

Eficacia y selectividad de micocel[®] fitofortificante de las defensas contra *Bremia lactucae* en lechuga

José Ignacio Castillo (Departamento de Desarrollo Agrotecnológico de LIDA QUÍMICA S.L.).
Francisco Vilches Martínez y Jorge Vilches (Enagro, Ensayos y Asesoramiento Agrícola S.L.).

INTRODUCCIÓN

La importancia de esta enfermedad está directamente relacionada con las condiciones climatológicas, especialmente la temperatura y humedad, normalmente en el Levante aparecen ataques durante el otoño y el inicio de la primavera, debido a que suelen registrarse períodos de humedad prolongada.

El mildiu puede afectar a la lechuga en cualquier fase de su desarrollo, manifestándose con intensidad durante el acogollado, apareciendo los primeros síntomas sobre las hojas externas, manifestándose sobre ellas zonas con un color verde menos intenso, para posteriormente amarillear, acabando por oscurecerse y necrosarse, siendo a partir de ahí invadidas por otros agentes de tipo criptogámico o bacteriano.

Normalmente sobre la zona atacada (en forma de mancha angulosa limitada por las nerviaduras) y sobre el envés se origina un moho blanco constituido por las fructificaciones del hongo. Con ataques intensos son afectadas las hojas internas, incluso el cogollo, pudiéndose provocar la muerte de las plantas, reduciéndose la calidad y el rendimiento.

El hongo causante de esta enfermedad es *Bremia lactucae*, que se desarrolla en un gran número de plantas de la familia de la lechuga (compuestas), tanto cultivadas como silvestres. El hongo tiene reproducción sexual, mediante la formación de oosporas, y asexual mediante la formación de unos órganos denominados esporangios.

Para que la infección tenga lugar es necesario que se integre una elevada humedad ambiental con una temperatura óptima alrededor de 15°C. La penetración del hongo en el tejido vegetal se efectúa entrando por los estomas o directamente a través de la epidermis, generándose el período de infección, posteriormente el hongo se instala entre las células por medio de unos órganos chupadores denominados haustorios, que son los que originan la acción parasitaria y que evidenciarán posteriormente la aparición de las manchas amarillas; sobre las hojas, posteriormente se inicia la fase de eclosión con la manifestación del



Detalle de la enfermedad.

moho blanquecino y cuyas conidias son diseminadas por el viento, originando nuevas infecciones. Todo el ciclo completo (germinación, penetración, incubación, eclosión y esporulación), pue-

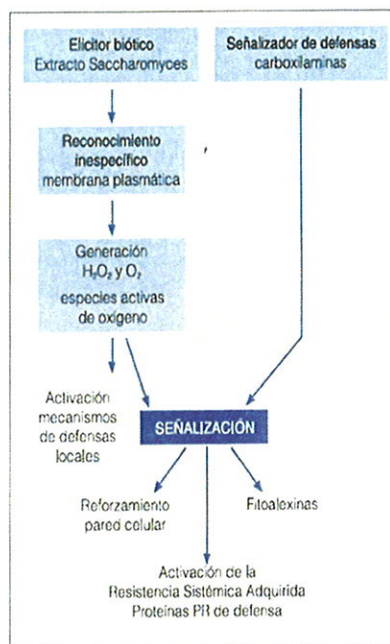
de completarse en 5-6 días en el caso de condiciones climatológicas óptimas.

En cualquier programa de lucha contra esta enfermedad es preciso considerar factores tales co-

* micocel[®] primer producto registrado como fitofortificante de las defensas de las plantas para el control del estrés biótico causado por patógenos con el nº OMDFO026 en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario.



Lechuga infectada por *Bremia lactucae*.



Cuadro 1.

Nº	Tesis	Aplicación	Dosis / Ha	Momento aplicación
1	testigo	-	-	-
2	micocel [®] 2 preventivo	foliar	2,0 kg	A B C D
3	micocel [®] 2 curativo	foliar	2,0 kg	B C D
4	micocel [®] 3 curativo	foliar	3,0 kg	B C D
5	micocel [®] 4 curativo	foliar	4,0 kg	B C D
6	Acrobat WG	foliar	2,5 kg	

Tabla 1. Aplicación y tratamientos.

Aplicación	Fecha	E. F. (BBCH) ¹	Caldo / Ha	Tª (°C)	Hr (%)
A ²	11.03.08	18-19	1000 litros	22	63
B	26.03.08	19-41	1000 litros	20	57
C	02.04.08	41-43	1000 litros	24	46
D	08.04.08	43-45	1000 litros	20	52

¹ E. F. (BBCH): Estado fenológico siguiendo el código BBCH. (18-19: 8-9 hojas verdaderas desplegadas; 19-41: 9 hojas verdaderas-inició formación cabeza; 41-43: inicio formación cabeza alcanzado el 30% del tamaño esperado por la cabeza; 43-45: Alcanzado el 30-50% del tamaño esperado por la cabeza.

² La aplicación A corresponde a la aplicación preventiva (antes de inocular el patógeno)

Tabla 2. Condiciones ambientales en el momento de las aplicaciones.

mo: medio ambiente, planta y patógeno. No obstante, ante la evidencia de ataques importantes, hay que tener en cuenta que:

- las aplicaciones de productos fitosanitarios químicos en plantaciones cuyo desarrollo foliar cubre completamente el suelo, muchas veces tienen eficacia limitada.
- hay que respetar los plazos de seguridad, para evitar problemas de residuos.

De todo esto se deduce la importancia de combatir esta enfermedad durante los estados vegetativos iniciales y siempre en programa preventivo, utilizando productos alternativos que no dejan residuos, son seguros para el hombre y no crean resistencias en los patógenos.

micocel[®] es una innovadora formulación desarrollada como **fortificante de las defensas de las plantas** para protegerlas de los efectos del estrés biótico que causan los hongos oomicetos.

micocel[®] combina la acción de elicitors biológicos del extracto de *Saccharomyces* con carboxilaminas, señalizadores de defensa, que tras ser reconocidos por proteínas de la membrana celular de la planta activan los mecanismos de defensas locales y sistémicos:

- aumento de las especies activas de oxígeno, que actúan a nivel local induciendo compuestos de resistencia, como papilas de callosa o lignina, que refuerzan las paredes celulares alrededor de la zona de infección impidiendo el avance de la enfermedad.

- síntesis de fitoalexinas, metabolitos sintetizados por la planta que son tóxicos para el hongo.

- activación de las señales de defensa en toda la planta induciendo la expresión de proteínas PR de defensa (Cuadro 1).

Condiciones experimentales

Objetivo

Eficacia y selectividad de diferentes dosis de micocel[®] contra mildiu (*Bremia lactucae*) en lechuga.

- Inicio 11 de marzo 2008.
- Finalización 24 de abril 2008.

Clase	Grado de ataque	Factor
1.	Sin daño	0
2.	< 5 % del área afectada	0,05
3.	Entre 5 – 15 % del área afectada	0,1
4.	Entre 16 – 25 % del área afectada	0,25
5.	Entre 26 – 35 % del área afectada	0,5
6.	> 35 % del área afectada	1,0

Tabla 3

tesis	% frecuencia de ataque ¹	Datos transformados	% intensidad de ataque ¹	Datos transformados
	Media ²	Media ³	Media ²	Media ³
1	100	90,0 a ⁵	17,8	24,7 a ⁵ -
2	100	90,0 a	6,7	15,0 b ab ⁶
3	100	90,0 a	8,3	16,6 b a
4	100	90,0 a	6,4	14,6 b b
5	100	90,0 a	5,4	13,4 b b
6	100	90,0 a	5,4	13,4 b b

¹Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (sano/atacado)
²Promedio de cuatro repeticiones
³Medias Datos transformados mediante $\text{arc}(\text{raiz}(x/100))$
⁴Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (severidad)
⁵Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test)
⁶Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test) sin el testigo

Tabla 5. Evaluación C07 (fecha 8.04.08).

Localización del ensayo

- Finca: Finca Cotes.
- Localidad Algemesí (Valencia).

Condiciones del ensayo

- Cultivo/Varietal: Lechuga/Tordesillas.
- Tipo de cultivo: aire libre.
- Fecha de trasplante: 28 diciembre 2007.
- Plantas/Ha: 55.000-57.000 plantas (0,45 m x 0,4 m).
- Riego: por surco.

Diseño del ensayo

- Tipo de ensayo: Bloques randomizados.
- Parcela elemental 7,0 m² (2,3 m x 3,1 m).
- Repeticiones 4.

Datos de la aplicación

- Equipo: Pulverizadora de espalda con motor Maruyama.
 - Boquillas: Yamaho (abanico).
 - Presión: 10 bar.
- (Tablas 1 y 2)

Evaluaciones

Selectividad:

porcentaje de daños sobre toda la parcela, aplicando una escala de 0 a 100%.

Eficacia:

método F-6. Conteo de 20 plantas de lechuga por parcela elemental, distribuyéndolas en 6 clases según el grado de ataque que presentaba de *Bremia lactucae* (Tabla 3).

Con los valores obtenidos se calculó la **Frecuencia del Ataque** y la **Intensidad del Ataque**, según la fórmula de Townsend y Heuberguer. Posteriormente se transformaron los datos mediante el algoritmo $\text{arcsen}(x/100)$, siendo x el porcentaje de frecuencia del ataque o intensidad del ataque, realizándose posteriormente el análisis de la varianza ANOVA, mediante el programa estadístico Statgrafics 5.1.

Momento y frecuencia:

- *Selectividad*: 7 días después de cada aplicación.
- *Eficacia*.
 A00: Evaluación previa.
 A07: A los 6-8 días después de la 1ª aplicación.
 B07: A los 6-8 días después de la 2ª aplicación.
 C07: 6-8 días después de la 3ª aplicación.
 D07: 6-8 días después de la 4ª aplicación.
 D14: 13-15 días después de la 4ª aplicación.

Resultados

La incidencia de la enfermedad en el área del ensayo fue inferior al 5% a los 14 días después de la 1ª aplicación. (Tabla 4, 5, 6 y 7).

tesis	% frecuencia de ataque ¹	Datos transformados	% intensidad de ataque ¹	Datos transformados
	Media ²	Media ³	Media ²	Media ³
1	100	90,0 a ⁵	8,7	17,1 a ⁵
2	100	90,0 a	5,7	13,8 b
3	100	90,0 a	5,8	13,9 b
4	100	90,0 a	5,5	13,6 b
5	100	90,0 a	5,5	13,6 b
6	98,8	86,8 a	5,5	13,6 b

¹Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (sano/atacado)
²Promedio de cuatro repeticiones
³Medias Datos transformados mediante $\text{arc}(\text{raiz}(x/100))$
⁴Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (severidad)
⁵Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test)

Tabla 4. Evaluación B07 (fecha 02.04.08).

tesis	% frecuencia de ataque ¹	Datos transformados	% intensidad de ataque ¹	Datos transformados
	Media ²	Media ³	Media ²	Media ³
1	100	90,0 a ⁵	19,3	25,8 a ⁵ -
2	100	90,0 a	7,3	15,6 b ab ⁶
3	100	90,0 a	8,7	17,1 b a
4	100	90,0 a	6,6	14,9 b bc
5	100	90,0 a	5,5	13,6 b c
6	100	90,0 a	5,5	13,6 b c

¹Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (sano/atacado)
²Promedio de cuatro repeticiones
³Medias Datos transformados mediante $\text{arc}(\text{raiz}(x/100))$
⁴Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (severidad)
⁵Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test)
⁶Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test) sin el testigo

Tabla 6. Evaluación D07 (fecha 17.04.08).

tesis	% frecuencia de ataque ¹	Datos transformados	% intensidad de ataque ⁴	Datos transformados
	Media ²	Media ³	Media ²	Media ³
1	100	90,0 a ⁵	19,3	25,8 a ¹
2	100	90,0 a	7,3	15,6 b ab ⁴
3	100	90,0 a	8,7	17,1 b a
4	100	90,0 a	6,6	14,9 b bc
5	100	90,0 a	5,5	13,6 b c
6	100	90,0 a	5,5	13,6 b c

¹Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (sano/atacado)
²Promedio de cuatro repeticiones
³Medias Datos transformados mediante $\arcsin(x/100)$
⁴Resultado obtenido de la evaluación de 20 lechugas por parcela elemental (severidad)
⁵Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test)
⁶Medias seguidas de la misma letra no difieren al 95% según la prueba de la Mínima Diferencia Significativa (LSD test) sin el testigo

Tabla 7. Evaluación D14 (fecha 24.04.08).

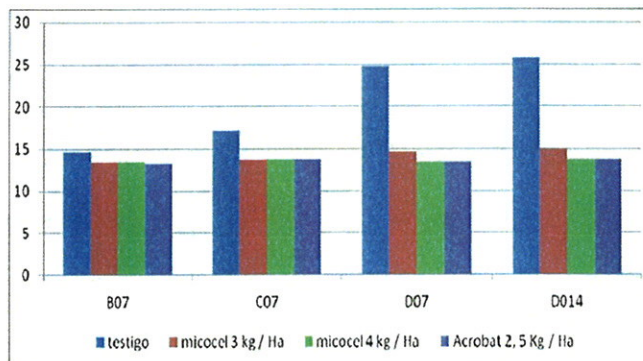


Gráfico 1. Intensidad de ataque.

Discusión de resultados

Selectividad

Después de 3 ó 4 aplicaciones, según variante, y un consumo de caldo de 1.000 l/Ha por aplicación, no se han observado daños por fitotoxicidad con ninguna de las tesis ensayadas.

Se realizaron dos inoculaciones de *Bremia lactucae* en el área del ensayo, una el 14.03.08 y la siguiente el 21.03.08, dos y nueve días, respectivamente, después de realizar la aplicación en el momento preventivo.

Eficacia

En relación con la **frecuencia de ataque** cabe precisar que 7 días después de la 2ª aplicación la incidencia de la enfermedad en el área de ensayo era muy elevada por lo que ninguno de los formulados ensayados presentó diferencias significativas con respecto al Testigo, tendencia que se mantuvo hasta el final del ensayo.

En cuanto a la **intensidad de ataque**, cabe indicar que 7 días después de la aplicación B (B07) ninguno de los productos presentó significación estadística con respecto al Testigo (Tabla 3) y es, desde la aplicación C, cuando todos los formulados presentaron diferencias estadísticas con respecto al Testigo, significación que se mantuvo hasta el final de estudio (Tabla 4, 5 y 6).

Transcurridos 7 días desde la aplicación D (Tabla 5) se aprecian diferencias entre **micocel**® a las dosis de 2 kg (preventivo y curativo) y **micocel**® a las dosis de 3 y 4 kg, siendo las tesis de dosis más altas las que mejor se comportan sin diferencia estadística con respecto a ACROBAT WG 2,5 Kg. Estas diferencias se mantienen a los 14 días de la aplicación D.

Cabe destacar que la tesis nº 2 **micocel**® a 2 kg aplicado en el momento preventivo (4 aplicaciones a 2 kg = 8 kg / Ha) se comportó de igual manera que la dosis de 3 kg en el momento curativo (3 aplicaciones a 3 kg = 9 kg / Ha).

Si representamos los valores de intensidad de ataque de las tesis de micocel 3 kg / Ha, micocel 4 kg / Ha y Acrobat MZ 2,5 Kg / Ha con respecto al testigo (Gráfico 1).

Conclusión

Conviene precisar que la variedad de lechuga seleccionada para la realización del presente ensayo es extremadamente sensible a la enfermedad *Bremia lactucae* y que se han realizado dos inoculaciones artificiales para garantizar la presencia de la mencionada enfermedad.

Bajo las condiciones del presente ensayo, con 3 ó 4 aplicaciones, según variante, el formulado **micocel**® ha resultado selectivo con el cultivo, mostrando un buen control sobre *Bremia lactucae*.

Los mejores resultados se han obtenido con **micocel**® a 4,0 Kg/Ha en relación a la intensidad del ataque similares a los obtenidos por el comparativo, ACROBAT WG a la dosis de 2,5 kg/Ha. Cabe indicar que por lo que respecta a la frecuencia del ataque, ha sido imposible advertir diferencias entre las distintas variantes debido a la elevada infestación presente en el área de ensayo como consecuencia de las dos inoculaciones realizadas.

Por último, de los resultados obtenidos podemos deducir que el intervalo óptimo de aplicación del formulado **micocel**® en el momento preventivo es de 8 a 12 días y de 5 a 7 días en el momento curativo (con la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad).

BIBLIOGRAFÍA

- ROSS, A. F. *Systemic acquired resistance induced by localized virus infections in plants*. Virology 1961, 14, 340-358.
- KUC, J. *Induced immunity to plant disease*. Bio-science 1982, 32, 854-860.
- KUC, J. *Phytoalexins, stress metabolism, and disease resistance in plants*. Annu. Rev. Phytopathol. 1995, 33, 275-297 and references cited therein.
- KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J.; WARD, E.; UKNES, S.; RYALS, J. *Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals*. Annu. Rev. Phytopathol. 1994, 32, 439-459 and references cited therein.
- BAKER, C. J.; ORLANDI, E. W. *Active oxygen in plant pathogenesis*. Annu. Rev. Phytopathol. 1995, 33, 299-321.
- ALVAREZ, M. E.; PENNELL, R. I.; MEIJER, P. J.; ISHIKAWA, A.; DIXON, R. A.; AND LAMB, C. 1998. *Reactive oxygen intermediates mediate a systemic signal network in the establishment of plant immunity*. Cell 92:773-784.