CLOPIRALIDA como PROPIZAMIDA, a las dosis empleadas, tuvieron un bajo control de las malezas presentes.
3. Fue muy significativo el control de METIL-TRIFUSULFURON (DEBUT) a 50 gr/Ha. contra los abundantes Jaramagos.

Ingrediente activo, dosis y momento de aplicación y daño al cultivo 8 semanas después de aplicado el herbicida.



Treatment	Active Ingredient	g AI/ha	Application Timing	% Crop Damage
Control	N/A	N/A	N/A	0
Dual II Magnum	s- metolachlor/benoxacor	1600	Post- emergent	20
Dual II Magnum	s- metolachlor/benoxacor	3200	Post-emergent	20
Prowl H2O	pendimethalin	1000	Post- emergent	40
Prowl H2O	pendimethalin	2000	Post- emergent	80
Zidua	pyroxasulfone	125	Pre- emergent	100
Zidua	pyroxasulfone	250	Pre- emergent	100
Authority	sulfentrazone	105	Pre- emergent	100
Authority	sulfentrazone	210	Pre-emergent	100
Nortron SC	ethofumesate	3960	Pre- emergent	100
Nortron SC	ethofumesate	7960	Pre- emergent	100
Command	clomazone	576	Pre- emergent	100
Command	clomazone	1152	Pre- emergent	100
Permit Agral 90 (non-ionic surfactant)	halosulfuron	35 0.25 v/v	Post- emergent	100
Permit Agral 90 (non-ionic surfant)	halosulfuron	70 0.5 v/v	Post- emergent	100

En postemergencia:
-metolaclo (ambas dosis) causó el menos daño al cultivo

Prueba de tolerancia de quinoa (*Chenopodium quinoa*) a varios herbicidas

Tabla 1. Tratamientos herbicidas aplicados en pre-emergencia

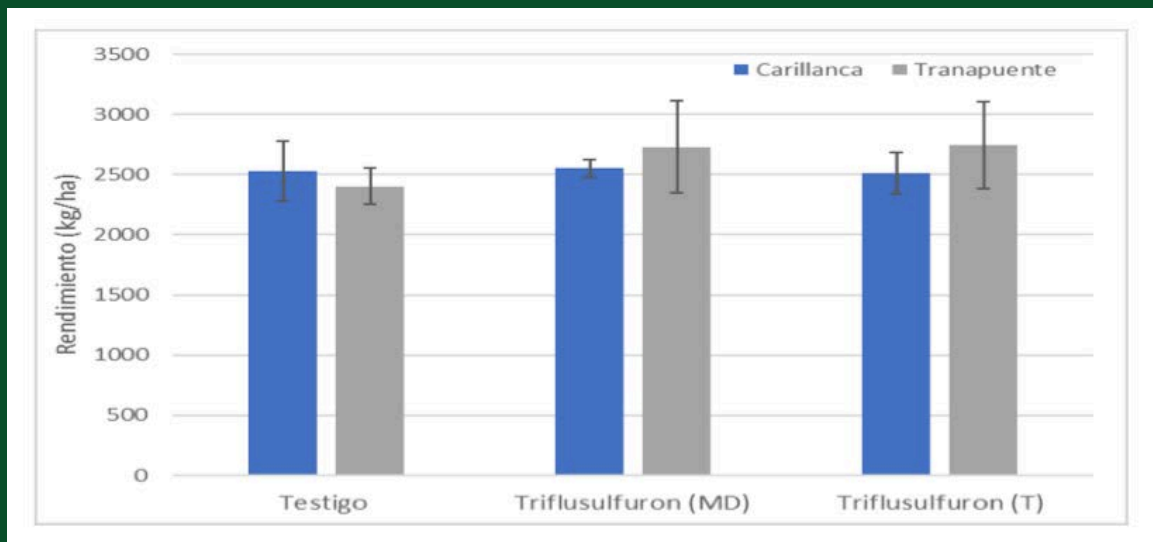
<i>Herbicida</i>	<i>Composición</i>	<i>Dosis l/ha</i>
Testigo sin herbicida		
Dual Gold	S-metolaclo-ro-96	1,6
Dual Gold	S-metolaclo-ro-96	3,6
Stomp Aqua	Pendimetalina-45,5	1
Stomp Aqua	Pendimetalina-45,5	2
Command	Clomazona-36	0,2
Devrinol	Napropamida-45	1
Successor	Petoxamida-60	2
Command+Successor	Clomazona-36+ Petoxamida-60	0,15+1,5

Tabla 2. Resultados de selectividad (escala 0-10, siendo 0 ausencia de fitotoxicidad y 10, muerte o no germinación del 100% de las plantas)

<i>Herbicida</i>	<i>3 abril</i>	<i>27 abril</i>
Testigo sin herbicida	0	0
Dual Gold 1,6	0	0
Dual Gold 3.2	0	0
Stomp Aqua 1	2	4
Stomp Aqua 2	2	5
Command 0,2	1	2
Devrinol 1	1	2
Successor 2	0	0
Command+Successor	2	5

Los tratamientos con Dual Gold y Successor fueron selectivos y no se observó síntoma de fitotoxicidad en plantas.

Rendimiento (kg/ha) de quínoa Regalona como respuesta al herbicida triflusaluron de postemergencia aplicado a medio día (MD) y en la tarde (T). Temporada 2017-2018.



Jorge Díaz S. y Guillermo Contreras J. INIA Carillanca, Temuco, Chile. jdiaz@inia.cl 2016

La quínoa toleró adecuadamente los tratamientos postemergentes con triflusaluron en 22,5 g/ha

Se descartaron: **pendimetalin**, clomazone, prosulfocarb, prosulfocarb/**metolacoloro**, propisoclor y metazaclor aplicados de preemergencia y rimsulfuron, halosulfuron y fenmedifan/desmedifan/etofumesato aplicados en postemergencia.

Efectos de los tratamientos sobre la eficacia en el control de malezas, fitotoxicidad y rendimiento de grano en experimentos de campo.

Treatments (code)	Weed control efficacy (%)		Phytotoxicity (scale 0-10)		Grain yield (kg ha ⁻¹)
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 2
UC	-	-	0	0	871
MW	99.9	88.5	0	0	1990
HO	94.4	67.4	0	0	1157
SF	85.0	59.2	0	0	677
TR	50.0	44.4	3.3	4.2	951
PR	30.0	35.5	7.0	0.3	772
SM	94.1	90.6	0.7	0.7	1755
<i>LSD (P=0.05)</i>	<i>35.9</i>	<i>10.6</i>	<i>0.8</i>	<i>0.5</i>	<i>846</i>

Weed control treatments (code)	
Untreated control (UC)	
Mechanical	Manual weeding (MW)
	Hoeing (HO)
	Split-hoeing + finger-weeding (SF)
Chemical	Triflurosulfuron-methyl (TR)
	Propyzamide (PR)
	S-metolachlor (SM)

Fuente: Pannacci y col., 2019, Mechanical and chemical weed control in quinoa

- La fitotoxicidad de la propizamida fue la más alta, causando una reducción del 42% en la emergencia de las plantas de quinoa, mientras que se observaron efectos fitotóxicos transitorios tras el tratamiento con triflurosulfurón-metil.
- Se observaron síntomas fitotóxicos muy bajos en el tratamiento de preemergencia con S-metolachlor, que resultó ser el herbicida más selectivo para la quinoa.

Herbicidas Aplicados en Preemergencia para el Control de Malezas en Quinoa, ensayos de laboratorio

HERBICIDA	DOSIS (G A.I./HM²)	DOSIS (G/L)	ESPECIE DE MALEZA CONTROLADA	EFICIENCIA (%)
Pendimethalin (330 g/L EC)	425.25	330	<i>Digitaria sanguinalis</i>	85
Prometryn (40% WP)	450	400	<i>Amaranthus viridis</i>	90
Atrazine (90% WG)	900	900	<i>Cyperus iria</i>	80
Napropamide (50% WP)	425.25	500	<i>Echinochloa crus-galli</i>	75
Pretilachlor (300 g/L EC)	1500	300	<i>Digitaria sanguinalis</i>	88
S-Metolachlor (960 g/L EC)	1080	960	<i>Cyperus iria</i>	82
Anilofos (36% ME)	243	360	<i>Amaranthus viridis</i>	70
Pyroxasulfone (40% SC)	108	400	<i>Digitaria sanguinalis</i>	85
Thifensulfuron (75% WG)	37.5	750	<i>Amaranthus viridis</i>	78

•Herbicidas, como Napropamide , Pretilachlor y S-Metolachlor , mostraron ser más selectivos mientras que , anilofos ME, prometryna pendimetalina EC y atrazina mostraron efectos inhibitorios significativos sobre las plántulas de quinoa.

Herbicida Autorizado (Excepcional): petoxamida



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARIA GENERAL DE
AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD
DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA

RESOLUCIÓN DE AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS FORMULADOS A BASE DE PETOXAMIDA 60% [EC] P/V COMO HERBICIDA DE PREEREMERGENCIA EN EL CULTIVO DE LA QUINOA

ANTECEDENTES

Andalucía, es actualmente la principal región productora de quinoa de la UE, con una superficie de cultivo de 6.449 ha en el 2019, según el Servicio de Estudios y Estadísticas, la quinoa se está convirtiendo en una alternativa de cultivo frente a los tradicionales cultivos extensivos.

ANEXO

Productos fitosanitarios y condiciones de uso:

- Productos fitosanitarios formulados a base de Petoxamida 60% [EC] P/V autorizados únicamente en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Uso: Herbicida de preemergencia.
- Cultivo: Quinoa
- Dosis máxima: 2 L producto/ha.
- Aplicación: Aplicación terrestre, 1 aplicación cada 2 años.
- Volumen: 200-400 l/ha
- Plazo de seguridad: No procede.
- Efectos de la autorización: Desde el 11 de enero hasta el 8 de mayo de 2021, ambos inclusive.

Siembras alta densidad 15-20 cm



Siembras 30 cm entre hileras



Siembras 50 cm entre hileras



Siembras 75 cm entre hileras

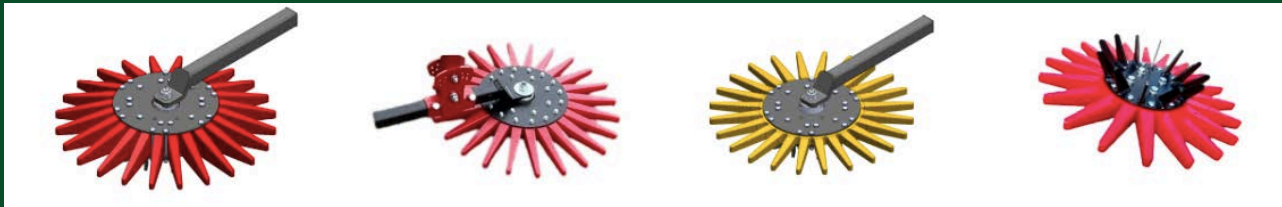


Control mecánico de malezas



Control mecánico de malezas

Finger weeder with
cultivator disc



Finger weeder





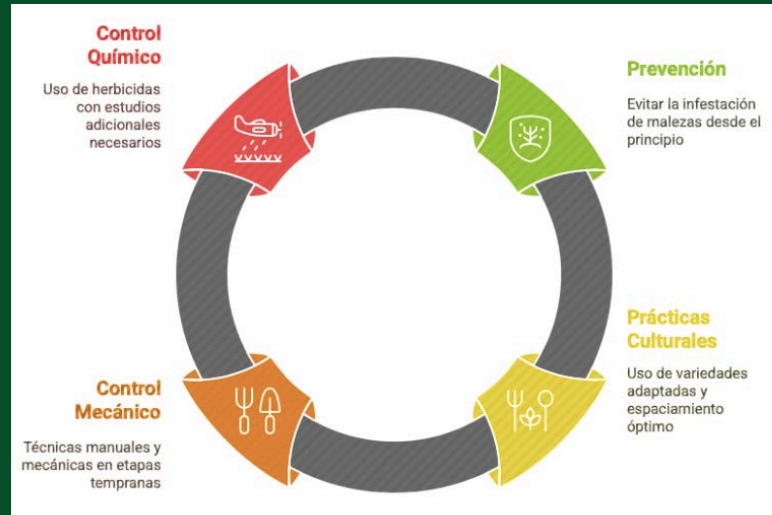
Herramientas Basadas en Inteligencia Artificial (IA) para el Control de Malezas en Quinoa

Herramientas	Descripción
Robots agrícolas autónomos	Robots equipados con cámaras y sensores para detectar y eliminar malezas.
Sistemas de visión por IA	Cámara con algoritmos de aprendizaje profundo para clasificar malezas.
Drones con sensores multispectral	Capturan imágenes para evaluar la salud de los cultivos y detectar malezas.
Aplicadores de herbicidas guiados por IA	Equipos que aplican herbicidas solo en áreas infestadas.



Inteligencia artificial para la detección de malas hierbas e innovaciones para el control localizado

Conclusions



- El uso combinado de métodos preventivos, culturales, mecánicos y químicos es esencial para un control efectivo de malezas en quinoa.
- Sensibilidad de la quinoa: La quinoa es altamente susceptible a muchos herbicidas, lo que requiere más estudios .
- Avances tecnológicos: Las herramientas basadas en IA están transformando el control de malezas al aumentar la precisión y reducir el impacto ambiental.

Gracias!

Dra. Susana Vilariño Rodríguez
Directora I + D Algodonera del Sur
Email: svilarino@algosur.com

