

Periodo 25 de julio al 07 de agosto 2022

## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA QUINCENA DEL 11 DE JUNIO AL 24 DE JULIO

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) con el apoyo del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar de LAICA (DIECA-LAICA), presenta el boletín agroclimático para caña de azúcar.

En este se incorpora el análisis del tiempo, pronósticos, notas técnicas y recomendaciones con el objetivo de guiar al productor cañero hacia una agricultura climáticamente inteligente.

En la figura 1 se puede observar, a partir de datos preliminares de 108 estaciones meteorológicas, el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los promedios de lluvia acumulada a nivel diario varían según la región azucarera. Se tuvieron valores acumulados de lluvia diaria entre 2-31 mm, excepto los días sin lluvia (15, 16, 23 y 24) en la región Guanacaste Este; por su parte Guanacaste Oeste registra entre 1-37 mm, excepto los días sin lluvia (24); al tiempo que Región Norte reporta entre 1-26 mm, excepto el día 11 (41 mm). Puntarenas presenta entre 2-33 mm, excepto los días 12 (50 mm) y los días sin lluvia (14, 16, 23 y 24). La Región Sur muestra entre 1-55 mm, excepto el día 21 (117 mm) y los días sin lluvia (15, 16, 19, 20, 22 y 23); en cambio Turrialba acumula lluvias entre 1-23 mm, excepto los días sin lluvia (16, 17, 19 y 24); mientras Valle Central evidencia entre 1-36 mm, excepto los días sin lluvia (16, 17 y 23). Donde se asume un día con lluvia si iguala o supera 1 mm.

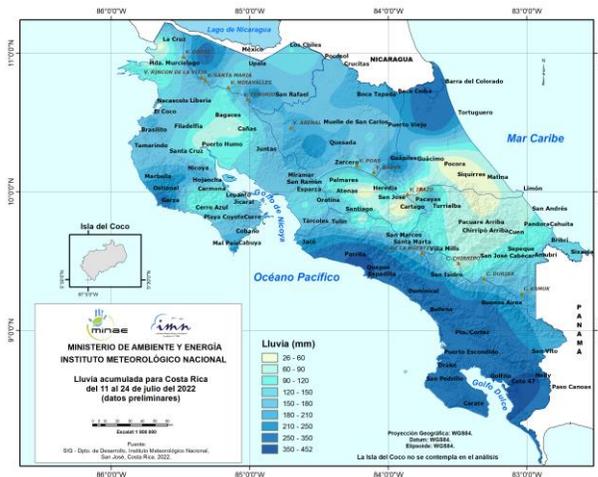


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena 11 de julio al 24 de julio del 2022.

## PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS DEL 25 DE JULIO AL 31 DE JULIO

De la figura 2 a la figura 8, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones azucareras. La Región Norte mantendrá humedad media hasta el sábado seguida de humedad alta particularmente el domingo; mostrando viento del Este con su máximo el jueves; además de madrugadas más cálidas entre jueves y domingo; con madrugadas más cálidas el fin de semana. Guanacaste (Este-Oeste) mantendrá humedad media durante la semana; viento del Este con sus máximos jueves y viernes; así como madrugadas más frescas entre martes y miércoles. En la Región Sur se espera contenido de humedad alta; además de viento variable (Este-Oeste) con máximo del Oeste el jueves y máximo del Este el sábado; así como el sábado con la tarde más fresca. El Valle Central (Este-Oeste) tendrá contenido de humedad alta; mostrando viento del Este, excepto martes y domingo que sería variable (Este-Oeste); con las tardes más frescas entre viernes y sábado.

### IMN

www.imn.ac.cr  
2222-5616

Avenida 9 y Calle 17  
Barrio Aranjuez,  
Frente al costado Noroeste del  
Hospital Calderón Guardia.  
San José, Costa Rica

### LAICA

www.laica.co.cr  
2284-6000

Avenida 15 y calle 3  
Barrio Tournón  
San Francisco, Goicoechea  
San José, Costa Rica

Para Turrialba (Alta y Baja) se prevé humedad alta, excepto miércoles y jueves que será media; además de viento del Este con máximo el miércoles; con la madrugada más cálida el viernes. Puntarenas mantendrá humedad media, excepto viernes y sábado que será alta; con viento variable (Este-Oeste) hasta el viernes, seguido de viento del Este; con el martes como la madrugada más fresca.

*“Este sábado la onda tropical #22 afectaría el país parcialmente, debido a que se acompaña de polvo Sahariano (jueves a domingo).”*

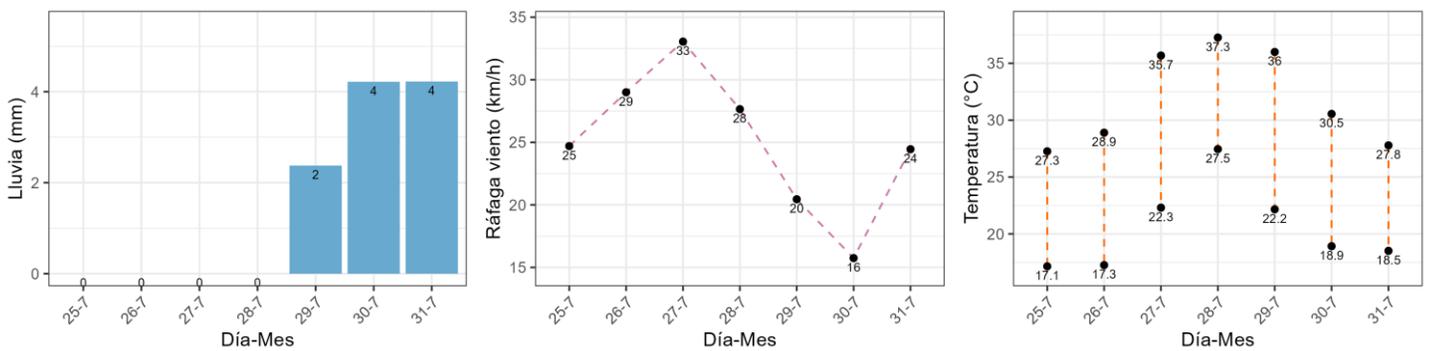


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Guanacaste Este.

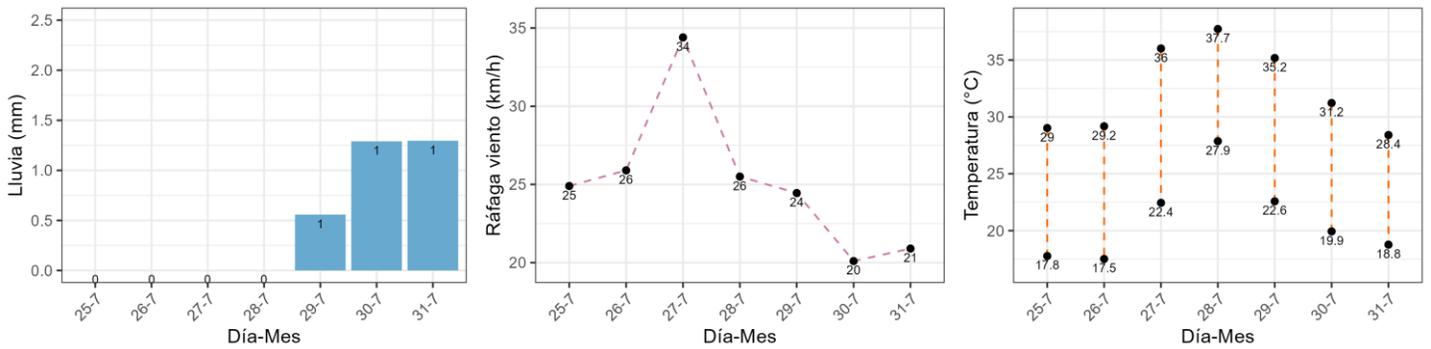


Figura 3. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Guanacaste Oeste.

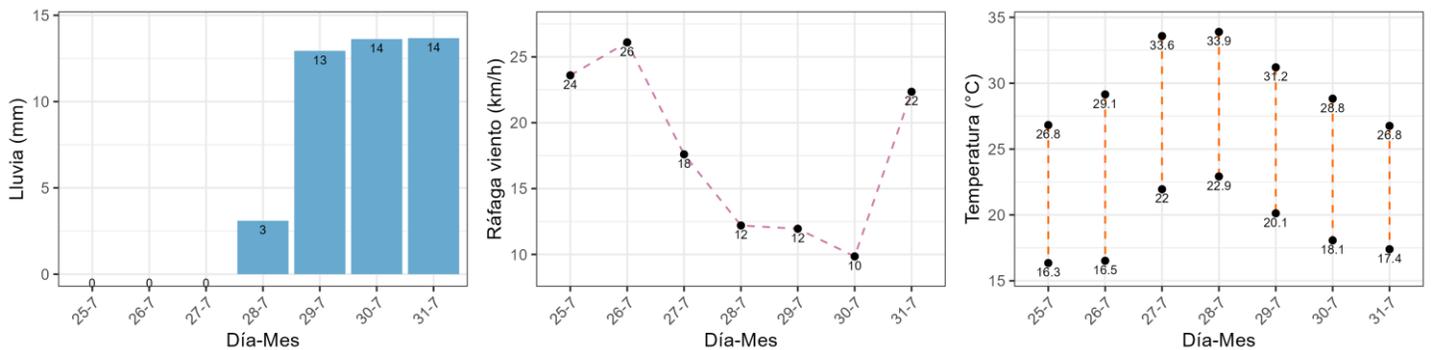


Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Puntarenas.

Julio 2022 - Volumen 4 – Número 15

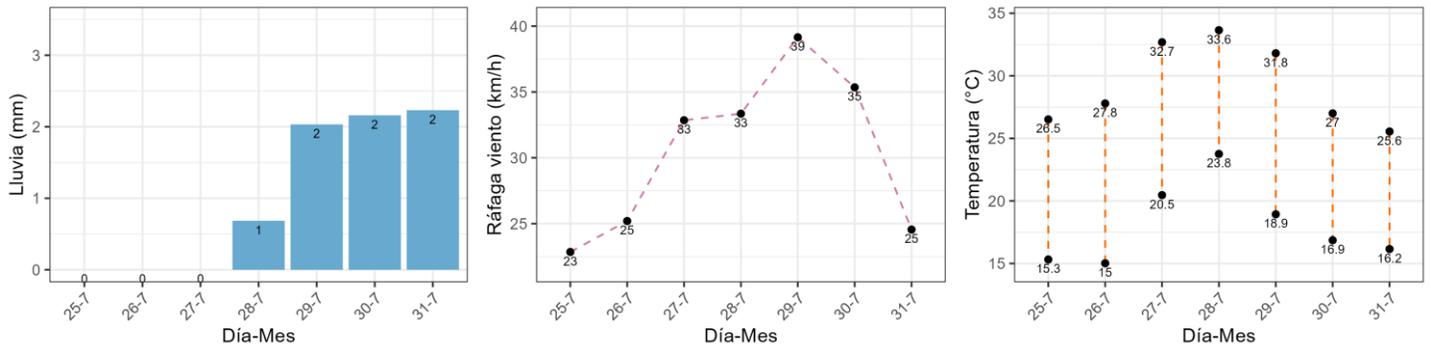


Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Región Norte.

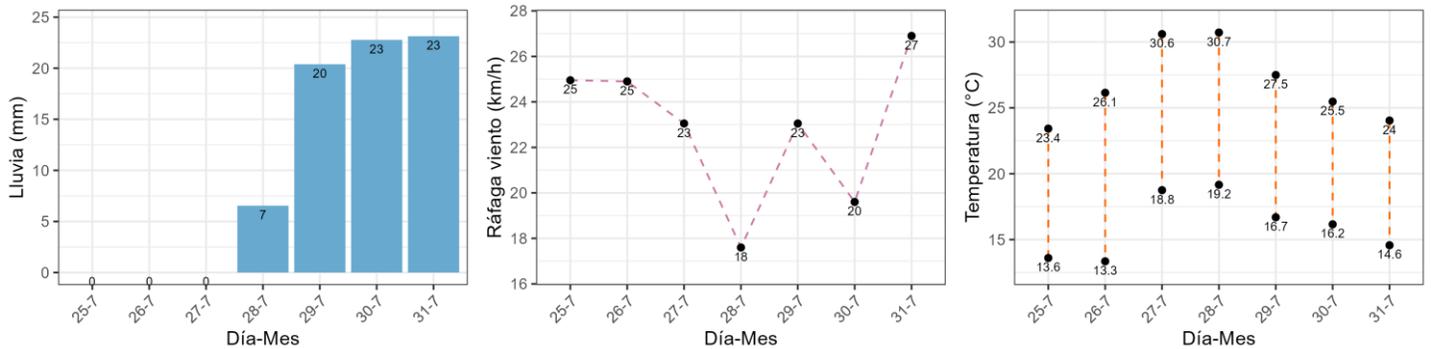


Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Valle Central (Este y Oeste).

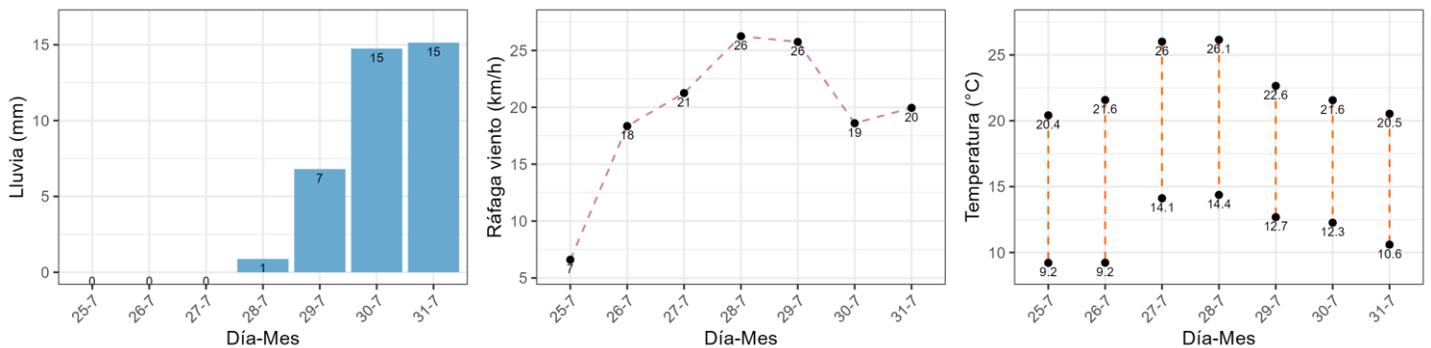


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Turrialba (Alta y Baja).

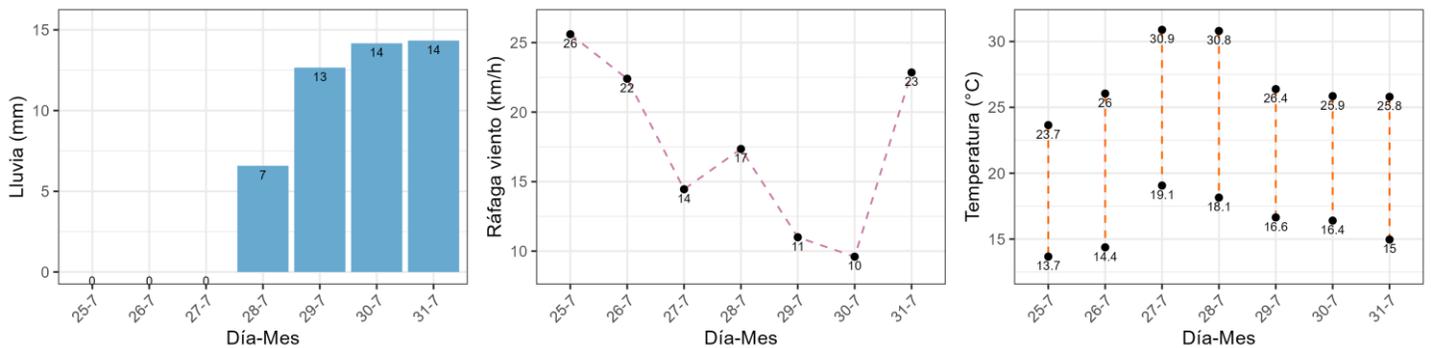


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) del 25 de julio al 31 de julio en la región cañera Región Sur.

Julio 2022 - Volumen 4 – Número 15

## TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 01 DE AGOSTO AL 07 DE AGOSTO

Existe la posibilidad de la afectación por al menos una onda tropical. La región Huetar Norte humedad baja el lunes, entre martes y jueves mantendrá humedad alta, viento del Este, con máximo el lunes; y madrugadas más frescas que las del fin de semana previo; en tanto la semana completa mostrará condiciones lluviosas normales acompañadas de viento normal dominante del Oeste. La Región Chorotega (Este y Oeste) entre lunes y jueves presentará contenido de humedad medio; viento del Este y la madrugada más fresca el jueves; en tanto la semana completa evidenciará condiciones lluviosas normales y viento del Oeste. En la Región Sur entre lunes y jueves, evidenciará condiciones de humedad media y alta; con viento variable (Este-Oeste) con la madrugada más frescas el lunes; en tanto la semana completa evidenciará lluvia sobre lo normal y viento dominante del Oeste. La Región Valle Central (Este y Oeste) entre lunes y jueves mostrará humedad alta, excepto el lunes que sería baja; así como viento variable (Este-Oeste); miércoles y jueves con las tardes más frescas; en tanto la semana completa presentará lluvia normal y viento del Oeste. La Región Turrialba entre lunes y jueves presentará humedad alta, viento del Este hasta el miércoles seguido de Oeste el jueves; con la madrugada más fresca el lunes; en tanto la semana completa mantendrá lluvia normal y viento dominante del Oeste. La Región Puntarenas entre lunes y jueves mostrará humedad media, excepto le lunes que será baja, así como viento variable (Este-Oeste) y el martes con la tarde más cálida; en tanto la semana completa presentará condiciones lluviosas normales y viento dominante del Oeste.

## HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

De acuerdo con Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG), el cual estima la humedad en los primeros 30 cm de suelo, en el periodo del 18 al 25 de julio se presentaron condiciones de alta saturación en los suelos de las regiones cañeras Turrialba, parte de Guanacaste Oeste, Región Norte y Región Sur; la humedad se incrementó a partir del miércoles en estas zonas y se mantuvo durante el resto del periodo. Las regiones con menor porcentaje de saturación fueron Guanacaste Este, Puntarenas, Valle Central Este y Valle Central Oeste.

Como se observa en la figura 9, la Región Guanacaste Oeste tiene entre 15% y 75, la Región Guanacaste Este presenta entre 15% y 60%, la Región Puntarenas está entre 30% y 45%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 45% y 60% y la Región Valle Central Este está entre 30% y 60%.

La Región Norte presenta entre 30% y 90%, la Región Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) tiene entre 30% y 90%, la Región Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) está entre 30% y 75%. La Región Sur varía entre 0% y 100% de humedad.

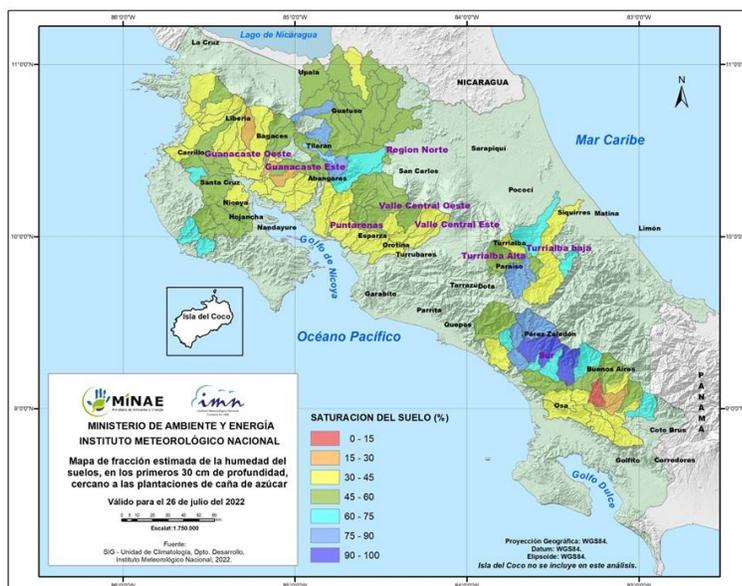


Figura 9. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 26 de julio del 2022.

## NOTA TÉCNICA

## Revisión bibliográfica: Aplicación de microorganismos como promotores de crecimiento vegetal en caña de azúcar

**Marco Porras-López**

Coordinador del Laboratorio de Investigación y Control de Calidad, DIECA

mporrasl@laica.co.cr

**Introducción**

El reciente y constante incremento del precio de los fertilizantes químicos como el Nitrógeno (N) para la agricultura, sumado con la contaminación ambiental que conlleva la producción y aplicación de los mismos, lleva a buscar a los productores y centros de investigación alternativas como variedades de caña de azúcar con mayores tasas de eficiencia de uso del nitrógeno o complementación de la fertilización a los cultivos con biofertilizantes (Yang, 2019).

El manejo integrado de nutrientes en el cultivo de caña de azúcar, implica la utilización de diversos recursos para asegurar la salud del suelo y los cultivos en general, entre ellos, propios residuos del cultivo de caña, compostajes, bioles y biofertilizantes, con los cuales se pueden aprovechar recursos importantes como el nitrógeno ambiental, formas no solubles de fosfatos y calcio, así como beneficiar a la planta con aminoácidos, reguladores de crecimiento vegetal y captación de otros micronutrientes indispensables (Gopalasundaram, 2012). Los microorganismos con potencial de promotores de crecimiento vegetal se han empleado desde hace muchos años en la agricultura, y proveen una solución eficiente a la actual crisis de fertilizantes, aumento de costos por fertilización y al mismo tiempo, una recomposición microbiológica de los suelos maltratados por el cultivo masivo. En la presente nota técnica, se mencionarán algunos grupos de interés en el campo de estudio de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal.

**Bacterias fijadoras de nitrógeno**

Según de Mendonça (2017) en un estudio realizado en las variedades RB 86-7515 y SP 80-3280, donde al aplicar biofertilizantes comparados con la fertilización convencional con urea, no se encontraron diferencias significativas en biomasa ni altura de los cultivos entre los tratamientos. Muchos de estos biofertilizantes están elaborados con bacterias y otros microorganismos; dentro de los microorganismos más frecuentemente estudiados con la capacidad de fijar nitrógeno ambiental, destacan *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, *Bacillus rhizosphaerae*, *Enterobacter sacchari* y *Pseudomonas koreensis*, entre otros, algunos de ellos asociados a las plantas de *Saccharum spp.* con funciones específicas en los distintos tipos de suelos y condiciones climáticas. Cuando se pretende emplear bacterias como microorganismos promotores de crecimiento vegetal es de especial importancia evaluar la capacidad de colonización de estas bacterias a las plantas de las cañas y la interacción planta-microorganismo, pues sin esta interacción es poco frecuente que se aproveche completamente el potencial de las bacterias con el fin que se desea de fertilizar a las plantas (Singh, 2020).

*Gluconacetobacter diazotrophicus*, una bacteria endofítica obligatoria encontrada solamente en plantas ricas en azúcar como camotes, pasto de Camerún, y en caña de azúcar, específicamente en raíces, tallo, hojas e inclusive yemas axilares, ha demostrado ser capaz de reducir la dosis de nitrógeno necesaria para la fertilización del cultivo hasta un 25% de lo usado regularmente, dependiendo de la cepa aplicada (Saranraj, 2021). Mientras que *Nitrospirillum*

*amazonense* demostró que, al aplicarse 1 L de bacterias por hectárea de cultivo, se logró mejorar el rendimiento de producción en biomasa hasta en 27.5 toneladas/ha, (cerca del 20%), y mejorar el rendimiento de azúcar en 4.6 toneladas/ha (cerca del 25%) en comparación con el control, además, de poder mejorar el rendimiento del crecimiento del tallo y azúcar en sustratos arenosos y con baja aplicación de nitrógeno (de Santis Sica, 2020).

### Bacterias solubilizadoras de fosfatos

Algunos suelos perturbados o con baja tasa de solubilización de fosfatos, privan a las plantas de la capacidad de adquirir este nutriente elemental en el desarrollo vegetal; sin embargo, muchas bacterias mediante distintas rutas metabólicas y reacciones bioquímicas tienen la capacidad de solubilizar las formas insolubles de fosfato y transformarlas en formas aprovechables ( $\text{HPO}_4^{2-}$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), algunos ejemplos de estas bacterias son *Acinetobacter sp.*, *Agrobacterium sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Pantoea sp.*, y durante el proceso pueden liberar ácidos orgánicos e inorgánicos que además de la solubilización del fósforo, pueden favorecer en otros procesos de las plantas (Chungopast, 2021)

Dos cepas de la bacteria *Enterobacter cloacae* fueron probadas en potes con plantas de la variedad CP 57–614, donde se encontró que en suelos con bajas concentraciones de fósforo disponible, se indujo un cambio en la morfología de las raíces, generando raíces más largas en comparación con el control, asimismo, se encontró a la hora de la cosecha en el suelo rizosférico una concentración más alta de formas solubles de fosfatos, así como un flujo de fósforo superior hacia el interior de la planta en comparación con los tratamientos sin fertilización (Safirzadeh, 2019). Los resultados se comparten igualmente con cepas de las bacterias *Kosakonia radicincitans* y *Bacillus subtilis*, donde al aplicarse las bacterias junto con los fertilizantes se mejoró el rendimiento de 17.03 % a 38.42% en comparación con los tratamientos sin fertilización, del mismo modo que el rendimiento del azúcar mejoró de un 4.8 % a un 19.96 %

por sobre el tratamiento control, brindando diferencias estadísticas claras en el rendimiento del cultivo así como en la cantidad de fósforo disponible en el suelo estudiado (AYE, 2021).

### Microhongos biocontroladores como promotores de crecimiento (*Trichoderma*)

La investigación y producción de microhongos se centra en las posibilidades de mejorar la productividad y rendimiento de los cultivos. La capacidad que tienen los microhongos para metabolizar moléculas orgánicas, desde proteínas y carbohidratos, hasta lignina y otros polímeros complejos, junto con la posibilidad de convertir compuestos nitrogenados, fósforo, azufre y calcio en formas aprovechables por las plantas, los convierte en sujetos de suma importancia en el sector agrícola (Irawan, 2017). Sumado a esto, los microhongos pueden formar asociaciones con las plantas en forma de micorrizas, colonizar la rizósfera para brindar protección a la planta liberando antibióticos, antimicóticos y otros compuestos, asimismo, mejorando la fertilidad del suelo como ya se mencionó anteriormente.

*Trichoderma* es un género compuesto por nueve especies, las cuales cumplen funciones de descomposición de materia orgánica y son comúnmente utilizados para el control biológico debido a que, producto de su metabolismo secundario, liberan antibióticos y otros compuestos difusibles como ácido harziánico, tricolina, ácido heptelídico y peptaiboles que ayudan a biocontrolar hongos ascomicetes, basidiomicetes y oomicetes y hasta nematodos (Amaresh, 2019). *Trichoderma* además de tener la capacidad de suprimir el crecimiento de otros hongos como *Rhizoctonia solani* hasta en un 68% (Chakrapani, 2019) posee características que lo convierten en un microhongo llamativo para su estudio y aplicación en el campo, dado que crece en condiciones adversas, como niveles relativamente altos de salinidad o temperatura, y una capacidad de colonización rápida (Adnan, 2019).

### Conclusiones

Los microorganismos promotores de crecimiento vegetal se posicionan desde hace bastante tiempo atrás como tecnologías promisorias para la complementación y sustitución parcial de la fertilización convencional; sumado a esto, la reciente necesidad de ingenios cañeros y productores agrícolas para reducir costos de producción de un cultivo que requiere tanta fertilización como la caña de azúcar, aceleran la carrera científica por el generar nuevos conocimientos y bioproductos que cumplan con los requerimientos de la actualidad.

La investigación en bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) en caña de azúcar dio inicio en la década de los 1950's, desde entonces, las bacterias fijadoras de nitrógeno han sido las más comunes y estudiadas, sin embargo, con la creciente demanda del mercado de biofertilizantes, la investigación constante en otros grupos como bacterias solubilizadoras de fosfatos, de calcio, bacterias productoras de reguladores de crecimiento vegetal y controladores biológicos de suelo, han dejado una fuerte base técnica y científica para continuar con todos los procesos de desarrollo que se llevan a cabo en la actualidad. Por lo tanto, el área de estudio de las BPCV presenta una tendencia de crecimiento elevada en todo el mundo, y en Costa Rica apunta a ser un nicho grande y poco explorado, con alto potencial de desarrollo y aplicaciones.

### Bibliografía

- Adnan, M., Islam, W., Shabbir, A., Khan, K. A., Ghramh, H. A., Huang, Z., ... & Lu, G. D. (2019). Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Microbial pathogenesis*, 129, 7-18.
- Amaresh, Y. S., Chennappa, G., Avinash, S., Naik, M. K., & Sreenivasa, M. Y. (2019). *Trichoderma*—a new strategy in combating agriculture problems. In *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering* (pp. 235-244). Elsevier.
- AYE, P. P., PINJAI, P., & TAWORNPRUEK, S. (2021). Effect of phosphorus solubilizing bacteria on soil available phosphorus and growth and yield of sugarcane. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 18(12), 10754-9.
- Chakrapani, K., Sinha, B., Chanu, W. T., Chakma, T., & Siram, T. (2019). In vitro evaluation of antagonistic potential of native *Trichoderma* spp. against *Rhizoctonia solani* causing sheath blight of rice in Manipur. *IJCS*, 7(1), 2207-2210.
- Chungopast, S., Thongjoo, C., Islam, A. K. M., & Yeasmin, S. (2021). Efficiency of phosphate-solubilizing bacteria to address phosphorus fixation in Takhli soil series: a case of sugarcane cultivation, Thailand. *Plant and Soil*, 460(1), 347-357.
- de Mendonça, H. V., Martins, C. E., da Rocha, W. S. D., Borges, C. A. V., Ometto, J. P. H. B., & Otenio, M. H. (2018). Biofertilizer replace urea as a source of nitrogen for sugarcane production. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(7), 1-7.
- de Santis Sica, P., Shirata, E. S., Rios, F. A., Brandao Filho, J. U. T., Schwan Estrada, K. R. F., & Oliveira, R. S. D. (2020). Impact of N-fixing bacterium '*Nitrospirillum amazonense*' on quality and quantitative parameters of sugarcane under field condition. *Australian Journal of Crop Science*, 14(12), 1870-1875.
- Gopalasundaram, P., Bhaskaran, A., & Rakkiyappan, P. (2012). Integrated nutrient management in sugarcane. *Sugar Tech*, 14(1), 3-20.
- Irawan, B., Afandi, A., & Hadi, S. (2017). Effects of saprophytic microfungi application on soil fertility based on their decomposition properties. *Journal of Applied Biological Sciences*, 11(2), 15-19.
- Safirzadeh, S., Chorom, M., & Enayatizamir, N. (2019). Effect of phosphate solubilising bacteria (*Enterobacter cloacae*) on phosphorus uptake efficiency in sugarcane

(*Saccharum officinarum* L.). *Soil Research*, 57(4), 333-341.

Saranraj, P., Jayaprakash, A., Devi, V. D., Al-Tawaha, A. R. M., & Al-Tawaha, A. R. (2021, June). Isolation and nitrogen fixing efficiency of *Gluconacetobacter diazotrophicus* associated with sugarcane: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 788, No. 1, p. 012171). IOP Publishing.

Singh, R. K., Singh, P., Li, H. B., Song, Q. Q., Guo, D. J., Solanki, M. K., ... & Li, Y. R. (2020). Diversity of nitrogen-

fixing rhizobacteria associated with sugarcane: a comprehensive study of plant-microbe interactions for growth enhancement in *Saccharum* spp. *BMC plant biology*, 20(1), 1-21.

Yang, Y., Gao, S., Jiang, Y., Lin, Z., Luo, J., Li, M., ... & Que, Y. (2019). The physiological and agronomic responses to nitrogen dosage in different sugarcane varieties. *Frontiers in Plant Science*, 10, 406.

#### CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

Producción y edición del Departamento de Desarrollo

*Meteoróloga Karina Hernández Espinoza*  
*Ingeniera Agrónoma Katia Carvajal Tobar*  
*Geógrafa Nury Sanabria Valverde*  
*Geógrafa Marilyn Calvo Méndez*

Modelos de tendencia del Departamento de  
 Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

Recuerde que puede acceder los boletines en  
[www.imn.ac.cr/boletin-agroclima](http://www.imn.ac.cr/boletin-agroclima) y en  
[www.laica.co.cr](http://www.laica.co.cr)