

## **CONTROL DE LA MANCHA BACTERIANA DEL TOMATE (*XANTHOMONAS SPP.*) EN CULTIVO A CAMPO PARA INDUSTRIA MEDIANTE APLICACIONES FOLIARES. 2015-2016**

Diego Maeso, Alfredo Fernández, Wilma Walasek  
INIA Las Brujas, Programa Nacional de Producción Hortícola, Sección Protección Vegetal.

### **Introducción**

La mancha bacteriana del tomate (*Xanthomonas spp.*) es una de las enfermedades foliares más importantes del cultivo al aire libre. Hasta el momento el control se basa en la reiterada aplicación foliar preventiva de productos, principalmente a base de cobre muchas veces mezclado con mancozeb.

Desde hace algunos años INIA ha venido realizando trabajos experimentales tendientes a evaluar la eficiencia de productos alternativos aplicados a follaje para el control de esta enfermedad.

Se han reportado los efectos beneficiosos derivados de la aplicación de productos a base de *Bacillus subtilis* en el control de enfermedades. La acción de este agente es explicada a través de dos vías: 1) la inducción de resistencia sistémica (ISR, induced systemic resistance, Ryu et al. 2004, Ongena et al. 2007) y 2) la producción de antibióticos y agentes antimicrobianos (Hammami et al. 2009). Algunos de estos productos ya son comercializados internacionalmente (Serenade, Kodiak, etc.) principalmente para el control de enfermedades a hongos (Lanna et al. 2010, Cawoy et al. 2011).

En temporadas anteriores estos productos han sido evaluados en nuestras condiciones en temporadas anteriores (Maeso, Fernández y Walasek 2015) para la prevención y disminución de daños por mancha bacteriana del tomate (Roberts et. al. 2008, Edgecomb & Manker 2006, Abbasi & Weselowski 2015 ).

### **Objetivos**

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tratamientos foliares con productos a base de *B. subtilis* y otros compuestos alternativos para el control de la mancha bacteriana (*Xanthomonas spp.*) en tomate para industria.

## Materiales y Métodos

Ubicación: Campo experimental de INIA Las Brujas. Rincón del Colorado. Departamento de Canelones.

Forma de aplicación: Foliar mediante pulverizadora de mochila con CO<sub>2</sub> (R&D sprayers, EEUU). Gasto por hectárea varió de 700 a 1500 l durante la temporada.

Cultivo: Tomate de industria, variedades Repique y Loica. Distancia de plantación 1,6 x 0,30 m. Fecha de siembra 13/11/2015, trasplante 14/12/2015.

Tratamientos: En el cuadro 1 se muestran los detalles de los tratamientos evaluados, dosis, comienzo e intervalo entre aplicaciones.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el ensayo.

Tratamiento	Principio activo	Dosis/100 l	Intervalo
1. Nacillus	<i>Bacillus subtilis</i>	Preventiva 300 g	Semanal
2. Baktillis	<i>Bacillus subtilis</i>	Preventiva 300 g	Semanal
3. HidroCup 77%	Hidróxido de cobre	300 g	Semanal
4. Sporan	Mezcla de aceites esenciales	1000 cc	Semanal
5. Biorend cobre	Quitosano y Sulfato de Cobre Penta hidratado	150 cc	Semanal
Sporekill	Didecyl di methyl ammonium chloride	100 cc	Luego de lluvia.
6. Bion	Acibenzolar S methyl	5 g	Semanal
7. Testigo sin tratar			

Los tratamientos fueron repetidos en las dos variedades utilizadas.

Las aplicaciones preventivas comenzaron el 29/12/2015. Los tratamientos semanales recibieron doce aplicaciones, y el tratamiento 5 adicionalmente una de Sporekill luego de lluvia. La última aplicación de todos los tratamientos fue realizada el día 15/03/16.

### Diseño experimental:

Factorial en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los factores fueron la variedad y los tratamientos. Cada parcela constó de tres filas de tres metros de largo (10 plantas). Las evaluaciones se realizaron en la fila central siendo las dos externas dejadas como bordes (figuras 1 y 2).



Figura 1. Vista panorámica del ensayo (1/2/2016).



Figura 2. Detalle de una parcela (1/2/2016).

### Análisis estadístico:

Se realizó el análisis de variancia con posterior separación de medias mediante la prueba Duncan. Para ello se utilizó el paquete estadístico Infostat de uso libre ([www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)).

### Parámetros evaluados:

#### Evolución de la enfermedad.

A partir de comienzo de síntomas (1/2/2016) se evaluó semanalmente el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad (severidad) de cada una de diez plantas de la fila central de cada parcela. Los porcentajes asignados se promediaron y los valores fueron transformados por la fórmula  $\arcsen \sqrt{\%}$  previo a su análisis estadístico.

Adicionalmente, con todas las evaluaciones se calculó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE).

#### Rendimientos:

Se registró el número y peso total de frutos en cuatro cosechas (29/2, 14/3, 30/3 y 15/4).

## Resultados

### Severidad

En el cuadro 2 y la figura 3 se muestran los resultados de las evaluaciones de severidad realizadas (intensidad de la enfermedad en porcentaje de área foliar afectada) y del área debajo de la curva de progreso de la enfermedad.

Cuadro 2. Resultados de las evaluaciones de severidad de mancha bacteriana (en porcentaje de área foliar afectada). Tratamientos promedio de ambas variedades.

Tratamiento	15/02	14/03	04/04	ADCPE
Nacillus 300 g/100 l	10,7 b <sup>1</sup>	23,5 bc	42,0 ab	1476 bc
Baktillis 300 g/100 l	4,0 a	28,8 bcd	47,5 ab	1534 bc
Hidrocup 300 g/100l	2,1 a	7,8 a	46,4 ab	981 a
Sporan 1000 cc/100 l	4,8 ab	39,0 cd	52,5 bc	1684 bc
Biorend Cu 150 cc/100 l complementado con Sporekill luego de lluvias	6,1 ab	28,1 bc	41,4 ab	1443 b
Bion 5 g/100 l	4,5 ab	19,0 ab	38,9 a	1338 b
Testigo sin tratar	4,8 ab	44,6 d	59,0 c	1821 c

<sup>1</sup> Los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% por la prueba Duncan de rangos múltiples.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en todas las evaluaciones realizadas y en el ADCPE. Los menores valores de severidad diferenciados estadísticamente del testigo sin tratar se encontraron en las parcelas tratadas con HidroCup, Biorend Cobre complementado con Sporekill y Bion.

En el cuadro 3 se muestran los resultados incluyendo a las variedades en el análisis. Loica en la primera etapa fue la variedad que presentó menor porcentaje de área foliar afectada, lo cual se tradujo en un menor valor de ADCPE confirmando la mayor tolerancia a esta enfermedad comparada con Repique.

Cuadro 3. Resultados de las evaluaciones de severidad de mancha bacteriana (en porcentaje de área foliar afectada). Interacción variedades-tratamientos.

Variedad	Tratamiento	15/02	29/02	04/04	ADCPE
Loica	Nacillus 300 g/100 l	5,5 abc <sup>1</sup>	4,3 ab	49,4 bcd	910 abc
	Baktillis 300 g/100 l	1,3 ab	7,1 abc	50,1 cd	1018 abcd
	HidroCup 300 g/100l	0,8 a	1,7 a	43,8 abc	528 a
	Sporan 1000 cc/100 l	2,5 abc	7,9 abc	62,9 d	1433 bcde
	Biorend Cu 150 cc/100 l + Sporekill pos lluvias	1,0 a	5,7 ab	42,7 abc	920 abc
	Bion 5 g/100 l	3,2 abc	8,9 abc	47,7 bcd	947 abcd
	Testigo sin tratar	1,7 abc	10,2 abc	54,1 cd	1421 bcde
	<b>Promedio Loica</b>	<b>2,0 a</b>	<b>7 a</b>	<b>50 b</b>	<b>1277 a</b>
Repique	Nacillus 300 g/100 l	16,0 e	20,7 c	34,6 ab	1475 de
	Baktillis 300 g/100 l	6,7 bcde	22,8 c	45,0 abc	1608 de
	HidroCup 300 g/100l	3,3 abcd	3,2 a	48,9 bcd	725 ab
	Sporan 1000 cc/100 l	7,2 bcde	20,7 c	42,1 abc	1613 de
	Biorend Cu 150 cc/100 l + Sporekill luego de lluvias	11,2 de	13,6 abc	40,1 abc	1503 cde
	Bion 5 g/100 l	5,8 bcde	9,1 abc	30 a	991 bcd
	Testigo sin tratar	7,8 cde	19,2 bc	63,9 d	2034 e
	<b>Promedio Repique</b>	<b>8,0 b</b>	<b>16 b</b>	<b>43 b</b>	<b>1658 b</b>

<sup>1</sup> Los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% por la prueba Duncan de rangos múltiples.

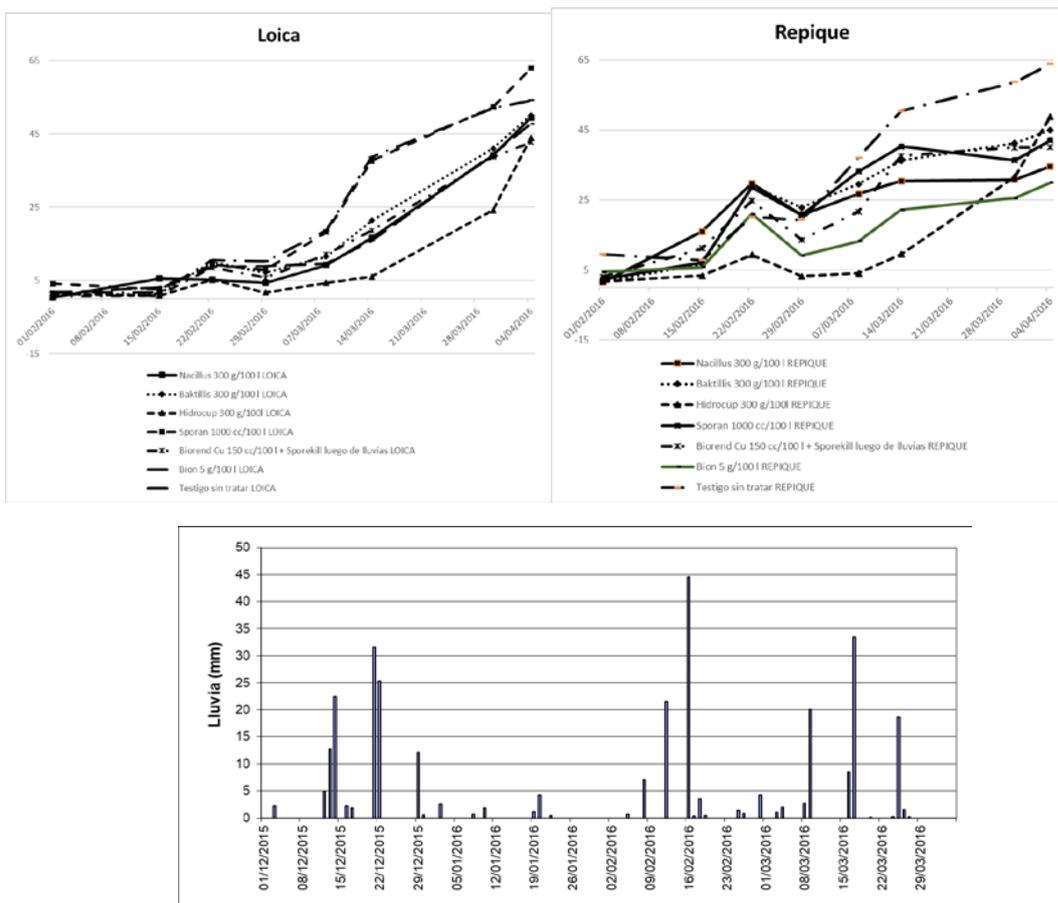


Figura 3. Evolución de la severidad (en porcentaje) de área foliar afectada con mancha bacteriana. Interacción variedad-tratamiento. Precipitaciones durante temporada 2015-2016.



Figura 4. Síntomas en algunas parcelas al 14/3/2016. Arriba de izquierda a derecha: Testigo sin tratar Loica, Repique, Hidrocup Loica. Centro de izquierda a derecha: Hidrocup Repique, Biorend Cobre + Sporekill Loica y Repique. Debajo de izquierda a derecha: Bion Loica y Repique y Sporan Repique.

## Rendimientos

Cuadro 4. Rendimientos totales (toneladas por hectárea) y porcentaje de frutos con mancha bacteriana. Interacción variedad-tratamiento.

Variedad	Tratamiento	Rendimientos totales ton/há	% frutos con mancha bacteriana
Loica	Nacillus 300 g/100 l	33 d <sup>1</sup>	9 ab
	Baktillis 300 g/100 l	32 cd	16 abc
	Hidrocup 300 g/100l	28 abcd	8 a
	Sporan 1000 cc/100 l	29 abcd	12 abc
	Biorend Cu 150 cc/100 l + Sporekill pos lluvias	28 abcd	13 abc
	Bion 5 g/100 l	30 bcd	13 abc
	Testigo sin tratar	31 cd	15 abc
	<b>Promedio Loica</b>		<b>30 b</b>
Repique	Nacillus 300 g/100 l	25 abcd	18 abc
	Baktillis 300 g/100 l	26 abcd	20 cd
	Hidrocup 300 g/100l	22 ab	20 cd
	Sporan 1000 cc/100 l	25 abcd	12 abc
	Biorend Cu 150 cc/100 l + Sporekill pos lluvias	22 a	21 cd
	Bion 5 g/100 l	22 a	19 bc
	Testigo sin tratar	25 abcd	29 d
	<b>Promedio Repique</b>		<b>24 a</b>

<sup>1</sup> Los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% por la prueba Duncan de rangos múltiples.

**Cuadro 5. Porcentaje de frutos con mancha bacteriana. Discriminados por tratamiento.**

Tratamiento	% frutos con mancha bacteriana
Nacillus 300 g/100 l	14 a <sup>1</sup>
Baktillis 300 g/100 l	18 ab
Hidrocup 300 g/100l	14 a
Sporan 1000 cc/100 l	12 a
Biorend Cu 150 cc/100 l + Sporekill pos lluvias	17 ab
Bion 5 g/100 l	16 ab
Testigo sin tratar	22 b

<sup>1</sup> Los valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente al 5% por la prueba Duncan de rangos múltiples.

Los tratamientos a base de Hidrocup, Biorend Cu + Sporan y Bion para la variedad Repique mostraron rendimientos totales en toneladas por hectárea menores al testigo sin tratar (cuadro 4). La variedad Loica fue la que presentó menor porcentaje de frutos con síntomas de mancha bacteriana y mayor rendimiento acumulado (cuadro 5) . Los tratamientos a base de Nacillus, Hidrocup y Sporan presentaron menores porcentajes de frutos con mancha bacteriana.

### Discusión

Los tratamientos con hidróxido de cobre, Biorend Cobre y Bion presentaron un control aceptable de la enfermedad en follaje en ambos cultivares. El cultivar Loica mostró los menores porcentajes de área foliar afectada y frutos con mancha bacteriana. Algunos tratamientos dentro de la variedad Repique mostraron rendimientos totales inferiores al testigo sin tratar este resultado no puede ser explicado por el control de la enfermedad en follaje. Al no haberse realizado inoculación artificial el ataque de la enfermedad no fue tan grave como la temporada anterior.

### Conclusiones

Bajo condiciones de infección natural los tratamientos a base de hidróxido de cobre, Biorend Cobre complementado con Sporekill y Bion lograron un buen control de la enfermedad en

follaje durante toda la temporada. Existieron diferencias entre las variedades respecto a la susceptibilidad a la enfermedad.

### **Bibliografía**

ABBASI, P.A., WESELOWSKI, B. 2015. Efficacy of *Bacillus subtilis* QST 713 formulations, copper hydroxide, and their tank mixes on bacterial spot of tomato. *Crop Protection* 74 (2015):70-76.

CAWOY, H., BETTIOL, W.; FICKERS, P.; ONGENA, M. 2011. Bacillus-Based Biological Control of Plant Diseases. In: *Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management*. Ed. Margarita Stoytcheva. Rijeka, Croacia. p 273-302.

EDGEComb, D.W., MANKER, D. 2006. *Bacillus subtilis* strain QST 713, bacterial disease control in fruit, vegetable and ornamental production. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft*. 408, 2006:167-169.

HAMMAMI, I.; RHOUMA, A.; JAOUADI, B.; REBAI, A.; NESME, X. Optimization and biochemical characterization of a bacteriocin from a newly isolated *Bacillus subtilis* strain 14B for biocontrol of *Agrobacterium* spp. strains. *Letters in Applied Microbiology*, v.48, p.253-260, 2009.

LANNA, R.; MONTEIRO, H.; SILVA, R. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis* *Revista Tropica - Ciências Agrárias e Biológicas* V. 4, N. 2, p. 12-20, 2010.

MAESO, D., FERNÁNDEZ, A. & WALASEK, W. 2015. Control de la mancha bacteriana del tomate (*Xanthomonas* spp.) en cultivo a campo para industria mediante aplicaciones foliares. 2014-2015. INIA Serie Actividades de Difusión 756. p 112-118.

ONGENA, M.; JOURDAN, E.; ADAM, A.; PAQUOT, M.; BRANS, A.; JORIS, B.; ARPIGNY, J.-L.; THONART, P. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. *Environmental Microbiology*, v.9, p.1084-1090, 2007.

ROBERTS, P.D., MOMOL, M.T., RITCHIE, L., OLSON, S.M., JONES, J.B., BALOGH, B. 2008. Evaluation of spray programs containing cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* compared to copper sprays for management of bacterial spot on tomato. *Crop Protection* 27 (2008):1519-1526.

RYU, C.M.; FARAG, M.A.; HU, C.-H.; REDDY, M.S.; KLOPPER, J.W.; PARE, P.W. 2004. Bacterial Volatiles Induce Systemic Resistance in Arabidopsis. *Plant Physiology* 134 (3):1017-1026.