



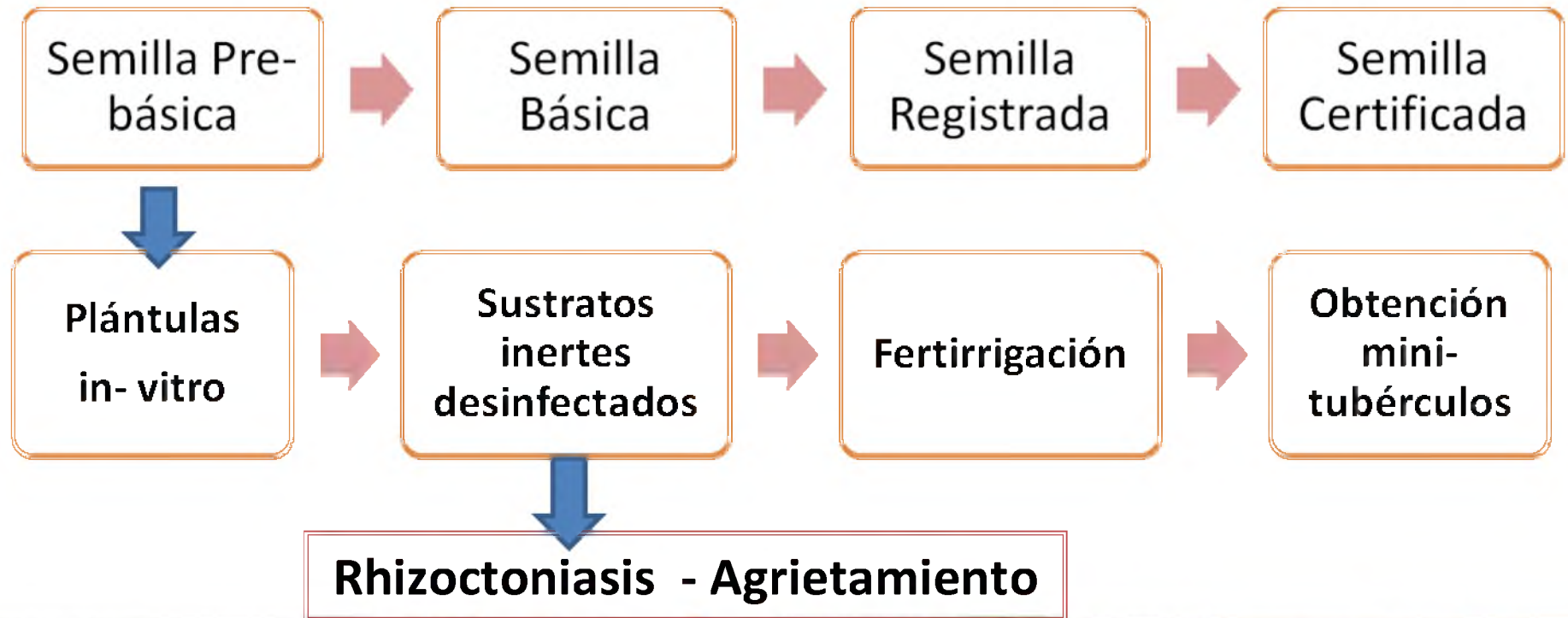
Junio, 2011

## Evaluación del Efecto de Microorganismos en la Producción de Semilla Pre-básica de Papa con Dos Tipos de Sustratos

Daniela Mencías, Fabián Montesdeoca, Betty Paucar

Arturo Taipe, Jorge Anrdrade-Piedra

# Introducción



Rol de las bacterias en el mantenimiento del suelo

Mecanismos: Bio-control y Bio-fertilizantes

*Azospirillum* sp. – Capacidad PGPR en Maíz

*Bacillus subtilis* – Antagonismo *Rhizoctonia*  
in-vitro *Azotobacter* sp. – Capacidad PGPR

*Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* sp.  
– Capacidad PGPR y Antagónicas patógenos del suelo.



# Objetivos

## General

Evaluar el efecto de micro-organismos en la producción de semilla prebásica de papa con dos tipos de sustratos.

## Específicos

Determinar el conjunto bacteriano que produce un mejor rendimiento de tubérculo-semilla prebásica de papa.

Determinar el tipo de sustrato que induzca la proliferación y establecimiento de las poblaciones de los conjuntos bacterianos.

# Características del sitio experimental

## Ubicación

Provincia:	Pichincha.
Cantón:	Mejía.
Parroquia:	Cutuglagua.
Altitud:	3080 m.s.n.m.



## Características del Invernadero

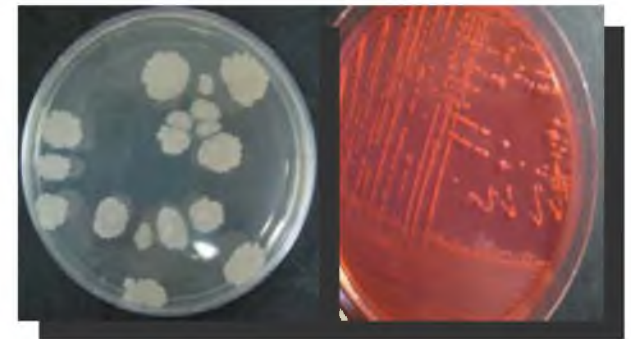
Temperatura mínima promedio:	6.4 °C
Temperatura máxima promedio:	28.0 °C
Temperatura promedio:	17.2 °C
Humedad relativa:	70 %

# Material Experimental

- Variedad: INIAP – Fripapa.



- Conjuntos bacterianos: *Bacillus* sp.  
*Azospirillum* sp.  
*Azotobacter* sp.  
*Pseudomonas* sp.



- Sustratos: Pomina  
Tierra negra + pomina



# Métodos

## Fase preliminar - 2009

c <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>4</sub> S <sub>2</sub>
c <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
c <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>5</sub> S <sub>2</sub>
c <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>6</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>1</sub>
c <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
c <sub>0</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>7</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>7</sub> S <sub>1</sub>
c <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>8</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>8</sub> S <sub>2</sub>
c <sub>9</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>9</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
c <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>0</sub> S <sub>1</sub>
c <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	c <sub>10</sub> S <sub>1</sub>	c <sub>10</sub> S <sub>2</sub>

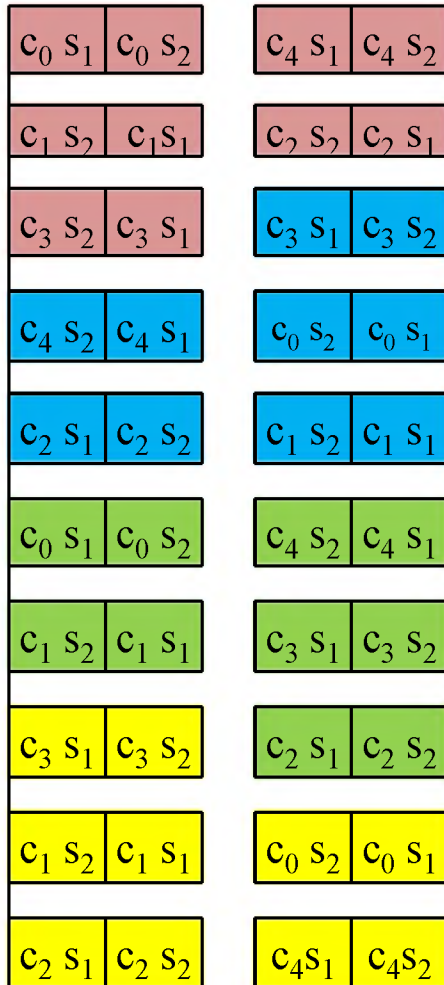
Diseño de Bloques Aumentados en Parcela Dividida

Tamaño de la parcela: 1.15 m<sup>2</sup>

Número de plantas /parcela: 35

Cód	Nombre de la Mezcla	Cepas	Origen
c <sub>0</sub> :	Testigo	Sin bacteria	-
c <sub>1</sub> :	Mezcla 1 CIP	P1-20/08 , B1-35/06, A3-25/06.	Perú
c <sub>2</sub> :	<i>Bacillus subtilis.</i>	<i>Bacillus subtilis.</i>	Ecuador
c <sub>3</sub> :	Mezcla <i>Pseudomonas</i> sp.	P1-50/08, P1-21/08, P1-20/08.	Perú
c <sub>4</sub> :	Mezcla <i>Azotobacter</i> sp.	A3-25/06, A3-32/08, A3-19/08	Perú
c <sub>5</sub> :	Mezcla <i>Azospirillum</i> sp.	A2-15/08, A2-05/08, A2-19/08	Perú
c <sub>6</sub> :	Mezcla <i>Bacillus</i> sp.	B1-15/06, B1-27/06, B1-35/06	Perú
c <sub>7</sub> :	Mezcla 2 CIP	B1-35/06, A2-15/08, A3-25/06	Perú
c <sub>8</sub> :	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp. cepa 9	Ecuador
c <sub>9</sub> :	Mezcla 1 INIAP	<i>Azospirillum</i> sp. C1 y C2	Ecuador
c <sub>10</sub> :	Mezcla 2 INIAP	<i>Azospirillum</i> sp. C1, <i>B. subtilis</i> , <i>Azotobacter</i> sp. cepa 59	Ecuador

# Fase de evaluación - 2010



Diseño de Bloques Completos al Azar

Cód	Nombre de la Mezcla	Cepas	Origen
c <sub>0</sub> :	Testigo	Sin bacteria	-
c <sub>1</sub> :	<i>B. subtilis.</i>	<i>B. subtilis.</i>	Ecuador
c <sub>2</sub> :	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Bacillus sp.</i> cepa 9	Ecuador
c <sub>3</sub> :	Mezcla 1 INIAP	<i>Azospirillum sp.</i> C1 y C2	Ecuador
c <sub>4</sub> :	Mezcla 2 INIAP	<i>Azospirillum sp.</i> C1, <i>Bacillus subtilis,</i> <i>Azotobacter sp.</i> cepa 59	Ecuador



# Variables evaluadas

Rendimiento total de tubérculos (kg/m<sup>2</sup>)

Número de tubérculos por planta (tubérculos/planta)

Rendimiento de semilla (%)

Población de microorganismos en los sustratos (UFC/gss)

# Resultados y Discusión

## Fase Preliminar

**Cuadro 1.** ANOVA para tres variables en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa.

Fuentes de Variación	GL	CM		
		Rend. total	Tubérculos por planta	Rend. semilla
Total	37			
Bloques	3	2.10 ns	6.62 ns	181.60 ns
Conjuntos bacterianos	10	0.82 ns	1.56 ns	202.39 ns
Error (a)	5	0.55	3.98	397.08
Sustratos	1	31.64 **	6.92 ns	41.03 ns
C x S	10	2.70 ns	4.40 ns	156.62 ns
Error (b)	8	1.53	3.66	307.67
Promedio:		6.92 kg/m <sup>2</sup>	9.03 tubérculos/planta	84.84 %
CV <sub>(a)</sub> : (%)		10.70	22.09	23.49
CV <sub>(b)</sub> : (%)		17.87	21.21	20.67

**Cuadro 2.** Pruebas de significancia y cuadro de promedios para cuatro variables en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa.

Factor	Cód.	Rend. total (kg/m <sup>2</sup> )	Número de tubérculos (tubérculos/m <sup>2</sup> )	Rend. semilla (%)
Conjuntos Bacterianos	c0	6.57	9.64	79.75
	c1	7.32	8.43	78.63
	c2	6.73	9.58	85.83 ←
	c3	6.79	8.33	94.50
	c4	6.70	8.40	71.50
	c5	5.88	8.75	87.50
	c6	6.87	8.63	98.50
	c7	7.79	7.70	92.50
	c8	7.43	8.81	86.50 ←
	c9	7.02	10.44	95.50 ←
	c10	7.29	9.42	94.50 ←
Sustratos	Pom	6.24 b	10.12	86.74
	Pom+Tie	7.60 a	7.94	82.95

## Fase de Evaluación

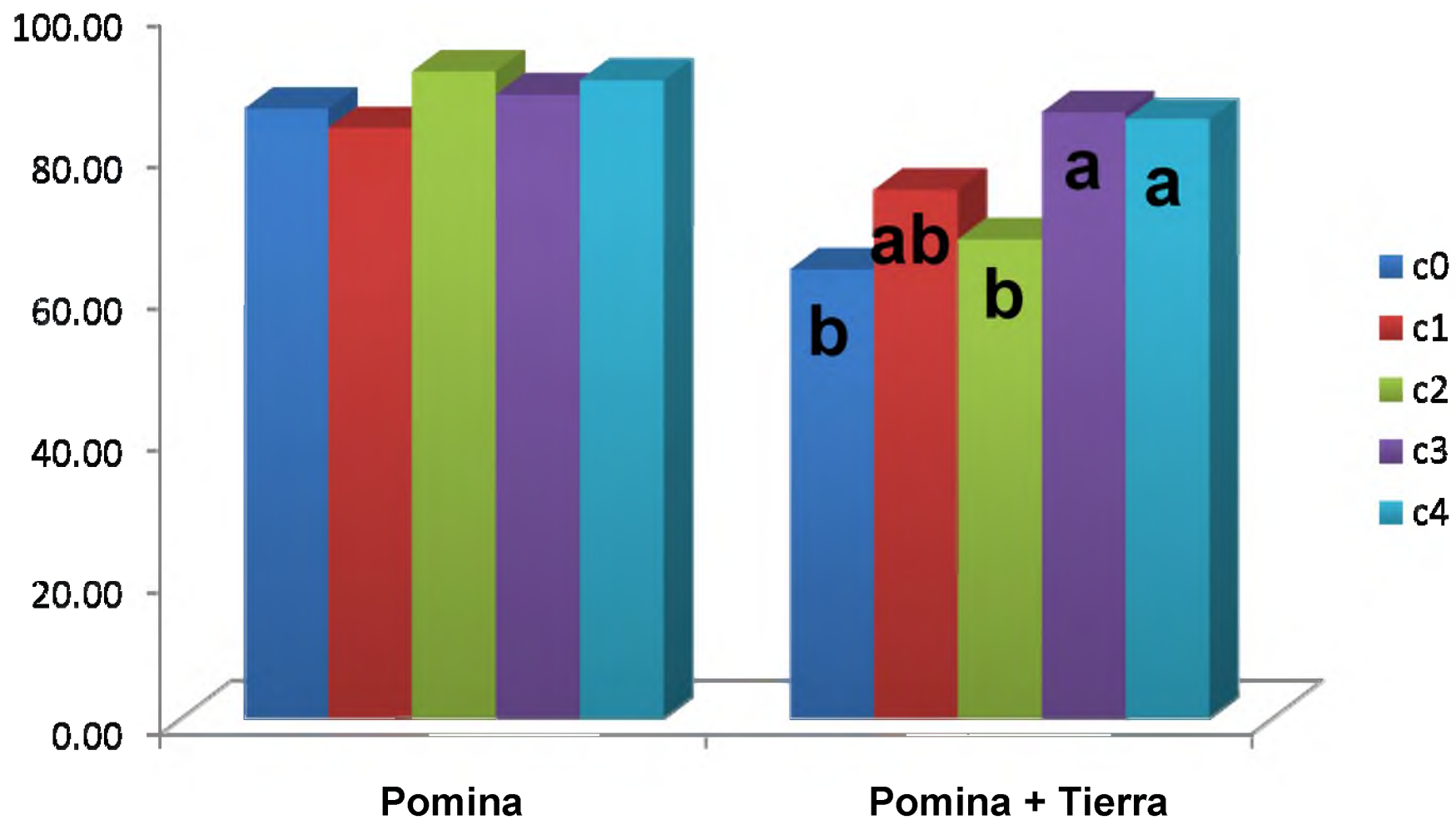
**Cuadro 3.** ANOVA para cuatro variables en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa con dos tipos de sustratos.

Fuentes de variación	GL	CM		
		Rend. total	Tubérculos por planta	Rend. semilla
<b>Total</b>	<b>39</b>			
<b>Repeticiones</b>	<b>3</b>	<b>2.18 ns</b>	<b>1.88 ns</b>	<b>5.82 ns</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>9</b>	<b>3.23 ns</b>	<b>3.68 **</b>	<b>371.46 **</b>
Conjuntos bacterianos	4	2.29 ns	1.35 ns	238.44 *
<b>Sustratos</b>	<b>1</b>	<b>6.11 ns</b>	<b>23.65 **</b>	<b>1600.23 **</b>
<b>C x S</b>	<b>4</b>	<b>3.45 ns</b>	<b>1.01 ns</b>	<b>197.29 *</b>
<b>Error exp.</b>	<b>27</b>	<b>1.54</b>	<b>0.80</b>	<b>63.21</b>
<b>Promedio:</b>		<b>7.15</b>	<b>6.66</b>	<b>81.38</b>
		<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>tubérculos/m<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
<b>CV (%):</b>		<b>17.37</b>	<b>13.43</b>	<b>9.77</b>

**Cuadro 4.** Pruebas de significancia y cuadro de promedios para cuatro variables en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa.

Factores	Cód.	Rend. total (kg/m <sup>2</sup> )	Número tubér. (tubérculos/m <sup>2</sup> )	Rend. semilla (%)
Conjuntos Bacterianos	C <sub>0</sub>	6.25	6,67	74.63
	C <sub>1</sub>	7.51	6,41	78.88
	C <sub>2</sub>	7.07	6,15	79.38
	C <sub>3</sub>	7.53	7,24	86.75
	C <sub>4</sub>	7.38	6,83	87.28
Sustratos	Pom	7.54	7.43 a	87.70 a
	Pom+Tie	6.76	5.89 b	75.05 b
Pomina	C <sub>0</sub>	6.83	7,41	86.00
	C <sub>1</sub>	6.74	6,63	83.25
	C <sub>2</sub>	7.78	7,17	91.25
	C <sub>3</sub>	8.13	7,95	88.00
	C <sub>4</sub>	8.22	7,97	90.00
Pom+Tie	C <sub>0</sub>	5.67	5,93	63.25 b
	C <sub>1</sub>	8.28	6,19	74.50 a b
	C <sub>2</sub>	6.37	5,14	67.50 b
	C <sub>3</sub>	6.92	6,52	85.50 a
	C <sub>4</sub>	6.55	5,68	84.50 a

## Rendimiento de semilla (%)





**Semilla sana**

**Tratamiento C4:  
Mezcla 2 INIAP**



**Semilla enferma**

**Tratamiento C0:  
Testigo (sin inocular)**

**Cuadro 5.** ANOVA para población de microorganismos en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa con dos tipos de sustratos.

Fuentes de Variación	GL	CM	
		Bacterias totales	Hongos totales
Total	29		
Repeticiones	2	32375.88 ns	3.69 ns
Tratamiento	9	3434521.55 **	104.67 **
Conjuntos bacterianos	4	6829378.65 **	70.58 **
Sustratos	1	2309660.28 **	392.27 **
C x S	4	320879.76 **	66.85 **
Error exp.	18	64165.61	3.22
Promedio: (UFC/gss)		1472.46	14.09
CV (%):		17.20	12.73



**Cuadro 6.** Pruebas de significancia y cuadro de promedios para población de bacterias y hongos totales en la evaluación de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa.

Factor	Cód.	Bacterias totales		Hongos totales	
		UFC/gss		UFC/gss	
Conjuntos Bacterianos	C <sub>0</sub>	167.98		17.59	
	C <sub>1</sub>	1459.95		17.24	
	C <sub>2</sub>	986.18		13.41	
	C <sub>3</sub>	1671.01		12.93	
	C <sub>4</sub>	3077.20		9.29	
Sustratos	Pom	1195.00	b	10.48	b
	Pom +Tie	1749.93	a	17.71	a
Pomina	C <sub>0</sub>	107.39	c	11.94	a b
	C <sub>1</sub>	1367.71	b	15.94	a
	C <sub>2</sub>	656.99	c	4.97	c
	C <sub>3</sub>	1403.44	b	12.60	a
	C <sub>4</sub>	2439.46	a	7.63	b c
Pomina + Tierra	C <sub>0</sub>	228.57	c	23.23	a
	C <sub>1</sub>	1552.20	b	19.24	a
	C <sub>2</sub>	1315.37	b	21.84	a
	C <sub>3</sub>	1938.57	b	13.27	b
	C <sub>4</sub>	3714.95	a	10.95	b

# Conclusiones 1

- **Fase preliminar:** no se encontraron diferencias significativas entre bacterias. Se eligieron las mejores basadas en los mejores promedios.
- **Fase de evaluación**
  - Los conjuntos con mejor desempeño fueron las mezclas c3 (***Azospirillum* sp. C1 y C2**) y c4 (***Azospirillum* sp. C1, *B. subtilis*, *Azotobacter* sp. cepa 59**). Mostraron efecto positivo en la obtención de semilla de calidad, al controlar *R. solani* principalmente.
  - El sustrato pomina presentó los mejores resultados en producción y sanidad, en tanto que pomina + tierra se destacó por su capacidad para promover crecimiento microbiano.
  - La mezcla que se destacó por mostrar un mayor crecimiento poblacional fue la c4.

# Conclusiones 2

- Los conjuntos bacterianos no favorecieron significativamente el crecimiento o producción de las plantas de papa, pero si incrementaron el rendimiento de tubérculo-semilla en la mezcla Pomina + Tierra.
- Sin embargo, su efecto fue similar al encontrado al usar pomina.
- Por lo tanto, se puede prescindir del uso de bacterias usando pomina como sustrato para producción de semilla pre-básica de papa.



# Perspectivas

- Probar en un experimento la capacidad antagónica de cada bacteria frente a patógenos presentes en los sustratos, para comprobar cuáles son las cepas que pueden controlar o inhibir el ataque de los mismos.
- Buscar métodos y dosis adecuadas de aplicación de los conjuntos bacterianos que permitan garantizar su sobrevivencia en la rizósfera.
- Probar los conjuntos bacterianos en el sistema aeropónico como un método alternativo para el control de enfermedades del tubérculo (experimento en progreso).

# Agradecimientos



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



PROGRAMA NACIONAL DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS



**Gracias**

Daniela Mencías

danielamencias@yahoo.com

