

II Webinar GO SIMBIOLIVA: nuevas soluciones bio-tecnológicas para una economía circular del alperujo



RESULTADO 2: Tratamiento biológico



José Antonio Lucas García

Universidad CEU San Pablo. alucgar@ceu.es



Cofinanciado por la Unión Europea



GRUPO OPERATIVO SIMBIOLIVA: NUEVAS SOLUCIONES BIO-TECNOLÓGICAS PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR DEL ALPERUJO

PLAN ESTRATÉGICO DE LA PAC - FEADER

Inversión:

Total: 579.152,32 €

Cofinanciación UE: 80%

Cofinanciado por la Unión Europea al 80% con cargo al FEADER, siendo la autoridad encargada de la gestión de la aplicación de la ayuda FEADER la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Inversión total: 579.152,32 €

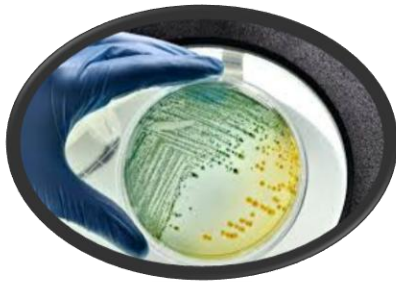
Hipótesis:

“El uso de consorcios bacterianos funcionales, permite reducir la toxicidad fenólica del alperujo y mejorar su aplicación como enmienda agrícola en el cultivo de tomate.”

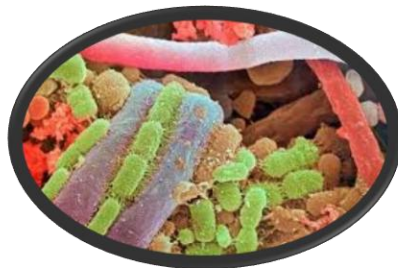
Objetivo:

Evaluar el uso de estrategias biotecnológicas para **valorizar el alperujo** y convertirlo en un producto útil para la agricultura.

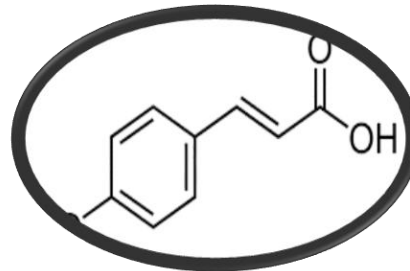
Objetivos específicos



1. Selección de cepas



2. Formulación consorcios bacterianos



3. Degradación compuestos fenólicos



4. Ensayo en planta modelo



5. Evaluación

MATERIAL DE TRABAJO

ALPERUJO

Alperujo 3 fases

Alperujo sol

Alperujo 180°C

CEPAS BACTERIANAS

Aisladas alperujo

Banco microbiano CEU

&

Cooperativa DCOOP (Andalucía)

SELECCIÓN CEPAS

BIOLOG® ECO

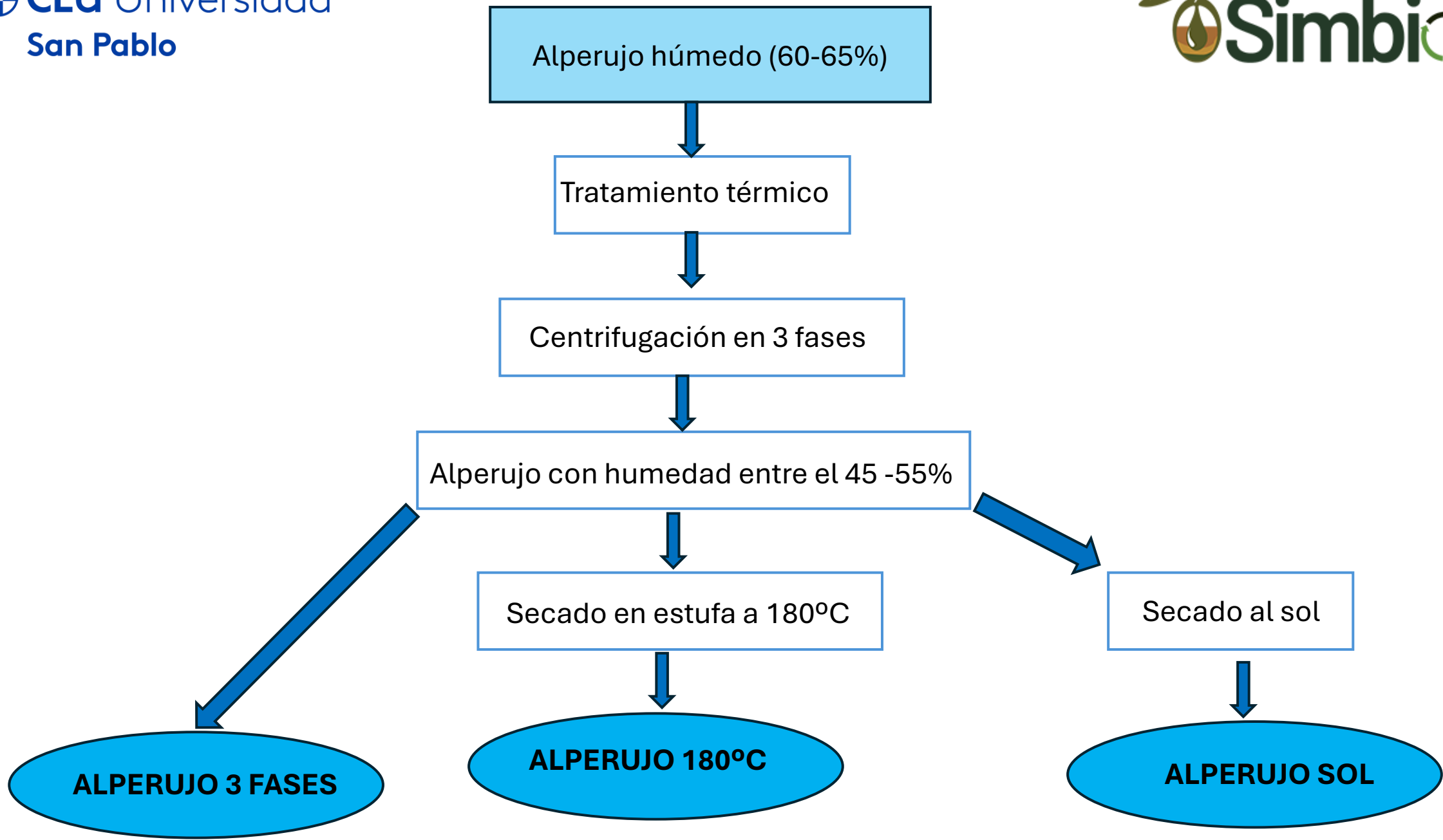
Ácido 2-hidroxibenzoico
Ácido 4-hidroxibenzoico

Se seleccionaron 8 cepas bacterianas

BIOLOG® PERSONALIZADAS

FORMACIÓN DE CONSORCIOS DEGRADADORES

Consortio 1
Consortio 2
Consortio 3



DISEÑO EXPERIMENTAL ALPERUJO Y CONSORCIO DEGRADADOR

DEGRADACIÓN COMPUESTOS FENÓLICOS

X3 Alperujo

- 3 Fases
- Sol
- 180° C

2 inoculaciones
semanales
(42 días)

MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU



- Medidas días 7, 18, 25, 33 y 42.
- Verificar reducción <0,8%.
(umbral legal)



ENSAYO EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

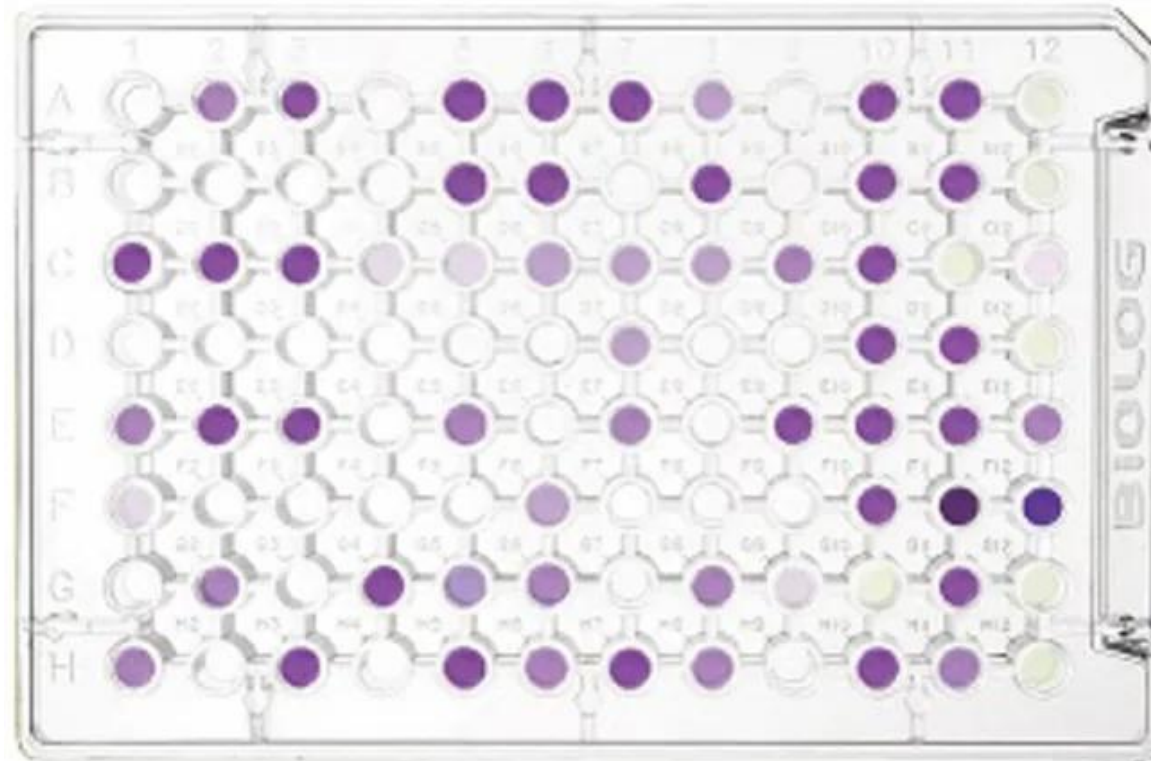
- Alperujos Sol y 3 Fases tratados consorcio 2 (1,5 Kg)
- Mezcla suelo agrícola 10 % y 20 % (p/p)

Consortio PGPR: *Arthrobacter* sp. (Z4.3),
Bacillus sp. (Z5.4), *Pseudomonas* sp.
(Z7.15).

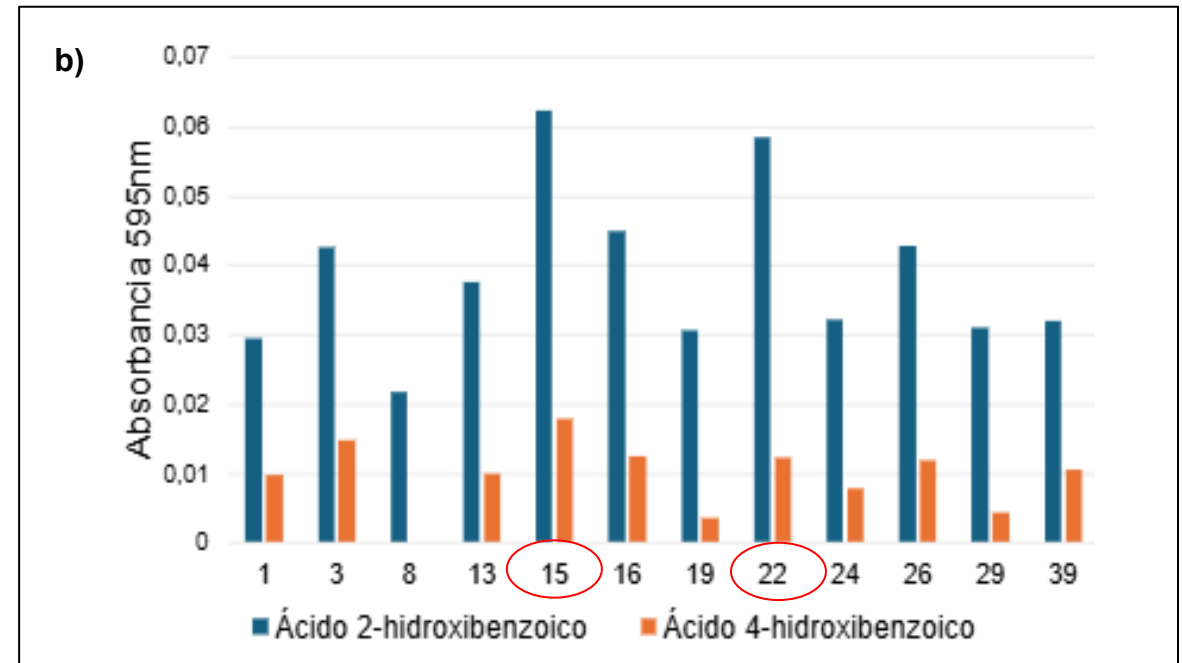
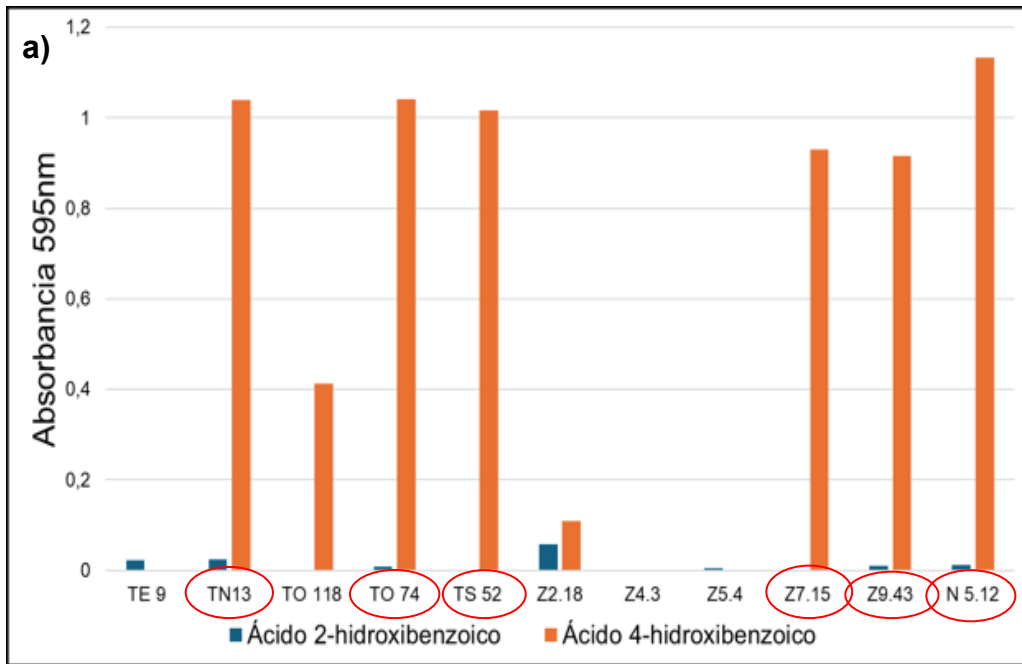
EVALUACIÓN

- Altura
- Fotosíntesis
- MDA y H₂O₂
- APX y Catalasa

1. SELECCIÓN DE CEPAS BACTERIANAS

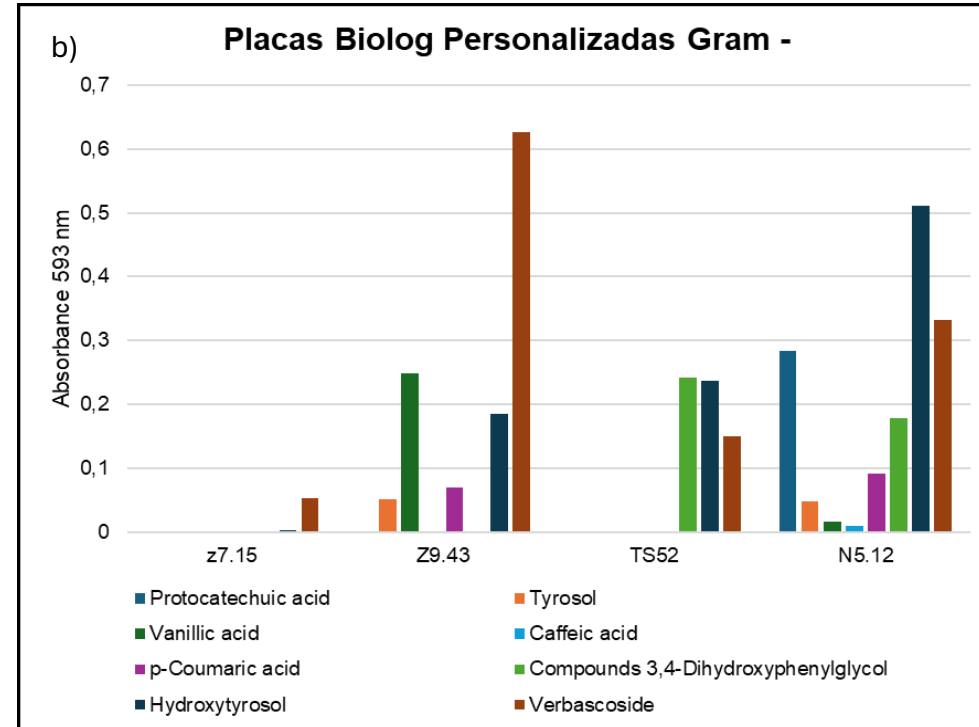
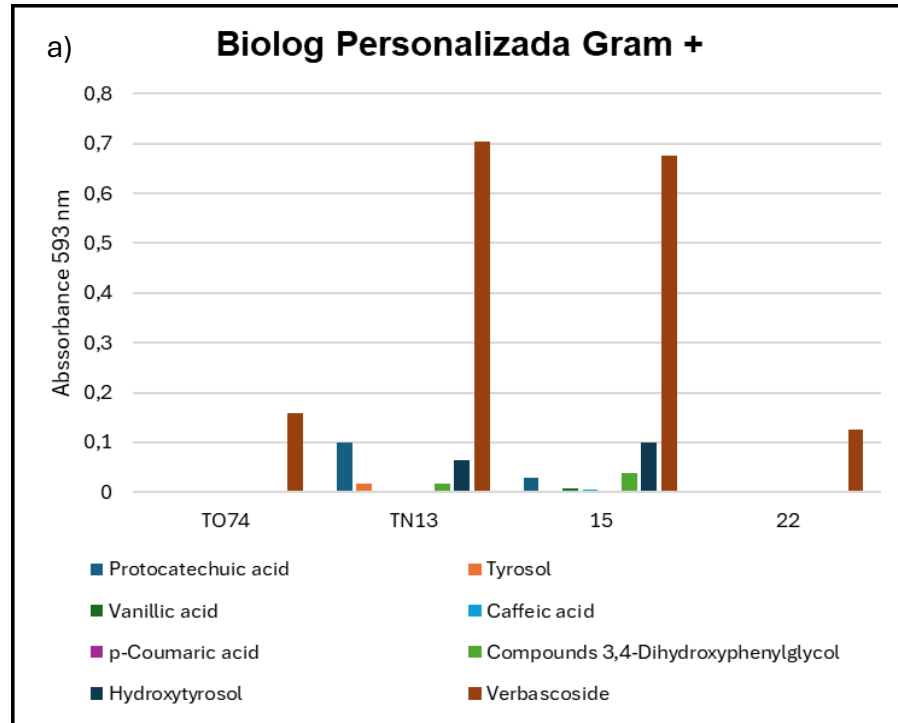


1. SELECCIÓN DE CEPAS BACTERIANAS



Perfiles de utilización de los compuestos presentes en la placa Biolog® ECO; a) perfiles de utilización de los compuestos fenólicos presentes en la placa (ácido 2-hidroxibenzoico y ácido-4 hidroxibenzoico) de las cepas de la colección de la Universidad San Pablo CEU; b) perfiles de utilización de los compuestos fenólicos de las cepas asiladas del alperujo

2. FORMULACIÓN CONSORCIOS BACTERIANOS



EFICACIA

VERSATIBILIDAD

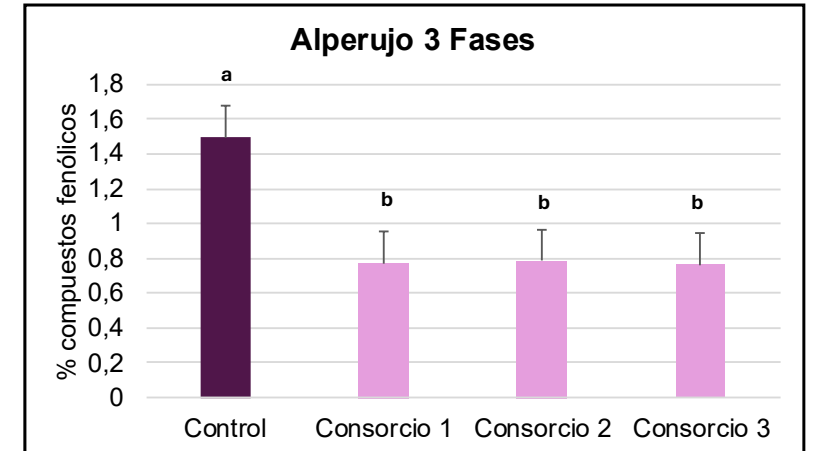
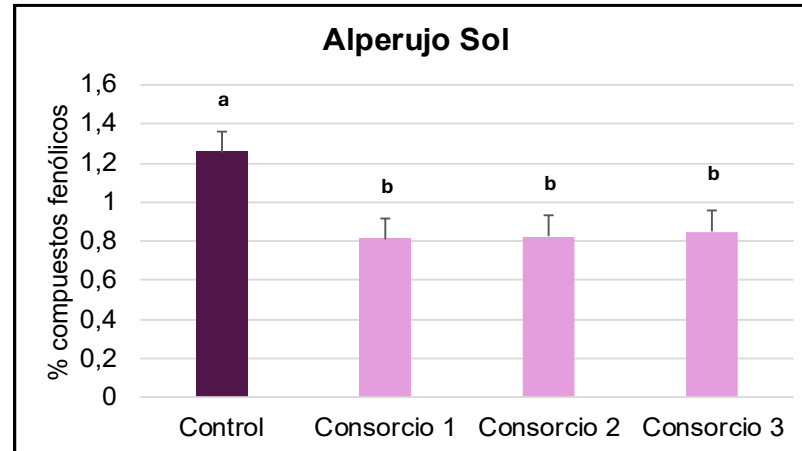
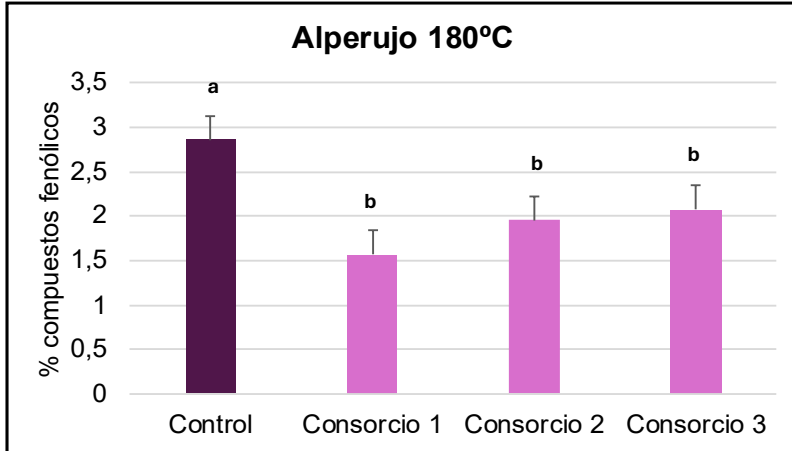
EFICIENCIA

SINERGIA

COMPATIBILIDAD

Degradación de los 8 compuestos fenólicos por las bacterias Gram negativas expresada como valores de absorbancia 593 nm medidos en las placas Biolog® personalizadas a las 72 h de incubación por cepas Gram positivas (a) y Gram negativas (b).

3. DEGRADACIÓN COMPUESTOS FENÓLICOS



Quantificación de los compuestos fenólicos a tiempo final (42 días de incubación con le consorcio degradador) entre los tratamientos biológicos y control (a, b y c). Las diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

ENSAYO EN TOMATE

(*Solanum lycopersicum* L.)



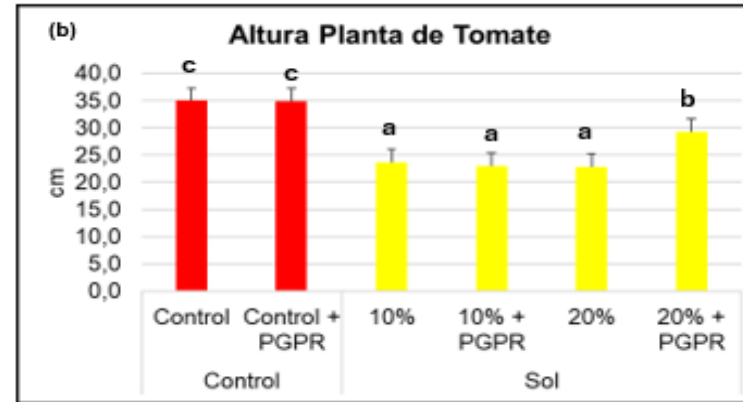
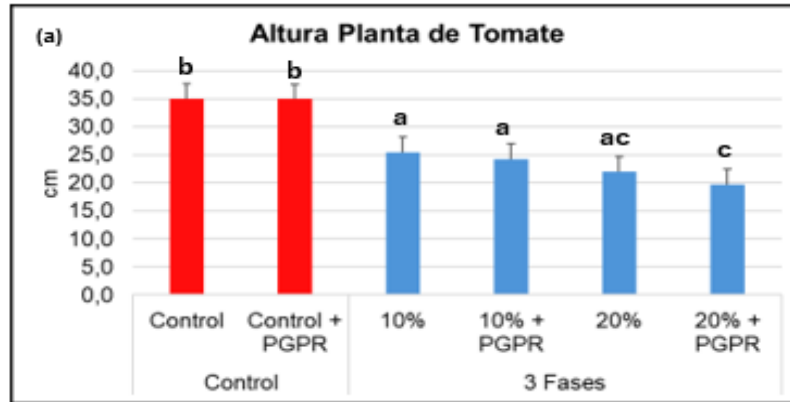
- Alperujos Sol y 3 Fases tratados consorcio 2 (1,5 Kg)
- Mezcla suelo agrícola 10 % y 20 % (p/p)

*Consortio PGPR: Arthrobacter sp. (Z4.3),
Bacillus sp. (Z5.4), Pseudomonas sp.
(Z7.15).*

EVALUACIÓN

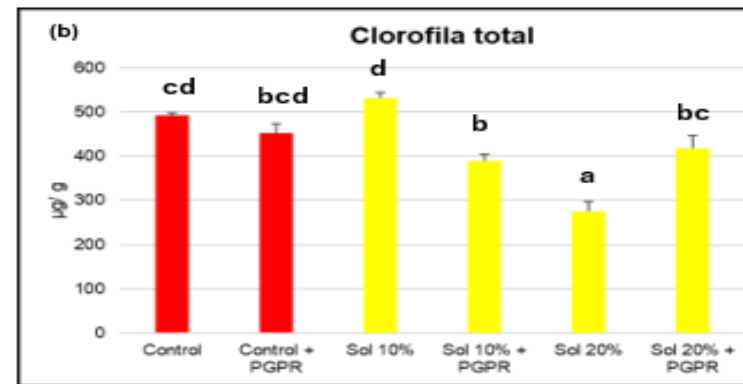
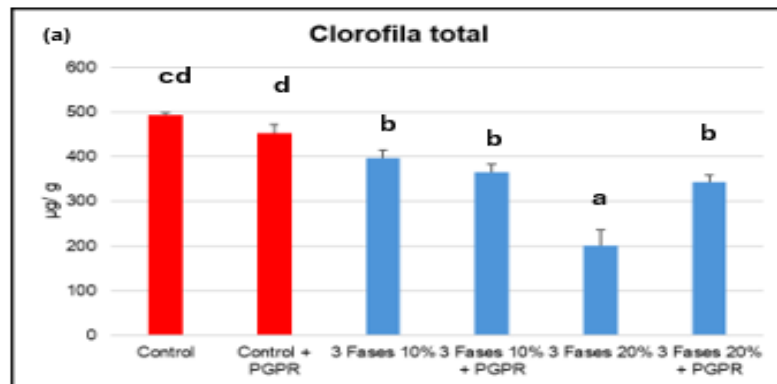
- Altura
- Fotosíntesis
- MDA y H₂O₂
- APX y Catalasa

4c. ANÁLISIS BIOMÉTRICO

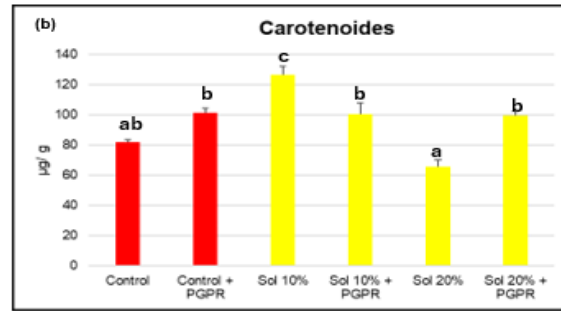
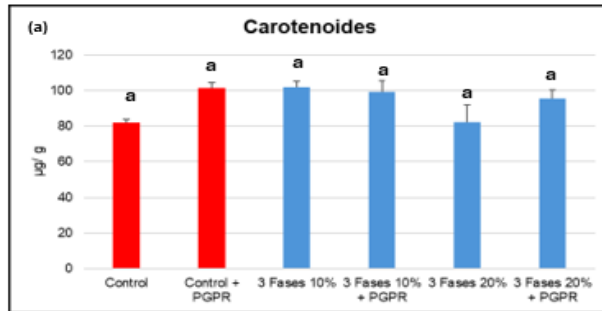


Altura (cm) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento Control, 3 Fases (a) y Sol (b) a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

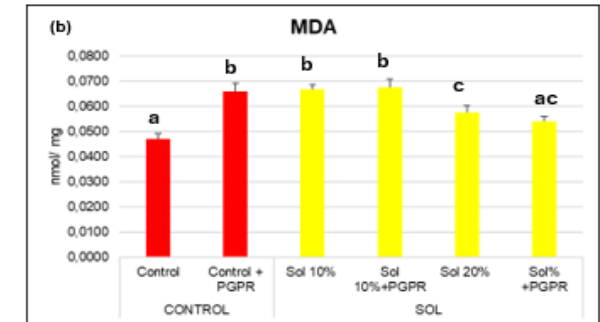
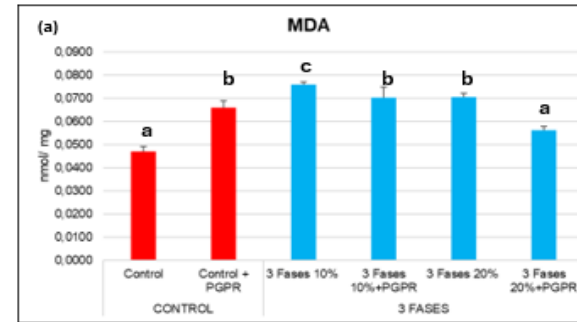
4d. ANÁLISIS BIOQUÍMICO



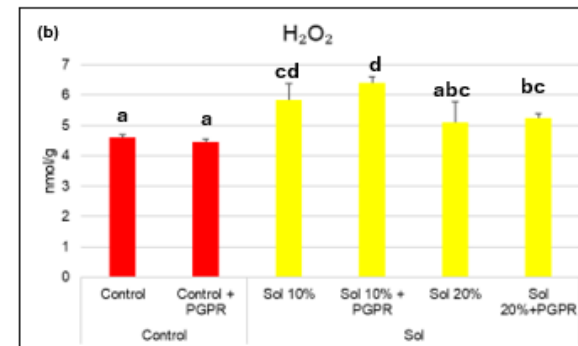
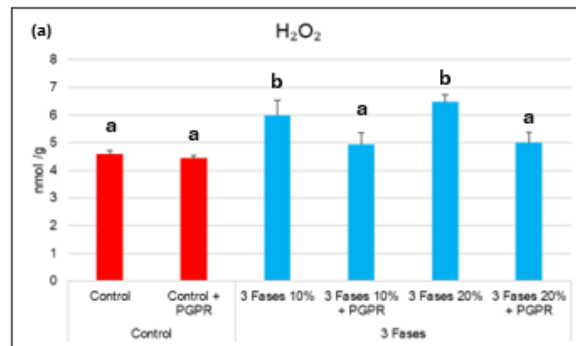
Contenido medio de clorofilas ($\mu\text{g/g}$) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



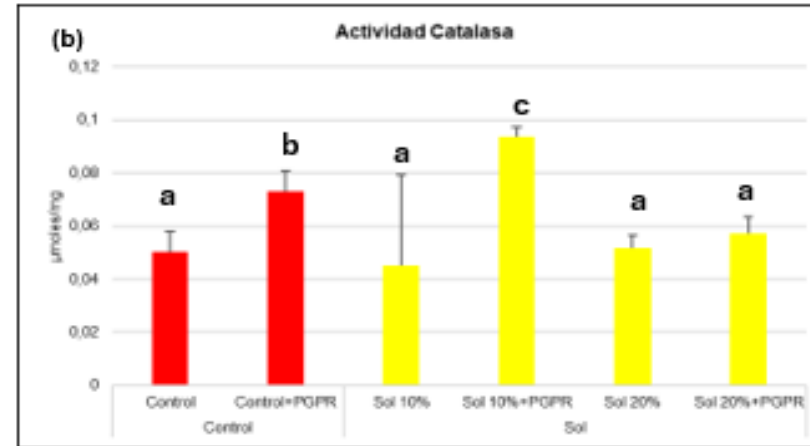
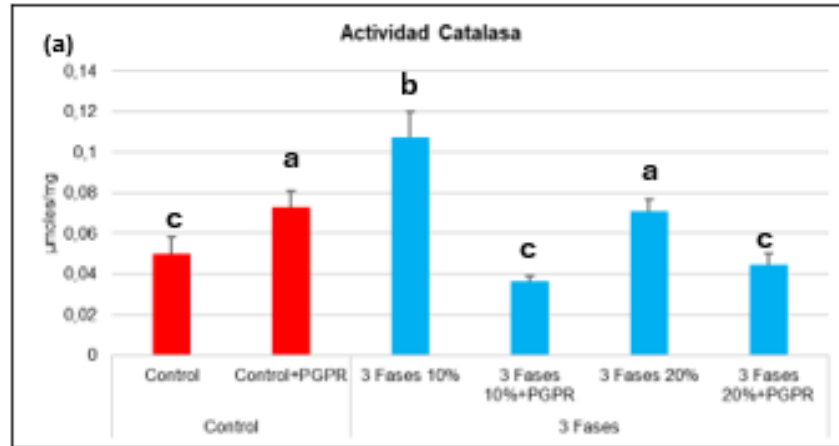
Contenido medio de carotenoides ($\mu\text{g/g}$) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



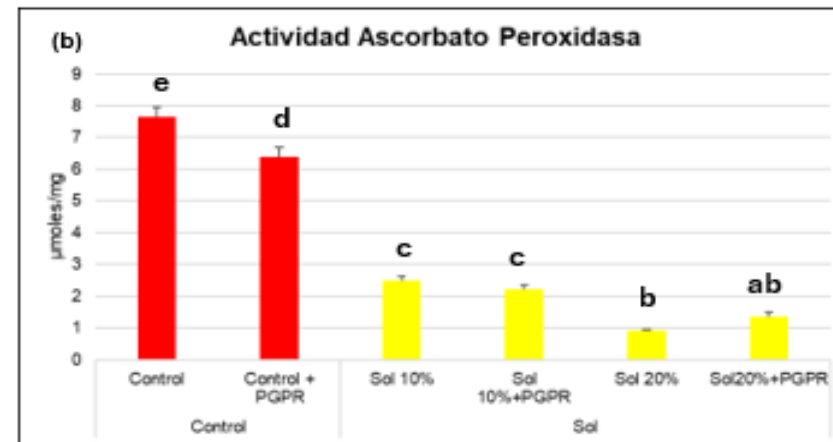
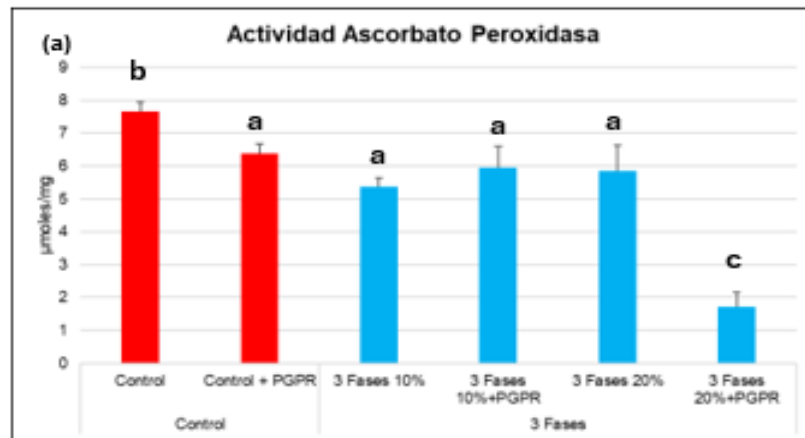
Concentración MDA (nmol/mg) en las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



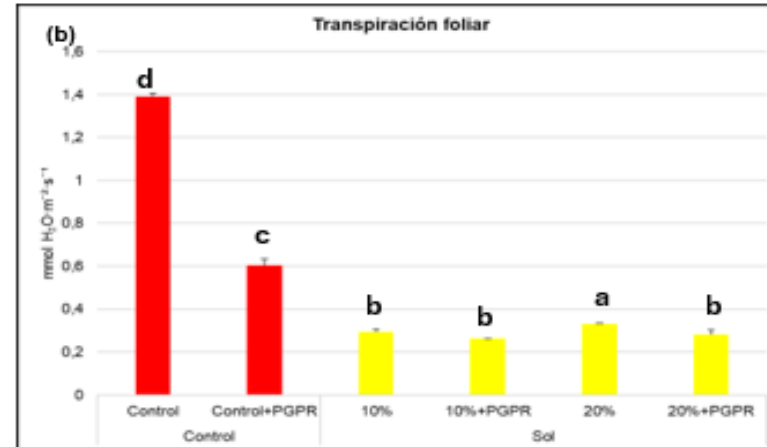
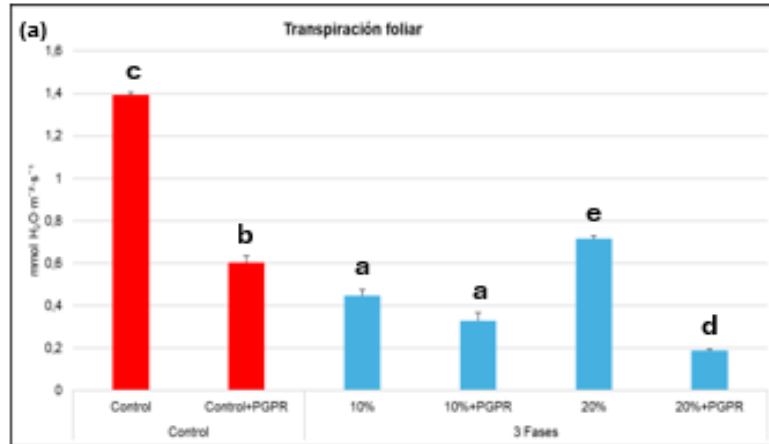
Concentración de H_2O_2 (nmol/mg) en las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



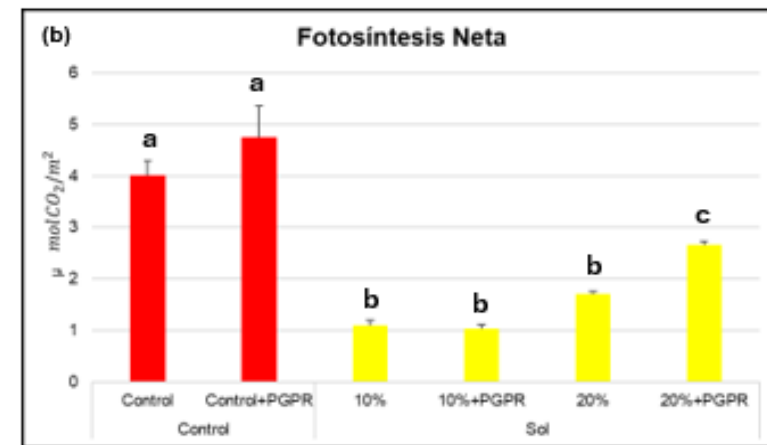
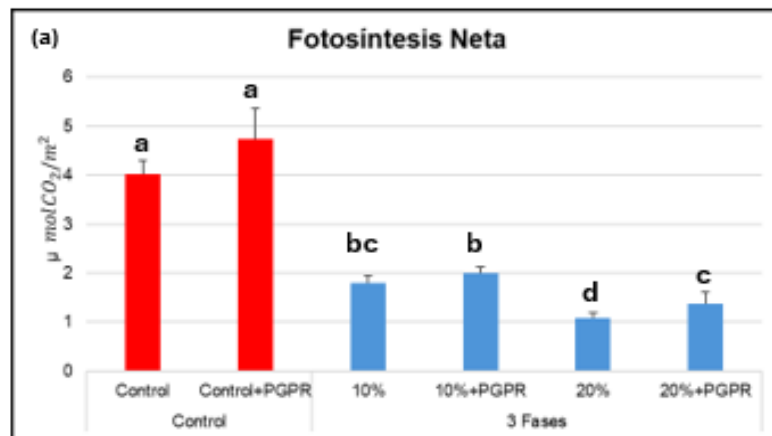
Actividad de la catalasa ($\mu\text{mol}/\text{mg}$) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



Actividad del ascorbato peroxidasa ($\mu\text{mol}/\text{mg}$) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



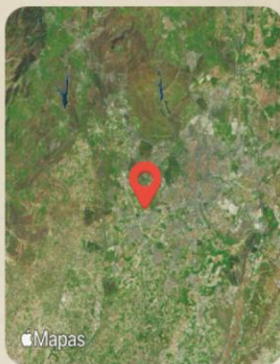
Transpiración foliar (mmol H₂O/m² s) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento, Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).



Fotosíntesis neta (µmol CO₂/m² s) de las plantas de tomate en función del sustrato de crecimiento Control, 3 Fases (a) y Sol (b), y su tratamiento a dos dosis (10% y 20%) e inoculados y sin inocular con un consorcio PGPR. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).



GPS Map Camera



Alcorcón, Madrid, España

Calle de Méndez Álvaro, Ventorro del Cano,
Alcorcón, Madrid 28668, España

Lat 40.398951, Long -3.835862

04/30/2025 10:38 a. m. GMT+02:00

Note : Captured by GPS Map Camera



GPS Map Camera



Alcorcón, Madrid, España

Calle de Méndez Álvaro, Ventorro del Cano,
Alcorcón, Madrid 28668, España

Lat 40.398912, Long -3.835918

04/30/2025 10:40 a. m. GMT+02:00

Note : Captured by GPS Map Camera

1. La aplicación de consorcios bacterianos constituye una **estrategia biotecnológica eficaz** para la biorremediación del alperujo, permitiendo la **reducción** significativa de su carga en compuestos fenólicos y alcanzando el umbral legal del 0,8 %, requerido para su uso como enmienda orgánica.
2. La selección de cepas bacterianas basada en perfiles metabólicos obtenidos mediante placas Biolog® personalizadas y ECO permitió identificar combinaciones **sinérgicas** con alta capacidad degradadora, integrando cepas PGPR y nativas del alperujo. La **diversidad taxonómica** y funcional de los consorcios fue determinante para la eficiencia del proceso.
3. El tratamiento térmico del alperujo **180°C** resultó ineficaz para la posterior degradación microbiana de compuestos fenólicos, probablemente debido a la formación de **estructuras recalcitrantes** y a la pérdida de **nutrientes** esenciales para la actividad microbiana, lo que limita su visibilidad como sustrato agrícola.

4. Los ensayos en planta modelo demostraron que, aunque el alperujo tratado cumple con el umbral legal, su aplicación en dosis del 10 % y 20 % genera una respuesta de **estrés** fisiológico y oxidativo en el tomate, evidenciada por menor crecimiento, alteraciones fotosintéticas y acumulación de daño oxidativo.
5. La inoculación con PGPR **mitigó** parcialmente estos efectos, mejorando la actividad antioxidante y algunos parámetros fisiológicos. Sin embargo, esta mejora no fue suficiente para restaurar completamente el desarrollo vegetal, lo que indica un coste metabólico asociado a la activación de **respuestas defensivas**.
6. En base a estos resultados, se estableció que los experimentos en campo no deberían llevar en ningún caso dosis de alperujo mayores del 10 %, siendo conveniente incluso estar muy por debajo de dicha cifra

II Webinar GO SIMBIOLIVA: nuevas soluciones bio-tecnológicas para una economía circular del alperujo

¡Gracias por vuestra atención!



Cofinanciado por la Unión Europea



GRUPO OPERATIVO SIMBIOLIVA: NUEVAS SOLUCIONES BIO-TECNOLÓGICAS PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR DEL ALPERUJO

PLAN ESTRATÉGICO DE LA PAC - FEADER

Inversión:

Total: 579.152,32 €

Cofinanciación UE: 80%

Cofinanciado por la Unión Europea al 80% con cargo al FEADER, siendo la autoridad encargada de la gestión de la aplicación de la ayuda FEADER la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Inversión total: 579.152,32 €

