

Artículo Técnico

Bioestimulación estratégica frente al estrés climático en floricultura

En Colombia, el IDEAM proyecta una alta probabilidad de que el fenómeno de El Niño alcance categoría “muy fuerte” entre septiembre de 2026 y enero de 2027. Para la floricultura, esto no es una advertencia abstracta: es un escenario que coincide directamente con el ciclo de producción de San Valentín 2027, una de las temporadas de mayor exigencia comercial del año. Los floricultores que lleguen a esa ventana con cultivos debilitados por meses de estrés acumulado no tendrán margen de corrección. Prepararse ahora, antes de que el estrés se instale, es la diferencia entre sostener la calidad o correr detrás de los daños.

Por: Yeison Pinzón

Coordinador Técnico Comercial
en Investigación y Desarrollo
Bam





NUESTRO EQUIPO



Carlos Álvarez
Líder flores
☎ 3185223314



Fredi Patiño
ATC zona centro
☎ 3223656459



Juan Sebastián Giraldo
ATC zona occidente
☎ 3102270286



Juan Camilo López
ATC zona antioquia
☎ 3163448528



Ana Medina
KAM Sabana
☎ 3228892274



Ana Bonilla
KAM Sabana
☎ 3212055117



Jaime Albarracín
Coordinador tec.
☎ 3102179556



Jhon Valencia
KAM Sabana
☎ 3212368071



Monica Rodríguez
KAM Sabana
☎ 3212055131

ADAMA
PREPARADOS
para *Producir*

CUANDO
EL CLIMA CAMBIA,
ESTAR PREPARADOS
HACE LA DIFERENCIA.





Prepararse ahora, antes de que el estrés se instale, es la diferencia entre sostener la calidad o correr detrás de los daños.

Las condiciones asociadas a El Niño no actúan de forma aislada ni secuencial: se superponen. Temperaturas elevadas, menor disponibilidad hídrica, mayor demanda evaporativa y radiación intensa generan simultáneamente presiones sobre la fisiología de la planta que ningún factor por sí solo justificaría. Ante un déficit hídrico, la reducción de apertura estomática es una respuesta adaptativa inmediata: la planta cierra sus estomas para limitar la pérdida de agua. Pero esa misma respuesta restringe la entrada de CO₂, reduce la eficiencia fotosintética y favorece la acumulación de especies reactivas de oxígeno. Si las condiciones se prolongan, y en un evento El Niño de categoría fuerte, se prolongan, el daño deja de ser reversible con facilidad: membranas comprometidas, proteínas desnaturadas, crecimiento detenido, calidad floral deteriorada.

La bioestimulación no es la respuesta a todos estos problemas, pero sí una herramienta que amplía el margen de tolerancia de la planta antes de que el estrés supere el umbral de daño irreversible. No reemplaza el manejo del riego, la nutrición ni la sanidad del cultivo; actúa sobre la capacidad de respuesta fisiológica interna, preparando a la planta para que sus propios mecanismos de defensa operen con mayor eficiencia cuando las condiciones se deterioran. La distinción es importante: no se trata de evitar que la planta perciba el estrés, sino de que lo enfrente desde una posición fisiológica más sólida.

Aminoácidos: precisión fisiológica frente al estrés

Los aminoácidos son la base de una estrategia de bioestimulación bien diseñada para condiciones de estrés abiótico. Su valor no está en aplicarlos como categoría genérica,

sino en seleccionarlos según el tipo de estrés que se anticipa y la respuesta fisiológica que se busca favorecer. Esta distinción no es menor: distintos aminoácidos actúan sobre distintos procesos, y una formulación mal orientada puede resultar en una inversión sin efecto práctico sobre el problema que el cultivo enfrenta.

Bajo condiciones de sequía o déficit hídrico, prolina, glicina betaína y glicina actúan principalmente sobre la regulación osmótica y la protección celular, ayudando a la planta a mantener su balance hídrico interno cuando el agua escasea en el suelo. En condiciones de alta temperatura, prolina y cisteína protegen la integridad de las membranas celulares y refuerzan la respuesta antioxidante, reduciendo el daño que el calor causa sobre las estructuras intracelulares. Frente al estrés oxidativo —que puede ser consecuencia tanto del calor como del déficit hídrico— cisteína y glutamato fortalecen los mecanismos enzimáticos de defensa interna. Cuando los factores se combinan, que



La bioestimulación no es la respuesta a todos estos problemas, pero sí una herramienta que amplía el margen de tolerancia de la planta antes de que el estrés supere el umbral de daño irreversible.

es lo habitual bajo un evento El Niño sostenido, prolina, glutamato, arginina y metionina actúan de forma complementaria sobre la regulación metabólica general y la señalización hormonal asociada a la respuesta al estrés (Silva, 2024).

Más allá de su papel en la tolerancia al estrés, los aminoácidos contribuyen activamente a sostener la actividad fotosintética bajo condiciones adversas. Su aplicación foliar puede favorecer la síntesis de clorofila y mejorar la transferencia de electrones en el fotosistema II, dos procesos directamente afectados cuando la planta reduce su apertura estomática para conservar agua (Henderson *et al.*, 2025). Esto es particularmente relevante en rosa y clavel, cultivos donde la interrupción prolongada de la fotosíntesis durante etapas críticas del ciclo productivo se traduce en pérdida de longitud de tallo, tamaño de botón y vida en florero.

El momento de aplicación es tan importante como la selección del aminoácido. Las podas de formación y producción son momentos de estrés quirúrgico que, combinados con condiciones climáticas adversas, generan una presión doble sobre la fisiología de la planta. Iniciar aplicaciones con aminoácidos dos o tres semanas antes de una poda, y mantenerlas durante las dos semanas siguientes, permite preparar la planta antes de que ambos factores de estrés actúen de forma simultánea. Esta ventana de aplicación no es arbitraria: responde a los tiempos fisiológicos reales en que la planta procesa y utiliza los compuestos aplicados para construir sus mecanismos de respuesta.

Extractos de algas marinas: memoria fisiológica y osmo-protección

Los extractos de algas marinas operan sobre un principio diferente al de los aminoácidos, y esa diferencia es lo que los hace complementarios. Mientras los aminoácidos actúan sobre procesos fisiológicos específicos y relativamente bien definidos, los extractos de algas activan sistemas

de defensa más amplios que generan lo que la literatura reciente describe como una “memoria fisiológica”: una condición en la que la planta, habiendo sido expuesta a señales bioactivas provenientes del extracto, queda mejor equipada para responder con mayor eficiencia ante condiciones adversas futuras (Makonya, 2025). Este concepto, que encuentra paralelos en la denominada resistencia sistémica inducida del ámbito fitopatológico, tiene implicaciones prácticas directas: las aplicaciones de algas no deben pensarse como una respuesta a un estrés ya instalado, sino como una inversión preventiva en la capacidad de respuesta futura del cultivo.

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* y *Ecklonia maxima*, los más estudiados y utilizados en agricultura comercial, actúan sobre varios frentes simultáneamente. Estimulan la biosíntesis de clorofila y mejoran el color foliar, indicadores directos de una mayor capacidad fotosintética. Potencian la actividad de enzimas fotosintéticas y antioxidantes, reforzando los sistemas internos de defensa. Y aportan un complejo de compuestos bioactivos — aminoácidos libres, vitaminas, precursores hormonales, oligoelementos— que sostienen los procesos metabólicos más sensibles al estrés térmico e hídrico (Jithesh, 2019).



El silicio es, entre las herramientas de bioestimulación disponibles para condiciones de estrés abiótico, la menos incorporada a los programas de manejo en floricultura colombiana, y posiblemente la más subestimada frente al escenario que proyecta El Niño.

La glicina betaína merece atención especial en este contexto. Presente de forma natural en varios extractos de algas y también aplicable como compuesto independiente, actúa como osmoprotector de alta eficiencia: estabiliza membranas celulares, protege proteínas y componentes intracelulares frente a temperaturas extremas, y contribuye a la regulación de las especies reactivas de oxígeno que se acumulan bajo condiciones de estrés sostenido. Su papel en el mantenimiento del equilibrio osmótico bajo déficit hídrico la convierte en uno de los compuestos más relevantes para el escenario climático proyectado (Li *et al.*, 2025). La combinación de extractos de algas ricos en glicina betaína con aminoácidos específicos según el tipo de estrés no es una redundancia: son mecanismos de acción distintos que se potencian mutuamente.

En términos de manejo práctico, una frecuencia de una a dos aplicaciones mensuales de extractos de algas marinas, sostenida durante los meses de mayor riesgo climático, permite construir y mantener esa reserva fisiológica de manera continua. Cuando las plantas han estado expuestas a temperaturas superiores a 30 °C, la aplicación contribuye a la osmorregulación de los tejidos y aporta compuestos bioactivos que apoyan los procesos metabólicos más vulnerables al calor, ayudando a mantener el desempeño del cultivo y a reducir el tiempo de recuperación tras episodios de estrés agudo.

Silicio: infraestructura física y resiliencia hídrica

El silicio es, entre las herramientas de bioestimulación disponibles para condiciones de estrés abiótico, la menos incorporada a los programas de manejo en floricultura colombiana, y posiblemente la más subestimada frente al escenario que proyecta El Niño. Su mecanismo de acción difiere estructuralmente del de los aminoácidos y los extractos de algas: no opera principalmente sobre señales bioquímicas o rutas metabólicas específicas, sino sobre la infraestructura física y funcional de la planta, construyendo desde adentro una mayor capacidad de resistencia a condiciones adversas.

A nivel de las relaciones hídricas, el silicio mejora el desarrollo radicular



y optimiza la conducción hidráulica, facilitando el movimiento de agua desde el suelo hacia los tejidos en condiciones de baja disponibilidad hídrica. Regula la expresión y actividad de las acuaporinas —las proteínas que controlan el flujo de agua a través de las membranas celulares— y favorece el ajuste osmótico que permite a la planta mantener la turgencia cuando el agua escasea. Su efecto sobre la regulación estomática complementa al de los aminoácidos, pero por una vía diferente: mientras los aminoácidos actúan sobre la señalización que regula la apertura y cierre de los estomas, el silicio contribuye a que la planta disponga de mejores condiciones estructurales para ejecutar esa regulación con menor costo fisiológico (Ogedengbe *et al.*, 2026). El resultado práctico es visible: plantas con mayor turgencia, mejor capacidad de absorción de agua y nutrientes, y menor caída del desempeño fotosintético durante los periodos de mayor exigencia climática.

Aplicado vía riego con una frecuencia de una a dos veces por mes, el silicio mejora adicionalmente las condiciones de la rizosfera, favoreciendo el desarrollo de un sistema radicular más denso y funcional. Este efecto es particularmente relevante en sustratos o suelos con tendencia a la compactación bajo condiciones de calor y menor precipitación, donde la exploración radicular puede verse limitada precisamente cuando la planta más necesita ampliar su acceso al agua disponible.

El aporte del silicio no se detiene en la respuesta hídrica. Su acumulación en los tejidos vegetales promueve el engrosamiento de paredes celulares y el desarrollo de una capa silíceas inmediatamente por debajo de la cutícula, generando una estructura de doble barrera que actúa como primera línea de defensa física frente a patógenos. Esta barrera dificulta la penetración mecánica de hongos, reduce la superficie de tejido susceptible a la degradación enzimática producida por los patógenos, y limita su colonización una vez que han superado la superficie foliar (Wang & Gao, 2017).

En un escenario donde el estrés climático debilita la respuesta inmune general de la planta y puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas, incorporar una a dos aplicaciones foliares de silicio al programa de manejo aporta una protección pasiva y continua que opera independientemente de las condiciones del momento.

Una estrategia integrada para una temporada que no espera

El error más frecuente en el manejo del estrés climático en floricultura no es la falta de herramientas: es la reactividad. Se espera a que los síntomas sean visibles para intervenir, cuando la planta ya lleva semanas operando por debajo de su potencial y el daño acumulado supera lo que una corrección tardía puede recuperar dentro del ciclo productivo. En un sector donde los plazos de producción son fijos y las temporadas comerciales no se negocian, esa reactividad tiene un costo concreto en calidad, rendimiento y posición competitiva.

El escenario proyectado por el IDEAM para el segundo semestre de 2026 hace de esta temporada un caso particular: el pico del evento El Niño coincidiría con los meses de mayor presión productiva hacia San Valentín 2027. Eso significa que las decisiones de manejo que se tomen hoy —en la planificación de los ciclos de producción actuales— determinarán en buena medida las condiciones fisiológicas con las que el cultivo llegará a ese momento crítico.

Una estrategia de bioestimulación bien diseñada para este contexto articula tres componentes de manera complementaria. Los aminoácidos aportan precisión fisiológica: permiten orientar la respuesta de la planta hacia los procesos específicos que el tipo de estrés dominante está comprometiendo, desde la regulación osmótica hasta la defensa antioxidante. Los extractos de algas marinas construyen resiliencia sistémica anticipada: activan mecanismos de defensa generales que preparan a la planta para enfrentar con mayor eficiencia

las condiciones adversas futuras, reduciendo la magnitud del impacto cuando el estrés se instala. El silicio fortalece la infraestructura física: mejora las relaciones hídricas desde la raíz, sostiene la fotosíntesis bajo déficit hídrico y establece una barrera estructural frente a patógenos que el estrés climático podría favorecer.

Ninguno de estos tres elementos actúa de forma óptima en ausencia de un programa sólido de riego, nutrición y manejo sanitario. Pero integrados a ese programa, y aplicados con criterio sobre el calendario productivo y las condiciones climáticas proyectadas, amplían significativamente la capacidad del cultivo para sostener productividad y calidad cuando las condiciones aprietan. La bioestimulación, en este sentido, no es un gasto de prevención: es una inversión en el margen de maniobra que la floricultura colombiana necesitará en los próximos meses.

En BAM S.A.S. acompañamos a los productores en la estructuración de estas herramientas preventivas para que la floricultura colombiana siga floreciendo con calidad de exportación.

Referencias

- Henderson, B. C. R., Sanderson, J. M., & Fowles, A. (2025). A review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants. *Discover Agriculture*, 3, 69.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2026, 16 de marzo). Probable desarrollo de El Niño en el segundo semestre de 2026 activa alerta temprana en el país.
- Li, N., Li, J., Xie, J., et al. (2025). Glycine betaine and plant abiotic stresses: Unravelling physiological and molecular responses. *Plant Science*, 355, 112479.
- Makonya, G. M., Bryla, D. R., Hardigan, M. A., et al. (2025). Los bioestimulantes con glicina betaína o extracto de algas marinas alivian el estrés térmico en la frambuesa roja. *Scientific Reports*, 15, 2251.
- Ogedengbe, O., Hunt, J., Pang, A., & Gupta, D. (2026). Silicon-mediated drought resilience mechanisms in crops. *Frontiers in Plant Science*, 17, 1788106.
- Silva, R. de A. (2024). Utilização de aminoácidos como estratégia para minimizar o estresse abiótico em plantas. *Revista Cultivar*.
- Wang, M., Gao, L., Dong, S., Sun, Y., Shen, Q., & Guo, S. (2017). Role of silicon on plant-pathogen interactions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 701.

