

|                                                                                   |                                                                                                                              |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | <div> <div>ECOB RINGER</div> <div><b>BASIFORT</b></div> <div>BIOINSUMO DE USO AGRÍCOLA<br/>INOCULANTE BIOLÓGICO</div> </div> | CODIGO: FTF-102 |
|                                                                                   | FICHA TÉCNICA                                                                                                                | VERSIÓN:        |

## COMPOSICIÓN GARANTIZADA

### Ingrediente activo:

*Bacillus subtilis* 1 x 10<sup>8</sup> UFC / ml ..... 25 %

Ingredientes aditivos: .....c.s.p. 75 %

## INSTRUCCIONES DE USO Y MANEJO

***Bacillus subtilis*** es una bacteria PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria), inhibe microorganismos patógenos en diferentes tipos de cultivos.

La aplicación de **BASIFORT** puede realizarse mediante el uso de métodos convencionales: aspersión aérea, aguilón, bomba de espalda o drench.

La eficacia de **BASIFORT** ha sido comprobada en lotes comerciales en diversos cultivos mediante ensayos de campo, se recomienda aplicar 1 litro de producto por hectárea al inicio del cultivo o inocular la semilla.

Para un mejor uso de este producto consulte a su ingeniero agrónomo.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### *Bacillus subtilis*

**Dominio:** *Bacteria*

**Phylum:** *Firmicutes*

**Clase:** *Bacilli*

**Orden:** *Bacilliales*

**Familia:** *Bacillaceae*

**Género:** *Bacillus*

**Especie:** *B. subtilis*

|                                                                                   |                                                                                                          |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|  | <p>ECOB R I N G E R</p> <p><b>BASIFORT</b></p> <p>BIOINSUMO DE USO AGRÍCOLA<br/>INOCULANTE BIOLÓGICO</p> | <p>CODIGO: FTF-102</p> |
|                                                                                   | <p>FICHA TÉCNICA</p>                                                                                     | <p>VERSIÓN:</p>        |

## BIOLOGÍA

Es una bacteria ubicua que se puede aislar de una gran variedad de hábitats (tanto terrestres como acuáticos), tiene una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 25 y 35°C. Por su característica de formar estructuras denominadas endosporas, puede sobrevivir bajo condiciones de estrés salino, pH extremos, calor y desecación. Las endosporas son dispersadas por el viento a diferentes zonas, en donde llevan a cabo su germinación, la cual está determinada por las condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes en la zona.

## ECOLOGÍA

*B. subtilis* es conocida como una bacteria intestinal de diferentes especies animales, haciendo parte de los microorganismos benéficos que contribuyen en la absorción de nutrientes; sin embargo, en el ambiente esta bacteria es conocida como bacteria rizosférica, por su capacidad de asociarse a la rizósfera de las plantas, donde contribuye a la disponibilidad de nutrientes, brinda protección contra patógenos y sirve como activador de los sistemas de defensa frente a patógenos en la planta.

## CONTROL BIOLÓGICO

*B. subtilis* es una de las bacterias más estudiadas en el contexto de control biológico aplicado a plantas de interés agrícola. Esta posee múltiples mecanismos directos e indirectos para el control de bacterias, hongos y virus que pueden ser patógenos en las plantas.

- **Antibiósis y metabolitos secundarios:** Es el método principal y más directo de control biológico ejercidos por *B. subtilis*, hasta la fecha se reporta que producen más de 24 moléculas con propiedades de naturaleza antibiótica, como lo son enzimas y péptidos, entre otros.
- **Competencia:** *B. subtilis* tiene la capacidad de producir sideróforos que capturan con eficiencia el hierro presente en el suelo, esto le permite competir con otros microorganismos que se encuentran en la rizósfera, como algunos hongos fitopatógenos, evitando la inhibición del crecimiento por déficit de hierro y a su vez enfermedad en la planta.

|                                                                                                                 |                                                                                          |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <br>BIOINSUMOS DE USO AGRÍCOLA | <b>ECOBINGER</b><br><b>BASIFORT</b><br>BIOINSUMO DE USO AGRÍCOLA<br>INOCULANTE BIOLÓGICO | CODIGO: FTF-102 |
|                                                                                                                 | <b>FICHA TÉCNICA</b>                                                                     | <b>VERSIÓN:</b> |

- **Resistencia sistémica inducida:** *B. subtilis* tiene la capacidad de inducir vías de resistencia a la enfermedad, como la del ácido jasmónico, mediante la producción de enzimas y otras moléculas peptídicas, las cuales permiten aumentar la producción y acumulación de moléculas y enzimas presentes en tejidos de las hojas y tallos, siendo efectivas frente a la invasión de patógenos.
- **Actividad endofítica:** *B. subtilis* tiene la capacidad de asociarse a las raíces como bacteria rizosférica, donde contribuye al aumento de la riqueza de microorganismos rizosféricos benéficos, promoviendo de forma indirecta el control de patógenos, debido a las diferentes interacciones de la comunidad microbiana.

**Tabla 1.** Biocontrol de patógenos en cultivos.

| Agente causal                             | Tipo de organismo | Cultivos | Referencia                        |
|-------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------------------------|
| <i>Fusarium</i> sp.                       | Hongo             | Manzana  | Ju et al., (2013)                 |
| <i>Micosphaerella fijensis</i>            | Hongo             | Banano   | Gutierrez-Monsalve et al., (2015) |
| <i>Penicillium</i> sp.                    | Hongo             | Limón    | Arrebola et al., (2010)           |
| <i>Bipolaris maydis</i>                   | Hongo             | Maíz     | Ye et al., (2012)                 |
| <i>F. culmorum</i>                        | Hongo             | Pepino   | Senol et al., (2014)              |
| <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> | Hongo             | Melón    | Zhao et al., (2013)               |
| <i>Monilinia</i> sp.                      | Bacteria          | Durazno  | Yáñez-Mendizábal et al., (2012)   |
| <i>Rhizopus stolonifer</i>                | Hongo             | Durazno  | Tang et al., (2014)               |
| <i>Phytophthora capsici</i>               | Hongo             | Pimiento | Lee et al., (2007)                |
| <i>Fusarium</i> sp.                       | Hongo             | Tomate   | Akram et al., (2014)              |

|                                                                                   |                                                                                   |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  |  | CODIGO: FTF-102 |
|                                                                                   | FICHA TÉCNICA                                                                     | VERSIÓN:        |

|                                   |          |        |                            |
|-----------------------------------|----------|--------|----------------------------|
| <i>Botrytis cinerea</i>           | Hongo    | Frutas | Chen et al., (2008)        |
| <i>P. infestans</i>               | Hongo    | Tomate | Chowdappa et al., (2013)   |
| <i>Xanthomonas</i> sp.            | Bacteria | Tomate | Abbasi & Weselowski (2015) |
| <i>F. graminearum</i>             | Hongo    | Trigo  | Dunlap et al., (2015)      |
| Virus del mosaic del pepino (CMV) | Virus    | Tomate | Wang et al., (2011)        |

## PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO EN PLANTAS

*B. subtilis* se asocia a la planta desde sus raíces, allí tiene la capacidad de regular el crecimiento de las plantas por la producción de fitohormonas como lo son citoquininas, giberelinas, etileno, y auxinas como el ácido indol acético (AIA). También tienen la capacidad de fijar y solubilizar nutrientes esenciales para la planta como nitrógeno, fósforo, potasio y mineralizar algunos micronutrientes igualmente indispensables como el zinc.

**Tabla 2.** Aplicación como bioinoculante.

| Cultivo | País  | Actividad(es) biológica(s) evaluada(s)                | Forma de inoculación                             | Concentración          | aplicación | Referencias          |
|---------|-------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|------------|----------------------|
| Tomate  | China | Promoción del crecimiento de los compuestos volátiles | Papel filtro impregnado con filtrado del inóculo | 10 <sup>7</sup> UFC/ml | 30 días    | Tahir et al., (2017) |

|                                                                                   |                                                                                            |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>ECOB RINGER</b><br><b>BASIFORT</b><br>BIOINSUMO DE USO AGRÍCOLA<br>INOCULANTE BIOLÓGICO | CODIGO: FTF-102 |
|                                                                                   | <b>FICHA TÉCNICA</b>                                                                       | <b>VERSIÓN:</b> |

|        |              |                                                    |                                                     |                              |         |                           |
|--------|--------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|---------|---------------------------|
| Arroz  | India        | Promoción del crecimiento                          | Impregnado de las semillas con filtrado del inóculo | 10 <sup>8</sup> UFC/ml       | 30 días | Rehka et al., (2018)      |
| Pepino | Bangladesh   | Promoción del crecimiento; biocontrol de patógenos | Impregnado de las semillas con el inóculo           | 10 <sup>8</sup> UFC/semilla  | 7 días  | Islam et al., (2016)      |
| Tomate | Arabia Saudí | Promoción del crecimiento; biocontrol de nemátodos | Impregnado de las semillas con el inóculo           | 2.5 × 10 <sup>6</sup> CFU/ml | 45 días | Almaghrabi et al., (2013) |
| Cacao  | Brasil       | Promoción del crecimiento                          | Impregnado de las semillas con el inóculo           | 2 × 10 <sup>7</sup> CFU/ml   | 30 días | Falcão et al., (2014)     |

## REFERENCIAS

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, 70–76.

Akram, W., Anjum, T., & Ali, B. (2015). Searching ISR determinant/s from *Bacillus subtilis* IAGS174 against Fusarium wilt of tomato. *BioControl*, 60(2), 271–280.

Almaghrabi, O. A., Massoud, S. I., & Abdelmoneim, T. S. (2013). Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(1), 57–61.

Arrebola, E., Sivakumar, D., & Korsten, L. (2010). Effect of volatile compounds produced by *Bacillus* strains on postharvest decay in citrus. *Biological Control*, 53(1), 122–128.



|                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">E C O B R I N G E R<br/><b>BASIFORT</b><br/>BIOINSUMO DE USO AGRÍCOLA<br/>INOCULANTE BIOLÓGICO</p> | <p style="text-align: center;">CODIGO: FTF-102</p> |
|                                                                                   | <p style="text-align: center;"><b>FICHA TÉCNICA</b></p>                                                                           | <p style="text-align: center;"><b>VERSIÓN:</b></p> |

Chen, H., Xiao, X., Wang, J., Wu, L., Zheng, Z., & Yu, Z. (2008). Antagonistic effects of volatiles generated by *Bacillus subtilis* on spore germination and hyphal growth of the plant pathogen, *Botrytis cinerea*. *Biotechnology Letters*, 30(5), 919–923.

Chowdappa, P., Mohan Kumar, S. P., Jyothi Lakshmi, M., & Upreti, K. K. (2013). Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biological Control*, 65(1), 109–117.

Dunlap, C. A., Schisler, D. A., Bowman, M. J., & Rooney, A. P. (2015). Genomic analysis of *Bacillus subtilis* OH 131.1 and co-culturing with *Cryptococcus flavescens* for control of *Fusarium* head blight. *Plant Gene*, 2, 1–9.

Falcão, L. L., Silva-Werneck, J. O., Vilarinho, B. R., da Silva, J. P., Pomella, A. W. V., & Marcellino, L. H. (2014). Antimicrobial and plant growth-promoting properties of the cacao endophyte *Bacillus subtilis* ALB629. *Journal of Applied Microbiology*, 116(6), 1584–1592.

Gutierrez-Monsalve, J. A., Mosquera, S., González-Jaramillo, L. M., Mira, J. J., & Villegas-Escobar, V. (2015). Effective control of black Sigatoka disease using a microbial fungicide based on *Bacillus subtilis* EA-CB0015 culture. *Biological Control*, 87, 39–46.

Islam, S., Akanda, A. M., Prova, A., Islam, M. T., & Hossain, M. M. (2016). Isolation and Identification of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Cucumber Rhizosphere and Their Effect on Plant Growth Promotion and Disease Suppression. *Frontiers in Microbiology*, 6(February), 1–12.

Ju, R., Zhao, Y., Li, J., Jiang, H., Liu, P., Yang, T., ... Liu, X. (2014). Identification and evaluation of a potential biocontrol agent, *Bacillus subtilis*, against *Fusarium* sp. in apple seedlings. *Annals of Microbiology*, 64(1), 377–383.

Lee, K. J., Kamala-Kannan, S., Sub, H. S., Seong, C. K., & Lee, G. W. (2008). Biological control of *Phytophthora* blight in red pepper (*Capsicum annuum* L.) using *Bacillus subtilis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(7), 1139–1145.

Rekha, K., Baskar, B., Srinath, S., & Usha, B. (2018). Plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus subtilis* RR4 isolated from rice rhizosphere induces malic acid biosynthesis in rice roots. *Canadian Journal of Microbiology*, 64(1), 20–27.

|                                                                                   |                                                                                   |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  |  | CODIGO: FTF-102 |
|                                                                                   | FICHA TÉCNICA                                                                     | VERSIÓN:        |

Senol, M., Nadaroglu, H., Dikbas, N., & Kotan, R. (2014). Purification of Chitinase enzymes from *Bacillus subtilis* bacteria TV-125, investigation of kinetic properties and antifungal activity against *Fusarium culmorum*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 13(1), 1–7.

Sivasakthi, S., Usharani, G., & Saranraj, P. (2014). Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR) - *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 9(16), 1265–1277.

Tahir, H. A. S., Gu, Q., Wu, H., Raza, W., Hanif, A., Wu, L., ... Gao, X. (2017). Plant growth promotion by volatile organic compounds produced by *Bacillus subtilis* SYST2. *Frontiers in Microbiology*, 8(Feb), 1–11.

Tang, Q., Bie, X., Lu, Z., Lv, F., Tao, Y., & Qu, X. (2014). Effects of fengycin from *Bacillus subtilis* fmbJ on apoptosis and necrosis in *Rhizopus stolonifer*. *Journal of Microbiology*, 52(8), 675–680.

Wang, S., Wu, H., Zhan, J., Xia, Y., Gao, S., Wang, W., ... Gao, X. (2011). The role of synergistic action and molecular mechanism in the effect of genetically engineered strain *Bacillus subtilis* OKBHF in enhancing tomato growth and Cucumber mosaic virus resistance. *BioControl*, 56(1), 113–121.

Wang, X. Q., Zhao, D. L., Shen, L. L., Jing, C. L., & Zhang, C. S. (2018). Role of Rhizospheric Microbes in Soil. In V. S. Meena (Ed.), *Role of Rhizospheric Microbes in Soil* (pp. 225–250).

Yáñez-Mendizábal, V., Zeriuoh, H., Viñas, I., Torres, R., Usall, J., de Vicente, A., ... Teixidó, N. (2012). Biological control of peach brown rot (*Monilinia* spp.) by *Bacillus subtilis* CPA-8 is based on production of fengycin-like lipopeptides. *European Journal of Plant Pathology*, 132(4), 609–619.

Ye, Y. feng, Li, Q. qin, Fu, G., Yuan, G. qing, Miao, J. hua, & Lin, W. (2012). Identification of Antifungal Substance (Iturin A2) Produced by *Bacillus subtilis* B47 and Its Effect on Southern Corn Leaf Blight. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(1), 90–99.

Zhao, Q., Ran, W., Wang, H., Li, X., Shen, Q., Shen, S., & Xu, Y. (2013). Biocontrol of *Fusarium* wilt disease in muskmelon with *Bacillus subtilis* Y-IV. *BioControl*, 58(2), 283–292.

FORMULADO Y DISTRIBUIDO POR: