BIBLIOTECA DE SILICIO
CHILE 3.0

DOSSIER ECONÓMICO

TOMATE A TIERRA

Proteger kilos comercializables frente a una temporada abierta

SUELO · AGUA · ESTRÉS · SANIDAD · CALIDAD · MARGEN

Versión para revisión · Octubre 2026



NO SABEMOS DÓNDE VA A ESTAR LA RESTRICCIÓN ESTA TEMPORADA. EL MARGEN SIGUE SIENDO EL MISMO.

1. EL FACTOR LIMITANTE NO ES SIEMPRE EL MISMO

A campo abierto, el productor controla el manejo, pero no controla la temporada. Suelo, disponibilidad de agua, salinidad, radiación, temperatura, presión sanitaria y condición del fruto pueden cambiar de importancia dentro de un mismo ciclo. El problema económico aparece cuando una de esas restricciones transforma potencial productivo en menos kilos comercializables o menor valor por kilo.

LA TABLA MÁS CORTA PUEDE CAMBIAR. LOS KILOS COMERCIALIZABLES QUE BUSCAMOS PROTEGER SON LOS MISMOS.

EL TONEL DE LIEBIG, LLEVADO AL TOMATE A TIERRA

SUELO / RAÍZ	AGUA	CE / SALIN.	FOTOSÍNTESIS	ESTRÉS OXID.	TEJIDOS	DEFENSA	CALIDAD
Zona radical	Estado hídrico	Balance iónico	Carbono	ROS	Fruto	Sanidad	Categoría

Esquema conceptual: las columnas no representan magnitudes experimentales. Muestran funciones distintas que pueden transformarse en la restricción dominante de una temporada.

2. MULTI: TRANSVERSALIDAD EN UN SISTEMA EXPUESTO

La transversalidad del silicio no debe presentarse como una suma de beneficios. Su lógica económica es que una misma inversión participa en distintas funciones del cultivo y puede proteger valor por vías diferentes según dónde aparezca la restricción.

MULTI NO MULTIPLICA EL BENEFICIO. MULTIPLICA LAS OPORTUNIDADES DE PROTEGERLO.

3. QUÉ CAMBIA RESPECTO DEL INVERNADERO

El tomate a tierra no es el dossier de invernadero trasladado al exterior. El suelo real, la exploración radicular, la evaporación, la heterogeneidad del perfil, la variación térmica y la exposición sanitaria aumentan el peso de las restricciones territoriales. Por eso el dossier prioriza suelo-raíz-agua, producción comercializable y sanidad de campo.

4. LA TABLA ECONÓMICA QUE ORDENA EL DOSSIER

Restricción	Función comprometida	Lo que observa el productor	Cómo golpea margen
Suelo / raíz	Exploración, absorción, continuidad hídrica	Desuniformidad, menor vigor	Menos potencial y menor recuperación
Déficit hídrico	Estomas, fotosíntesis, llenado	Menor peso y continuidad	Menos kg comercializables
CE / salinidad	Agua, Na/K, pigmentos	Menor crecimiento y rendimiento	Menos kg + más riesgo de desórdenes
Estrés oxidativo	Membranas y metabolismo	Pérdida de función	Menor rendimiento acumulado
Ca / tejidos	Integridad de fruto	BER y fruta fuera de categoría	Descarte directo
Sanidad	Defensa y tejido funcional	Lesiones, marchitez, pérdida foliar	Pérdida + rescates
Firmeza / calidad	Pared celular y condición	Menor categoría o vida útil	Menor precio efectivo

La evidencia directa de campo confirma que el Si puede modificar crecimiento, rendimiento y calidad de tomate; en un ensayo de 2023 con aplicación foliar de Si en tomate cultivado en campo, se evaluaron rendimiento comercial y múltiples atributos de calidad [3]. En 2026, aplicaciones de distintas fuentes de Si redujeron marchitez bacteriana por Ralstonia bajo condiciones de campo y aumentaron crecimiento, biomasa y rendimiento [4].

5. PRODUCIR NO ES LO MISMO QUE COMERCIALIZAR

INGRESO = KG COMERCIALIZABLES × VALOR REAL RECIBIDO POR KG

Un fruto descartado ya consumió planta, suelo, agua, fertilización, aplicaciones, mano de obra y tiempo. Por eso el rendimiento total puede ocultar una pérdida económica. En tomate a campo, proteger margen significa proteger la fracción de la producción que efectivamente llega a venta y su categoría comercial.

6. EVIDENCIA: QUÉ ES DIRECTO Y QUÉ ES CONVERGENTE

Línea	Tipo de evidencia	Uso en este dossier

Rendimiento y calidad	Directa en tomate de campo [3]	Soporta producción y valor comercial
Ralstonia	Directa en campo [4]	Soporta sanidad y producción preservada
Alternaria solani	Directa en tomate, condiciones controladas [5]	Soporta defensa inducida; no se convierte en ahorro automático
Déficit hídrico + salinidad	Directa en tomate bajo suelo protegido [6,7]	Evidencia convergente para agua/CE; no se presenta como ensayo a campo
Firmeza / pared celular	Directa en tomate [8]	Soporta condición y potencial de vida útil
Ca moderadamente deficiente	Directa en tomate [9]	Soporta sensibilidad a Ca; no equivale a “Si aporta Ca”

7. EL COSTO DEBE PARTIR DEL PRECIO REAL

Para comparar económicamente mantenemos, como escenario de trabajo, un programa de 1,6 L/ha por temporada. El protocolo técnico posterior definirá momentos y dosis finales según objetivo y sistema.

Tramo	Volumen de referencia	Precio neto/L	Costo neto/ha
Lista	Referencia	CL$65.000	CL$104.000
Silver	Desde 50 L	CL$45.500	CL$72.800
Gold	Desde 200 L	CL$42.250	CL$67.600
Platino	Desde 300 L	CL$39.000	CL$62.400

EL PRECIO LISTA DEFINE LA REFERENCIA. LA ESCALA DEFINE EL COSTO REAL.

8. UNA HECTÁREA CHILENA DE REFERENCIA

ODEPA publicó en 2025 una ficha para tomate de consumo al aire libre, botado, Región de Coquimbo, temporada 2023/24, con tecnología media y riego por goteo. El costo total de referencia es CL$20.530.548/ha [1]. ODEPA recalca que estas fichas son estudios de caso y deben adaptarse al productor real.

Para disponer de una referencia completa de rendimiento y precio, la ficha ODEPA 2021/22 del mismo sistema registra 73.800 kg/ha, CL$340/kg a productor, ingreso de CL$25.092.000/ha, costo total de CL$18.803.856/ha y margen neto de CL$6.288.144/ha [2]. Se usa como escenario histórico de cálculo, no como precio 2026.

73.800 kg/ha × CL$340/kg = CL$25.092.000/ha DE VALOR BRUTO HISTÓRICO [2]

9. PUNTO DE EQUILIBRIO: SILVER

Con Silver, el costo del programa de 1,6 L/ha es CL$72.800/ha. Sobre la referencia histórica de CL$340/kg, equivale a aproximadamente 214 kg/ha, es decir 0,29% de una producción de 73.800 kg/ha.

0,29% NO ES UNA RESPUESTA ESPERADA DE SILIGREEN. ES EL UMBRAL ECONÓMICO QUE DEBE SER PROTEGIDO PARA PAGAR EL PROGRAMA.

10. LA ESCALA REDUCE EL UMBRAL

Condición	Costo/ha	% del valor bruto histórico	Kg equivalentes a CL$340/kg
Lista	CL$104.000	0,414%	306 kg
Silver	CL$72.800	0,290%	214 kg
Gold	CL$67.600	0,269%	199 kg
Platino	CL$62.400	0,249%	184 kg

La escala no cambia la fisiología de la tecnología. Cambia la economía de adopción: a menor costo real por hectárea, menor cantidad de valor necesita preservar el sistema para cubrir la inversión.

11. LA RACIONALIZACIÓN ES UNA SEGUNDA ETAPA

COSTO NETO A RECUPERAR = COSTO REAL DE SILIGREEN – COSTOS EFECTIVAMENTE ELIMINADOS O REDUCIDOS

Costo racionalizado	Saldo Silver	% sobre CL$25.092.000	Kg a CL$340/kg
CL$0	CL$72.800	0,290%	214 kg
CL$20.000	CL$52.800	0,210%	155 kg
CL$40.000	CL$32.800	0,131%	96 kg
CL$60.000	CL$12.800	0,051%	38 kg
CL$72.800	CL$0	0%	0 kg

Una superposición funcional no es ahorro por sí sola. Sólo se contabiliza aquello que efectivamente deja de comprarse, aplicarse o ejecutarse sin comprometer una función específica necesaria.

12. INTEGRAR UNA PASADA NO ES ELIMINAR UNA PASADA

Integración: SiliGreen entra en una aplicación o fertirriego que igualmente iba a ejecutarse; no aparece una operación exclusiva. Eliminación: una intervención existente deja efectivamente de realizarse. Sólo entonces pueden contabilizarse producto, maquinaria, combustible o mano de obra evitados.

NO CONTAR DOS VECES LA MISMA ECONOMÍA.

13. EL RETORNO NO NECESITA VENIR SIEMPRE POR LA MISMA VÍA

Una temporada puede devolver valor principalmente por producción preservada; otra por menor incidencia sanitaria; otra por menor descarte; otra por condición y calidad; otra por intervenciones efectivamente evitadas. El origen cambia. El margen protegido es el mismo.

- Producción preservada.
- Menor descarte y mejor proporción comercializable.
- Condición sanitaria.
- Firmeza, composición y categoría comercial cuando generan valor real.
- Intervenciones o rescates efectivamente evitados.
- Racionalización real del programa.

MÚLTIPLES VÍAS DE PROTECCIÓN. UNA SOLA CONTABILIDAD DEL BENEFICIO.

14. SANIDAD: DEL MECANISMO AL COSTO

En tomate, la sanidad ofrece una línea MULTI particularmente útil porque conecta defensa con producción preservada. Frente a Ralstonia solanacearum, estudios han mostrado menor índice de marchitez y cambios en virulencia del patógeno [10]; en 2026, el efecto fue confirmado bajo invernadero y campo, con reducción de incidencia y aumento de rendimiento [4]. Frente a Alternaria solani, la suplementación con Si retrasó síntomas, redujo severidad e incrementó genes de defensa y enzimas antioxidantes [5].

El dossier no convierte automáticamente esa evidencia en “ahorro de fungicidas o bactericidas”. El ahorro sólo existe si el programa real permite reducir una intervención. La evidencia sanitaria demuestra una vía de protección; la contabilidad económica exige una decisión agronómica concreta.

15. AGUA Y SALINIDAD: EVIDENCIA CONVERGENTE, NO DISFRAZADA

La evidencia más cuantificada para déficit hídrico y salinidad proviene de tomate cultivado bajo suelo protegido y riego por goteo: el Si mejoró fotosíntesis, rendimiento, productividad del agua y beneficio económico bajo estrés combinado [6,7]. Es evidencia directa en tomate y relevante para sistemas de campo con suelo y goteo, pero no se presenta aquí como ensayo chileno ni como ensayo abierto. Esa distinción mantiene la fortaleza del argumento sin exagerar la extrapolación.

16. CALIDAD, FIRMEZA Y DESCARTE

El valor económico de la calidad depende de que el mercado la remunere o de que evite pérdida. En tomate, aplicaciones de Si han modificado firmeza, metabolismo de pared celular y potencial de vida útil [8], y trabajos de campo han evaluado simultáneamente rendimiento y atributos de calidad [3]. Estas respuestas son económicamente relevantes cuando cambian la proporción comercializable, la categoría, la merma o el precio efectivo.

Resultado observado	¿Protege valor?	Cómo contabilizar
Más kg cosechados	Sí	kg adicionales × valor/kg
kg que no se pierden por estrés	Sí	kg preservados × valor/kg

Menor descarte	Sí	kg que pasan a categoría comercial
Mayor firmeza	Sólo si tiene consecuencia comercial	merma evitada o diferencial real
Mejor calidad	Sólo si el mercado la remunera	diferencial real de precio
Menor rescate	Sí, si ocurre	costo efectivamente evitado
Dos mecanismos protegen el mismo fruto	Sí, una sola vez	no duplicar el beneficio

17. LA RESTRICCIÓN DOMINANTE PUEDE CAMBIAR

Una temporada seca puede llevar la tabla más corta hacia suelo-raíz-agua; una temporada con agua de mayor CE hacia balance iónico; una campaña sanitaria hacia defensa y tejido funcional; un ciclo con buena producción pero alta merma hacia integridad y calidad. El retorno no necesita aparecer siempre en la misma variable para justificar la misma inversión.

LA RESTRICCIÓN PUEDE CAMBIAR. LA NECESIDAD DE PROTEGER EL MARGEN, NO.

18. CÓMO LLEVARLO A UN PREDIO REAL

Paso	Pregunta
1 · Definir costo real	¿Qué tramo comercial corresponde al volumen de compra?
2 · Definir economía del predio	¿Rendimiento, % comercial, precio y costos reales?
3 · Identificar tabla corta	¿Suelo/agua, salinidad, sanidad, descarte, calidad?
4 · Revisar programa	¿Qué funciones ya se pagan y cuáles son complementarias?
5 · Calcular umbral	¿Cuánto valor debe preservarse después de ahorros reales?

19. ¿HEMOS EVALUADO SERIAMENTE EL USO DE SILICIO EN ESTE TOMATE?

No usar silicio puede ser una decisión técnica válida. No haberlo evaluado con números y contra las restricciones reales del predio deja una pregunta económica sin responder.

- ¿Cuál es hoy la restricción dominante del sistema?
- ¿Qué parte de la producción total llega realmente a categoría comercial?
- ¿Qué herramientas se pagan hoy para agua/estrés, tejidos, calidad o sanidad?
- ¿Existe superposición funcional o son mecanismos claramente complementarios?
- ¿Cuál es el costo real de SiliGreen según volumen?
- ¿Cuántos kg o CL$ debe proteger para cubrir la inversión?

NO USARLO PUEDE SER UNA DECISIÓN TÉCNICA. NO HABERLO ESTUDIADO, NO.

20. CONCLUSIÓN

El tomate a tierra expone la producción a una temporada menos controlable que el invernadero. La restricción dominante puede moverse entre suelo-raíz, agua, salinidad, función fotosintética, estrés oxidativo, sanidad y condición del fruto. Distintos problemas terminan erosionando la misma cuenta: kilos comercializables, valor por kilo y costos de intervención.

La lógica económica de una herramienta transversal no es prometer que todos esos beneficios ocurrirán simultáneamente. Es reconocer que la inversión puede tener más de una vía para proteger valor. El punto de equilibrio convierte esa transversalidad en una pregunta concreta: ¿puede el sistema preservar suficiente producción, categoría o costo para recuperar la inversión real?

UNA SOLA INVERSIÓN. DISTINTAS POSIBILIDADES DE PROTEGER VALOR SEGÚN EL DESAFÍO DE LA TEMPORADA.

21. MAPA FINAL DE EVIDENCIA

Variable	Evidencia usada	Sistema	Lectura económica
Rendimiento / calidad	Hu et al. 2023 [3]	Campo / estructura abierta	kg y atributos comerciales
Marchitez bacteriana	PMPP 2026 [4]	Campo + invernadero	producción preservada
Defensa frente a Alternaria	2021 [5]	Tomate, controlado	mecanismo sanitario
Agua + salinidad	AWM / Sci. Hort. 2023 [6,7]	Suelo protegido, goteo	riesgo hídrico y productividad

Firmeza / pared celular	Wang et al. 2024 [8]	Tomate	condición / vida útil potencial
Ca moderadamente deficiente	Alonso et al. 2020 [9]	Tomate	riesgo de desorden; no sustitución de Ca

REFERENCIAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS

[1] ODEPA (2025). Ficha de costo: Tomate, Región de Coquimbo. Tomate consumo al aire libre, botado, temporada 2023/24. Costo total de referencia CL$20.530.548/ha.

[2] ODEPA. Ficha Técnico-Económica Tomate aire libre, Región de Coquimbo, temporada 2021/22. 73.800 kg/ha; CL$340/kg; ingreso CL$25.092.000/ha; costo total CL$18.803.856/ha.

[3] Hu, W. et al. (2023). Effect of Foliar Application of Silicon and Selenium on the Growth, Yield and Fruit Quality of Tomato in the Field. Horticulturae 9(10):1126. DOI 10.3390/horticulturae9101126.

[4] Physiological and Molecular Plant Pathology (2026). Antibacterial activity of different silicon sources against Ralstonia solanacearum of tomato. DOI 10.1016/j.pmpp.2026.103599.

[5] Silicon supplementation improves early blight resistance in tomato by modulating defense-related genes and antioxidant enzymes. (2021). PMID 33968576.

[6] Fan/J. et al. (2023). Silicon application mitigated adverse effects of salt stress and deficit irrigation on drip-irrigated greenhouse tomato. Agricultural Water Management 289:108526.

[7] Dou, Z. et al. (2023). Exogenous silicon application improves fruit yield and quality of drip-irrigated greenhouse tomato under combined drought and salt stress. Scientia Horticulturae 321:112352.

[8] Wang, J. et al. (2024). Effect of exogenous silicon treatments on cell wall metabolism and textural properties of tomato fruits. Scientia Horticulturae 336:113407.

[9] de Souza Alonso et al. (2020). Silicon spraying alleviates calcium deficiency in tomato plants, but Ca-EDTA is toxic. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. DOI 10.1002/jpln.202000055.

[10] Silicon Controls Bacterial Wilt Disease in Tomato Plants and Inhibits Virulence-Related Gene Expression of Ralstonia solanacearum. (2022). PMID 35805970.

NEWGREEN CHILE · +56 9 4475 6995 · comercial@newgreen.cl · www.newgreen.cl