

FURFURAL REMOVAL FROM LIQUID SYSTEMS BY ACTINOBACTERIA

Echeverría, Macarena C. ⁽¹⁾ Benimeli, Claudia S. ^(2,3)

(1) Grupo de Investigación Sobre Temas Ambientales y Químicos (GISTAQ), Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Chaco

E-mail: macarenacecheverria@gmail.com

(2) Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI-CONICET), Tucumán

(3) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca

E-mail: cbenimeli@yahoo.com.ar

Abstract

Many industries such as petrochemical, pulp and paper, pharmaceutical, and food industries involve processes that use or produce furfural. Furfural is a heterocyclic aldehyde obtained by dehydrating at high temperatures of xylose; therefore, it is a characteristic compound present in acid hydrolyzates in which the furfural concentration can usually reach 2–3 g/l. In the region Northeast of Argentina (NEA), furfural is produced from detanized quebracho sawdust. In NEA, wastewaters derived from furfural production contain around 800 mg/l of this compound, which can cause toxic effects on living systems if they are released into the environment without proper treatment. In the present work, the removal of different concentrations of furfural by actinobacteria from liquid systems was studied. Isolates of actinobacteria called L4, L6, L9 and L13 obtained from sediments of stabilization ponds of a furfural-producing plant in the NEA region, and *Streptomyces* sp. A5, A6, A12 and M7, obtained from sites contaminated with other xenobiotic compounds, were selected on base of their tolerance to furfural in Starch Casein Agar medium. In order to select the most efficient actinobacteria with respect to their growth and furfural removal ability in liquid medium, Minimal Medium (MM) added with a furfural concentration of 418±1 mg/l as the only carbon and energy source was used. This selection was carried out by determining the minimum relationship between the concentration of residual furfural and the microbial growth. *Streptomyces* sp. A12 and M7 and strain L9 were selected because they showed the minimal relationship. Subsequently, the selected strains, as pure and mixed cultures, were inoculated in MM supplemented with furfural 807±10 mg/l as the only carbon and energy source. The results showed that the three pure cultures were able to grow and develop under these conditions; however, the culture for which the relationship mentioned above was minimal, was the consortium formed by the actinobacteria L9, A12 and M7. In order to evaluate the effectiveness of the bioremediation process, ecotoxicity tests were carried out using *Raphanus sativus* seeds (radish, Punta Blanca variety). The culture supernatants were evaluated before and after its treatment for each condition. In response, inhibition of germination and elongation of the radicle and hypocotyl were determined in the presence of furfural. Significant increases in these bioindicators ($p < 0.05$) were obtained when the treatment was carried out with the consortium formed by the actinobacteria L9, A12 and M7. The results obtained suggest that the selected actinobacteria consortium represents a promising bioremediation tool for the treatment of effluents containing furfural.

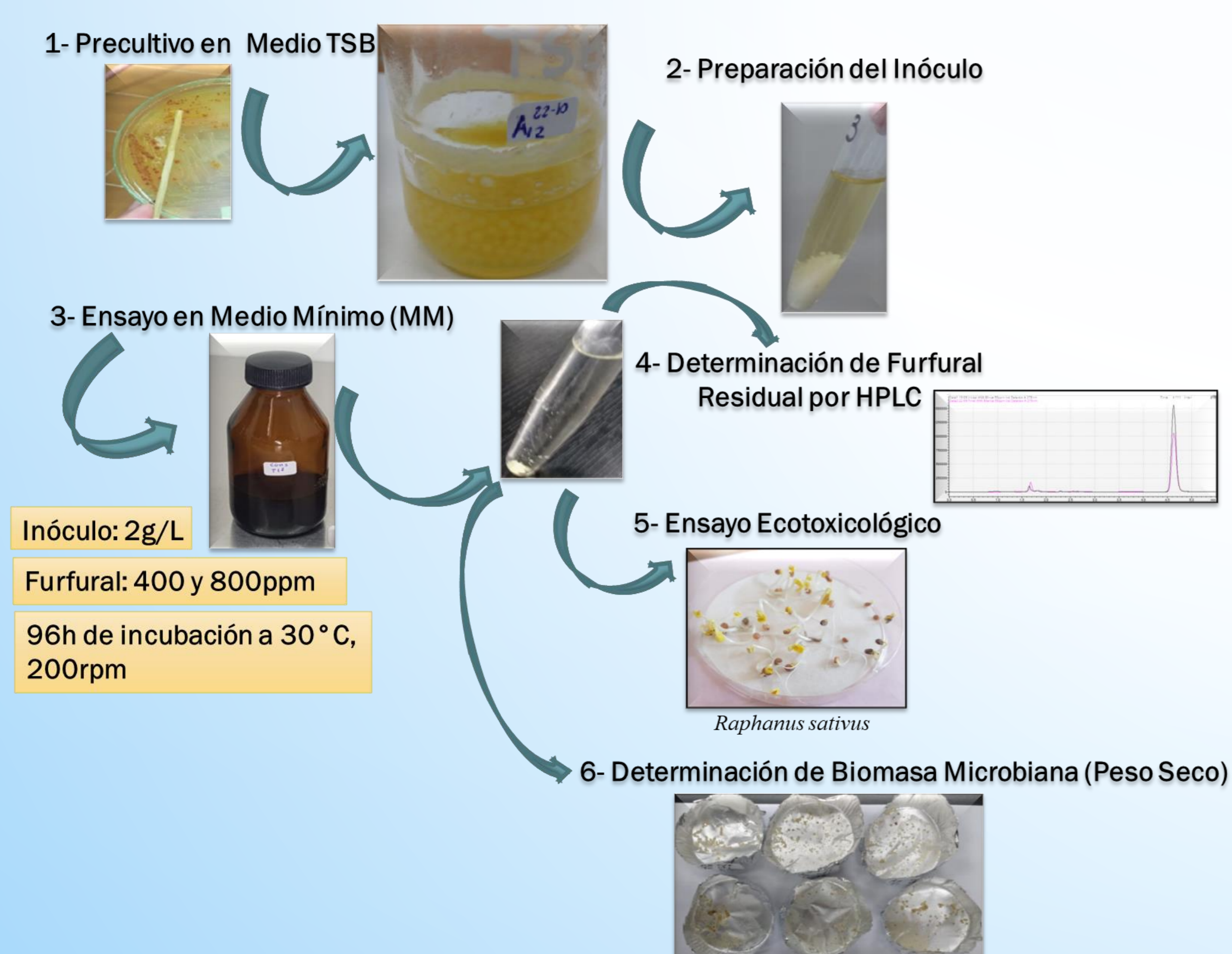
Keywords: Furfural, Actinobacteria, Bioremediation.

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo seleccionar actinobacterias en base a su capacidad de tolerancia y remoción de furfural, puras o en consorcio, para su posible aplicación en tratamientos de efluentes industriales contaminados.

Materiales y Métodos

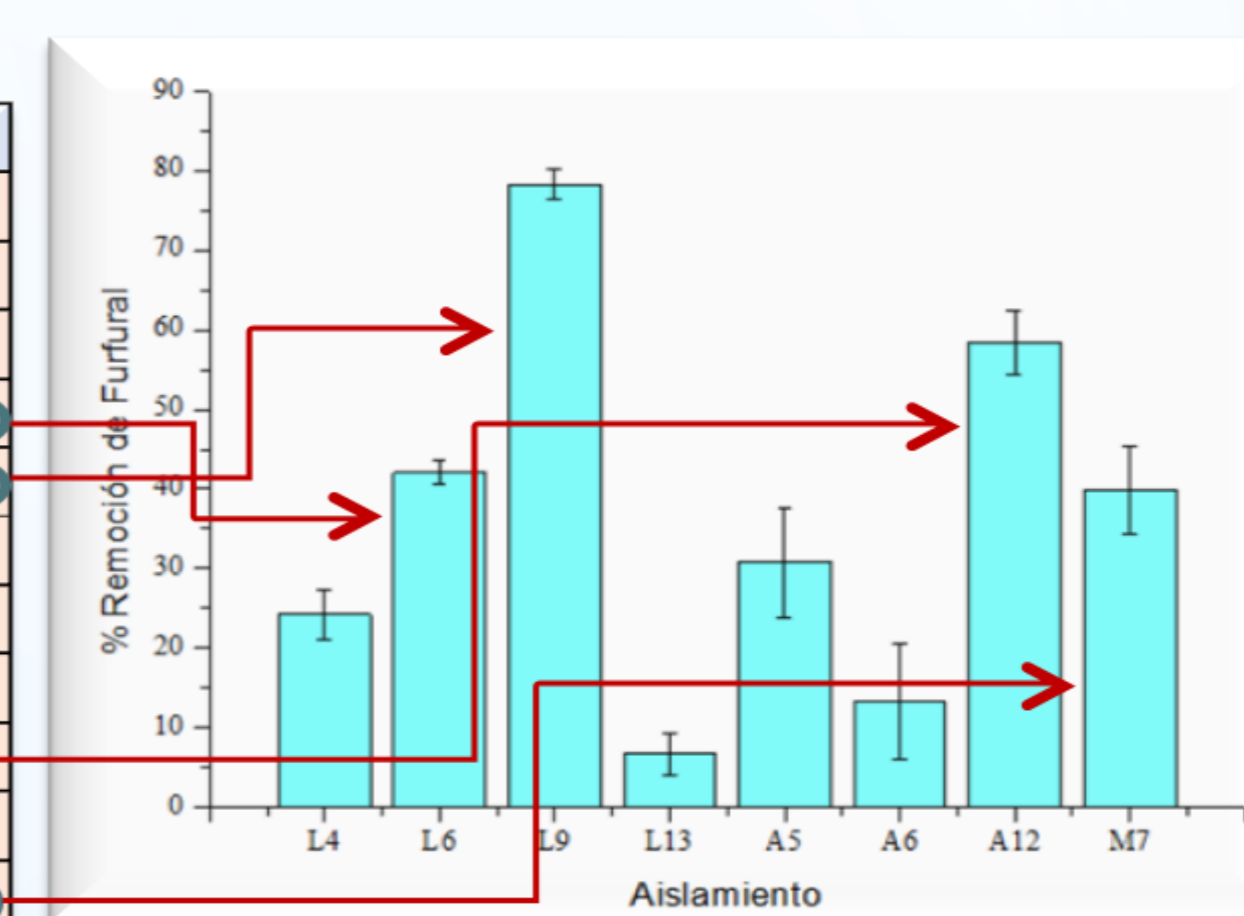
Crecimiento microbiano y remoción de furfural en Medio Mínimo suplementado con furfural como única fuente de carbono.



Resultados

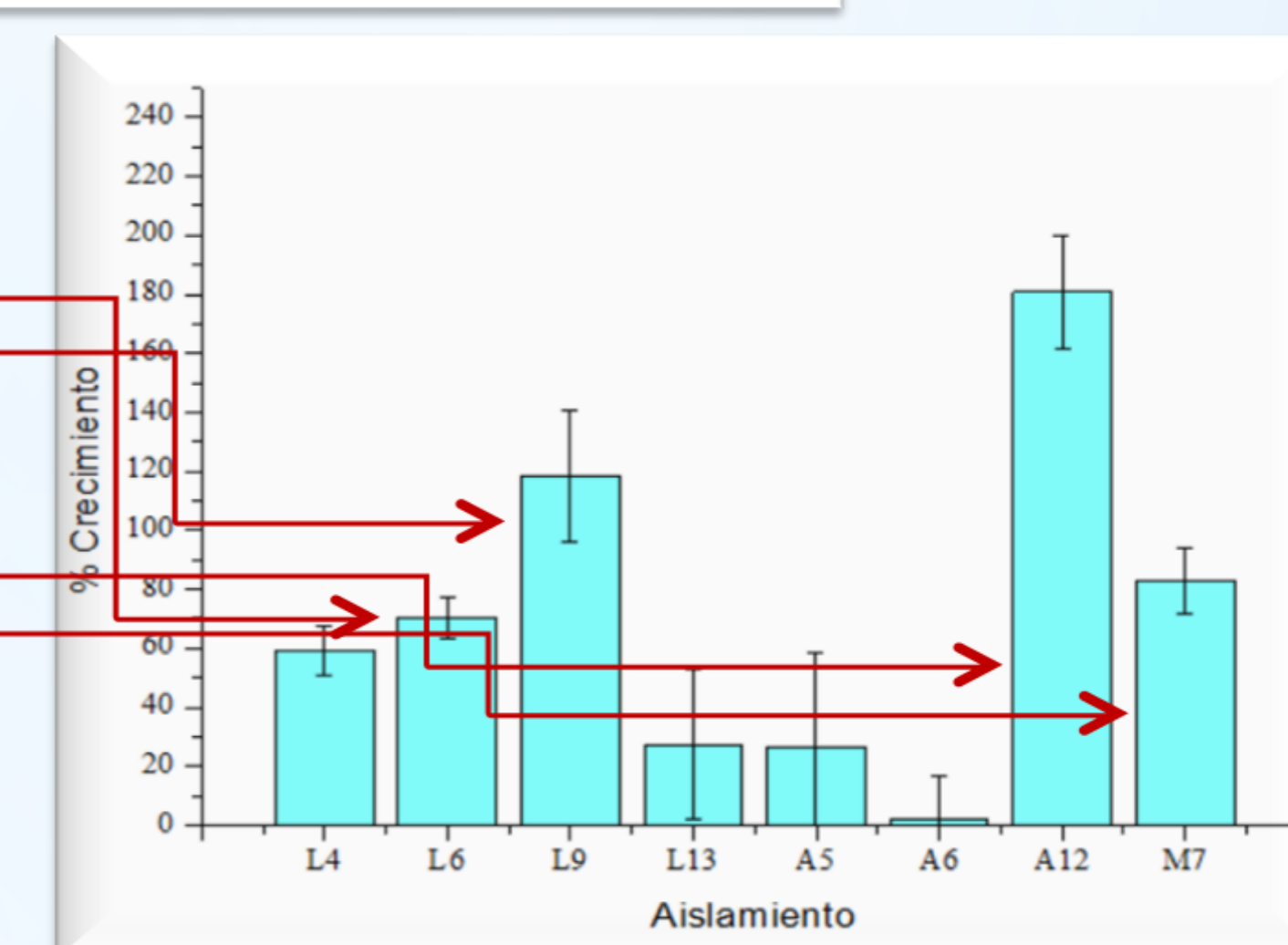
Remoción de furfural y crecimiento microbiano en Medio Mínimo. Selección de las actinobacterias más eficientes:

Aislamiento	Furfural Inicial (ppm)	Furfural Residual (ppm)	%Remoción
L4	417,9±0,9	316,9±12,9	24,2±3,1
L6	417,9±0,9	241,8±6,1	42,1±1,5
L9	417,9±0,9	90,7±7,9	78,3±1,9
L13	417,9±0,9	390,1±11,1	6,7±2,7
A5	417,9±0,9	289±5,7	30,8±6,9
A6	417,9±0,9	362,8±30,5	13,2±7,3
A12	417,9±0,9	173,8±16,5	58,4±4,0
A14	417,9±0,9	368,2±0,0	11,9±0,0
M7	417,9±0,9	251,09±22,9	39,9±5,5



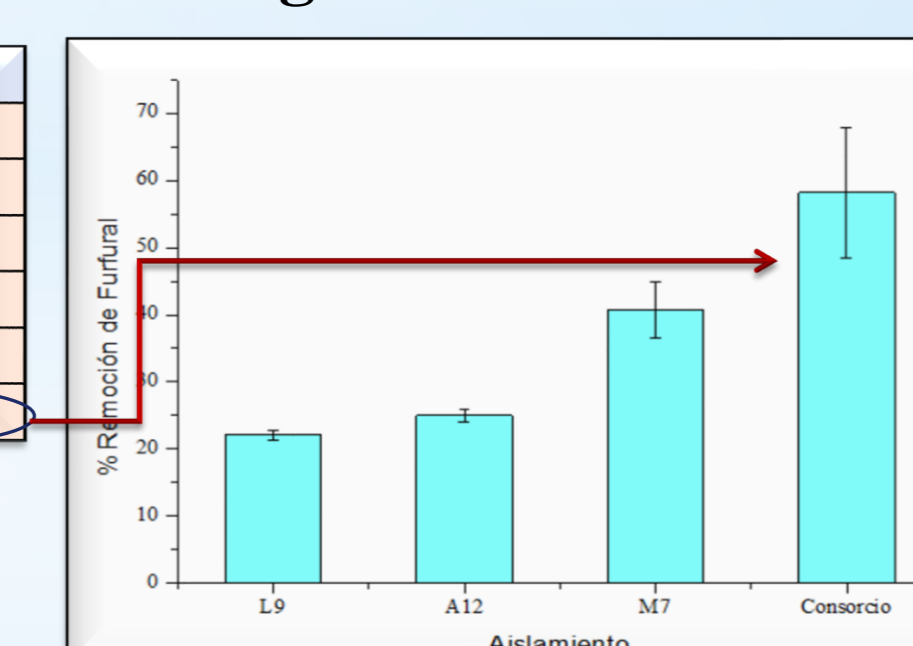
Furfural Inicial 418±1 mg/l

Aislamiento	Peso Inicial	Peso final	%Crecimiento
L4	0,1989±0,0069	0,3167±0,0660	59,2±8,6
L6	0,1183±0,0024	0,2017±0,0589	70,4±6,8
L9	0,3100±0,0318	0,6767±0,0203	118,3±22,4
L13	0,2367±0,0433	0,3017±0,1061	27,5±25,6
A5	0,0789±0,0195	0,1000±0,0236	26,8±31,5
A6	0,1244±0,0190	0,1267±0,0189	1,8±15,6
A12	0,035±0,0024	0,0983±0,0165	180,9±18,9
M7	0,0311±0,0019	0,0567±0,0094	82,9±11,3



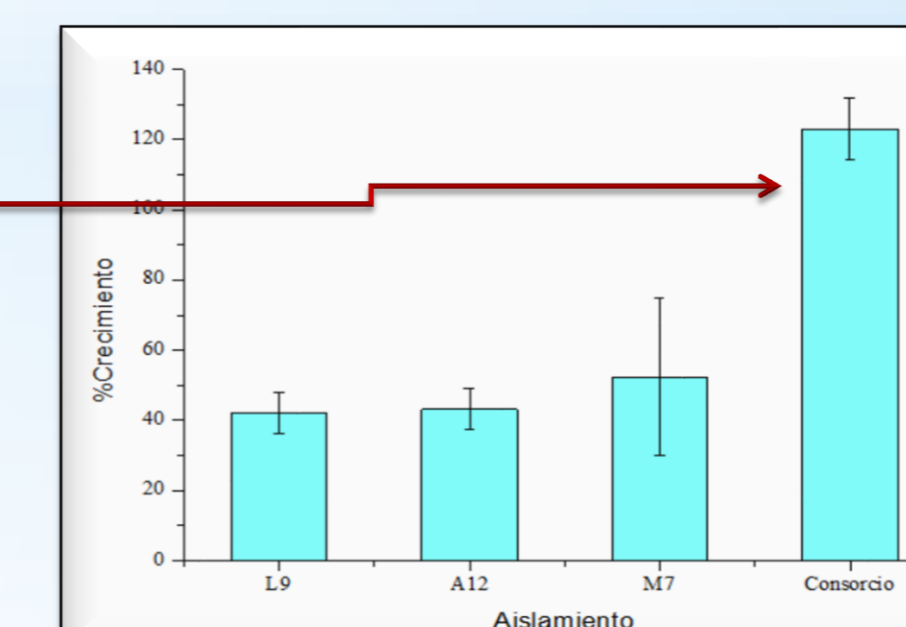
Capacidad de crecimiento microbiano y remoción de furfural de las actinobacterias seleccionadas, puras y en consorcio, en una concentración de furfural análoga a la del efluente real:

Aislamiento	Furfural Inicial (ppm)	Furfural Residual (ppm)	%Remoción
L9	806,5±9,7	628,1±5,8	22,1±0,7
A12	806,5±9,7	605,0±8,2	25,0±1,0
M7	806,5±9,7	477,4±34,1	40,8±4,2
Consortio	806,5±9,7	337,5±77,8	58,2±9,7

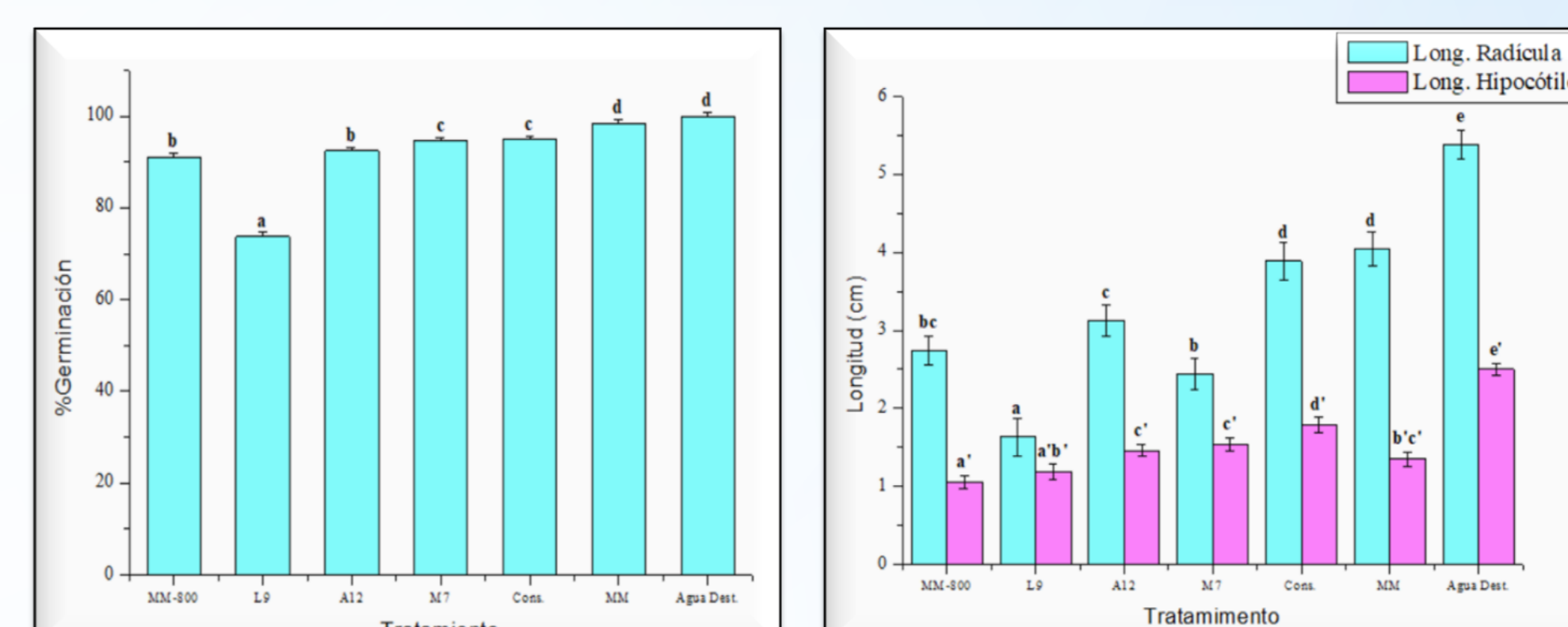


Furfural Inicial 807±10 mg/l

Aislamiento	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	%Crecimiento
L9	0,1983±0,0495	0,2816±0,0118	42,0±5,9
A12	0,1583±0,0024	0,2266±0,0094	43,2±6,0
M7	0,1050±0,0024	0,1600±0,0236	52,4±22,5
Consortio	0,0800±0,0141	0,1783±0,0071	122,9±8,8



Ensayos ecotoxicológicos con los sobrenadantes obtenidos a partir de los tratamientos con actinobacterias:



a) Porcentajes de germinación de *R. sativus*. b) Longitud de hipocótilos y radículas de *R. sativus*. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos y sus respectivos controles ($p < 0,05$).

Conclusiones

- De las actinobacterias evaluadas en los ensayos en MM suplementado con 418±1 mg/l de furfural, se seleccionó el aislamiento L9 y las cepas *Streptomyces* sp. A12 y M7, por presentar el mínimo valor de la relación furfural residual/% de crecimiento.
- Las cepas seleccionadas se evaluaron puras y en cultivo mixto en MM suplementado con una mayor concentración de furfural (807±10 mg/l). El cultivo mixto, formado por las actinobacterias L9, A12 y M7, fue el más eficiente con respecto a su crecimiento y capacidad de remoción de furfural por presentar la mínima relación entre la concentración de furfural residual y el crecimiento microbiano.
- Los ensayos de ecotoxicidad muestran un aumento significativo ($p < 0,05$) en todos los bioindicadores evaluados para el tratamiento con el cultivo mixto L9-A12-M7, respecto al sistema líquido sin tratar, indicando de este modo, que los efectos tóxicos causados por el furfural fueron revertidos por el tratamiento de biorremediación realizado.

Los resultados obtenidos sugieren que las actinobacterias estudiadas, en consorcio, representan una herramienta de biorremediación prometedora para el tratamiento de efluentes contaminados con furfural.