



Caracterización y utilización de microorganismos rizosféricos inductores de resistencia sistemática para mejorar la nutrición férrica de las plantas de importancia agrícola en suelos básicos de Panamá

Elaborado por: Betzaida Bernal

Antecedentes



Hay microorganismos que pueden establecer simbiosis con las plantas y favorecer la absorción de elementos, como es el caso de las micorrizas y el fósforo (P) o las bacterias fijadoras de nitrógeno (N) del género *Rhizobium* y las leguminosas. También afectar la nutrición de otros elementos esenciales para las plantas.



Liberación de compuestos que contribuyen a la solubilización de nutrientes insolubles o modificando la arquitectura y las funciones de la raíz a través de cambios hormonales.



La aplicación de algunos microorganismos al suelo puede mejorar el contenido de hierro (Fe) de las plantas (Santiago *et al.*, 2009, 2013; Zhang *et al.*, 2009)



la homeostasis del Fe en las plantas está estrechamente relacionada con las respuestas defensivas frente al ataque de patógenos (Aznar *et al.*, 2015).



Problemática y Justificativa

- De los nutrientes esenciales para las plantas, algunos de los más críticos en la limitación de los rendimientos de los cultivos a nivel mundial son el N, el P y el Fe (Pii *et al.*,2015).
- La deficiencia de Fe (clorosis férrica) está ampliamente distribuida en el Mundo, sobre todo en suelos básicos (aproximadamente el 30 % de los suelos cultivables; Lindsay 1995), los cuales son abundantes en zonas áridas y semiáridas. En muchos países, esta deficiencia está asociada con problemas de anemia en la población (Tsai y Schmidt 2017).
- Opciones:
 - Aplicar al suelo quelatos sintéticos de Fe (costoso y daño ambiental por lixiviados)
 - Uso de material vegetal más eficiente en la adquisición de Fe (El genotipo no lo es todo)
 - Uso de microorganismos que favorezcan la adquisición de nutrientes para la planta Por ejem: Fe (Nueva alternativa).



Problemática y Justificativa

- El Fe es un elemento esencial para las plantas, en las que participa en procesos tan importantes como la fotosíntesis, la respiración y la nutrición de N (Marschner 1995).
- El Fe
 - Es abundante en suelos (principalmente en forma de Fe^{3+}).
 - Su disponibilidad para las plantas es pobre, sobre todo en los suelos básicos, en los que su solubilidad es baja (solubilidad disminuye al aumentar el pH (Lindsay 1995).
- En los últimos años se han publicado numerosos trabajos que muestran un papel importante de microorganismos de la rizosfera en la nutrición vegetal en general y en la nutrición férrica
- En Panamá, los suelos básicos se localizan principalmente en la Península de Azuero y la clorosis férrica afecta a cultivos tan importantes como el tomate.

Para adquirir el Fe del suelo, las plantas han desarrollado distintas estrategias

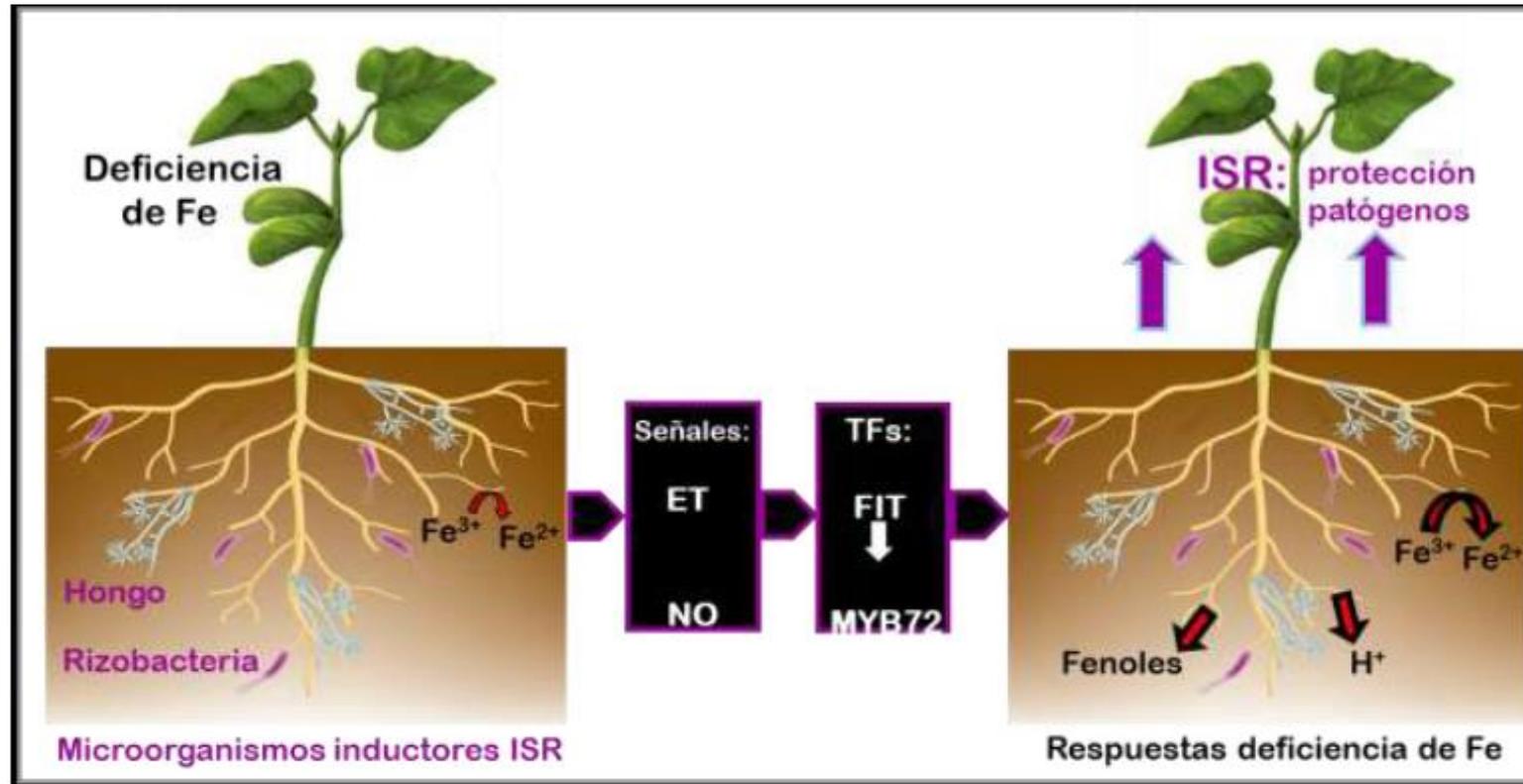


Figura1. Interrelación entre la regulación de las respuestas a la deficiencia de Fe en plantas dicotiledóneas y la resistencia sistémica inducida (ISR) por microorganismos rizosféricos.

Impacto esperado

- El uso de microorganismos ISR (rizobacterias y hongos) que puedan mejorar la nutrición férrica de las plantas se sitúa como una alternativa sostenible a uso de fertilizantes (principalmente quelatos).
 - Esta investigación promoverá el uso de alternativas bióticas para el sector agrícola ayudando a disminuir progresivamente el uso de fitosanitarios sintéticos y fertilizantes químicos.
 - Promover desde el sector estatal los incentivos necesarios para facilitar el desarrollo de estas “bioalternativas”.
 - Reforzar la formación del recurso humano.
- 
- A small green seedling with several leaves is growing out of a crack in a grey concrete surface. The background is a blurred, dark grey concrete wall with some reddish-brown stains.

Objetivos generales

- 1. Conocer mejor las similitudes entre la señalización de las respuestas a deficiencia de Fe en plantas dicotiledóneas y la ISR.
- 2. Estudiar microorganismos ISR (rizobacterias y hongos) que puedan ser beneficiosos para la nutrición férrica de plantas dicotiledóneas en suelos básicos.

Metodología y resultados

Aislamiento y caracterización bioquímica y microbiológica de microorganismos rizoféricos. Estudiar el efecto de la concentración de Fe en las respuestas a deficiencia de Fe provocadas por microorganismos.

Metodología:

1- Recolección de las muestras: Se colectaron muestras de suelo de 4 localidades diferentes de la región de Tonosí, región caracterizada por poseer suelos altamente alcalinos.

2- Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Microbiología Agrícola del IDIAP (CIA Recursos Genéticos- Rio Hato). El aislamiento de los microorganismos se hizo mediante dilución seriada. Se obtuvieron 110 aislados bacterianos y 39 hongos de las 4 localidades (A, B, C y D).

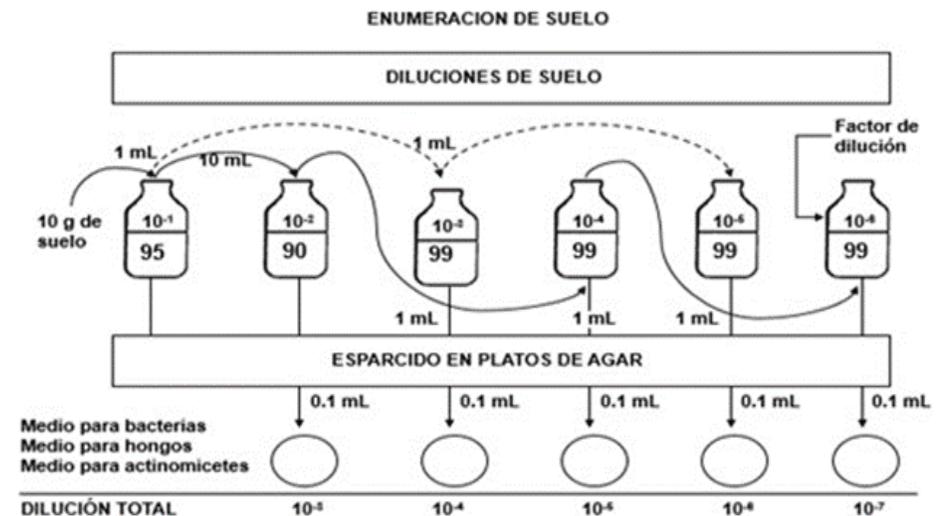


Figura 2. Procedimiento de aislamiento de microorganismos. Fuente: Universidad de Panamá. Escuela de Biología. Departamento de Microbiología y Parasitología. Guía de Microbiología de Suelos.

Resultados

- Los aislados fueron preservados en medio inclinado TSA (bacterias) y PDA (hongos) para su posterior uso.
 - La identificación de cepas con potencial para la producción de sideróforos (moléculas secretadas por microorganismos en condiciones de deficiencia de hierro para secuestrar el hierro de su entorno), fue realizada mediante la técnica de Cromozaurol (CAS) MILAGRES *et al.*, 1999. Detection of siderophore production from several fungi and bacteria by a modification of chrome azurol S (CAS) agar plate assay. *Journal of Microbiological Methods* 37,1–6. (detección cualitativa) y la técnica de Arora & Verma, 2017. *Modified microplate method for rapid and efficient estimation of siderophore produced by bacteria.* *3 Biotech* (2017) 7:381. (para la detección cuantitativa).
-



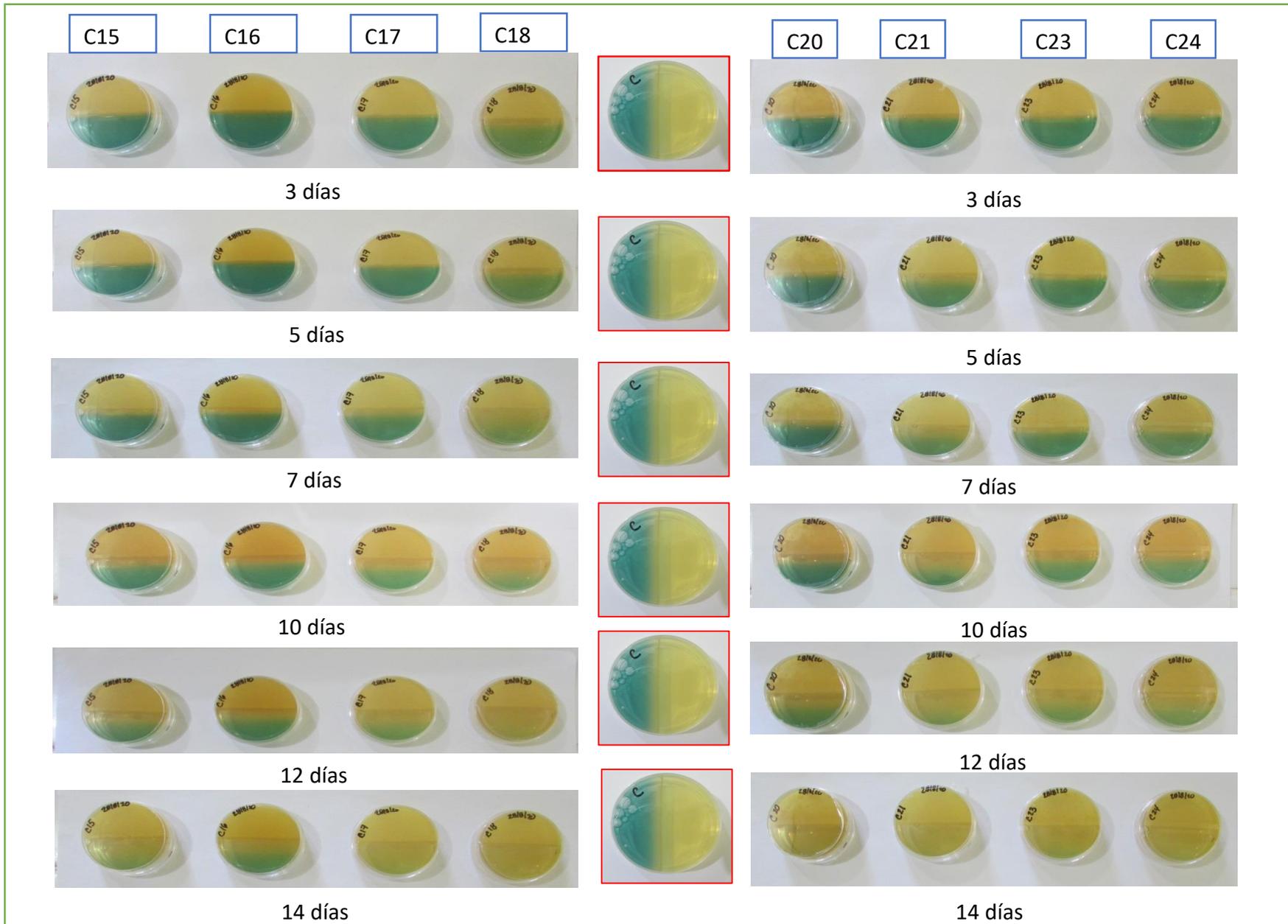


Figura 3. Prueba cualitativa de detección de sideróforos en bacterias aisladas de suelos de Tonosí (Localidad C). Han sido ensayadas un total de 28 cepas de esta localidad, de las cuales 8 han sido seleccionadas por su rapidez en la degradación del medio cromoazuról. Ensayos con cepas de la localidad D (28 cepas), se encuentran en etapa final de evaluación.

9	10	11	12	Tiempo
				5 días
				7 días
				9 días
				12 días
				14 días

13	14	15	16	Tiempo
				5 días
				7 días
				9 días
				12 días
				14 días

Figura 4. Prueba cualitativa de detección de sideróforos en hongos aislados de suelos de Tonosí. Han sido ensayados un total de 22 hongos. La actividad solubilizadora de Fe se comprueba mediante el cambio de color del medio de cultivo por la degradación del medio CAS.

Resultados

- Detección cuantitativa por espectrofotometría (34 cepas). Se cuantifica las PSU (unidades formadoras de sideróforos).
 - Valores obtenidos oscilan 46 a 79 **PSU**. Los aislados con mayores valores serán utilizados para su evaluación en casa de vegetación en cultivo de arroz.



Gráfico 1. Valores PSU de aislados bacterianos de suelos básicos de Tonosí.

Consideraciones finales

Hasta la fecha, se han identificado un total de 30 cepas con potencial de producción de sideróforos. Pruebas de fijación de Nitrógeno, producción de ácido indolacético (AIA) y solubilización de fósforo se han realizado como pruebas complementarias.



Pruebas de promoción de crecimiento y captación de Fe en cultivo de arroz (en casa de vegetación), serán realizadas para evaluar la eficacia de los aislados seleccionados.