



**LVI CONVENCION NACIONAL DE ENTOMOLOGÍA**  
Ing. Fausto Robles Rodríguez

**Simposio: Manejo integrado de plagas**

**La microbiología del suelo y el manejo  
integrado de plagas**

Sady García B. *PhD*  
Departamento Académico de Suelos UNALM  
[sgarciab@lamolina.edu.pe](mailto:sgarciab@lamolina.edu.pe)

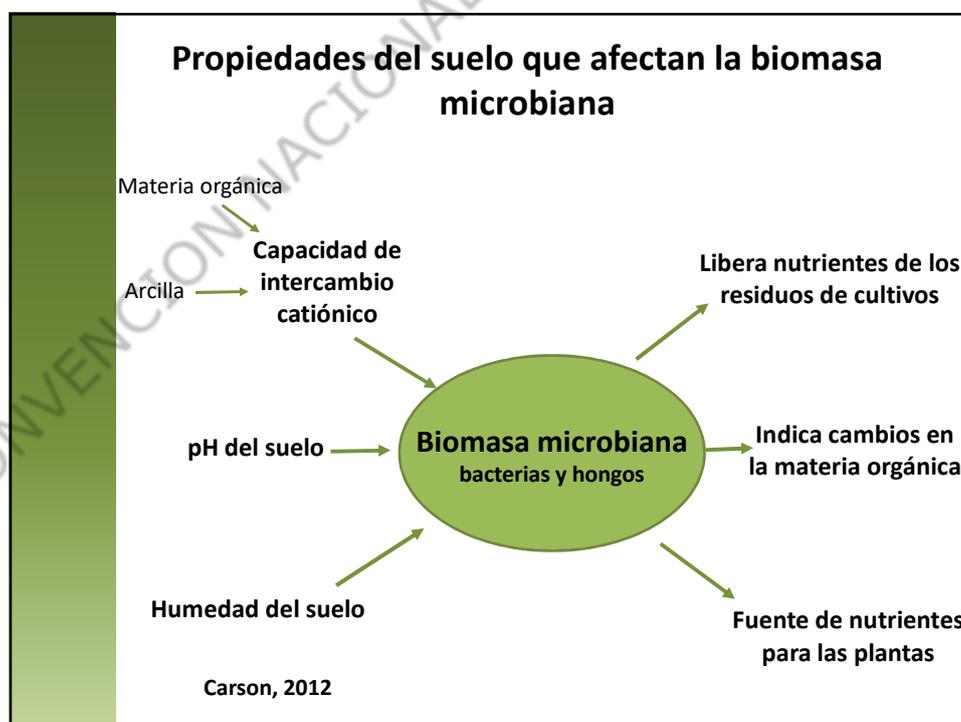
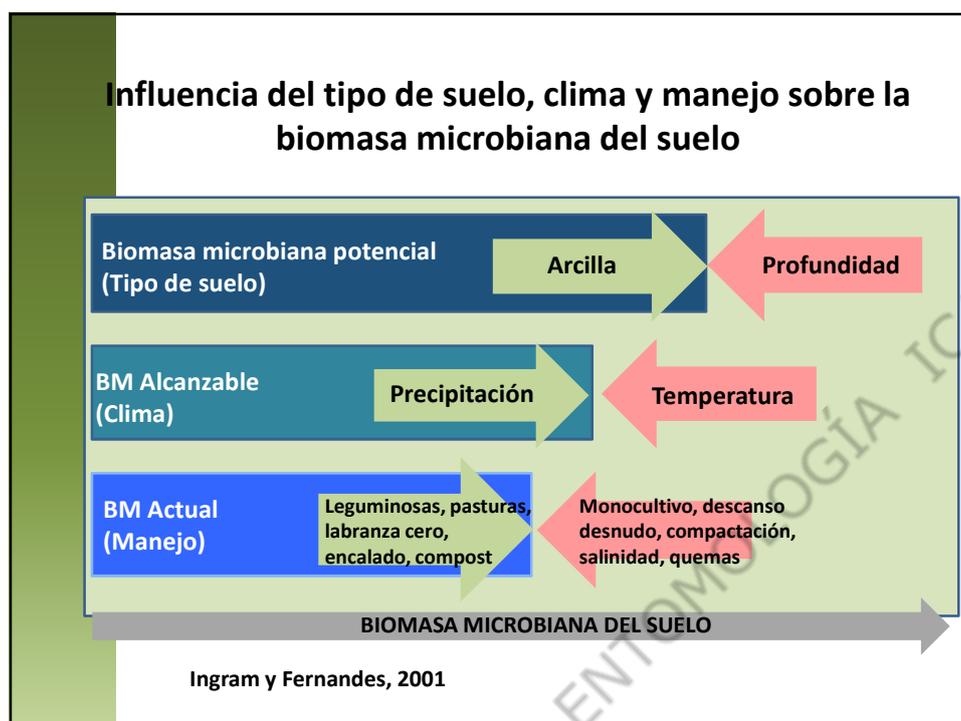
Ica, 06 de Noviembre 2019



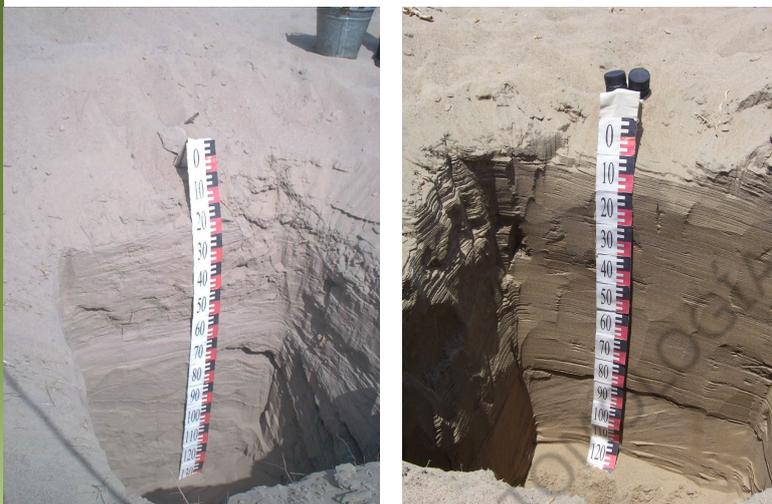
## Contenido

- Factores que influyen en la población microbiana
- Roles de los microorganismos
  - Provisión de nutrientes
  - Estimulación del crecimiento radical
  - Biocontrol de organismos patógenos
- Conclusiones

## Factores que influyen en la población microbiana



## Perfiles típicos de suelos eriazos costeros



## Parámetros biológicos promedio reportados en un suelo arenoso eriazo en Olmos (Lambayeque)

Parámetro	Promedio
Bacterias totales (UFC/g suelo)	$8.70 \times 10^3$
Fijadoras de N (NMP/g suelo)	$4.30 \times 10^1$
Nitrificantes (NMP/g suelo)	$2.30 \times 10^1$
Actinobacterias totales (UFC/g suelo)	$1.65 \times 10^3$
Hongos totales (UFC/g suelo)	$2.70 \times 10^3$
Respiración basal (mg CO <sub>2</sub> /g suelo/día)	0.01
Biomasa microbiana (mg C/g suelo)	0.02

Fuente: LASPAF-UNALM, Jun 2016



### Contenido de aire en el suelo

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

Respiración radicular

Respiración microbiana

### Propiedades físicas de los suelos de cuatro regiones en la Costa del Perú

Características	Chao (La Libertad)	La Molina (Lima)	Chongoyape (Lambayeque)	Chulucanas (Piura)
Clase textural	Arena	F. Arenoso	Arcilla	F. Arcilloso
D. ap. (g/cm <sup>3</sup> )	1.5	1.5	1.3	1.5
C.C. (%)	8.4	18.0	28.9	25.4
P.M. (%)	3.9	8.9	17.2	12.8
C.A.A. (mm/m)	56.4	117.6	157.1	180.6
E.A. (%)	30.8	15.7	10.0	5.3

Fuente: Elaboración propia

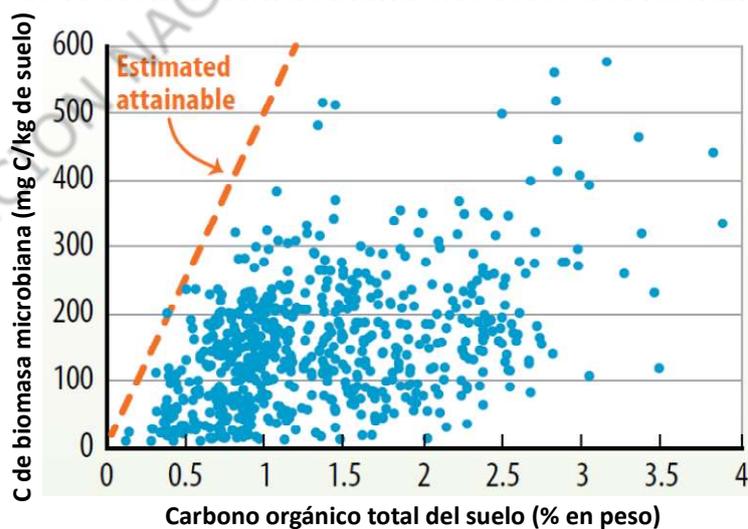
### Influencia del pH del suelo



### Materia orgánica



### Correlación entre el carbono orgánico total y carbono de la biomasa microbiana en suelos de Australia



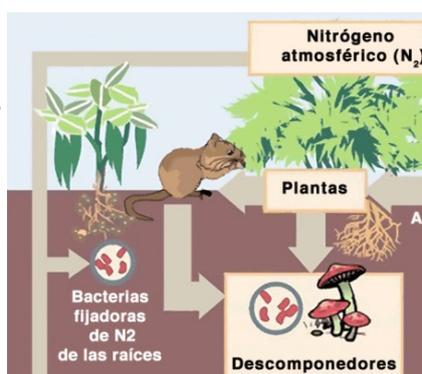
Gonzalez-Quinones et al., 2011

## Roles de los microorganismos en el suelo

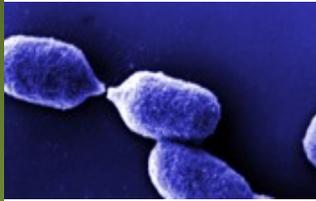
### Fijación de nitrógeno atmosférico

### Fijación biológica del nitrógeno

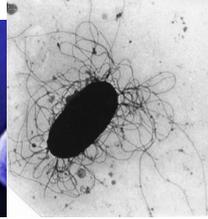
- Reducción del  $N_2$  atmosférico a amonio.
- Exclusiva de organismos procarióticos.
- Es la reacción más importante de ingreso de N al suelo.



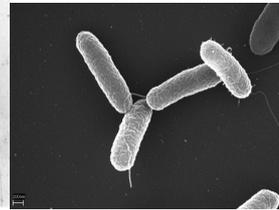
### Fijadores de nitrógeno de vida libre



*Azotobacter vinelandii*



*Azotobacter* sp.



*Beijerinckia* sp.

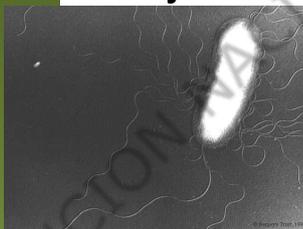


Maíz



*Paspalum* sp.

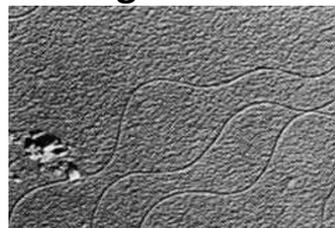
### Fijadores asociados de nitrógeno



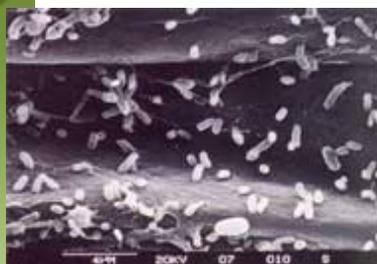
*Azospirillum* sp.



*H. seropedicae*

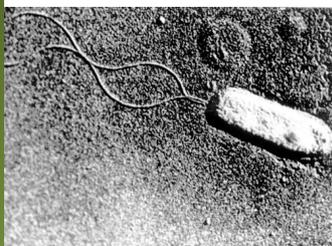


*G. diazotrophicus*

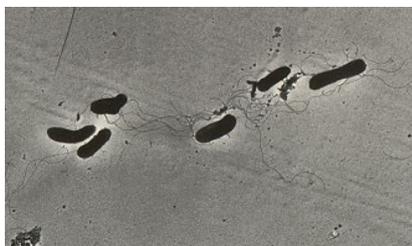


Caña de azúcar

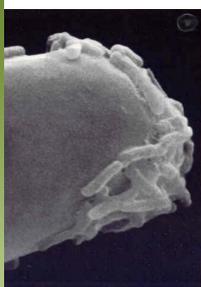
## Fijadores simbióticos de nitrógeno



*Rhizobium* sp.



*Ensifer meliloti*



Infección y nodulación

## Rangos promedio de nitrógeno fijado simbióticamente en diferentes leguminosas

Cultivo	Nombre científico	N fijado (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>	60 – 109
Fríjol de palo	<i>Cajanus cajans</i>	160 – 224
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	80 – 104
Soya	<i>Glycine max</i>	70 – 90
Lenteja	<i>Lens culinaris</i>	60 – 85
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	160 – 240
Fríjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	25 – 50
Fríjol castilla	<i>Vigna unguiculata</i>	100 – 200
Haba	<i>Vicia faba</i>	15 – 648

Mulongoy *et al.* (1992), Kahindi *et al.* (1997), Köpke y Nemecek (2010)

## Solubilización de fósforo

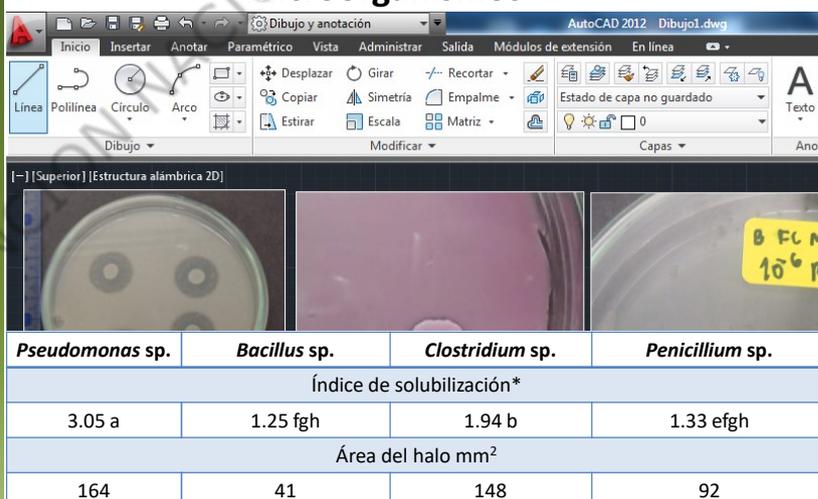
## Distribución de las reservas mundiales de fosfatos



## Microorganismos solubilizadores de fosfatos

- El ejemplo mas conocido es *Bacillus megaterium* ssp *phosphaticum*. (Phosphobacterin).
- Algunas especies:
  - *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Serratia* (Chen *et al.*, 2006)
  - *Klebsiella oxytoca* (Illmer *et al.*, 1995)
  - *Erwinia herbicola* (Whitelaw *et al.*, 1999)
  - *Chaetomium globosum* (Tarafdar y Gharu, 2006)
  - *Aspergillus niger* (Barroso y Nahas, 2005)
  - *Penicillium rugulosum* (Reyes *et al.*, 1999)
  - *P. radicum* (Whitelaw *et al.*, 1999)
  - *P. implicatum*, *Paecilomyces* spp. (Useche *et al.*, 2004)
- Los mecanismos incluyen liberación de protones (Illmer y Schinner, 1995), secreción de ácidos orgánicos y metabolismo (Illmer *et al.*, 1995).

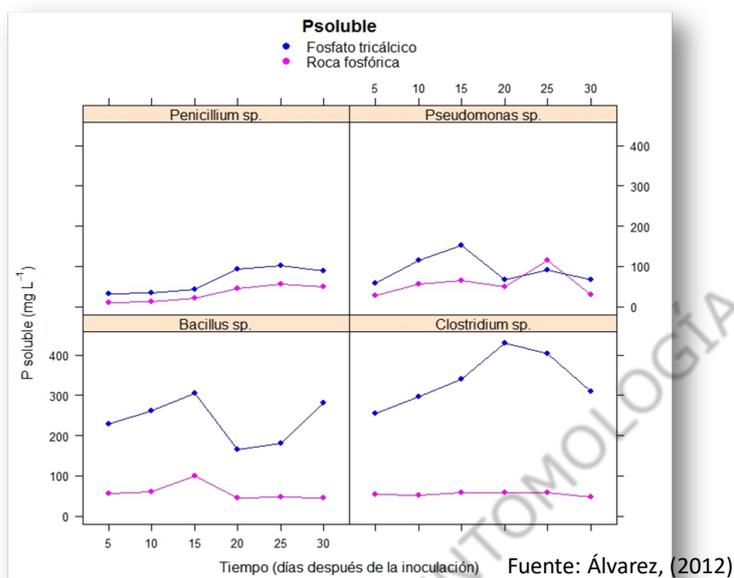
## Evaluación de la eficiencia de solubilización de P de microorganismos



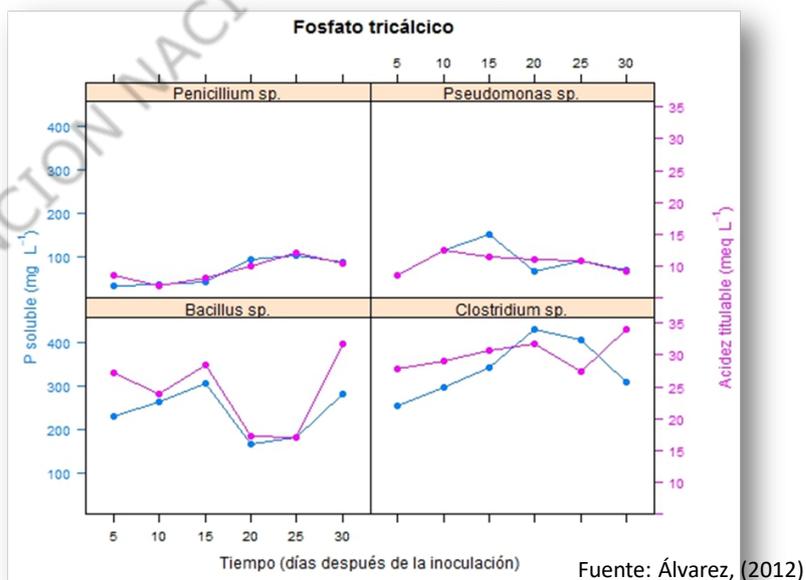
<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Clostridium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
Índice de solubilización*			
3.05 a	1.25 fgh	1.94 b	1.33 efgh
Área del halo mm <sup>2</sup>			
164	41	148	92

\* Valores con letras similares no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de comparación de medias HSD Tukey.

### Variación de la concentración de P soluble en medio nutritivo adicionado con fosfato tricálcico y roca fosfórica



### Relación entre la concentración de P soluble y la acidez titulable en el medio nutritivo durante el periodo de incubación



### Efecto de la inoculación de cuatro cepas microbianas sobre el peso seco y la extracción de fósforo de plantas de maíz y frijol

Cepa	Maíz		Frijol	
	Peso seco (g/maceta)	P extraído (mg/maceta)	Peso seco (g/maceta)	P extraído (mg/maceta)
Ninguna	30.8 ab	53.92 a	13.6 a	35.29 a
<i>Bacillus</i> sp.	30.7 ab	49.90 a	14.6 a	36.01 a
<i>Pseudomonas</i> sp.	26.5 b	50.84 a	13.3 a	34.65 a
<i>Clostridium</i> sp.	34.9 a	58.14 a	13.6 a	36.61 a
<i>Penicillium</i> sp.	36.9 a	55.74 a	12.1 a	33.99 a
CV (%)	19.7	15.6	13.9	9.9

Valores dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ), según la prueba HSD de Tukey

Fuente: Yauyo (2014)

### Solubilización de potasio

## Distribución de las reservas de potasio en el mundo



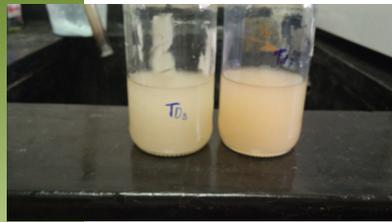
## Solubilización del potasio

- El potasio es abundante en el suelo, pero de baja disponibilidad.
- Diversas bacterias presentan capacidad para disolver potasio de minerales poco solubles (micas).
  - *Azotobacter chroococcum* (Singh et al., 2010)
  - *Bacillus mucilaginosus*, *B. edaphicus* (Basak y Biswas, 2009)
  - *Paenibacillus* sp. (Liu et al., 2012)
  - *Klebsiella variicola*, *Burkholderia cepacia* (Zhang y Kong, 2014)
  - *Aspergillus awamori* (Biswas, 2011)
- Los mecanismos propuestos son la secreción de ácidos orgánicos o la quelatación de iones silicio (Basak y Biswas, 2010). En ambos casos se libera  $K^+$ .

### Evaluación de la capacidad de disolución de potasio en medio líquido



Inoculación de 1 mL de inoculo de *B. mucilaginosus* a  $2.3 \times 10^7$ /mL



Fuente: Samaniego (2017a)

### Evaluación de la capacidad de disolución de potasio en medio líquido



Lectura de pH

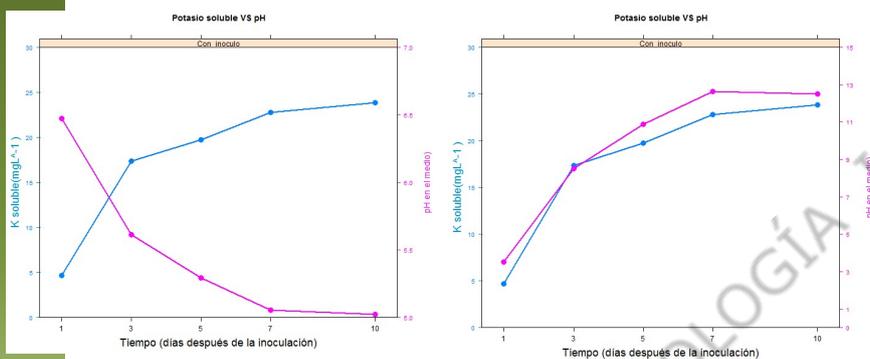


Determinación de Ac. titulable.



Lectura de K por espectrofotometría de absorción atómica

### Relación entre la concentración de K soluble, el pH y la acidez titulable en medio líquido inoculado con *Bacillus mucilaginosus*



Fuente: Samaniego (2017a)

### Efecto de la inoculación de *Bacillus mucilaginosus* sobre el peso seco de follaje, de vainas, total de plantas de frijol Castilla (*Vigna unguiculata*)

Tratamiento	Peso seco (g maceta <sup>-1</sup> )		
	Follaje	Vainas	Total
<b>Fertilización</b>			
Fertilización base: N-P-0-Ca-Mg (FB)	11.5 b	10.9 a	22.4 b
FB + <i>Bacillus mucilaginosus</i> (Bm)	14.3 a	10.0 a	24.3 a

Valores dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes (P > 0.05), según la prueba de comparación de medias HSD de Tukey.

Fuente: Samaniego (2017b)

## Estimulación del crecimiento de la planta

### Bacterias y hongos promotores del crecimiento

- PGPR (Kloepper y Schroth (1978).
- Producción de hormonas de crecimiento: AIA, AIL, citoquininas, triptófano (Tien *et al.*, 1979).
- Interacción sinérgica con bacterias fijadoras de N (*Rhizobium sp*, *Azospirillum sp*, *Azotobacter sp*, etc).



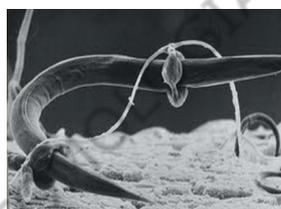
### Efecto de la inoculación con *Azospirillum* sp en plantas de tomate



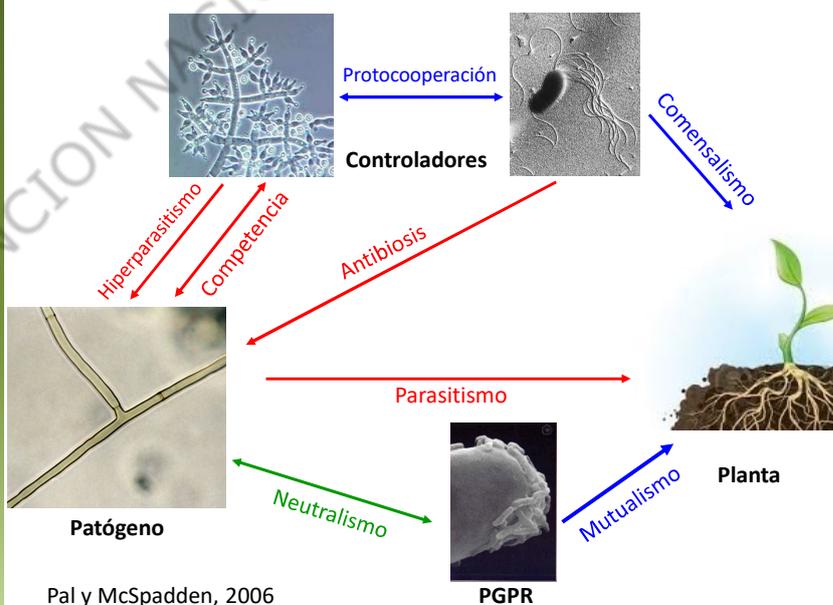
### Biocontrol de patógenos nativos del suelo

## Control biológico o biocontrol

- En el sentido más amplio, es el uso de un organismo para controlar a un patógeno (excepto el hombre).
- Esta definición permite incluir la adquisición de resistencia inducida por un organismo.



## Interacciones planta-microorganismo

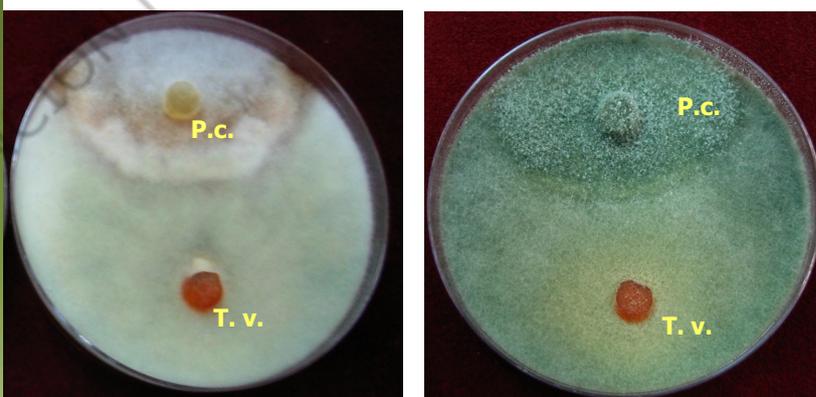


### Tipos de antagonismos interespecíficos que conducen al control biológico de patógenos de plantas

Tipo de antagonismo	Mecanismo	Ejemplos
Directo	Hiperparasitismo/predación	Micoviruses líticos, <i>Lysobacter enzymogenes</i> , <i>Trichoderma virens</i>
De ruta mixta	Antibióticos	2,4-diacetilfloroglucinol, fenazinas, lipopéptidos cíclicos
	Enzimas líticas	Quitinasas, glucanasas, proteasas
	Metabolitos no regulados	NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , HCN
	Interferencia física/química	Bloqueo de poros del suelo, consumo de señales de germinación, confusión de señales moleculares
Indirecto	Competencia	Consumo de exudados, sideróforos, ocupación del nicho físico
	Inducción de resistencia del hospedero	Contacto con paredes fungales, detección molecular del patógeno, inducción por fitohormonas

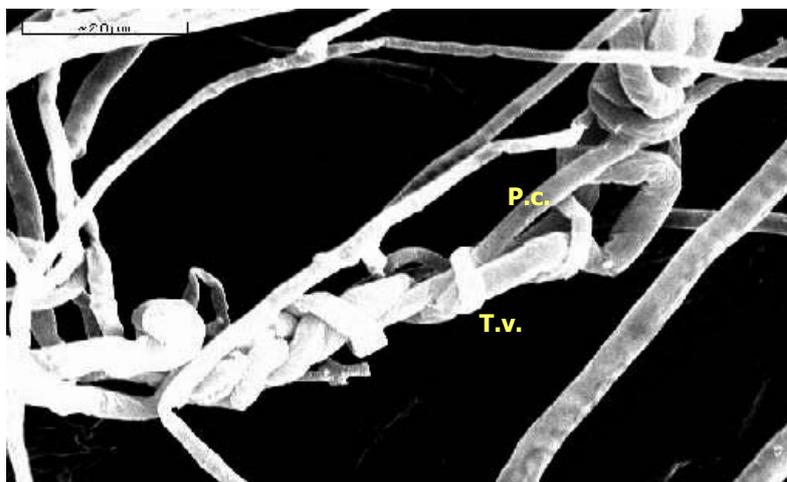
Pal y McSpadden, 2006

### Hiperparasitismo



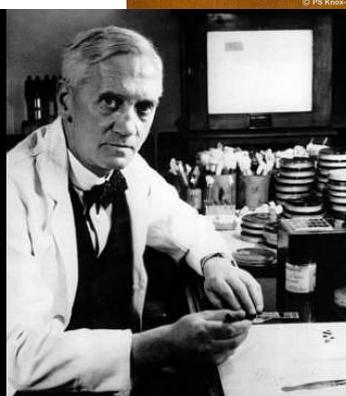
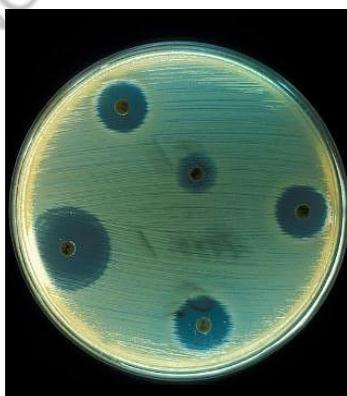
Desarrollo de una colonia de *Trichoderma viride* sobre *Phytophthora capsici* en placas

### Enrollamiento de hifas de *Trichoderma viride* sobre las de *Phytophthora capsici*



### Antibiosis

- Control por liberación de inhibidores químicos

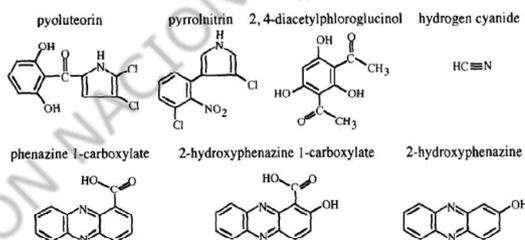


## Productos metabólicos microbianos que actúan como antibióticos

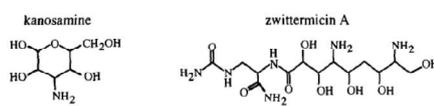
Adaptado de: Carrillo, (2003)

Antibiótico	Productor	Modo de acción
<b>Antibacterianos</b>		
Actinomicina	<i>Streptomyces antibioticus</i>	Induce síntesis anormal de proteínas
Estreptomina	<i>S. griseus</i>	" " " "
Neomicina, fosfomicina	<i>S. fradiae</i>	" " " "
Cloranfenicol	<i>S. venezuelae</i>	Inhibe la formación de pared celular
Aureomicina, tetraciclina	<i>S. aureofaciens</i>	Interfiere con la síntesis de proteínas
Eritromicina	<i>Saccharopolyspora erythraea</i>	" " " "
Polimixina	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	Deterioro de la pared celular
Penicilina	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Inhibe la formación de pared celular
<b>Antifúngicos</b>		
Anfotericina B	<i>Streptomyces nodosus</i>	Interfiere con función de membrana
Surfactina	<i>Bacillus subtilis</i>	" " " "
Griseofulvina	<i>Penicillium griseofulvum</i>	Daña la membrana celular
<b>Antihelmínticos</b>		
Avermectina	<i>Streptomyces avermitilis</i>	Bloqueo de transmisión eléctrica

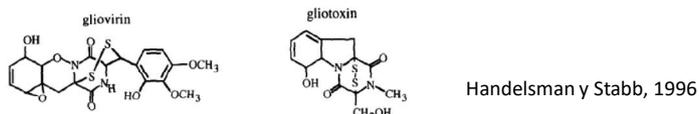
### *Pseudomonas* spp.



### *Bacillus cereus*



### *Gliocladium virens*



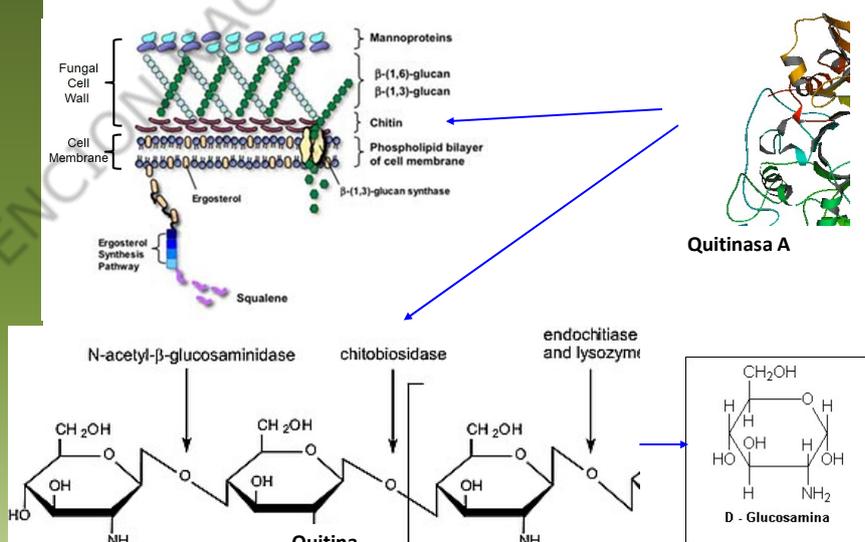
Estructuras químicas de antibióticos producidos por agentes de biocontrol bacterianos y fúngicos

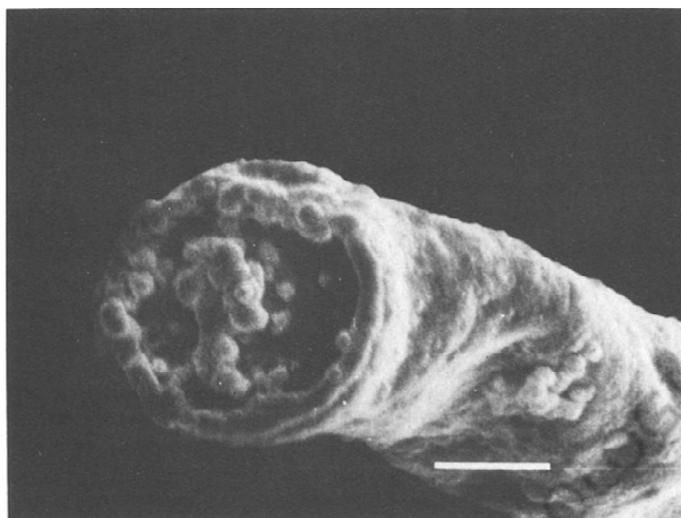
### Ejemplos recientes de bacterias aplicadas a semillas o raíces, que proveen biocontrol para hongos patógenos

Bacteria	Hongo patógeno	Planta
<i>Actinoplanes</i> spp.	<i>Pythium ultimum</i>	Betarraga
<i>Bacillus</i> spp.	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	Trigo
<i>Bacillus subtilis</i> GB03	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i>	Garbanzo
<i>B. subtilis</i> BACT-D	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Tomate
<i>Burkholderia cepacia</i> A3R	<i>Fusarium graminearum</i>	Trigo
<i>B. cepacia</i> PHQM 100	<i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp.	Maíz
<i>Paenibacillus</i> sp. 300	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	Pepinillo
<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i>	Tomate
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> MA 342	<i>Dreschlera graminea</i> , <i>D. teres</i> , <i>Ustilago hordei</i>	Cebada
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	Rábano
<i>P. fluorescens</i> WCS358	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	Lino
<i>P. fluorescens</i> VO61	<i>Rhizoctonia solani</i>	Arroz
<i>Pseudomonas putida</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	Rábano
<i>Serratia plymuthica</i>	<i>Pythium ultimum</i>	Pepinillo
<i>Streptomyces</i> spp.	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	Pepinillo

Extraído de: Whipps, 2001

### Enzimas líticas



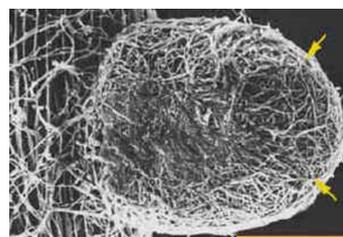
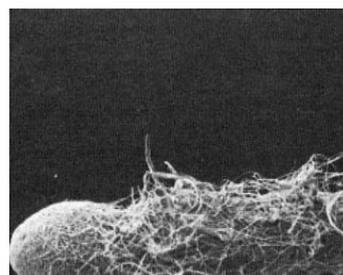


Micrografía de barrido electrónico mostrando el efecto de la quitinasa parcialmente purificada de *Serratia marcescens* sobre las puntas de hifas de *Sclerotium rolfsii*  
Chet *et al.*, 1990

### Contacto físico

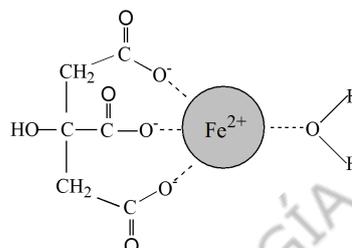


Hongo ectomicorrítico



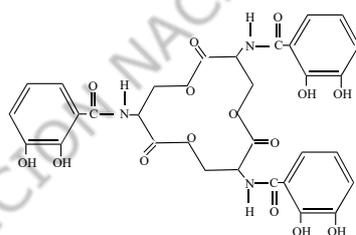
## Competencia por el hierro

- El hierro en el suelo se presenta casi totalmente en forma oxidada  $\text{Fe}^{3+}$  de baja solubilidad en pH fisiológico ( $10^{-18}$  M).
- La competencia por el hierro es una estrategia microbiana eficaz para el biocontrol.
- Se basa en la producción de sideróforos.

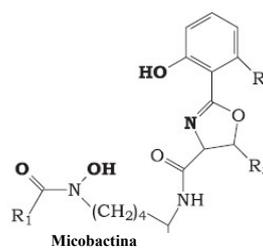


Ejemplo de quelación de  $\text{Fe}^{2+}$  por ácido cítrico

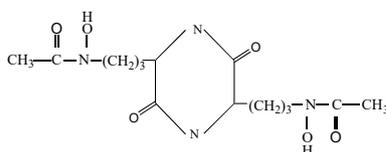
## Sideróforos



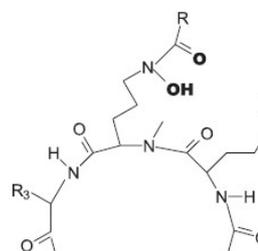
Enteroquelina



Micobactina



Ácido rodotorúlico



Ferricromo

## Hipovirulencia

- La infección de un organismo (virus, bacteria, etc.) puede reducir la virulencia de un patógeno.

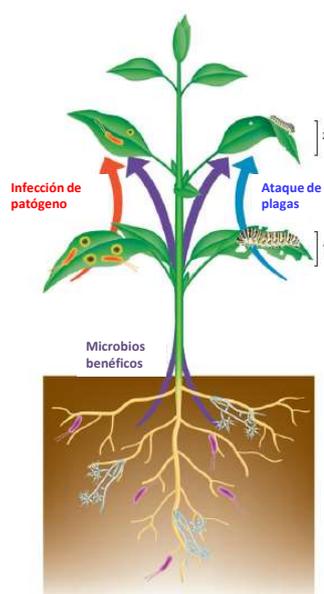


Cepa no virulenta (Izq.) y virulenta (Der.) de *Crophonectria parasitica*.

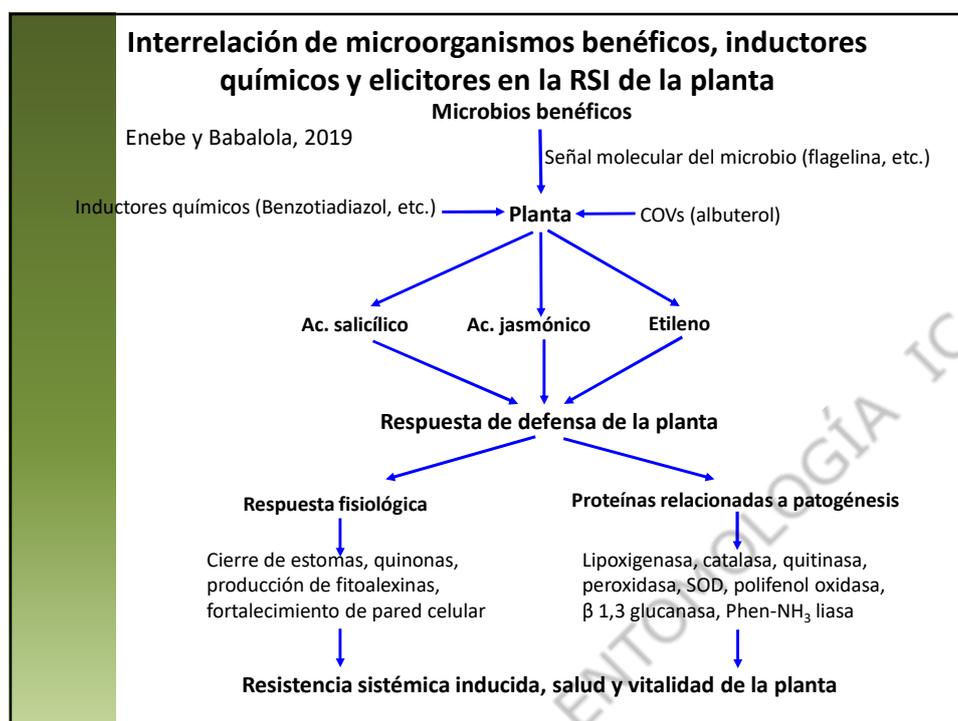
Milgroom y Cortesi, 2004

## Resistencia sistémica inducida

- La infección de un organismo benéfico puede inducir mecanismos de resistencia de la planta contra patógenos (hongos, virus) y plagas (insectos y nematodos).



Pieterse et al., 2014



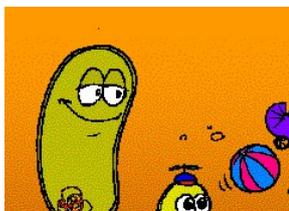
**Elicitors microbianos que proveen inducen resistencia sistémica en plantas**

Microorganismo	Sustancia producida	Fitopatógeno	Planta
<i>Bacillus subtilis</i>	Surfactina	<i>Botrytis cinerea</i>	Tabaco
<i>Escherichia coli</i>	Proteína PevD1	<i>Verticillium dahliae</i>	Algodón
<i>Cladosporium</i> sp.	m-cresol metilbenzoato	<i>Pseudomonas syringae</i>	Arabidopsis
<i>B. subtilis</i>	Sobrenadante de cultivo	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tomate
<i>Phytophthora parasitica</i>	Proteína OPEL	TMV, <i>Ralstonia solanacearum</i>	Tabaco
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Análogos de fenazina	<i>Fomes lamoensis</i> , <i>Ustilina zonata</i>	Té
<i>Trichoderma virens</i>	Proteína SM1	<i>Alternaria solani</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Tomate
<i>Bacillus</i> sp.	Compuestos volátiles	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora nicotianae</i>	Tabaco
<i>Bacillus fortis</i>	Ácido fenilacético	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Tomate
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3 hidroxí-5 metilbenceno metanol	<i>Fusarium oxysporum</i>	"
<i>Bacillus subtilis</i>	Lipopéptidos	<i>Bipolaris maydis</i>	Maíz
"	Albuterol, 1,3-propanodiol	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Tabaco
<i>Bacillus subtilis</i>	Surfactina, micosubtilina	<i>Botrytis cinerea</i>	Vid

Extraído de: Enebe y Babalola, 2019

## Consideraciones para una inoculación efectiva

- Cantidad de inóculo
- Población microbiana nativa
- Enemigos naturales
- Características del suelo
- Interacción con la planta



En laboratorio



En campo

## Conclusiones

## Conclusiones

- El suelo es un medio abundante en organismos que pueden promover el crecimiento de las plantas
- Las prácticas de manejo pueden modificar las poblaciones microbianas en el suelo.
- Los organismos poseen diversos mecanismos para la provisión de nutrientes, la estimulación de la raíz y la supresión de patógenos de las plantas.
- Frecuentemente, los agentes deben ser aumentados en el suelo.

## Literatura citada

- Álvarez, P. 2012. Selección y evaluación de microorganismos solubilizadores de fosfatos en suelos calcáreos del valle del Mantaro. Tesis MSc. Especialidad de Suelos EPG-UNALM.
- Barroso, C.B.; Nahas, E. 2005. The status of soil phosphate fractions and the ability of fungi to dissolve hardly soluble phosphates. *Appl. Soil Ecol.* 29(1):73-83.
- Basak, B.B.; Biswas, D.R. 2009. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by sudan grass (*Sorghum vulgare* Pers.) grown under two Alfisols. *Plant and Soil* 317(1-2):235-255.
- Basak, B.B.; Biswas, D.R. 2010. Co-inoculation of potassium solubilizing and nitrogen fixing bacteria on solubilization of waste mica and their effect on growth promotion and nutrient acquisition by a forage crop. *Biol. Fertil. Soils* 46(6):641-648.
- Biswas, D.R. 2011. Nutrient recycling potential of rock phosphate and waste mica enriched compost on crop productivity and changes in soil fertility under potato-soybean cropping sequence in an Inceptisol of Indo-Gangetic Plains of India. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 89(1):15-30.
- Carson J. 2012. Microbial biomass. Fact-sheet. Healthy soils for sustainable farms Programme. Australia.
- Chen, Y.P.; Rekha, P.D.; Arun, A.B.; Shen, F.T.; Lai, W.A.; Young, C.C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl. Soil Ecol.* 34(1): 33-41.
- Chet, I.; Ordentlich, A.; Shapira, R.; Oppenheim, A. 1990. Mechanisms of biocontrol of soil-borne plant pathogens by Rhizobacteria. *Plant and Soil* 129: 85-92.
- Gonzalez-Quiñones V., Stockdale E.A., Banning N.C, Hoyle F.C., Sawada Y., Wherret A.D., Jones D.L., Murphy D.V. 2011. Soil microbial biomass – Interpretation and consideration for soil monitoring. *Australian Journal of Soil Research* 49: 287–304.

## Literatura citada

- Handelman, J.; Stabb, E.V. 1996. Biocontrol of soilborne plant pathogens. *The Plant Cell* 8: 1855-1896.
- Illmer, P.; Schinner, F. 1995. Solubilization of inorganic calcium phosphates – solubilization mechanisms. *Soil Biol. Biochem.* 27(3): 257-263.
- Illmer, P.; Barbato, A.; Schinner, F. 1995. Solubilization of hardly-soluble  $AlPO_4$  with P-solubilizing microorganisms. *Soil Biol. Biochem.* 27(3): 265-270.
- Ingram J.S.L., Fernandes E.C.M. 2001. Managing carbon sequestration in soils: Concepts and terminology. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87: 111-117.
- Kahindi, J.H.P.; Wooster, P.; George, T.; de Souza Moreira, F.M.; Karanja, N.K.; Giller, K.E. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function in the tropics: the role of nitrogen-fixing bacteria. *Appl. Soil Ecol.* 6(4): 55-76.
- Kloepper, J.W.; Schroth, M.N. 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. Pp 879-882 in: Proc. of the 4th Internat. Conf. on Plant Pathogenic Bacter. Vol. 2, Station de Pathologie Vegetale et Phytobacteriologie, INRA, Angers, France.
- Köpke, U.; Nemecek, T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research* 115:217-233.
- Milgroom, M.G.; Cortesi, P. 2004. Biological control of chestnut blight with hypovirulence: a critical analysis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 42: 311-338.
- Mulogony, K.; Gueye, M.; Spencer, R.S.C. 1992. Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture. John Wiley and sons eds.
- Pal, K.K.; McSpadden G., B. 2006. Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-A-2006-1117-02.

## Literatura citada

- Tarafdar, J.C.; Gharu, A. 2006. Mobilization of organic and poorly soluble phosphates by *Chaetomium globosum*. *Appl. Soil Ecol.* 32(3):273-283.
- Tien, T.M.; Zeman, A.M.M.; Kennedy, I.R. 1979. Plant growth substances produced by *A. brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl. Environ. Microbiol.* 37:1016-1024.
- Whipps, J.H. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany* 52: 487-511.
- Whitejlaw, M.A.; Harden, T.J.; Helyar, K.R. 1999. Phosphate solubilisation in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biol. Biochem.* 32(5):655-665.
- Yauyo, M. 2014. Efecto de la inoculación con microorganismos solubilizadores de fósforo sobre el crecimiento y la nutrición de frijo Castilla, maíz, trigo y haba. Tesis Ing. Agr. UNALM.



**Gracias por su atención!!**

LXI CONVENCION NACIONAL DE

2019