

BACILLUS PUMILUS QST2808 SC, NUOVO FUNGICIDA BIOLOGICO PER LA PROTEZIONE ANTIOIDICA DI VITE E ORTICOLE

V. LAZZARI, A. BOEBEL, C. GUIDI, S. LAZZATI, M. RICCI, A. CANTONI
Bayer CropScience srl - Viale Certosa 130, 20156 Milano
vittorio.lazzari@bayer.com

RIASSUNTO

BP QST2808 SC è un fungicida biologico brevettato a base di *Bacillus pumilus*, ceppo QST2808. *B. pumilus* è un batterio presente in natura nel terreno, nella rizosfera e sulle superfici degli organismi vegetali. Il ceppo QST 2808 controlla gli agenti patogeni delle piante attraverso un complesso modo di azione, basato sulla prevenzione della germinazione delle spore fungine presenti sulle piante, la competizione per lo spazio e le fonti nutritive e l'induzione, nelle piante, di una resistenza sistemica all'attacco dei patogeni (ISR). Questo prodotto biologico è un formulato innovativo sviluppato per controllare un'ampia gamma di patogeni fungini delle colture frutticole e orticole e contribuire al conseguente miglioramento delle colture e della resa. In questo ambito vengono presentate esperienze di lotta antioidica su vite e orticole in pieno campo e in serra. *Bacillus pumilus* ceppo QST2808 si inserisce come nuovo strumento di lotta ad alcuni patogeni fungini, utilizzabile nei programmi di difesa biologica ed integrata.

Parole chiave: oidio, difesa biologica e integrata, Sonata, difesa

SUMMARY

BACILLUS PUMILUS QST2808 SC, NEW BIO FUNGICIDE TO CONTROL POWDERY MILDEW ON GRAPE AND VEGETABLES

BP QST2808 SC is a patented fungicide based on the bacterium *Bacillus pumilus*, strain QST2808. *B. pumilus* is ubiquitous in nature and occurs naturally in soil, in the rhizosphere and on plant surfaces. The strain QST 2808 controls fungal plant pathogens by a combination of different modes of action, e.g. through the prevention of germination of fungal spores on plants, through competition for space and nutrients with plant pathogens or inducing systemic induced resistance in plants (ISR). This product is an innovative formulation designed, as a foliar treatment, to suppress a wide range of fungal pathogens of fruit and vegetable crops and to improve plant health thus resulting in better crop growth and yield. In this document, experiences on powdery mildew protection on grapevine and on indoor/outdoor vegetables are presented. *Bacillus pumilus*, strain QST2808, is a new tool in pest management strategies for the protection against fungal diseases, both in organic and in integrated control programs.

Keywords: biological control, integrated control, Sonata

INTRODUZIONE

Sonata® è un nuovo fungicida biologico di contatto sviluppato e prodotto dalla società statunitense AgraQuest, acquisita da Bayer CropScience nel 2012, brevettato e formulato come sospensione concentrata contenente un minimo di 1×10^9 CFU/g di *Bacillus pumilus*, ceppo QST2808 (corrispondente a 13,8 g/kg). La specie batterica *B. pumilus* è ubiquitaria in natura e si trova naturalmente, in Europa e in tutto il mondo, nel suolo, nella rizosfera e sulle superfici delle piante in quantità differenti in funzione dei fattori ambientali. In particolare, il ceppo QST2808 è stato isolato da un campione di suolo raccolto a Pohnpei, in Micronesia, nel 1998. Esso agisce prevenendo la germinazione delle spore, inibendo la formazione della parete cellulare e inducendo la morte delle cellule fungine. Sonata inoltre interferisce con lo

sviluppo dei patogeni fungini, sia competendo per le risorse nutritive che inducendo un meccanismo di resistenza della pianta all'aggressione dei patogeni stessi (D.K. Choudhary et al., 2008; European Food Safety Authority, 2013).

Sonata è attivo nei confronti dell'oidio della vite (*Erysiphe necator*), dell'oidio di colture orticole della famiglia delle solanaceae (*Leveillula, taurica, Oidium neolycopersici*) e cucurbitaceae (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*), dell'oidio della fragola, di frutti di piante arbustive e di altri piccoli frutti e bacche (*Sphaerotheca macularis*).

Proprietà

Sostanza attiva	<i>Bacillus pumilus</i> ceppo QST2808
Concentrazione	1 x 10 ⁹ CFU/g = 13,8 g/kg
Gruppo	Fungicidi biologici (<i>Bacillus</i> spp.)
Modo d'azione	Previene la germinazione delle spore fungine Interferisce con la sintesi della parete cellulare fungina Compete con i patogeni per disponibilità di spazio e nutrienti Promuove la Resistenza Sistemica Indotta nelle piante (ISR)
Attività biologica	Fungicida fogliare

Meccanismo d'azione e comportamento nella pianta

Sonata *Bacillus pumilus* QST2808 Biofungicida E55 (69592-13) possiede proprietà antioidiche (European Food Safety Authority, 2013).

Bacillus pumilus QST2808 SC agisce come fungicida di contatto prevenendo la germinazione delle spore e la sintesi delle pareti cellulari fungine. In particolare, esso colonizza le spore fungine formando una barriera fisica tra le spore e la superficie fogliare e impedendone quindi la germinazione, la crescita miceliale e il successivo insediamento nei tessuti vegetali. *B. pumilus* QST 2808 è noto anche per produrre amino-zuccheri (Bettiol et al., 2012) che vengono trasportati nella cellula e fosforilati. Questi composti inibiscono l'enzima glucosamina 6-fosfato sintasi (Milewski et al., 2006), coinvolto nella costruzione della parete cellulare fungina, determinando l'inibizione della formazione del setto e della parete cellulare stessa con conseguente distruzione dell'integrità cellulare e morte delle cellule patogene (European Food Safety Authority, 2013).

Tra i meccanismi di azione di *B. pumilus* QST2808 vi è anche quello della stimolazione delle difese della pianta: l'induzione di resistenza al patogeno è infatti riconosciuta come un valido strumento per la gestione delle malattie delle piante nell'agricoltura moderna. Più precisamente si parla di Resistenza Sistemica Indotta (ISR), un effetto sistemico a livello della pianta, che attiva la produzione di acido jasmonico. La diffusione di questo composto nel sistema vascolare induce le reazioni di difesa della pianta e contribuisce alla sua protezione dagli attacchi di microorganismi patogeni, senza produrre reazioni di ipersensibilità (Yi et al., 2013). Altro elemento peculiare di *B. pumilus* QST2808 è la sua modalità di azione come promotore della crescita delle piante (PGPR) (Gutierrez-Mañero et al., 2001). La promozione diretta della crescita delle piante da parte di *Bacillus* comporta la modulazione dello sviluppo delle piante attraverso la produzione di fitormoni. In *B. pumilus*, in particolare, la promozione della crescita delle piante è stata associata alla produzione di gibberellina o ABA e di acido jasmonico, (Choudhary et al., 2008).

Ecotossicologia

Gli studi condotti per indagare il comportamento ambientale di *B. pumilus* QST2808 SC non hanno evidenziato effetti inaccettabili nei diversi comparti. Il suo utilizzo nelle condizioni di Buona Pratica Agricola è considerato a basso rischio di effetti avversi su uccelli, mammiferi, organismi acquatici, lombrichi, api, artropodi utili e altri organismi non bersaglio presenti negli ecosistemi agricoli e microrganismi non bersaglio presenti nel suolo.

Tossicologia

Il formulato a base di *B. pumilus* QST2808 SC non determina effetti tossicologici inaccettabili per via orale, dermale, inalatoria e non è irritante per cute e occhi. Pur in assenza di chiare evidenze scientifiche, in etichetta verrà riportata la seguente indicazione standard per prodotti a base di microrganismi: “Contiene *B. pumilus* ceppo QST 2808: può provocare una reazione allergica”.

Status registrativo

B. pumilus QST 2808, è stato sviluppato come fungicida fogliare e risulta autorizzato negli Stati Uniti d’America dall’anno 2005 e in vari altri Paesi del Centro e Sud America negli anni dal 2009 al 2015 per gli usi in pieno campo e in serra, in orticoltura, frutticoltura e viticoltura, per il contenimento di diverse malattie fungine quali oidio, ruggini e peronosspore. *B. pumilus* QST2808 è stato approvato come sostanza attiva a livello europeo secondo il Regolamento di Esecuzione (UE) n. 485/2014 della Commissione, del 12 maggio 2014, in conformità con il Regolamento (CE) N. 1107/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio. Inoltre, il formulato Sonata è in corso di valutazione zonale in Sud Europa (Paese Rapporteur Zonale è la Francia) per l’uso in pieno campo e in serra in Italia su oidio della vite, colture orticole, fragola e piccoli frutti.

Di seguito vengono presentati i risultati della sperimentazione effettuata in pieno campo e in serra in Italia ed in altri Paesi del Sud e Centro Europa, per il controllo dell’oidio di vite, orticole e fragola.

MATERIALI E METODI

Nelle sperimentazioni, condotte in Italia ed in altri Paesi del Sud e Centro Europa (Francia, Germania, Spagna, Portogallo), è stata valutata l’efficacia di *B. pumilus* QST 2808 per il controllo di oidio di vite, orticole e fragola. Il formulato Sonata è stato utilizzato con applicazioni fogliari preventive, su vite, orticole e fragola alle dosi di 5 - 10 L/ha per il controllo di oidio della vite (*Erysiphe necator*), oidio delle solanacee (*Leveillula, taurica*, *Oidium neolycopersici*), oidio delle cucurbitacee (*Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*) e oidio della fragola (*Sphaerotheca macularis*).

Le sperimentazioni, realizzate dal 2007 al 2015, sono state effettuate nel rispetto dei principi della GEP (Good Experimental Practice), seguendo le indicazioni riportate nelle linee guida EPPO generali, PP1/181(3,4), PP1/152(3,4), PP1/276(1), e linee guida EPPO specifiche disponibili, PP1/004(4), PP1/057(3). Le parcelle sono state distribuite secondo uno schema a blocchi randomizzati con 3 o 4 ripetizioni. Le prove sono state condotte applicando, per via fogliare, il prodotto contenente *B. pumilus* QST2808 SC su vite, orticole e fragola, dallo stadio di sviluppo delle foglie fino a raccolta. Il trattamento è stato eseguito con attrezzature per irrorazione a motore o a gas inerte adatte per trattare superfici sperimentali di dimensioni ridotte. I volumi di acqua impiegati sono stati di 100-1500 L/ha. Nelle località di prova e nel periodo compreso tra il primo trattamento e l’ultimo rilievo, sono stati raccolti i dati meteorologici più significativi per l’interpretazione dei risultati (con cadenza giornaliera:

temperatura, umidità relativa, precipitazioni totali). L'efficacia dei formulati è stata misurata verificando la riduzione dei danni causati dai diversi patogeni fungini su piante, foglie e frutti, misurati in termini di incidenza e di gravità, rispetto ad un testimone non trattato, così come indicato nelle citate linee guida EPPO. I rilievi relativi alla fitocompatibilità sono stati eseguiti riferendosi alla linea guida EPPO specifica PP1/135(2,3,4), valutando gli effetti sui diversi organi della coltura trattata.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Oidio su vite

In tabella 1 vengono presentati i risultati di prove effettuate in Paesi del Sud e Centro Europa (Francia, Germania, Italia, Spagna, Portogallo) con il formulato *Bacillus pumilus* QST 2808 SC applicato in sequenza, a confronto con prodotti a base di zolfo o in strategia.

Tabella 1. Vite – *E. necator*: efficacia su grappoli (% Abbott su intensità) di 3-8 applicazioni dallo stadio di sviluppo delle foglie fino a raccolta (BBCH 13-88), a 5-13 giorni di intervallo (media di prove condotte in Francia, Germania, Italia, Spagna, Portogallo)

Tesi	Dose/ha	Vite 7 prove 2009-2015 in sequenza*	Vite 8 prove 2014-2015 in strategia**
<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808 SC	5 L form.	65,7	66,1
Zolfo WP/WG 80	3,2-6,4 kg s.a.	83	67,6
Testimone n. t. (grado attacco %)	-	(26,2)	(11,7)

Rilievi a 3-33 giorni dall'ultimo trattamento

* Prove in sequenza (5 Italia, 2 Spagna)

** Prove in strategia (2 Francia, 1 Germania, 3 Italia, 1 Spagna, 1 Portogallo): tutte le tesi in alternanza con spiroxamina CS 300 (0,3 kg s.a./ha) e tebuconazolo WG 25 (0,1 kg s.a./ha) fino a fioritura/allegagione

Le sperimentazioni effettuate su vite negli anni dal 2009 al 2015, in Francia, Germania, Italia, Spagna e Portogallo, dimostrano che applicazioni preventive del formulato Sonata dagli stadi precoci di sviluppo fogliare fino a pre raccolta alla dose di 5 L/ha, a 5-13 giorni di intervallo, riducono in maniera rilevante l'incidenza dell'oidio della vite (*Erysiphe necator*) sia in applicazioni consecutive (da 3 a 8 interventi) che in programmi di strategia con prodotti chimici tradizionali. *B. pumilus* QST 2808 SC, applicato in sequenza o in strategia, in condizioni di pressione fungina medio bassa, indicata per l'utilizzo dei biofungicidi, mostra un'efficacia su grappoli superiore rispetto al testimone non trattato e comparabile a quella dello standard di riferimento zolfo, utilizzabile anche in agricoltura biologica.

Oidio su solanacee

In tabella 2 vengono presentati i risultati di prove effettuate in paesi del Sud Europa (Italia, Spagna) con il formulato a base di *B. pumilus* QST 2808 SC a confronto con prodotti a base di *Ampelomyces quisqualis* e zolfo.

Tabella 2. Solanacee in serra – *L. taurica*: efficacia su foglie (pomodoro: % Abbott su intensità; peperone: % Abbott su diffusione) di 4-6 applicazioni dallo stadio di sviluppo delle foglie fino a pre-raccolta (BBCH 19-83), a 6-11 giorni di intervallo (media di prove condotte in Italia e Spagna)

Tesi	Dose/ha	Pomodoro 6 prove in serra 2013 *	Peperone 1 prova in serra 2012 **
<i>Bacillus pumilus</i> QST 2808 SC	5 L form.	39,4	66,7 ab
	10 L form.	52,2	76,2 ab
<i>Ampelomyces quisqualis</i> WG	0,075 kg form.	47,9	-
Zolfo WP 80	6,4 kg s.a./ha	-	95,2 b
Testimone n. t. (grado attacco %)	-	(24,1)	(10,5) a

Rilievi a 5-10 giorni dall'ultimo trattamento

* Prove in sequenza (3 Italia, 3 Spagna)

** Prove in sequenza (1 Spagna)

Le sperimentazioni effettuate in serra su oidio del pomodoro e del peperone negli anni 2012 e 2013 in Italia e Spagna, dimostrano che applicazioni preventive del formulato Sonata, dagli stadi precoci di sviluppo fogliare fino a pre-raccolta ad intervalli di 6-11 giorni, alle dosi di 5 e 10 L/ha, riducono in maniera rilevante l'incidenza dell'oidio delle solanacee (*Leveillula taurica*). *B. pumilus* QST 2808 SC, applicato in sequenza, in condizioni di pressione fungina medio bassa, indicata per l'utilizzo dei biofungicidi, mostra un effetto dose e un'efficacia su foglie superiore rispetto al testimone non trattato, comparabile a quella degli standard di riferimento biologici *Ampelomyces quisqualis* e zolfo.

Oidio su cucurbitacee

In tabella 3 vengono presentati i risultati di prove effettuate in Paesi del Sud e Centro Europa (Francia, Germania, Italia, Spagna) con il formulato Sonata a confronto con prodotti chimici.

Le sperimentazioni effettuate in serra e in pieno campo su oidio del cetriolo e dello zucchini negli anni dal 2007 al 2014 in Francia, Germania, Italia e Spagna, dimostrano che applicazioni preventive del formulato *B. pumilus* QST 2808 SC, riducono in maniera rilevante l'incidenza dell'oidio delle cucurbitacee (*Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*). Il formulato, applicato in sequenza, dagli stadi precoci di sviluppo fogliare fino a pre-raccolta ad intervalli di 5-13 giorni, alle dosi di 5 e 10 L/ha, mostra, in condizioni di pressione fungina medio alta, un effetto dose e un'efficacia su foglie superiore rispetto al testimone non trattato, non risultando molto distante dalle performance di efficacia ottenute con prodotti standard utilizzati nella lotta chimica tradizionale.

Tabella 3. Cucurbitacee – *S. fuliginea*, *E. cichoracearum*: efficacia su foglie (% Abbott su intensità) di 4-10 applicazioni dallo stadio di sviluppo delle foglie fino a raccolta (BBCH 13-88), a 5-13 giorni di intervallo (media di prove condotte in Francia, Germania, Italia e Spagna)

Tesi	Dose formulato L-kg./ha	Cetriolo 10 prove in serra 2007-2010*	Zucchini	
			3 prove in serra 2010**	5 prove in campo 2009-2014***
<i>B. pumilus</i> QST 2808 SC	5	44,7	33,7	50,0
	10	65,7	59,9	-
Standard chimico ***	***	81,8	72,5	78,8
Testimone n. t. (grado att. %)	-	(42,4)	(62,5)	(61,1)

Rilievi a 2-12 giorni dall'ultimo trattamento * Prove in sequenza (2 Francia, 3 Italia, 5 Spagna)

** Prove in sequenza (in serra: 2 Italia, 1 Spagna, in campo: 1 Francia, 1 Germania, 3 Italia)

*** Trattamenti a base di fluopyram+triadimenol SC500 a 75+75 g s.a./ha, kresoxim+boscalid SC300 a 4,6+9,1 g s.a./ha, penconazolo EC10 a 48 g.s.a./ha, tetraconazolo EW125 a 50 g s.a./ha

Oidio su fragola

In tabella 4 vengono presentati i risultati di prove effettuate in Spagna con il formulato Sonata a confronto con prodotti a base di zolfo.

Tabella 4. Fragola – *S. macularis*: efficacia (% Abbott su diffusione) di 4 applicazioni dallo stadio di fioritura fino a raccolta (BBCH 62-85), a 9-12 giorni di intervallo (media di due prove condotte in Spagna)

Tesi	Dose/ha	Fragola 2 prove in serra 2013	
<i>B. pumilus</i> QST 2808 SC	5 L formulato	66,7	64,4
	10 L formulato	65,6	79,4
Zolfo 80WP	2,4 kg s.a.	61	70,7
Testimone n. t. (grado attacco %)	-	(19,3)	(15,0)

Rilievi a 14 giorni dall'ultimo trattamento

Le sperimentazioni effettuate in serra su fragola nel 2013 in Spagna, dimostrano che applicazioni preventive del formulato *B. pumilus* QST 2808 SC, da fioritura fino a pre-raccolta ad intervalli di 9-12 giorni, alle dosi di 5 e 10 L/ha, riducono in maniera rilevante l'incidenza dell'oidio della fragola (*Sphaerotheca macularis*). *B. pumilus* QST 2808 SC, applicato in sequenza, in condizioni di pressione fungina medio bassa, indicata per l'utilizzo dei biofungicidi, mostra un leggero effetto dose su foglie e frutti e un'efficacia superiore rispetto al testimone non trattato, comparabile a quella dello standard di riferimento zolfo.

I risultati ottenuti contro oidio della vite (*Erysiphe necator*), oidio del pomodoro e del peperone (*Leveillula taurica*), oidio del cetriolo e dello zucchini (*Sphaerotheca fuliginea*,

Erysiphe cichoracearum) e oidio della fragola (*Sphaerotheca macularis*) (tabelle 1, 2, 3, e 4) indicano come *B. pumilus* QST 2808 SC, impiegato alle dosi di 5 e 10 L/ha di formulato, in applicazioni a partire dalle fasi stadio di sviluppo delle foglie fino a raccolta, abbia garantito significativi livelli di efficacia confrontabili con i principi attivi autorizzati in lotta biologica, fornendo la protezione necessaria, in pieno campo e in serra, agli organi vegetali suscettibili di infezione. I rilievi specifici effettuati nelle sperimentazioni sopracitate hanno evidenziato una perfetta fitocompatibilità del prodotto su tutte le varietà di vite, fragola e orticole in prova.

CONCLUSIONI

I risultati delle sperimentazioni condotte dal 2007 al 2015 dimostrano che *Bacillus pumilus* QST 2808 SC (Sonata), impiegato preventivamente su vite, fragola e orticole, ha garantito significativi livelli di efficacia contro oidio della vite (*Erysiphe necator*), oidio del pomodoro e del peperone (*Leveillula taurica*), oidio del cetriolo e dello zucchini (*Sphaerotheca fuliginea*, *Erysiphe cichoracearum*) e oidio della fragola (*Sphaerotheca macularis*) garantendo un livello di protezione delle colture confrontabile con quello dei prodotti di riferimento autorizzati in lotta biologica.

Il formulato Sonata, alle dosi raccomandate di 5-10 L/ha, è in grado di fornire soluzioni efficaci per controllare l'oidio in tutte le fasi vegetative di vite, colture orticole e fragola, contribuendo al conseguente miglioramento delle colture e della resa. Il prodotto è stato valutato anche in strategia, all'interno di programmi di difesa integrata con prodotti di sintesi e ha mostrato interessanti livelli di efficacia, risultando un valido strumento per prevenire l'insorgenza o lo sviluppo di fenomeni di resistenza fungina. Tali caratteristiche, unite al favorevole profilo tossicologico ed ambientale, rendono *B. pumilus* QST 2808 SC una soluzione innovativa, alternativa a quelle attualmente disponibili sul mercato, per la protezione delle colture in un'ottica di sostenibilità, e ne suggeriscono l'inserimento nei programmi di difesa biologica e integrata di vite, colture orticole e fragola.

LAVORI CITATI

- Bettiol W., Morandi M.A.B., Pinto V.Z., Paula Junior T.J., Correa E.B., Moura A.B., Lucon C.M.M., Costa J.C.B., Bezerra J.L., 2012. Produtos comerciais a base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 155 pp d (Documentos/Embrapa Meio Ambiente; 88).
- Borriess R., 2015. Principles of Plant-Microbe Interactions *Bacillus*, A Plant-Beneficial Bacterium, 40, 379-391.
- Choudhary D.K., Johri B.N., 2008. Interactions of *Bacillus* spp. and plants – With special reference to induced systemic resistance (ISR). *Elsevier GmbH- Microbiological Research* 164 (2009) 493-513.
- European Food Safety Authority, 2013. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance *Bacillus pumilus* QST 2808. *EFSA Journal*; 11 (8):3346, 31
- Gutiérrez-Mañero F. J., Ramos-Solano B., Probanza A., Mehrouachi J., Tadeo F.R. and Talon M., 2001 The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiologia Plantarum*. Vol. 111, 2. February 2001. Pages 206–211
- Milewski S., Gabriel I., Olchowicz J., 2006. Enzymes of UDP-GlcNAc biosynthesis in yeast. *Yeast*; 23: 1–14.

- OEPP/EPPO, 2014. Phytotoxicity assessment. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/135 (2)(3)(4).
- OEPP/EPPO, 2012. Design and analysis of efficacy evaluation trials. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/152 (3)(4).
- OEPP/EPPO, 2012. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/181(3)(4).
- OEPP/EPPO, 2012. Principles of efficacy evaluation for microbial plant protection products. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/276 (1).
- OEPP/EPPO, 2001. *Uncinula necator*. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/004 (4).
- OEPP/EPPO, 2005. Powdery mildew of cucurbits and other vegetables. Guideline for biological evaluation of pesticides No. PP 1/57 (3).
- Perez-Garcia A., Romero D., de Vicente A., 2011. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture.152 *Current Opinion in Biotechnology* 22(2):187-193.
- Serrano L., Manker D., Brandi F. and Cali T., 2013. The Use of *Bacillus subtilis* QST 713 and *Bacillus pumilus* QST 2808 as Protectant Fungicides in Conventional Application Programs for Black Leaf Streak Control.Proc. Int. ISHS-ProMusa Symp. on Bananas and Plantains:Towards Sustainable Global Production and Improved Uses Eds.: I. Van den Bergh et al. *Acta Hort.* 986, ISHS 2013, 149-156.
- Yi H.S., Yang J.W., yu C.M.R., 2013. ISR meets SAR outside: additive action of the endophyte *Bacillus pumilus* INR7 and the chemical inducer, benzothiadiazole, on induced resistance against bacterial spot in field-grown pepper. *Frontiers in Plant Science* · May 2013, Volume 4, article 122.