



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ALIMENTOS**  
Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos

**Evaluación del contenido proteico y energético en semilla de  
frijol tépari (*Phaseolus acutifolius*) bajo la influencia de  
bacterias benéficas**

**TESIS**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

Presenta:

**Prabhakaran Renganathan**

Hermosillo, Sonora

Agosto de 2017

## RESUMEN

La salinidad del suelo es un estrés abiótico que reduce el crecimiento de los glicófitas y disminuye su producción y establecimiento. El frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) es una leguminosa bien adaptada para la sequía y la sal; y se cultiva desde hace más que 5000 años en diversas regiones del desierto de Sonora, México y se consume como fuente de proteína en la dieta. Sin embargo, la productividad del frijol tépari ha disminuido principalmente por la disponibilidad del nitrógeno en el suelo. Tradicionalmente, los agricultores suelen aplicar fertilizantes químicos para compensar la deficiencia de nitrógeno para el crecimiento del frijol tépari. Sin embargo, la adición excesiva y continua de fertilizantes químicos en el suelo puede afectar el crecimiento de las plantas por aumento en la salinidad en los suelos. Por lo tanto, es muy importante desarrollar plantas de tolerancia a la sal. La aplicación de bacterias halotolerante fijadoras de nitrógeno podría ser una práctica novedosa para mitigar el estrés salino y mejorar la productividad y rendimiento de los cultivos en regiones de Sonora afectadas por la sal. El presente estudio se enfocó en la selección de bacterias halotolerantes basadas en su capacidad de fijación nitrógeno y solubilización de fosfatos bajo condiciones de salinidad. Se aisló un gran número de colonias de bacterias halotolerantes asociadas a las semillas de frijol tépari que se cultiva en el desierto de Sonora. Basados en las características morfológicas y su crecimiento prolífico en medio salino (0, 0,25, 0,5 y 0,75 NaCl), se seleccionaron 24 colonias de las bacterias halotolerantes y se evaluó la actividad de la nitrogenasa. Entre las 24 bacterias aisladas, sólo una cepa codificada como RP22, mostró una alta actividad nitrogenada de  $6,97 \pm 1,1$  nmol cultivo<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> en comparación con el control *Azospirillum halopraeferens* AU10. La cepa RP22 fue identificada como *Bacillus amyloliquefaciens* basada en la secuenciación parcial de 16S rRNA. Se evaluó el efecto de *B. amyloliquefaciens* RP22 sobre el crecimiento de los ecotipos de tépari expuestos a la alta nivel de salinidad (0,25 y 0,5 M de NaCl) comparándose con una halobacteria promotora del crecimiento vegetal conocida como *Azospirillum halopraeferens* AU10, bajo condiciones de *in vitro* e invernadero.

Los resultados revelan que la inoculación de frijol tépari con *B. amyloliquefaciens* RP22 mostró un aumento significativo en todos los parámetros de crecimiento evaluados a la concentración de 0,25 M de NaCl en comparación de 0,5 M. Esta contribución a la tolerancia de salinidad fue también mejor en las plantas inoculadas con *B. amyloliquefaciens* RP22 que *A. halopraeferens* AU10. Se realizaron más estudios para evaluar el uso potencial de *B. amyloliquefaciens* RP22 en comparación con *A. halopraeferens* AU10 para mejorar el rendimiento y el perfil nutricional de la semilla de tépari en condiciones de campo. Las variables evaluadas de crecimiento de frijol tépari se incrementaron significativamente por la inoculación de *B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10 bajo condiciones de campo. El mayor porcentaje de germinación se observó significativamente entre los 8 y 12 días con la inoculación de *B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10 en comparación con el control no inoculado. De la misma manera, la producción se incrementó significativamente con las bacterias *B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10 en EMP (1049 kg ha<sup>-1</sup>), y IY (1021 kg ha<sup>-1</sup>) en comparación con el control no inoculado (947 kg ha<sup>-1</sup>).

En relación a las propiedades nutricionales de la semilla de frijol tépari, los resultados muestran que ambos inoculantes (*B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10) aumentaron las concentraciones de proteína cruda, proteína soluble, cenizas y peso de 100 semillas g<sup>-1</sup>. Asimismo, la proteína cruda de frijol tépari fue favorecida por inoculantes (*B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10) con una porcentaje 8 y 7 en EMP, respectivamente. En relación al contenido total de proteínas, *B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10 aumentaron en EMP en comparación del ecotipo IY. Como conclusión, nuestro estudio demuestra que las cepas halotolerantes asociadas y evaluadas en frijol tépari, *B. amyloliquefaciens* RP22 y *A. halopraeferens* AU10, pueden utilizarse como biofertilizantes potenciales para el crecimiento y producción de frijol tépari en regiones de Sonora afectadas por la salinidad.

Palabras Clave: salinidad, frijol tepari, halófito, zonas áridas, Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (BPCV).