

Artículo Técnico

Entendiendo la planta para optimizar la calidad floral:

¿Cómo se anticipa la respuesta fisiológica de la planta bajo estrés hídrico?

Imaginemos un día típico del Fenómeno del Niño en la Sabana de Bogotá: un cielo despejado y un sol radiante que, parecería el escenario ideal para el desarrollo de un cultivo. Sin embargo, detrás de esa luminosidad se esconde una compleja respuesta de adaptación para la planta, donde el aumento de la radiación, la temperatura y la demanda evaporativa disparan alarmas internas invisibles. En este contexto, el éxito de la producción de flores no radica en eliminar completamente el estrés ambiental, sino en nuestra capacidad técnica para ayudar a la planta a adaptarse y mantener su desempeño productivo bajo condiciones adversas.

Por: I.A Tannia Ximena Heredia Torres
Technical Agronomist
Yara Colombia



Debemos comprender que el estrés hídrico inicia mucho antes de que podamos verlo a simple vista. Cuando aparecen signos de marchitez o reducción del crecimiento en las camas de flores, el proceso fisiológico interno ya ha comenzado horas o incluso días antes. La disminución del potencial hídrico, el cierre estomático y la reducción de la asimilación del carbono constituyen algunas de las primeras respuestas de la planta frente al déficit hídrico. Estos cambios silenciosos impactan directamente la productivi-

dad y la calidad exportable que exige el mercado. El estrés inicia antes de que podamos verlo.

Durante el Fenómeno del Niño, la planta activa una serie de respuestas fisiológicas orientadas a preservar el equilibrio hídrico y garantizar la supervivencia de la planta frente a condiciones de alta demanda ambiental. Este proceso, como se ilustra en la Figura 1, inicia con la disminución del potencial hídrico, lo que desencadena el cierre estomático como mecanismo de defensa para evitar la pérdida de agua. Sin embargo, esta respuesta adaptativa tiene un costo metabólico importante: al limitar la apertura estomática también se restringe la entrada de CO_2 , reduciendo la fijación de carbono y, por consiguiente, la producción de fotoasimilados necesarios para sostener el crecimiento y el desarrollo floral.



Figura 1. Cascada fisiológica asociada al estrés hídrico.

A medida que la fotosíntesis disminuye, la célula entra en un estado de desequilibrio metabólico que favorece la acumulación de especies reactivas de oxígeno (ROS), generando estrés oxidativo y afectando la integridad de membranas, proteínas y cloroplastos, estructuras fundamentales para el funcionamiento de la planta. Cuando aparecen síntomas como marchitez, menor crecimiento o tallos ciegos, gran parte de las respuestas fisiológicas y bioquímicas ya han ocurrido. En cultivos de alta exigencia como la rosa, el clavel o el crisantemo, este proceso invisible compromete variables como el peso, calibre, longitud del tallo y posiblemente el tamaño del botón floral, afectando la calidad comercial y la vida en florero. Comprender esta secuencia de eventos es clave para diseñar estrategias de manejo que sostengan la funcionalidad fisiológica de la planta durante periodos prolongados de estrés.

¿Qué ocurre dentro de la planta?

Las respuestas de la planta al estrés hídrico buscan preservar la supervivencia, pero cuando el estrés se prolonga termina afectando la productividad y la calidad floral (Zarif *et al*, 2025), generando los siguientes cambios:

- **Alteraciones fisiológicas:** La disminución del potencial hídrico induce el cierre estomático, reduciendo la transpiración, el intercambio gaseoso y la actividad fotosintética. Como consecuencia, disminuye la producción de fotoasimilados necesarios para sostener el crecimiento y el desarrollo de nuevos tejidos.
- **Respuestas bioquímicas:** La alteración del metabolismo favorece la acumulación de ROS, incrementando el riesgo de daño oxidativo. Para contrarrestarlo, la planta activa sistemas antioxidantes y acumula osmolitos compatibles como la prolina, que contribuyen a mantener la estabilidad celular.
- **Impactos morfológicos:** Cuando el estrés persiste, las alteraciones fisiológicas y bioquímicas terminan reflejándose en el crecimiento de la planta. Entre las respuestas más frecuentes se encuentran la reducción de la longitud de los tallos, número de flores y acumulación de biomasa, características que impactan directamente la calidad comercial de las flores (Samat *et al*, 2025).

Estrategias para sostener la funcionalidad fisiológica

El éxito frente al Fenómeno del Niño no depende de intentar eliminar el estrés, sino de proporcionar a la planta las herramientas fisiológicas necesarias para adaptarse y mantener su desempeño productivo. Para lograrlo, la estrategia puede enfocarse en tres pilares fundamentales: proteger la integridad celular, sostener la actividad fotosintética y mantener el metabolismo activo durante periodos de alta demanda ambiental.

1. Mantener la integridad celular: Cuando la disponibilidad de agua disminuye, la estabilidad de las membranas y los tejidos se convierte en el primer frente de defensa de la planta. En esta etapa, el calcio y el boro actúan como los arquitectos de la resiliencia celular. Mientras el calcio fortalece las membranas, favorece el desarrollo radical y participa en la regulación del transporte de agua dentro de la planta, el boro contribuye a la estabilidad de la pared celular y facilita el movimiento de carbohidratos hacia los tejidos en crecimiento, especialmente los botones florales.

Más allá de su función estructural, el calcio también participa en procesos fisiológicos clave relacionados con la respuesta al estrés. Como se observa en la Figura 2, mayores concentraciones de calcio foliar se asocian con incrementos significativos en la actividad fotosintética, evidenciando su contribución al mantenimiento de la funcionalidad fisiológica durante condiciones adversas.

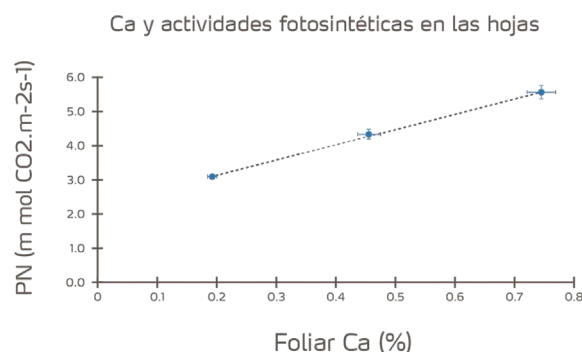


Figura 2. Relación entre el contenido foliar de calcio y la actividad fotosintética.

En este contexto, YaraTera CALCINIT suministra calcio altamente soluble junto con nitrógeno nítrico, favoreciendo el crecimiento de raíces activas y el transporte eficiente de agua y nutrientes. Como complemento, las aplicaciones foliares de YaraVita CABTRAC permiten reforzar el suministro de calcio y boro en tejidos jóvenes y órganos en desarrollo, donde la demanda nutricional suele ser elevada y la movilidad de estos nutrientes es limitada.

2. Reducir el daño oxidativo: El estrés hídrico y térmico favorece la acumulación de ROS, moléculas altamente reactivas que afectan la integridad de las membranas, aceleran la degradación de pigmentos fotosintéticos y comprometen el funcionamiento normal de las células. Para neutralizar este ataque interno, la planta depende de un sistema antioxidante enzimático donde micronutrientes como zinc, manganeso y cobre desempeñan un papel fundamental.

La evidencia científica (Imran *et al*, 2024; Sattar *et al*, 2022) demuestra que un adecuado suministro de estos micronutrientes contribuye a mantener el contenido

relativo de agua, reducir la pérdida hídrica y proteger la clorofila bajo condiciones de estrés. Además, participan en la activación de enzimas antioxidantes y favorece la acumulación de carbohidratos solubles y lignina, fortaleciendo la estructura de la planta y mejorando su capacidad de respuesta frente a la deshidratación.

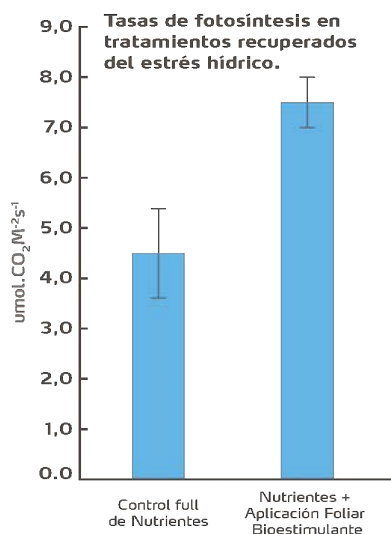


Figura 3. Recuperación de la tasa fotosintética mediante nutrición y bioestimulación.

En este contexto, YaraVita CRO-PLIFT combina bioestimulantes, macro y micronutrientes estratégicos que permiten fortalecer simultáneamente la protección antioxidante y la recuperación fisiológica de la planta durante períodos prolongados de estrés. Como se observa en la Figura 3, la bioestimulación y el soporte nutricional permiten una recuperación superior de la actividad fotosintética después de eventos de estrés hídrico.

3. Mantener la actividad metabólica: Además de proteger las estructuras celulares y reducir el daño oxidativo, es fundamental mantener el metabolismo funcionando durante el período de estrés. La fotosíntesis es uno de los procesos más sensibles al déficit hídrico y, al mismo tiempo, uno de los más determinantes para sostener el crecimiento y la calidad floral.

En este escenario, la fuente de nitrógeno adquiere una importancia estratégica. El nitrógeno nítrico constituye la forma preferencial bajo condiciones de estrés, ya que favorece una mayor actividad fotosintética y un



Figura 4. Desarrollo vegetativo según la fuente de nitrógeno utilizada bajo condiciones de estrés hídrico.

crecimiento más estable en comparación con fuentes amoniacales o ureicas. Como se observa en la Figura 4, las plantas nutridas con nitrato mantienen un mejor desarrollo vegetativo frente a otras fuentes de nitrógeno.

Complementariamente, los extractos de *Ascochyllum nodosum* presentes en YaraAmplix OPTITRAC han mostrado efectos asociados con una mayor tolerancia al estrés abiótico, contribuyendo a mantener el área foliar y la actividad metabólica incluso bajo condiciones adversas (Figura 5).

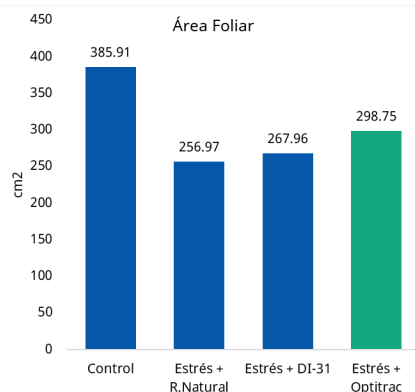


Figura 5. Efecto de YaraAmplix OPTITRAC sobre el área foliar bajo condiciones de estrés hídrico.

La combinación de una nutrición balanceada, el suministro continuo de nitrógeno nítrico mediante Yara-Tera CALCINIT y el uso estratégico de herramientas bioestimulantes permite sostener la funcionalidad fisiológica de la planta y preservar la calidad y la productividad del cultivo.

Adaptar el cultivo al estrés también es una estrategia de sostenibilidad. La clave frente a altas tempe-

raturas y déficit hídrico es actuar de forma preventiva para sostener la funcionalidad fisiológica de la planta. Mantener un adecuado suministro de nitrógeno nítrico y calcio, evitar reducciones excesivas en estos nutrientes al ajustar la conductividad eléctrica, reforzar el aporte foliar de calcio y boro en tejidos jóvenes, e incorporar herramientas bioestimulantes antes y durante los períodos de estrés, son estrategias que contribuyen a preservar la fotosíntesis, el estado hídrico y la calidad floral. En un escenario cada vez más desafiante, la diferencia entre una planta que sobrevive y una que mantiene su productividad radica en la capacidad de anticiparse al estrés y no solo reaccionar cuando los síntomas ya son visibles. Así, la nutrición deja de ser solamente un soporte para el crecimiento y se convierte en una herramienta estratégica.

Bibliografía

- Yara Hanninghof Research Center.
- Imran, S., Sarker, P., Mahamud, M. A., Paul, N. C., Chakroborty, J., Harine, I. J., Rahman, M. A., & Rahimi, M. (2024). Copper mitigates salinity stress by regulating water status, photosynthetic pigments and ion homeostasis and increases the yield of Eggplant (*Solanum melongena*). *BMC Plant Biology*, 24(1), 927.
- Samat, A.T.; Soltabayeva, A.; Bekturova, A.; Zhanasova, K.; Auganova, D.; Masalimov, Z.; Srivastava, S.; Satkanov, M.; Kurmanbayeva, A. (2025) Plant responses to heat stress and advances in mitigation strategies. *Front. Plant Sci.* 16:1638213.
- Sattar, A.; Wang, X.; Ul-Allah, S.; Sher, A.; Ijaz, M.; Irfan, M.; Abbas, T.; Hussain, S.; Nawaz, F.; Al-Hasimi, A.; Al Munqedhi, B.; Skaliczy, M. (2022) Foliar application of zinc improves morpho-physiological and antioxidant defense mechanisms, and agronomic grain biofortification of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1699-1706.
- Zarif, H., Fan, C., Yuan, G., Zhou, R., Chang, Y., Sun, J., Lu, J., Liu, J., & Wang, C. (2025). Drought Stress in Roses: A Comprehensive Review of Morphophysiological, Biochemical, and Molecular Responses. *International journal of molecular sciences*, 26(9), 4272.

