

PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO EN PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) POR LEVADURAS PSICRÓFILAS.



Presentado por:

Paola Andrea Moreno Fuelantala.

Valeria Andrea Osorio López

Asesores:

Laura Cuervo Soto

Jovanna Acero Godoy

INTRODUCCIÓN

PRODUCCION MUNDIAL DE TOMATE EN TONELADAS

Condiciones edafoclimáticas.

Crecimiento: 0 msnm hasta 1500msnm

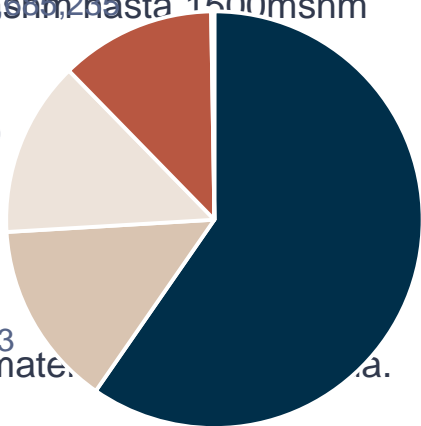
T°: 20 a 25 °C

24,490,820

HR: 60 – 85%

pH: 6.0 a 7.0

Suelo: Rico en mate.



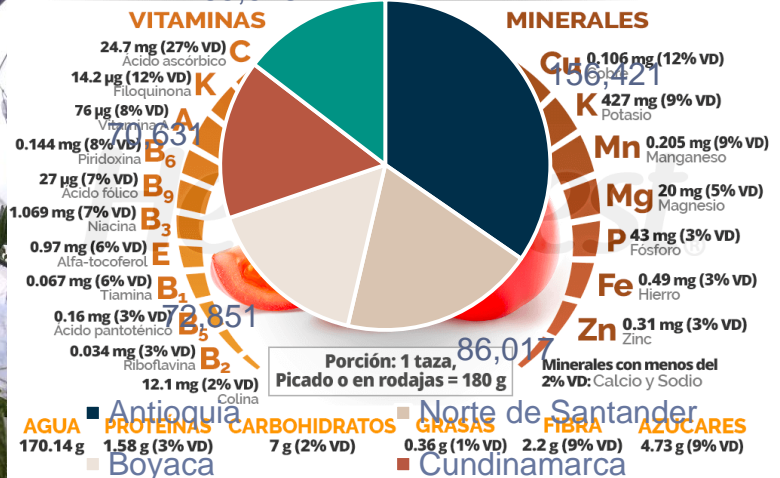
■ Asia ■ America ■ Europa ■ Africa ■ Oceania

Tomada de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>



PRODUCCION DE TOMATE EN COLOMBIA EN TONELADAS

Información Nutricional Tomate



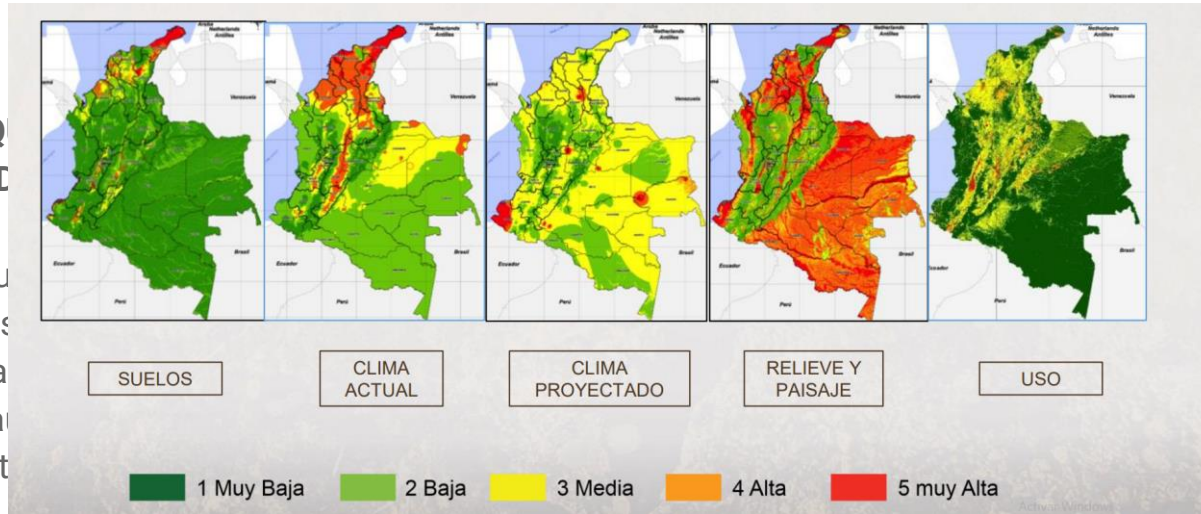
Tomada de: <https://www.herbazest.com/es/hierbas/tomate>

Tomada de: <https://www.agronegocios.co/agricultura/cuales-son-las-regiones-que-mas-producen-tomate-272869>

INTRODUCCIÓN

FERTILIZANTES QUÍMICOS

Los fertilizantes químicos son ampliamente utilizados debido a su alta eficiencia, pero en la actualidad se observa una indiscriminada aplicación que ha provocado una disminución en ferti-



Tomada de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/24277/69989379/Lanzamiento+mapa+Salinizacion+FN+OPT.pdf/624515d0-799d-41ef-b1ef-bb7e868680f3>

Tomada de:

https://hydroenv.com.mx/catalogo/images/28_categorias-guias/categoria-ficha-guia-fertilizantes.jpg

Tomada de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/24277/69989379/Lanzamiento+mapa+Salinizacion+FN+OPT.pdf/624515d0-799d-41ef-b1ef-bb7e868680f3>

INTRODUCCIÓN



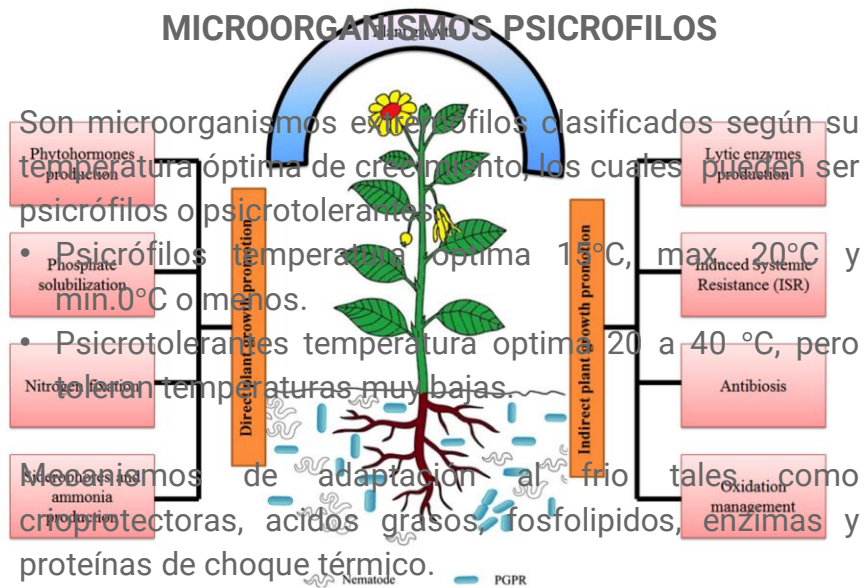
- Producción de nitrógeno.
- Sideroforos

MICROORGANISMOS PSICROFILOS

Son microorganismos extremófilos clasificados según su temperatura óptima de crecimiento, los cuales pueden ser psicrófilos o psicrotolerantes.

- Psicrófilos temperatura óptima 15 °C, max. 20°C y min. 0°C o menores.
- Psicrotolerantes temperatura óptima 20 a 40 °C, pero toleran temperaturas muy bajas.

Mecanismos de adaptación al frío tales como crioprotectoras, ácidos grasos, fosfolípidos, proteínas de choque térmico.



Tomada de <https://www.mexicodesconocido.com/wp-content/uploads/2016/12/nevado-de-toluca-parque-1600.jpg>,
<http://www.inach.cl/inach/wp-content/uploads/2017/03/C.-Shene.-En-bah%C3%81a-Fildes.-800x509.png>,
<http://2.bp.blogspot.com/-wf-zyP3fSng/UcS4oWGJ3sI/AAAAAAAAABmY/4HLt0QE9rg/s1600/1.jpg>,
<https://3.bp.blogspot.com/-rG9bJ49Pfo/WD3t4yHSZjI/AAAAAAAAABII/i3GmyFj-Klo2034N3zAjNQCVVbTGlorwCEw/s1600/cazadores%2Bde%2Bzimas.jpg>.

Tomada de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878818118306546>

ANTECEDENTES

Sanchez et al. 2005.

Microorganismos aislados de la Rizosfera de frailejones *E. grandiflora* y *C. effusa* (Páramo “El granizo”, Monserrate-Colombia)

P. putida, *P. aeruginosa*
Enterobacter sp. *Penicillium*,
Trichoderma sp., *Rhodotorula*
sp.

Solubilizadores de fosfatos y producían AIA.

Mejores promotores en la planta de avena *Rhodotorula* spp., *P. aeruginosa* y *Enterobacter* spp.

Thomas-Hall et al. 2009

Levaduras aisladas de los glaciares Forni y Sforzellina de los Alpes italianos.

Estudio filogenético determinación de tres especies nuevas: *Mrakia robertii* sp. nov., *Mrakia blollopis* sp. nov. y *Mrakiella niccombsii* sp

Saha y Seal et al. 2015

Rhodotorula mucilaginoso aislada de planta de humedal *Typha angustifolia* (Jaduguda, India)

Levadura inoculada a plántulas de arroz con 3 semanas de edad y analizadas a 6 y 24hrs post-infección.

Análisis molecular de los genes (PCR y microarrays)

Genes identificados mostraron cambios metabólicos benéficos para la planta.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Evaluar el efecto de levaduras psicrófilas en la promoción de crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Objetivos Especificos.

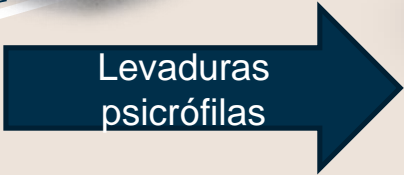
- Establecer el efecto de las levaduras psicrófilas en la promoción de crecimiento en plántulas de tomate (***Solanum lycopersicum***) bajo condiciones de invernadero.
- Caracterizar mecanismos promotores de crecimiento vegetal como los son ácido indolacético, solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y producción de amonio en levaduras psicrófilas promotoras de crecimiento en plantas de tomate.
- Analizar la tolerancia de las levaduras psicrófilas a diferentes concentraciones salinas, para ser usadas como mitigadoras de estrés salino en plantas de tomate.

MATERIALES Y METODOS

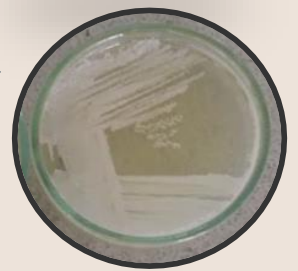
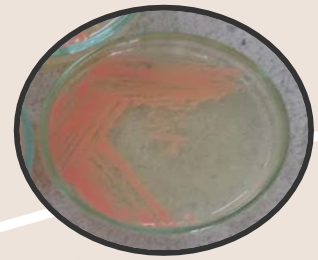


Volcán Xinantécatl
(Nevado de Toluca)

Zona de colecta Planta nativa y
Nieve



Rhodotorula spp.



Makria spp y LB3

Dr. Ramón Batista García de la Universidad Autónoma del estado
de Morelos-México.

MATERIALES Y METODOS

1. Establecer el efecto de las levaduras psicrófilas en la promoción de crecimiento en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero.

Rhodotorula
SEMILLAS DE
TOMATE spp.

Cepas aisladas de



- Lavado y desinfección con hipoclorito a 5% (5 ml).
- 3 lavados con agua destilada esterilizada.
- plantas control inoculadas con 1.0 ml de solución Hoagland.
- lavado con alcohol 70% (3 min)
- lavar 3 veces con agua destilada estéril

Selección plantas con 4 hojas verdaderas
Trasplante a vasos con tierra estéril.
Inoculación con 1.0 ml de inóculo (DO: 0.4)
plantas control inoculadas con 1.0 ml de solución Hoagland.

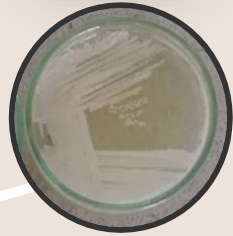
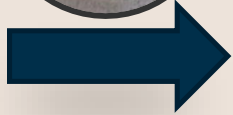
Siembra en turba
Aislamientos en caldo estéril
Sabdarpuzo

Pasados 30 días 20 días de germinación con 4 microorganismos medición variables
notas verdaderas
(longitud, peso fresco y seco)
Inoculación a 18-22°C por 48 h.
aplicando el programa ANOVA
Fotoperiodo 12/12

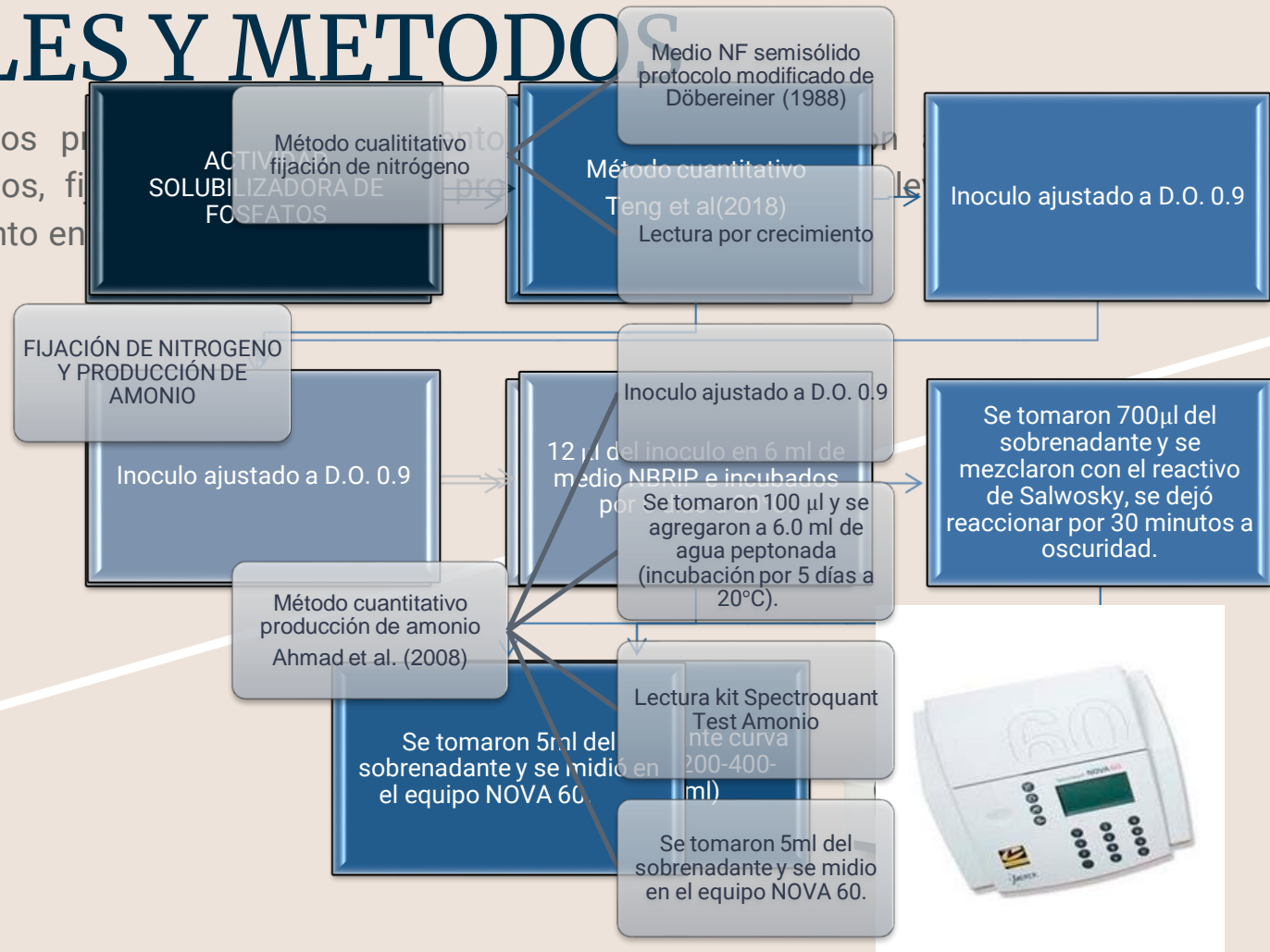
MATERIALES Y METODOS

2. Caracterizar mecanismos por solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y promotoras de crecimiento en

Rhodotorula spp.



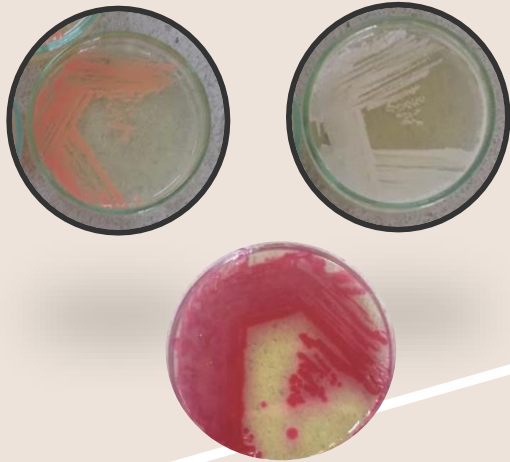
Makria spp y LB3



MATERIALES Y METODOS

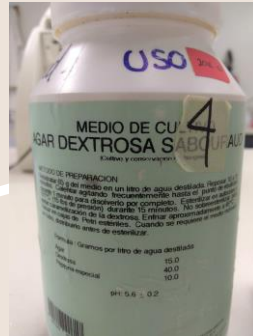
3. Analizar la tolerancia de las levaduras psicrófilas a diferentes concentraciones salinas, para ser usadas como mitigadoras de estrés salino en plantas de tomate.

Rhodotorula spp. *Makria* spp y LB3

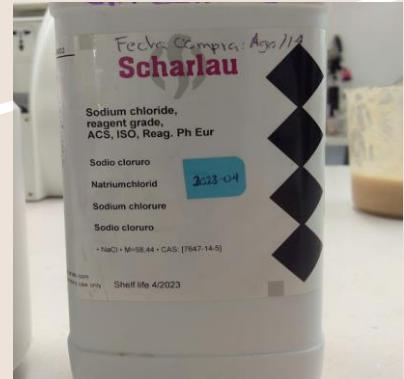


Azospirillum spp.

Cepas a evaluar



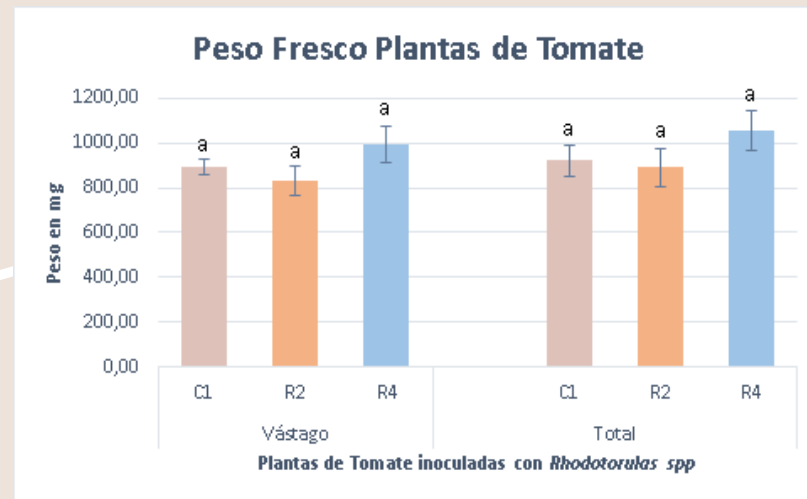
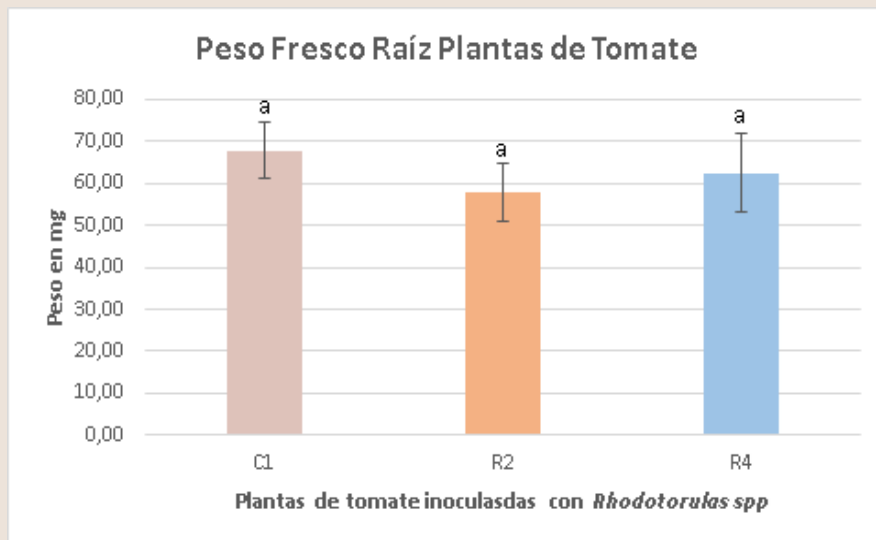
Medio de cultivo
Sabouraud y nutritivo



Cloruro de Sodio

RESULTADOS Y DISCUSION.

1. Establecer el efecto de las levaduras psicrófilas en la promoción de crecimiento en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero.

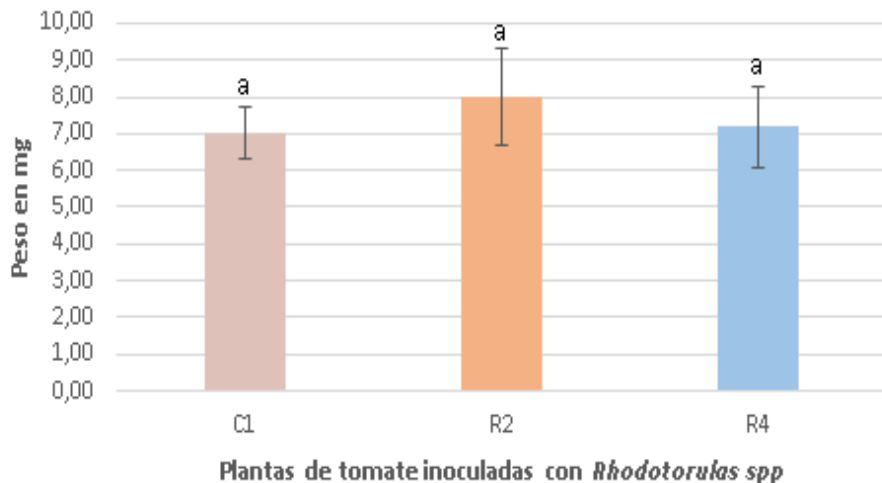


No se observaron diferencias significativas de peso fresco por parte de las *Rhodotorulas spp* con respecto al control negativo.

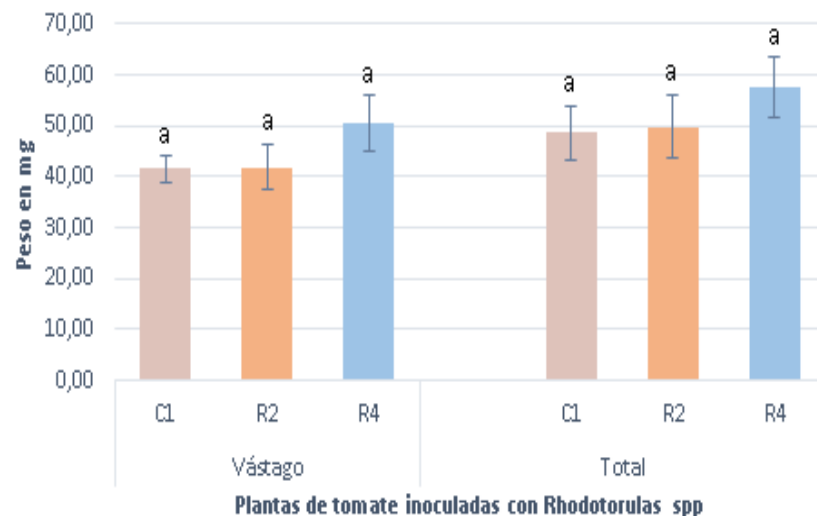
Estadística usada ANOVA
P > 0.05

RESULTADOS Y DISCUSION.

Peso Seco Raíz Plantas de Tomate

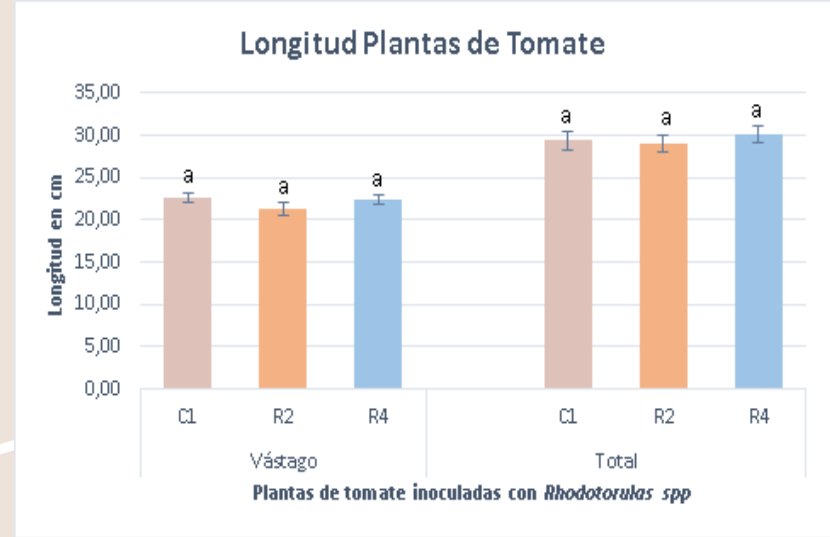
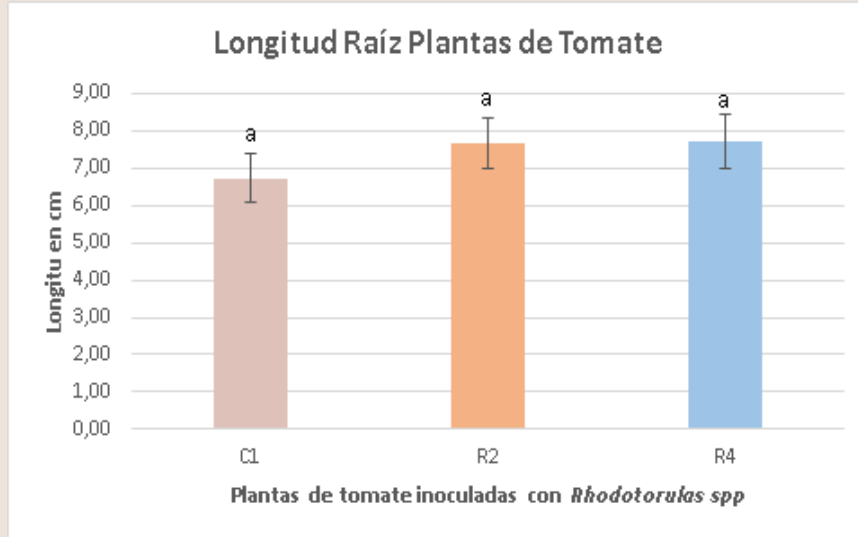


Peso Seco Plantas de Tomate



No se observaron diferencias significativas de peso fresco por parte de las *Rhodotorulas spp* con respecto al control negativo.

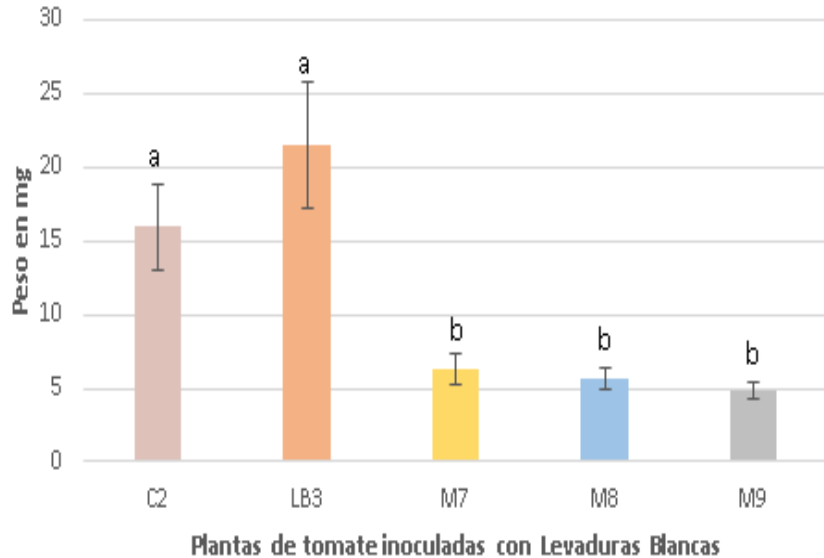
RESULTADOS Y DISCUSION.



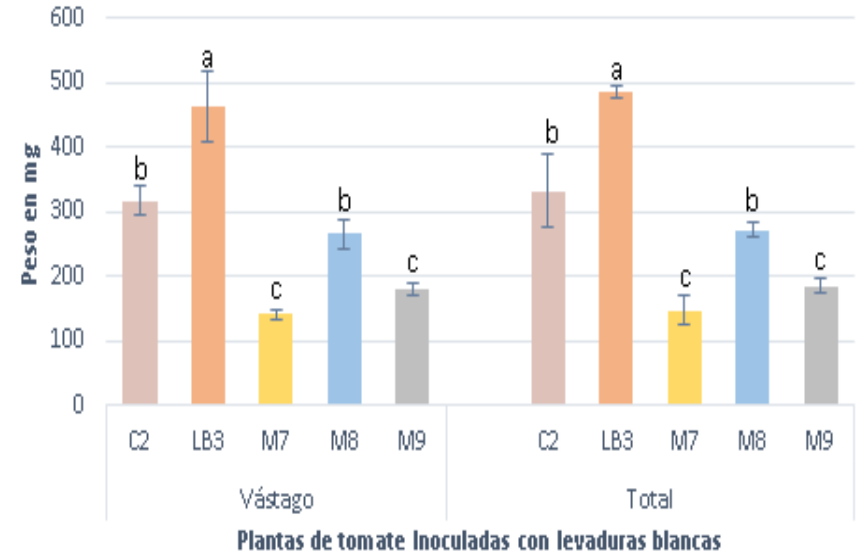
Sanchez et al. 2005, analizaron la promoción de crecimiento teniendo en cuenta la longitud de plantas de avena inoculadas con *Rhodotorula spp* (long entre 8 y 10 mm) y control (7-10mm).

Promoción de crecimiento de tomate con cepas de *Makria* spp. (M7, M8 y M9), y LB3.

Peso Fresco Raíz Plantas de Tomate



Peso Fresco Plantas de Tomate

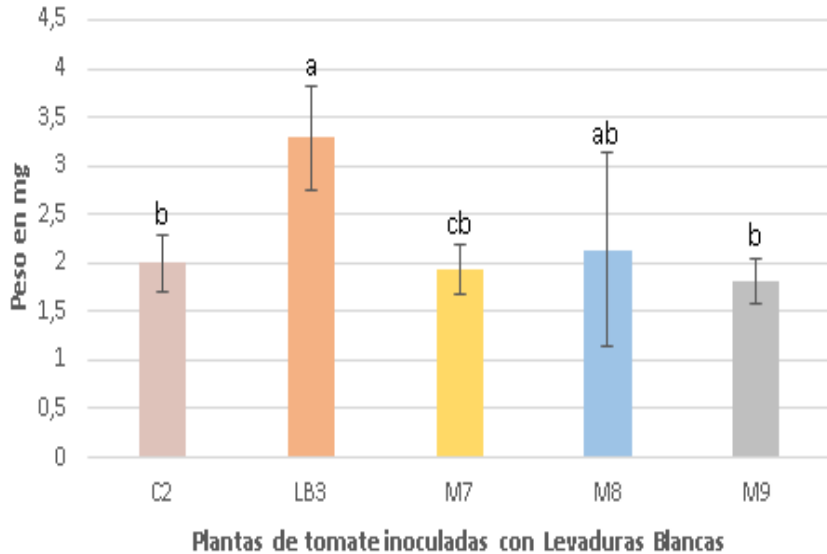


Se encontró una diferencia significativa de peso fresco y peso seco del vástago y total de la planta por parte de la Levadura 3 con respecto al control negativo.

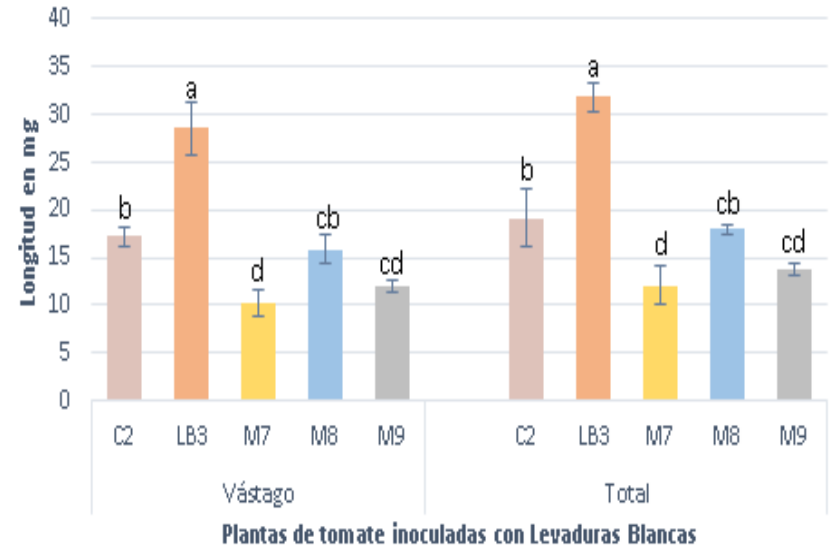
Estadística usada ANOVA
P > 0.05

Promoción de crecimiento de tomate con cepas de *Makria* spp. (M7, M8 y M9), y LB3.

Peso Seco Raíz Plantas de Tomate

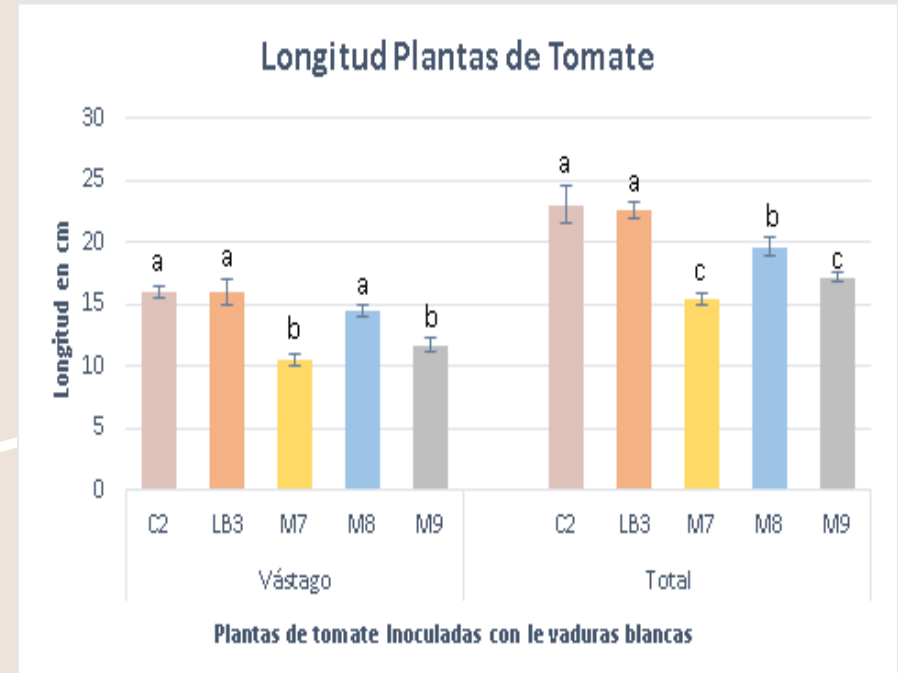
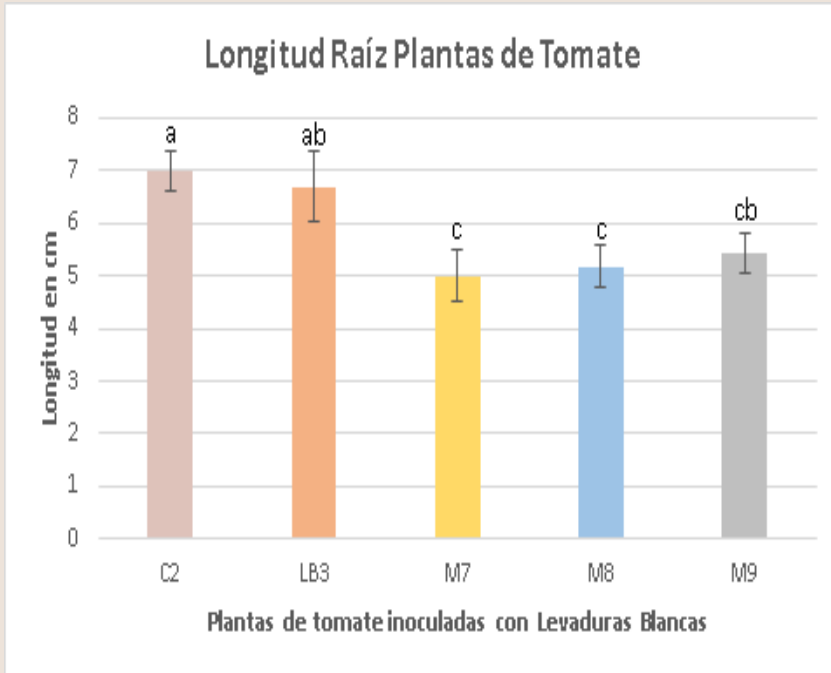


Peso Seco Plantas de Tomate



Peña y Reyes 2013 estudiaron microorganismos aislados de la planta *Lactuca sativa*, y fueron probados en la planta de frijol, en donde encontraron que aumentaba el peso de la planta inoculada con el microorganismo con respecto al control. Frijol con cepa 33 peso 55 mg y Control 35 mg

Promoción de crecimiento de tomate con cepas de *Makria* spp. (M7, M8 y M9), y LB3.



Sun PF et al. 2014, evaluaron microorganismos que promuevan el crecimiento. La levadura *Hannaella coprosmaensis* produjo 23 raíces laterales y el control 3 raíces laterales por planta.

2. Caracterizar mecanismos promotores de crecimiento vegetal como los son ácido indolacético, solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y producción de amonio en levaduras psicrófilas promotoras de crecimiento en plantas de tomate.

RESULTADOS PRUEBAS DE METABOLITOS

CEPAS	MICROORGANISMO	SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATOS	SÍNTESIS DE AIA	PRODUCCIÓN DE AMONIO	FIJACIÓN DE NITROGENO
		CUANTI	CUANTI	CUANTI	CUALI
C-	Control negativo	-	-	-	-
PAO	<i>Pseudomona auroginosa</i>	2,6 mg/L	N/A	0,4 mg/L	POS
AZ	<i>Azospirillum</i> spp.	N/A	0,197 mg/L	1,03 mg/L	POS
R2		3,5 mg/l	0,058 mg/L	0,16 mg/L	NEG
R4	<i>Rhodotorula</i> spp.	6,9 mg/L	0,042 mg/L	0,19 mg/L	NEG
L3	Sin identificar	2,3 mg/L	0,039 mg/L	0,07 mg/L	NEG
M7		4,6 mg/L	0,036 mg/L	0,26 mg/L	NEG
M8	<i>Makria</i> spp.	2 mg/L	0,067 mg/L	0,19 mg/L	NEG
M9		2,3 mg/L	0,064 mg/L	0,21 mg/L	NEG

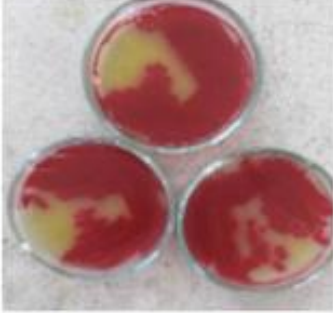
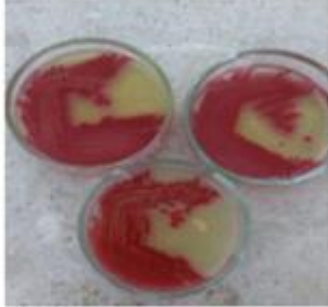
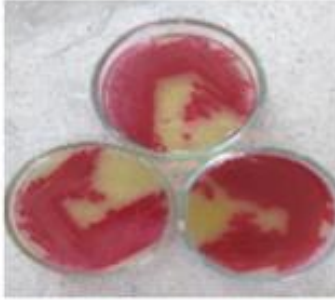
CUANTI= Cuantitativo, CUALI=Cualitativo, N/A= No aplica, POS=Positivo, NEG= Negativo

Los microorganismos estudiados tienen la capacidad de producir amonio en cantidades más bajas con

Yarbazal et al., 2014, estudió a que temperaturas los microorganismos psicrófilos eran capaces de producir mayores cantidades de mecanismos de acción en un rango de temperatura de 9-14°C.

BROWN T et al., 2007 Estudio que genéticamente las levaduras no poseen un gen específico que cumpla con la fijación de nitrógeno.

3. Analizar la tolerancia de las levaduras psicrófilas a diferentes concentraciones salinas, para ser usadas como mitigadoras de estrés salino en plantas de tomate.



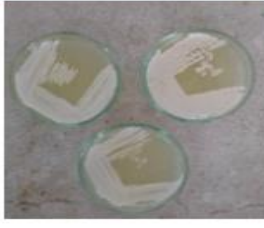

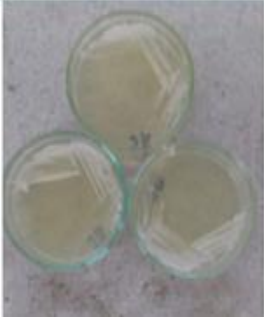

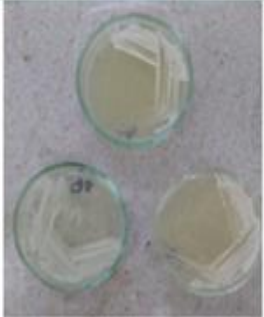

CONCENTRACIÓN DE SAL	R2	R4
Resultados de la tolerancia al estrés salino de <i>Azospirillum spp.</i>		
 Sin sal.	 100mM	 200mM



Silambarasan et al., 2018, Estudiaron la capacidad de la *Azospirillum spp.* Microorganismo que se caracteriza por tolerar altas concentraciones de sal, usado como control positivo. produjo 770 UFC/mL, además de solubilizar fosfatos, producir AIA y sideróforos.

CONCENTRACIONES ESTUDIADAS 0-25-50-100-200 mM

TOLERANCIA A ESTRÉS SALINO *Makria* spp. y Levadura blanca 3

CEPAS	LB3	M7	M8	M9
0mM				
200mM				

Las levaduras estudiadas tuvieron la capacidad de crecer en todas concentraciones de sal que se estudiaron en este trabajo.

Ahangangoda et al., 2019, estudiaron especies de *Saccharomyces* que son capaces de crecer a una concentraciones de 85 a 171mM de NaCl

Conclusión

- De las 6 levaduras psicrófilas que fueron estudiadas, la LB3 produjo valores significativos en peso fresco, vástago y total frente al control negativo.
- Todas las levaduras psicrófilas que se estudiaron, tuvieron la capacidad de producir metabolitos promotores de crecimiento vegetal como AIA y solubilización de fosfatos, lo que indica que puede ser usadas como biofertilizantes en el suelo.
- A pesar que todas las levaduras mostraron la capacidad de producir factores de promoción de crecimiento vegetal, ninguna de ellas promovió el crecimiento de tomate en las condiciones evaluadas.
- Las levaduras psicrófilas estudiadas poseen la capacidad de tolerar diferentes concentraciones de sal, lo que las hace microorganismos potenciales para el uso en suelos con altas concentraciones de sal.

RECOMENDACIONES

- Con base a los resultados y conclusiones obtenidos se recomienda realizar investigaciones en donde se pueda determinar la capacidad de las levaduras analizadas en la mitigación del estrés salino bajo condiciones de invernadero.
- Se sugiere que al realizar próximos proyectos las condiciones de invernadero estén controladas, debido a que esto puede alterar los resultados.
- Con los resultados obtenidos se recomienda probar la capacidad de las levaduras a temperaturas mas bajas en las plantas de tomate.
- Una vez concluido el presente trabajo se pone a consideración de la comunidad educativa investigar sobre otros mecanismos de acción que puedan poseer estas levaduras.

Bibliografía

- Organización de las naciones unidas para alimentación y agricultura. FAOSTAT [Internet]. [cited 2019 Sep 10]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Cardona AO. Agronegocios [Internet]. ANTIOQUIA Y NORTE DE SANTANDER SON LOS DEPARTAMENTOS LÍDERES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE. 2018 [cited 2019 Sep 10]. Available from: <https://www.agronegocios.co/agricultura/cuales-son-las-regiones-que-mas-producen-tomate-2728689>
- IDEAM. MAPA NACIONAL DE DEGRADACION DE SUELOS POR SALINIZACIÓN [Internet]. IDEAM. Colombia; 2017. Available from: <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/69989379/La+nzamiento+mapa+Salinizacion+FN+OPT.pdf/624515d0-799d-41ef-b1ef-bb7e86868>
- Peralta IE, Spooner DM. GRANULE-BOUND STARCH SYNTHASE (GBSSI) GENE PHYLOGENY OF WILD TOMATOES (SOLANUM L. SECTION LYCOPERSICON [MILL.] WETTST. SUBSECTION LYCOPERSICON). Genetics. 2001;88(10):1888–902.

Salud y Buenos Alimentos. Clasificación y propiedades del Tomate (*Solanum lycopersicum*) [Internet]. [cited 2019 Sep 14]. Available from: <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Frutos&s3=Tomate>

Nassar AH, El-Tarabily KA, Sivasithamparam K. Promotion of plant growth by an auxin-producing isolate of the yeast *Williopsis saturnus* endophytic in maize (*Zea mays* L.) roots. *Biol Fertil Soils* [Internet]. 2005;42(2):97–108. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-005-0008-y>

Prado A. Optimización de la producción de AIA por bacterias promotoras de crecimiento y evaluación de su efectividad biológica en papa (*Solanum tuberosum* var. Alpha). 2013;93. Available from:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/534/62681s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castellanos MS, Segura AM, Nústez López CE. Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *SciELO* [Internet]. 2010;63(1):5253–66. Available from:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n1/a04v63n01.pdf>

Silambarasan S, Logeswari P, Cornejo P, Kannan VR. Evaluation of the production of exopolysaccharide by plant growth promoting yeast *Rhodotorula* sp. strain CAH2 under abiotic stress conditions. *Int J Biol Macromol* [Internet]. 2019;121:55–62. Available from:

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.016>

Sánchez J, Valencia H, Valero O. Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfatos presentes en la rizósfera de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* del páramo El Granizo. In 2005. Available from:

http://bdigital.unal.edu.co/47915/3/9587014812_Part02.PDF

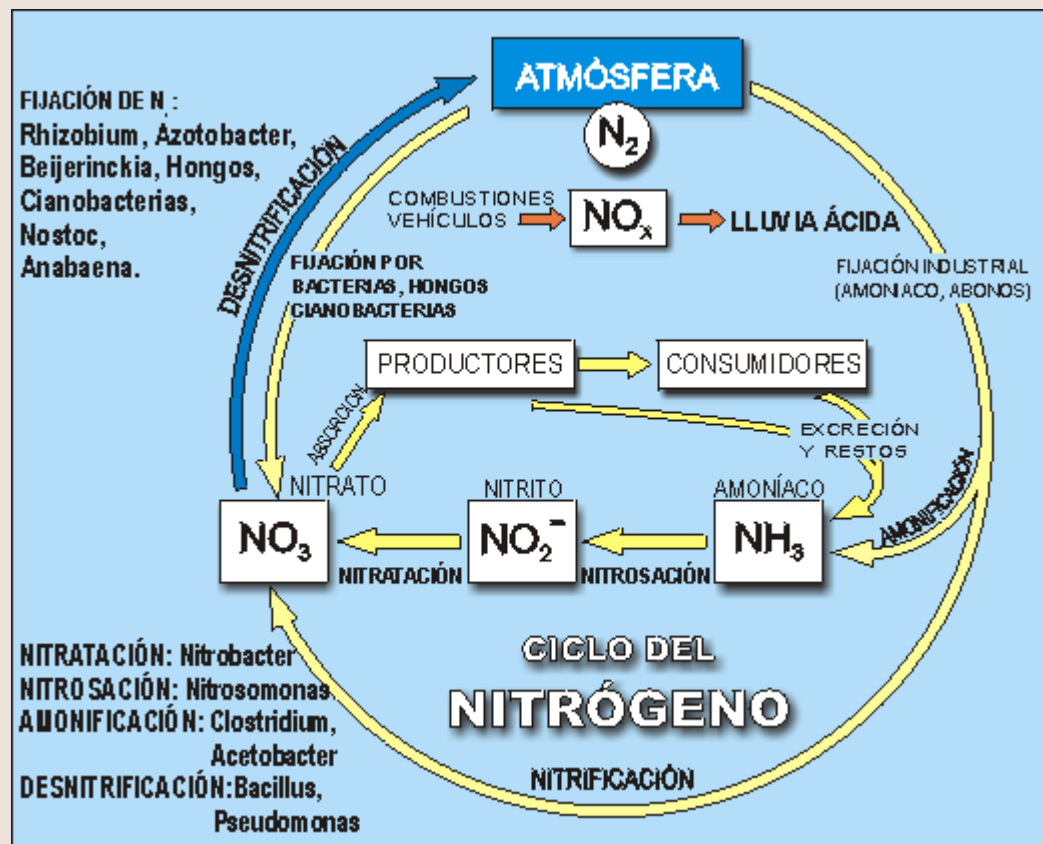
Brown T. Anotación de la secuencia del genoma de levadura. In: *Genomas*. 2007. p. 162 y 163.

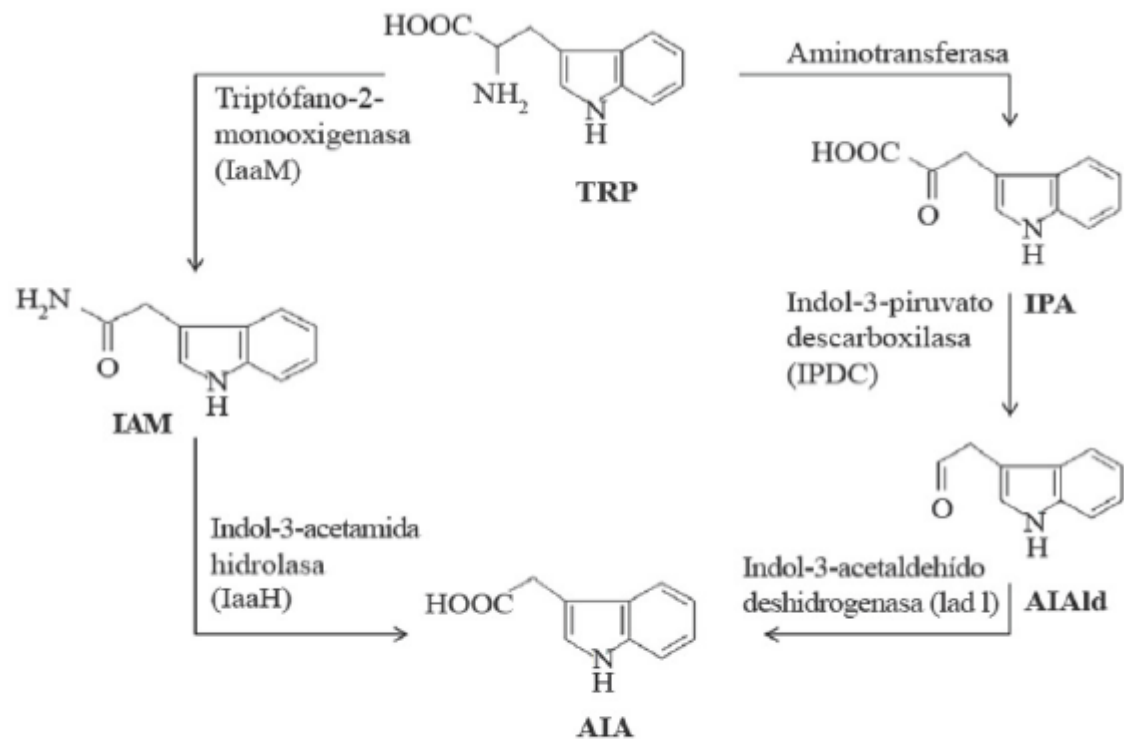
Ahangangoda Arachchige MS, Yoshida S, Toyama H. Thermo- and salt-tolerant *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from fermenting coconut toddy from Sri Lanka. *Biotechnol Equip* [Internet]. 2019;0(0):1–8. Available from:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13102818.2019.1631213?fbclid=IwAR0TLZMoZnmHv7dp5SQCxKUYtTINFIZ4RN5SZk7tKkXp2rRcNnmMj->

hRM#aHR0cHM6Ly93d3cudGFuZGZvbmxpbmUuY29tL2RvaS9wZGYvMTAuMTA4MC8xMzEwMjg4OC4yMDE5LjE2MzEyMTM/bmVIZEFjY2Vzcz10cnVlQEBAMA==

González-hernández JC, Peña A. Estrategias de adaptación de microorganismos halófilos y *Debaryomyces hansenii* (Levadura halófila). *Rev Latinoam Microbiol*. 2002;44(3–4):137–56.





lado derecho, vía indol-3-piruvato (IPA) lado izquierdo, vía indol-3-acetamida (IAM) TRP: triptófano AIA: ácido indol-3-acético
 IPA: ácido indol-3-pirúvico AIAld: ácido indol-3-acetaldehído IAM: indol-3-acetamida.

Figura 3. Vías de biosíntesis de ácido indol-3-acético en bacterias

