BIBLIOTECA DE SILICE

DOSSIER ECONÓMICO CT-NG-DE-01 · VERSIÓN 2.0

ÁCIDO ORTOSILÍCICO EN GIRASOL

ARGENTINA

Protección multivía del margen

Cuánto puede producir, cuánto puede ayudar a conservar y cuánto del programa existente puede racionalizarse

Rendimiento · aceite · calidad · racionalización · contingencias · riesgo · margen

Referencia económica: Cámara Arbitral de Cereales de Rosario · 16/09/2026

EL AOS NO TIENE QUE PAGARSE HACIENDO UNA SOLA COSA. SU VALOR ECONÓMICO ESTÁ EN TENER VARIAS OPORTUNIDADES DE PROTEGER EL MARGEN CON LA MISMA INVERSIÓN.

Equipo Técnico I+D · NewGreen · Septiembre 2026

¿Qué es el AOS?

El ácido ortosilícico (AOS, H_4SiO_4) es la forma de silicio directamente absorbida por las plantas. Otras fuentes deben primero transformarse en AOS y, durante ese proceso, una parte importante del silicio aplicado puede quedar retenida, precipitada o no disponible en el medio (Ma & Yamaji, 2006; Thakral et al., 2024).

MUCHO SILICIO APLICADO NO SIGNIFICA MUCHO SILICIO ABSORBIBLE.

El AOS entrega directamente la forma que la planta puede incorporar. Por eso, al comparar tecnologías, no basta con mirar cuánto silicio total contienen: importa cuánto puede llegar efectivamente a una forma disponible en el momento fisiológico en que el cultivo la necesita.

Una forma simple de explicarlo: aplicar grandes cantidades de silicio total cuando sólo una fracción llegará finalmente a la forma absorbible puede terminar siendo, económicamente, como disparar un cañón a una flor. La potencia aplicada puede ser enorme; la eficiencia con que llega al objetivo es otra cuestión.

Nota institucional: en esta colección, el ácido ortosilícico (AOS) corresponde a la forma de silicio que NewGreen formula y entrega comercialmente a través de SiliGreen®.

Resumen ejecutivo

La pregunta del productor es legítima: ¿cuánto dinero adicional puede dejar una estrategia de silicio/AOS frente a lo que cuesta aplicarla? La respuesta rigurosa no es un porcentaje fijo, porque el retorno cambia con el rendimiento potencial, el momento e intensidad del estrés, la materia grasa, el

precio, el costo del programa y los problemas bióticos o abióticos que efectivamente aparezcan durante la campaña.

Pero que el retorno no sea fijo no significa que no pueda cuantificarse. La forma correcta es separar las distintas vías por las que una tecnología fisiológica transversal puede proteger el margen.

Vía económica	Qué significa en el lote	Cómo entra en la cuenta
1. Producción adicional	Más kg/ha cuando el cultivo expresa una respuesta positiva.	Ingreso extra por rendimiento.
2. Calidad adicional	Más materia grasa y, según ambiente/genotipo, cambios favorables en calidad del aceite.	Bonificación por aceite / mayor valor industrial.
3. Costos reemplazados	Menor dependencia de bioestimulantes redundantes o de una pasada exclusiva.	Reduce el costo incremental real del AOS.
4. Pérdidas y rescates evitados	Menor expresión de daño frente a determinados estreses, plagas o enfermedades.	Conserva kg/ha y puede reducir gastos de rescate si la presión queda bajo umbral.
5. Valor anticíclico	Si el shock afecta una región y reduce oferta, los kg protegidos pueden valer más.	Producción preservada × precio más alto.

LA PREGUNTA ECONÓMICA COMPLETA NO ES: «¿CUÁNTO RINDE MÁS?». ES: «¿CUÁNTO PUEDE SUMAR O EVITAR PERDER, Y CUÁNTO ME CUESTA LOGRARLO?»

1. Punto de partida: cuánto vale hoy un kilogramo de girasol

La Cámara Arbitral de Cereales de Rosario publicó para el mercado del 16 de septiembre de 2026 un valor estimado de girasol de US$505,02/t. La norma argentina de comercialización fija una base de 42% de materia grasa y bonifica 2% del precio por cada punto porcentual por encima de esa base.

Por lo tanto. para un girasol de 50% de materia grasa. el valor económico de referencia es aproximadamente US$ 586/t, En ese caso. cada 100 kg/ha adicionales —o cada 100 kg/ha que se evita perder— representan aproximadamente US$ 58,6/ha,

Esta equivalencia es fundamental: económicamente, un kilogramo que la planta agrega y un kilogramo que la planta logra conservar frente a un estrés tienen el mismo valor al momento de venderlo.

2. El número que primero debe conocer el productor: el punto de equilibrio

El punto de equilibrio evita vender una promesa. En vez de afirmar «vas a producir X% más», responde: «con tu precio y tu costo, ¿cuántos kg/ha tiene que sumar o preservar el programa para pagarse?»

Costo total del programa	Kg/ha para pagarse	Lote 2,0 t/ha	Lote 2,5 t/ha	Lote 3,0 t/ha
US$ 50/ha	85 kg/ha	4.3%	3.4%	2.8%
US$ 75/ha	128 kg/ha	6.4%	5.1%	4.3%
US$ 100/ha	171 kg/ha	8.5%	6.8%	5.7%
US$ 125/ha	213 kg/ha	10.7%	8.5%	7.1%
US$ 150/ha	256 kg/ha	12.8%	10.2%	8.5%

Ejemplo: con un costo total de US$100/ha y girasol de 50% de aceite, el programa se paga con aproximadamente 171 kg/ha. En un lote de 2,5 t/ha eso equivale a 6,8%. La cifra parece modesta, pero no debe interpretarse como «éste es el máximo retorno posible»; es solamente el umbral que hay que superar para que la inversión deje de ser costo y empiece a generar margen.

3. Qué magnitud de respuesta se ha observado en girasol

La evidencia de campo muestra un rango mucho más amplio que un único +6% o +12%. La magnitud depende de la fuente de Si, dosis, ambiente, genotipo, agua disponible y nivel de estrés. Por eso las cifras deben utilizarse como referencias de respuesta observada, no como promesas.

Ensayo	Condición	Respuesta observada	Qué demuestra
Slovak University of Agriculture · 2 campañas	Formulación foliar basada en AOS; 4 híbridos	3,58 → 3,82 t/ha (+6,7%) con aplicación temprana; 3,58 → 4,01 t/ha (~+12%) con 2 aplicaciones. Aceite: 44,65 → 46,20% en tratamiento temprano.	Evidencia directa de AOS sobre rendimiento y materia grasa.
Menoufia University · 2 campañas	Si foliar bajo déficit hídrico severo	Aproximadamente +16,5% en semilla y ~+24% en aceite/ha frente al mismo estrés sin Si.	Protección productiva cuando el agua limita fuertemente.
Desert Research Center, New Valley · 2 campañas	Si foliar; ambiente caliente y seco	En Si solo, 495 → 785 kg/feddan (+58,6%) en 2010 y 513 → 811 kg/feddan (+58,1%) en 2011; también aumentó aceite.	Muestra que el techo biológico de respuesta puede ser mucho mayor en determinados ambientes.

El ensayo de New Valley no debe trasladarse como «AOS dará +58% en Argentina». Fue otra fuente y otro ambiente. Su importancia económica es distinta: demuestra que limitar el análisis al rango +6–12% subestima la amplitud de respuestas que el Si ha mostrado en girasol cuando el ambiente permite expresar un beneficio mayor.

4. Caso modelo: 2,5 t/ha, 50% de aceite

Tomemos un lote que sin AOS espera 2,5 t/ha y 50% de materia grasa. Con la referencia de Rosario y la bonificación oficial, el ingreso bruto de referencia es aproximadamente US$ 1.465/ha.

Escenario	Rendimiento	Aceite	Ingreso bruto extra	Neto si AOS = US$100/ha
Respuesta baja ilustrativa	2,58 t/ha	50,00%	US$ 44	US$ -56
Respuesta moderada ilustrativa	2,68 t/ha	50,50%	US$ 116	US$ 16
AOS temprano observado	2,67 t/ha	51,55%	US$ 140	US$ 40
AOS 2 aplicaciones observado	2,80 t/ha	50,96%	US$ 203	US$ 103
Si bajo estrés severo observado	2,91 t/ha	52,10%	US$ 303	US$ 203

El mensaje no es que un productor deba presupuestar US$203/ha o US$303/ha de retorno. El mensaje es que el punto de equilibrio de US$100/ha —171 kg/ha— está dentro de un rango de respuestas que ya ha sido superado en varios ensayos de campo. La discusión comercial debe empezar por el umbral de pago y después mostrar el rango de evidencia.

5. El costo real del AOS no siempre es el precio completo del programa

Si el productor ya paga aminoácidos, algas, osmoprotectores u otros bioestimulantes cuyo objetivo principal es vigor, recuperación o tolerancia general al estrés, la pregunta correcta no es cuánto cuesta «agregar» AOS, sino cuál es el costo incremental después de revisar qué parte del programa puede reducirse o reemplazarse.

Esto no significa reemplazar automáticamente fungicidas, insecticidas, herbicidas o nutrientes cuya necesidad esté diagnosticada. Significa limpiar redundancias funcionales dentro del programa.

Programa AOS	Costo actual reemplazado	Costo incremental	Kg/ha para pagar el cambio	% sobre 2,5 t/ha
US$ 100	US$ 0	US$ 100	171 kg/ha	6.8%
US$ 100	US$ 25	US$ 75	128 kg/ha	5.1%
US$ 100	US$ 50	US$ 50	85 kg/ha	3.4%
US$ 100	US$ 75	US$ 25	43 kg/ha	1.7%

SI EL AOS DE US$100/HA REEMPLAZA US$50/HA DE BIOESTIMULACIÓN REDUNDANTE, YA NO NECESITA GENERAR US$100: NECESITA GENERAR US$50. EL PUNTO DE EQUILIBRIO BAJA DE 171 A 85 KG/HA.

6. Protección multivía del margen: el valor que no aparece en una cuenta simple

El AOS no se aplica a una sola estructura ni frente a un único problema. La evidencia científica del Si describe efectos sobre estado hídrico, integridad de membranas, sistema radical, área foliar, tejido estructural, respuesta antioxidante y defensas inducidas. En términos económicos, esto significa que una misma intervención puede tener más de una oportunidad de proteger el resultado final.

Zona / función	Riesgo económico	Valor potencial de una planta mejor protegida
Raíz	Menor exploración, absorción y acceso a agua/nutrientes.	Conservar funcionamiento y capacidad de sostener crecimiento bajo estrés.
Tallo	Debilidad estructural, daño físico o pérdida de soporte.	Mayor estabilidad estructural y conservación del aparato productivo.
Hoja	Pérdida de área fotosintética por sequía, calor, daño biótico.	Mantener tejido funcional durante formación y llenado.
Flor / capítulo	Estrés en una etapa sensible.	Proteger el número de destinos y el potencial de llenado.
Semilla / aceite	Menor peso, menor materia grasa o alteración de calidad.	Conservar kg/ha y valor industrial.
Defensa biótica	Mayor daño por insectos o enfermedades.	Reducir vulnerabilidad y, en algunos casos, disminuir la necesidad de rescate.

EL VALOR ECONÓMICO DEL AOS NO ES SOLAMENTE «LO QUE AGREGA». TAMBIÉN ES «LO QUE AYUDA A QUE NO SE ESCAPE» POR RAÍZ, HOJA, TALLO, FLOR, SEMILLA, AGUA O PRESIÓN BIÓTICA.

7. Costos sorpresa: plagas y enfermedades como fuga de rentabilidad

Cuando aparece una plaga o enfermedad al final de la campaña, el productor puede enfrentar dos costos simultáneos: el gasto de una intervención de rescate y la pérdida que ya ocurrió antes de controlar el problema.

En girasol existe evidencia directa de Si frente a herbivoría. Assis et al. evaluaron la oruga Chlosyne lacinia y observaron menor porcentaje de hojas dañadas, menor área foliar consumida, menor peso de las orugas y mayor mortalidad en tratamientos asociados a Si. La evidencia no autoriza a afirmar que el Si reemplaza un insecticida; sí demuestra que puede modificar la intensidad del daño y la biología del insecto.

También existe evidencia experimental de reducción o retraso de oídio en girasol suplementado con formas solubles de Si. De nuevo, el uso económico correcto no es prometer «cero fungicida». Es reconocer que una planta menos susceptible puede mantener una presión por debajo del umbral económico durante más tiempo, lo que puede retrasar o eventualmente evitar una aplicación de rescate en determinadas campañas.

Para cuantificar esta vía sin inventar precios de agroquímicos, el dossier usa una fórmula adaptable:

> **VALOR DE UNA CONTINGENCIA EVITADA = COSTO DEL RESCATE POTENCIALMENTE EVITADO + VALOR DE LOS KG/HA QUE NO SE PERDIERON.**

Rendimiento preservado	Si rescate = US$20	Si rescate = US$40	Si rescate = US$60
100 kg/ha	US$ 79	US$ 99	US$ 119
200 kg/ha	US$ 137	US$ 157	US$ 177
300 kg/ha	US$ 196	US$ 216	US$ 236

Ejemplo puramente ilustrativo: si una mejor condición del cultivo ayuda a preservar 200 kg/ha y, además, evita una intervención de US$40/ha, el valor combinado ronda US$157/ha a precios actuales. El costo real del fungicida/insecticida y de la aplicación debe reemplazarse por el valor del productor.

8. Sequía: cuando el valor principal es rendimiento que no se perdió

En un año restrictivo, la respuesta económica puede no verse como «produje por encima del potencial normal», sino como «perdí menos que el lote sin protección». Esta diferencia conceptual es esencial.

Supongamos que un lote tenía potencial para 2,5 t/ha, pero una sequía durante una fase sensible provoca una pérdida importante. Si una estrategia fisiológica ayuda a conservar 100, 200 o 300 kg/ha respecto de la situación sin protección, ese volumen debe computarse como retorno económico exactamente igual que un incremento de rendimiento.

La evidencia de Menoufia bajo déficit severo muestra esta lógica: el Si no eliminó la sequía, pero bajo la misma restricción aumentó aproximadamente 16,5% el rendimiento de semilla y cerca de 24% el

rendimiento de aceite frente al tratamiento estresado sin Si. Es una demostración de protección de potencial, no de creación de agua.

9. Efecto anticíclico: cuando los kilos protegidos pueden valer más

Un desastre climático regional introduce una dimensión macroeconómica. Si una sequía, ola de calor u otro shock afecta simultáneamente una zona productora importante, la oferta agregada puede caer. Si el mercado responde con precios mayores, los kilos que un productor consiguió preservar adquieren un valor superior al que tenían en una campaña normal.

Este mecanismo se ha observado en el mercado internacional del complejo girasol. USDA informó que, ante pobres rindes en grandes productores del Mar Negro y una recuperación insuficiente de la oferta, los precios FOB de aceite de girasol promediaron cerca de US$1.300/t entre septiembre de 2025 y marzo de 2026, frente a aproximadamente US$1.100/t en el mismo período anterior: alrededor de +18%. La Bolsa de Comercio de Rosario también atribuyó precios favorables del girasol argentino a problemas de oferta en la región del Mar Negro.

Kg/ha protegidos	Precio normal	Precio +10%	Precio +20%	Precio +30%
100 kg/ha	US$ 59	US$ 64	US$ 70	US$ 76
200 kg/ha	US$ 117	US$ 129	US$ 141	US$ 152
300 kg/ha	US$ 176	US$ 193	US$ 211	US$ 228
500 kg/ha	US$ 293	US$ 322	US$ 351	US$ 381

La tabla no pronostica que una sequía argentina hará subir el precio 10%, 20% o 30%. Muestra cómo cambia el valor de la protección si el mercado reacciona a una escasez amplia. El efecto depende de escala del shock, stocks, producción mundial, sustitutos, demanda, políticas comerciales y grado de venta anticipada del productor.

> **EN UN AÑO NORMAL, PROTEGER 300 KG/HA TIENE UN VALOR. EN UN AÑO MALO PARA TODA LA REGIÓN, ESOS MISMOS 300 KG/HA PUEDEN VALER MÁS. ESA ES LA NATURALEZA ANTICÍCLICA DE LA PROTECCIÓN.**

10. La ecuación económica completa

El retorno del AOS debería analizarse con una ecuación más amplia que «rendimiento extra menos costo del producto»:

> **VALOR ECONÓMICO AOS = PRODUCCIÓN ADICIONAL + CALIDAD ADICIONAL + COSTOS REEMPLAZADOS + PÉRDIDAS EVITADAS + COSTOS DE RESCATE POTENCIALMENTE EVITADOS + EFECTO PRECIO SOBRE PRODUCCIÓN PROTEGIDA − COSTO TOTAL DEL PROGRAMA.**

No todos los componentes aparecerán todos los años. Ése es precisamente el punto: el AOS tiene varias oportunidades de devolver la inversión. En una campaña puede hacerlo principalmente por

rendimiento; en otra, por aceite; en otra, por menor pérdida bajo sequía; y en otra, combinando varias vías.

11. Calculadora rápida para un productor

Dato del productor	Completar	Uso
Precio de girasol	US$/t	Usar precio/contrato real.
Materia grasa esperada	%	Aplicar bonificación/rebaja comercial.
Rendimiento esperado sin AOS	kg/ha	Base de comparación.
Costo del programa AOS	US$/ha	Producto + aplicación incremental.
Bioestimulantes que podrían reducirse	US$/ha	Restar sólo costos realmente redundantes.
Costo de una aplicación de rescate típica	US$/ha	Usar costo real de producto + pasada.
Kg/ha que el lote debe sumar o preservar	kg/ha	Costo incremental ÷ valor efectivo por kg.
Escenario de shock de precio	0 / +10 / +20%...	Sólo sensibilidad, no promesa.

Con esta calculadora la conversación deja de ser genérica. En cinco minutos puede pasarse de «¿sirve?» a «con mi programa, mi rendimiento y mi precio, ¿cuánto necesito sumar o evitar perder para que tenga sentido?».

12. Respuesta corta al cliente

> «NO TE PUEDO PROMETER CUÁNTO MÁS VAS A COSECHAR, PORQUE ESO DEPENDE DEL AÑO. SÍ TE PUEDO DECIR CUÁNTO NECESITÁS SUMAR O EVITAR PERDER PARA PAGAR EL PROGRAMA. CON GIRASOL DE 50% DE ACEITE Y UN COSTO DE US$100/HA, HOY SON APROXIMADAMENTE 171 KG/HA. SI EL AOS REEMPLAZA US$50/HA DE OTROS BIOESTIMULANTES, EL UMBRAL BAJA A 85 KG/HA. Y EL VALOR NO VIENE DE UNA SOLA VÍA: PUEDE APARECER EN RENDIMIENTO, ACEITE, ESTRÉS HÍDRICO, MENOR DAÑO BIÓTICO, COSTOS DE RESCATE EVITADOS O EN EL MAYOR PRECIO DE LOS KILOS QUE LOGRASTE PROTEGER EN UN AÑO DE ESCASEZ.»

Esta respuesta es numérica, defendible y al mismo tiempo expresa la naturaleza multifactorial del AOS. No promete control absoluto ni reemplaza decisiones fitosanitarias basadas en monitoreo; pone el foco donde corresponde: el margen final por hectárea.

Conclusión

El AOS no debería evaluarse como un insumo cuyo valor depende exclusivamente de producir X% más. En girasol, la evidencia demuestra respuestas sobre rendimiento y aceite, y el Si posee además una acción fisiológica transversal frente a distintos estreses. Esa transversalidad crea varias vías económicas posibles dentro de una misma campaña.

La primera regla es conocer el punto de equilibrio. Con la referencia actual de Rosario y 50% de materia grasa, un programa de US$100/ha necesita aproximadamente 171 kg/ha para pagarse. Si reemplaza US$50/ha de costos redundantes, necesita 85 kg/ha.

La segunda regla es no confundir punto de equilibrio con techo de respuesta. Ensayos de campo han reportado aproximadamente +6,7 a +12% con una formulación basada en AOS, ~+16,5% de semilla y

~+24% de aceite bajo déficit severo con Si foliar, y respuestas superiores al 50% en determinadas condiciones de New Valley con otras fuentes de Si.

La tercera regla es valorar lo que no se perdió. En una campaña adversa, conservar rendimiento, aceite y tejido funcional puede ser más importante que superar un año normal. Si, además, el evento reduce la oferta regional y eleva los precios, el valor económico de cada kilogramo protegido aumenta.

EL OBJETIVO NO ES VENDER «MÁS KILOS». EL OBJETIVO ES PROTEGER EL MARGEN POR MÚLTIPLES VÍAS Y HACER QUE EL CULTIVO TENGA MÁS FORMAS DE PAGAR LA INVERSIÓN.

Fuentes y referencias

Cámara Arbitral de Cereales de Rosario. Precios Pizarra del día 16/09/2026. Girasol S/C (E): AR$759.800/t; conversión informativa US$505,02/t. https://www.cac.bcr.com.ar/

Argentina. Resolución SAGPyA 1075/1994, Norma IX Girasol. Base de materia grasa 42%; bonificación/rebaja 2% por cada punto porcentual sobre/bajo la base. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1075-1994-28301/actualizacion

Ernst, D., Zapletalová, A., & Černý, I. (2023). Effect of growing factors on production and fatty acid composition of sunflower achenes. Acta fytotechnica et zootechnica, 26(3), 305–313. DOI: 10.15414/afz.2023.26.03.305-313.

Seleiman, M. F., Refay, Y., Al-Suhaibani, N., Al-Ashkar, I., El-Hendawy, S., & Hafez, E. M. (2019). Integrative Effects of Rice-Straw Biochar and Silicon on Oil and Seed Quality, Yield and Physiological Traits of Helianthus annuus L. Grown under Water Deficit Stress. Agronomy, 9(10), 637. DOI: 10.3390/agronomy9100637.

Abd El-Gwad, A. M., & Salem, E. M. M. (2013). Effect of Biofertilization and Silicon Foliar Application on Productivity of Sunflower (Helianthus annuus L.) under New Valley Conditions. Egyptian Journal of Soil Science, 53(4), 509–536.

Assis, F. A., Moraes, J. C., Auad, A. M., & Coelho, M. (2013). The effects of foliar spray application of silicon on plant damage levels and components of larval biology of the pest butterfly Chlosyne lacinia saundersii (Nymphalidae). International Journal of Pest Management, 59(2), 128–134. DOI: 10.1080/09670874.2013.779049.

Kamenidou, S. (2005). Soluble Silicon-Based Disease Management of Floricultural Crops. M.Sc. Thesis, Oklahoma State University. Chapter: Soluble silicon supplementation reduces powdery mildew of greenhouse produced zinnia and sunflower.

USDA Foreign Agricultural Service (2026). Oilseeds: World Markets and Trade. Poor yields in major Black Sea producers and tight supplies accompanied higher sunflower oil export prices, near US$1,300/t vs ~US$1,100/t a year earlier.

Bolsa de Comercio de Rosario (2026). Oferta y uso regional de Girasol 2025/26 en Argentina. Señala demanda internacional firme y problemas de oferta en la zona del Mar Negro como soporte de precios.