BIBLIOTECA DE SILICE

CAPITULO CT-NG 0004

CEREZO EN CHILE

CHILE 3.0

Silicio · ácido ortosilícico · agua · estructura · sanidad · calidad · poscosecha

LA TECNOLOGÍA AVANZA.
SEGUIR HACIENDO LO MISMO TAMBIÉN TIENE UN COSTO.

MÁS TRANQUILIDAD. MENOS DEPENDENCIAS.
UNA SOLA HERRAMIENTA, MÚLTIPLES FORMAS DE PROTEGER TU RESULTADO.

Documento técnico · Multitransversalidad y protección multivía
Equipo Técnico I+D · NewGreen · Octubre 2026

RESUMEN EJECUTIVO

El cerezo chileno no pierde valor por una sola causa. Una temporada puede construir floración, cuaja, carga, crecimiento, calibre y color, y aun así perder una fracción relevante de ese valor durante las últimas semanas, en el packing, en frío o después de transporte. La pregunta técnica, por tanto, no es sólo cuánto produce el huerto, sino cuánto de ese potencial logra mantenerse como fruta comercializable y exportable en condición.

Cerezo Chile 3.0 parte desde esa variable final y utiliza la fisiología únicamente cuando ayuda a explicar una pérdida o una respuesta medible. La evidencia chilena ocupa la primera línea; la evidencia internacional se incorpora cuando proviene del mismo cultivo y de ambientes agronómicamente comparables, o cuando aporta un mecanismo que todavía no ha sido validado directamente en Chile.

La evidencia directa en cerezo ya es suficiente para salir de una discusión puramente teórica. Rombolà et al. (2023) realizaron cuatro ensayos de campo en árboles adultos de tres cultivares y observaron que aplicaciones de Si redujeron la partidura bajo condiciones favorables al cracking, con respuestas similares o superiores a CaCl2 según el ensayo. İmrak (2025) volvió a encontrar una reducción marcada del índice de cracking con Si, y Polat et al. (2026) mostró una respuesta relevante de la combinación Ca + Si. En poscosecha, Qin y Tian (2005) demostraron respuestas directas frente a Monilinia fructicola y Penicillium expansum en cereza dulce.

La evidencia chilena amplía el marco. Trabajos en Regina/Gisela 6 muestran que el déficit hídrico puede reducir fotosíntesis, estado hídrico, peso y calibre sin necesariamente cambiar el rendimiento total; estudios en Regina bajo cubierta muestran que firmeza y pitting pueden modificarse significativamente; y trabajos en Lapins/Colt confirman que el momento del Ca influye en propiedades mecánicas y comportamiento poscosecha. Esto permite conectar procesos con variables que efectivamente cambian la condición comercial.

El capítulo integra estas líneas en una arquitectura MULTI: multiestructuralidad, multitransversalidad, protección multivía y protección multimomento. No significa sumar beneficios dos veces. Significa demostrar que distintas vías pueden participar en la protección del mismo resultado y que la limitante dominante puede cambiar entre floración, cuaja, crecimiento, precosecha y poscosecha.

LA TRANQUILIDAD DEL SILICIO ESTÁ EN SU TRANSVERSALIDAD: NO DEPENDE DE UNA SOLA RESPUESTA, TIENE MÚLTIPLES FORMAS DE PROTEGER EL RESULTADO.

1. CEREZO CHILENO: EL RESULTADO TERMINA MUCHO DESPUÉS DEL ÁRBOL

En cerezo, el resultado comercial no puede describirse adecuadamente sólo mediante kg/ha. La cadena relevante es más larga: fruta producida → fruta cosechable → fruta embalable → fruta exportable → calibre/categoría → condición después de almacenamiento y transporte → valor final. Dos huertos con igual rendimiento pueden terminar con resultados económicos muy distintos si cambia la proporción de fruta que conserva integridad y condición.

Por eso este capítulo no pretende explicar al productor cómo producir cerezas. Asume un lector técnicamente competente y concentra el espacio en aquello que agrega valor a la decisión: evidencia, magnitud de respuesta, limitaciones, comparabilidad, timing y relación entre vías.

EN CEREZO, EL RENDIMIENTO SE CONSTRUYE EN EL HUERTO. EL VALOR SE CONFIRMA MUCHO DESPUÉS.

2. EVIDENCIA DIRECTA DE SILICIO EN CEREZO

2.1 Cuatro ensayos de campo: Rombolà et al. (2023)

Rombolà et al. reunieron cuatro ensayos de campo en árboles adultos de Van, New Star y Emperor Francis. Compararon control, $CaCl_2$ y silicato de sodio aplicado a la canopia, con tres aplicaciones semanales desde inicio de color hasta aproximadamente una semana antes de cosecha. Cuando el ambiente favoreció la partidura, el tratamiento con Si redujo significativamente el porcentaje de frutos partidos y, según el ensayo, alcanzó una eficacia similar o superior a $CaCl_2$.

La fuerza del trabajo está en que no muestra una tecnología que “mejora todo”. En ambientes con baja presión de cracking la diferencia fue pequeña o inexistente; en ambientes con presión real apareció la respuesta. Otras variables, como peso, firmeza o sólidos solubles, no respondieron de forma uniforme. Esa selectividad hace la evidencia más útil: permite identificar dónde la respuesta es consistente y dónde todavía no lo es.

SI NO EXISTE LA VÍA DE PÉRDIDA, NO HAY PÉRDIDA QUE EVITAR.

2.2 Evidencia 2025-2026: convergencia sobre cracking

İmrak (2025), trabajando con Royal Tiago, evaluó Ascophyllum nodosum, glicina betaína, $CaCl_2$ y Si. El tratamiento con Si redujo el índice de cracking en aproximadamente 71% frente al control y agregó información sobre firmeza y composición bioquímica. En 2026, Polat et al. evaluaron 0900 Ziraat con $CaCl_2$ solo y combinado con distintos bioestimulantes; $CaCl_2$ + Si redujo el índice de cracking a 3,6%, frente a aproximadamente 12% en el control y 5,2% con $CaCl_2$ solo.

Estos resultados no convierten Ca y Si en adversarios. Abren una pregunta mucho más útil: qué componente de la integridad del fruto protege cada herramienta y en qué situaciones la combinación permite cubrir rutas diferentes de un mismo problema.

CALCIO Y SILICIO PUEDEN CONVERGER SOBRE UN MISMO RESULTADO SIN NECESITAR HACER LO MISMO.

2.3 La superficie del fruto como parte del mecanismo

Rombolà et al. detectaron depósitos de Si sobre la superficie del fruto mediante Cryo-SEM y microanálisis de rayos X. El hallazgo no autoriza a reducir el efecto a una explicación única, pero sí refuerza la importancia de la interacción entre tratamiento, superficie del fruto, agua y susceptibilidad al cracking. La investigación chilena sobre cutícula y pared celular en cultivares con distinta tolerancia a partidura aporta un marco local sólido para interpretar esta vía (Balbontín et al., 2013; 2014).

3. AOS Y AGUA: UNA VÍA QUE VA MÁS ALLÁ DEL CRACKING

La evidencia directa de AOS en cerezo aún es menor que la evidencia general con Si. Sin embargo, dentro del género Prunus existe una pieza especialmente útil. Nascimento-Silva, Coulombe y Melgar (2023) trabajaron con duraznero Contender bajo dos condiciones hídricas y utilizaron, entre otras fuentes, ácido ortosilícico estabilizado con colina. Bajo déficit, dosis foliares moderadas mejoraron el estado hídrico del árbol; aumentar la dosis no mejoró necesariamente la respuesta, lo que confirma que dosis y contexto importan tanto como la fuente.

En Chile, Huerta-Mendoza et al. (2025) evaluaron Regina/Gisela 6 bajo déficit hídrico tardío. Una reducción de 47% del agua aplicada disminuyó potencial hídrico, conductancia estomática y fotosíntesis; el peso de fruto cayó alrededor de 7% y el calibre alrededor de 3%, mientras el rendimiento total y varias variables de condición poscosecha no cambiaron significativamente. El ensayo no estudió Si, pero define localmente una vía de pérdida comercial y evita un error frecuente: convertir toda respuesta fisiológica en rendimiento.

TENEMOS EL PROBLEMA DEMOSTRADO EN CEREZO CHILENO Y UNA RESPUESTA A AOS DEMOSTRADA SOBRE ESA VÍA EN OTRO PRUNUS.

4. INTEGRIDAD DEL FRUTO: CRACKING, FIRMEZA, PITTING Y CALCIO

La integridad del fruto conecta huerto, packing, almacenamiento y destino. Cracking, firmeza, daño mecánico y pitting no deben leerse como una lista de defectos separados: son rutas diferentes por las que una fruta puede perder categoría o salir del mercado.

González-Villagra et al. (2024), trabajando con Regina bajo cubierta en el sur de Chile, mostraron que la regulación de carga modificó peso, tamaño, firmeza y comportamiento poscosecha. El tratamiento de menor carga redujo pitting en 39,4%. Este trabajo no es evidencia Si; su función dentro del capítulo es demostrar cuánto puede cambiar una variable de condición cuando cambia el estado físico del fruto.

Matteo, Zoffoli y Ayala (2022), en Lapins/Colt en Mostazal, confirmaron que las aplicaciones foliares de CaCl2 y su momento de aplicación pueden modificar firmeza, propiedades mecánicas y comportamiento después de 45 días a 0 °C en atmósfera modificada. La lección no es explicar el manejo del Ca al productor, sino mostrar que el timing y el órgano objetivo forman parte de la tecnología.

La evidencia con Si sobre firmeza es positiva en algunos ensayos e inconsistente en otros. Por eso el capítulo no presenta “aumento de firmeza” como una respuesta universal. Sí mantiene esta vía dentro de MULTI porque existe señal experimental, porque se conecta con resistencia física y porque la condición poscosecha es crítica para Chile.

UNA MISMA FRUTA PUEDE PERDER VALOR POR MÁS DE UNA VÍA. PROTEGERLA POR DOS MECANISMOS NO AUTORIZA A CONTARLA DOS VECES.

5. SANIDAD: MULTIESTRUCTURALIDAD DEFENSIVA

La sanidad del cerezo no termina en la pudrición de fruta. En Chile, raíces y cuello, tronco y ramas, brotes, flores, follaje, fruto y poscosecha pueden estar expuestos a oomicetos, hongos y bacterias. El valor del Si en este bloque no se plantea como sustitución automática de fungicidas, bactericidas o herramientas específicas, sino como posible modificación de la vulnerabilidad del hospedero.

5.1 Raíces y cuello

Phytophthora spp. forma parte de los problemas sanitarios relevantes de raíces y corona. La evidencia Si-oomiceto proviene principalmente de otros sistemas y, por ello, aquí se utiliza como evidencia de mecanismo y de plausibilidad, no como promesa de control en cerezo. La pregunta de validación es si una respuesta estructural y defensiva del hospedero puede reducir vulnerabilidad bajo condiciones predisponentes.

5.2 Tronco y ramas: cáncer bacteriano y hongos de madera

INIA define al cáncer bacteriano asociado a Pseudomonas syringae como la principal enfermedad del cerezo en Chile y ha reportado pérdidas productivas que pueden llegar a 20% en situaciones severas. En paralelo, enfermedades de madera causadas por Cytospora, Calosphaeria, Chondrostereum y Eutypa han adquirido importancia creciente; proyectos recientes de INIA en O’Higgins y Ñuble se enfocan precisamente en detección temprana y manejo preventivo.

La literatura general sobre Si muestra participación en barreras estructurales, priming, metabolismo fenólico, señalización y expresión de genes de defensa. Eso no convierte al Si en bactericida o fungicida de madera. Sitúa la hipótesis en otra capa: la capacidad del árbol para tolerar, limitar o responder a la colonización.

5.3 Flores, fruto y poscosecha

INIA ha advertido sobre el riesgo de Botrytis y Alternaria en cerezo bajo condiciones favorables de humedad y temperatura. La conexión más fuerte con Si en fruto proviene de Qin y Tian (2005): en cereza dulce, metasilicato de sodio redujo el desarrollo de Penicillium expansum y Monilinia fructicola, inhibió germinación de esporas y elongación del tubo germinativo, y aumentó respuestas defensivas del tejido. En combinación con Cryptococcus laurentii se observó además un efecto sinérgico.

EL SILICIO NO TIENE QUE MATAR AL PATÓGENO PARA PARTICIPAR EN LA SANIDAD DEL CULTIVO. TAMBIÉN PUEDE CAMBIAR CUÁN VULNERABLE ES LA PLANTA FRENTE A ÉL.

Cracking y sanidad se conectan de manera directa: una lesión física puede convertirse en puerta de entrada. Si una estrategia reduce daño superficial y, por otra vía, modifica defensa del hospedero, ambas rutas pueden converger sobre la misma fruta. Esa fruta se contabiliza una sola vez; las vías se explican todas.

6. TIMING: PROTECCIÓN MULTIMOMENTO

En cerezo, la importancia de un problema depende también de cuándo ocurre. Floración, cuaja, crecimiento, maduración y precosecha no representan el mismo nivel de irreversibilidad ni el mismo valor acumulado. Una pérdida reproductiva temprana elimina potencial; una restricción durante crecimiento puede afectar calibre; una lluvia pocos días antes de cosecha puede destruir valor prácticamente terminado; una falla en poscosecha puede perder fruta después de incorporar cosecha, embalaje, frío y logística.

6.1 Floración y cuaja

En estas ventanas, el concepto relevante es evitar pérdida irreversible de potencial. Una estrategia protectora sólo tiene sentido si está funcionalmente disponible antes o durante el período crítico; un rescate tardío no recupera una flor o una cuaja que ya se perdió.

6.2 Crecimiento del fruto

Aquí se construyen peso, calibre y parte importante de la calidad potencial. La evidencia chilena de déficit hídrico demuestra que puede existir pérdida de categoría sin caída equivalente del rendimiento total. Esta diferencia es central para el análisis económico posterior.

6.3 Precosecha

La precosecha concentra uno de los mayores riesgos patrimoniales: gran parte del costo de la temporada ya está incorporado y una contingencia corta puede deteriorar fruta casi terminada. Cracking es el ejemplo más evidente, pero también se superponen integridad física y presión sanitaria.

6.4 Poscosecha

El resultado todavía no está cerrado. Firmeza, pitting, deshidratación, pedicelo, pudriciones y condición determinan qué proporción de la fruta mantiene su categoría a destino. Por eso, cuando la hipótesis involucra condición, el ensayo no debería terminar necesariamente el día de cosecha.

MULTI NO SÓLO SIGNIFICA VARIAS VÍAS. EN CEREZO TAMBIÉN SIGNIFICA VARIAS VENTANAS EN LAS QUE UNA PÉRDIDA PUEDE SER EVITADA.

7. AOS, BIODISPONIBILIDAD Y SUFICIENCIA FUNCIONAL

La concentración total de Si en suelo, tejido o producto no explica por sí sola la respuesta agronómica. Las plantas incorporan Si principalmente como ácido ortosilícico/monosilícico (H_4SiO_4), y la literatura moderna muestra que fuente, dosis, vía de aplicación, especie y genotipo modifican la acumulación y la respuesta (Thakral et al., 2024; Pereira et al., 2024).

En este capítulo no se dedica un bloque defensivo a diferenciar cada fuente. La fuente real de cada ensayo se nombra cuando corresponde y la evidencia específica de AOS se identifica como tal. La pregunta agronómica es más simple: qué forma está disponible, cuándo lo está y si existe una respuesta medible en la función que queremos proteger.

7.1 CÁTEDRA TÉCNICA: "EL CEREZO YA TIENE SILICIO"

Encontrar Si en tejido demuestra absorción y acumulación. No demuestra automáticamente suficiencia para todas las funciones potenciales del elemento. En numerosos cultivos no existen umbrales universales de suficiencia funcional validados por tejido, fenología, genotipo, ambiente y objetivo agronómico. Por eso no corresponde inventar un número nuevo para cerezo ni invalidar el análisis foliar.

La pregunta correcta es si la concentración observada está vinculada a una respuesta o ausencia de respuesta bajo una función definida. El concepto moderno debe integrar concentración, tejido, fenología, disponibilidad, función y respuesta agronómica.

TENER SILICIO NO SIGNIFICA HABER EXPRESADO TODO EL POTENCIAL DEL SILICIO.

¿SUFICIENTE SEGÚN QUÉ CRITERIO: CONCENTRACIÓN HISTÓRICA O SUFICIENCIA FUNCIONAL DEMOSTRADA?

7.2 Cómo debe leerse un análisis de Si

El análisis tisular sigue siendo una herramienta útil. Lo que cambia es la interpretación: una cifra aislada no debería cerrar la discusión si no existe un umbral funcional validado para la función que se está evaluando. En Cerezo Chile 3.0 la lectura se ordena con seis preguntas breves:

Pregunta	Qué aporta
¿Cuánto Si hay?	Concentración: describe presencia, no función por sí sola.
¿Dónde se midió?	Tejido: hoja, fruto, raíz o madera no son equivalentes.
¿Cuándo se midió?	Fenología: la misma cifra puede representar estados funcionales distintos.
¿Qué fuente estuvo disponible?	Disponibilidad y formulación condicionan absorción y respuesta.
¿Qué función queremos proteger?	Agua, estructura, defensa, cracking o condición requieren lecturas diferentes.
¿Hubo respuesta agronómica?	La suficiencia funcional se valida frente a respuesta o ausencia de respuesta.

CONCENTRACIÓN + TEJIDO + FENOLOGÍA + DISPONIBILIDAD + FUNCIÓN + RESPUESTA AGRONÓMICA.

8. MATRIZ MAESTRA CEREZO CHILE 3.0

La matriz integra las vías sin darles el mismo peso. Distingue evidencia directa, evidencia convergente y rutas que todavía requieren validación específica. También incorpora la ventana crítica y el vínculo comercial, porque una respuesta fisiológica sólo adquiere relevancia productiva cuando se conecta con una pérdida o una condición medible.

Vía / estructura	Ventana crítica	Evidencia	Qué puede estar en riesgo	Conexión comercial
Raíz / estado hídrico	Crecimiento–precosecha	Problema demostrado en cerezo chileno + AOS en otro Prunus	Funcionamiento, peso, calibre	Potencial/categoría preservados
Fotosíntesis / funcionamiento	Floración–crecimiento	Evidencia local del efecto del estrés + Si convergente	Capacidad de sostener crecimiento	Potencial productivo protegido
Floración / cuaja	Inicio reproductivo	Evidencia mecanística; validación directa aún limitada	Número potencial de frutos	Pérdida temprana de potencial
Estrés oxidativo / integridad	Diversas ventanas	Evidencia Si amplia y convergente	Funcionamiento de tejidos	Vía de protección; no retorno independiente
Crecimiento / calibre	Expansión	Evidencia directa Si inconsistente	Peso y categoría	Diferencia de categoría cuando corresponda
Cutícula / superficie	Crecimiento–precosecha	Evidencia directa en cerezo	Integridad superficial	Menor descarte potencial
Cracking	Precosecha	EVIDENCIA DIRECTA FUERTE Y REPETIDA	Fruta exportable	Más fruta íntegra/comercializable
Firmeza / resistencia física	Precosecha–frío	Positiva pero variable	Daño mecánico y condición	Protección de categoría
Pitting	Packing–almacenamiento	Importancia demostrada en Chile; vínculo Si por validar	Condición	Menor degradación de categoría
Ca + Si	Desarrollo–precosecha	Evidencia directa de complementariedad	Integridad y cracking	Optimización potencial del programa
Raíz / Phytophthora	Condiciones predisponentes	Problema en cerezo + Si convergente en oomicetos	Raíz, vigor, permanencia	Potencial/longevidad
Cáncer bacteriano	Heridas, frío, infección	Alta importancia chilena + mecanismo Si convergente	Madera productiva	Producción futura/costos sanitarios
Hongos de madera	Heridas / colonización	Problema chileno fuerte + defensa convergente	Ramas, estructura, longevidad	Producción futura/reposición
Monilinia / Penicillium	Fruto–poscosecha	EVIDENCIA DIRECTA Si EN CEREZA	Pudrición	Menor pérdida física
Postcosecha	Frío–transporte–destino	Directa y convergente	Firmeza, sanidad, condición	Kg que conservan valor a destino

9. MULTI: LA INTEGRACIÓN

9.1 Multiestructuralidad

La evidencia disponible sitúa respuestas potenciales o demostradas en raíz, hoja, sistema vascular, madera, superficie del fruto, tejidos internos y fruto cosechado. No significa que una aplicación produzca la misma respuesta en todos esos órganos. Significa que el Si no está restringido conceptualmente a una única estructura.

9.2 Multitransversalidad

Agua, funcionamiento fotosintético, integridad celular, estructura, cracking, defensa, sanidad y poscosecha representan vías biológicamente distintas. Cada una debe demostrarse por separado. Sólo después se integran.

9.3 Protección multivía

Productivamente, las rutas convergen sobre un objetivo: que una mayor parte del potencial construido termine como fruta comercial. La limitante dominante puede cambiar cada temporada. Una herramienta transversal tiene valor precisamente porque no depende de un único evento para participar en la protección del resultado.

9.4 Protección multimomento

La misma arquitectura cambia en el tiempo: floración/cuaja, crecimiento, precosecha y poscosecha no exponen el mismo valor ni las mismas vías. Estar protegido en una ventana crítica puede evitar una pérdida que luego no es recuperable. En precosecha, además, el valor ya construido puede ser enorme.

LOS MECANISMOS SE EXPLICAN TODOS. LA FRUTA SE CONTABILIZA UNA SOLA VEZ.

10. RESULTADOS CUANTIFICADOS SELECCIONADOS

Evidencia	Resultado	Lectura 3.0
Rombolà et al. 2023	4 ensayos de campo; 3 cultivares; reducción de cracking bajo presión real.	Evidencia directa fuerte y repetida en cerezo.
İmrak 2025	Si: ≈71% de reducción del índice de cracking vs control.	Segunda línea independiente de respuesta fuerte.
Polat et al. 2026	Control ≈12%; CaCl2 ≈5,2%; CaCl2 + Si ≈3,6%.	Complementariedad Ca + Si merece evaluación específica.
Qin & Tian 2005	Menor desarrollo de Monilinia y Penicillium; sinergia con C. laurentii.	Sanidad directa en cereza; no limitada a cracking.
Huerta-Mendoza et al. 2025, Chile	47% menos agua; peso −≈7%; calibre −≈3%; rendimiento sin cambio significativo.	Una pérdida comercial puede no aparecer como menor tonelaje.

Evidencia	Resultado	Lectura 3.0
González-Villagra et al. 2024, Chile	Regulación de carga: pitting poscosecha −39,4% en tratamiento de menor carga.	Condición poscosecha puede cambiar fuertemente sin ser “rendimiento”.

La tabla no pretende homologar estudios ni trasladar porcentajes a un huerto chileno. Su función es mostrar qué respuestas están directamente demostradas, cuáles definen vías productivas locales y dónde todavía falta validación específica.

11. PREGUNTAS PARA EL ASESOR TÉCNICO

- ¿Cuál es el objetivo concreto del programa: cracking, agua, estructura, sanidad, condición o protección transversal?
- ¿Qué evidencia directa existe en cerezo y qué parte proviene sólo de mecanismos convergentes?
- ¿Qué fuente, dosis, frecuencia y momento se están evaluando?
- ¿La ventana de aplicación coincide con el momento en que la vía que queremos proteger se vuelve crítica?
- ¿El ensayo mide sólo variables de planta o sigue la respuesta hasta fruta comercializable cuando corresponde?
- ¿La temporada realmente expuso al cultivo a la condición necesaria para probar la vía protectora?
- ¿“Ya tiene suficiente Si” según qué criterio: concentración histórica o suficiencia funcional demostrada?
- ¿Ca y Si están compitiendo o podrían cubrir mecanismos complementarios?
- ¿Qué parte del programa actual aporta una función única y qué parte repite objetivos ya cubiertos?
- ¿Qué resultado, definido antes del ensayo, sería suficiente para cambiar una decisión técnica?

NO TE PEDIMOS QUE CREAS EN EL SILICIO. TE PEDIMOS QUE LO EVALÚES CON EL MISMO RIGOR CON QUE EVALÚAS CUALQUIER OTRA HERRAMIENTA AGRONÓMICA.

12. VALIDACIÓN: UN ENSAYO QUE PUEDA RESPONDER LA PREGUNTA

Para un asesor escéptico, la discusión se resuelve mejor con diseño que con discurso. La propuesta mínima es mantener mismo huerto, cultivar, portainjerto y manejo base, comparar control sin AOS versus programa con AOS y definir antes de iniciar cuáles son las variables de éxito. Cuando el objetivo involucre condición, la evaluación debería continuar hacia frío y poscosecha.

MISMO HUERTO + MISMO MANEJO BASE + CONTROL + AOS + VARIABLES DEFINIDAS ANTES DEL ENSAYO.

13. PUENTE AL DOSSIER ECONÓMICO CEREZO CHILE 3.0

El capítulo técnico identifica qué puede protegerse, por qué vía y con qué nivel de evidencia. El Dossier Económico debe cuantificar cuánto vale esa protección y cuánto del costo del programa es realmente incremental.

EL CAPÍTULO EXPLICA POR QUÉ PUEDE PROTEGERSE EL RESULTADO. EL DOSSIER ECONÓMICO CUANTIFICA CUÁNTO VALE PROTEGERLO.

En cerezo, la unidad económica no debe terminar en kg/ha. La cadena correcta es:

KG PRODUCIDOS → KG COSECHABLES → KG EMBALABLES → KG EXPORTABLES → CALIBRE/CATEGORÍA → CONDICIÓN → VALOR REAL.

El Dossier deberá estudiar producción preservada, cracking evitado, calidad realmente monetizada, daño físico, pitting, sanidad, condición poscosecha, herramientas racionalizadas, pasadas realmente evitadas, rescates efectivamente evitados y costo completo del programa AOS. El timing también cambia el valor de la pérdida: una fruta descartada pocos días antes de cosecha o después de packing ya acumula mucho más costo y valor que una pérdida temprana de potencial.

La ecuación de trabajo será:

RETORNO NETO = VALOR DE FRUTA ADICIONAL O PRESERVADA + CALIDAD REALMENTE PROTEGIDA + COSTOS RACIONALIZADOS + PASADAS EVITADAS + RESCATES REALMENTE EVITADOS − COSTO TOTAL DEL PROGRAMA AOS.

Si dos mecanismos protegen la misma cereza, esa cereza se valoriza una sola vez. MULTI aumenta las rutas potenciales de protección del margen; no autoriza a duplicar el resultado.

14. CONCLUSIÓN

Cerezo Chile 3.0 amplía la conversación sobre Si sin convertirla en una promesa universal. Cracking es hoy una de las vías con evidencia directa más fuerte y merece un lugar central. Pero la literatura directa y convergente abre también rutas asociadas a agua, integridad física, defensa, sanidad, poscosecha y complementariedad con otras herramientas.

Chile agrega una base especialmente valiosa porque permite definir localmente dónde se pierde condición y cómo variables como déficit hídrico, firmeza, pitting, calcio, enfermedades de madera y cáncer bacteriano cambian el sistema productivo. Esa evidencia local se complementa con estudios del mismo cultivo y de ambientes comparables, y sólo después con evidencia mecanística de otros sistemas.

La conclusión no es que todas las respuestas ocurrirán juntas. La conclusión es que un huerto no enfrenta la misma limitante todos los años ni en todas las etapas. El riesgo dominante puede cambiar entre floración, cuaja, crecimiento, precosecha y poscosecha.

MULTIESTRUCTURALIDAD: DISTINTOS ÓRGANOS Y TEJIDOS.

MULTITRANSVERSALIDAD: DISTINTAS VÍAS FISIOLÓGICAS, ESTRUCTURALES Y DEFENSIVAS.

PROTECCIÓN MULTIVÍA: DISTINTAS OPORTUNIDADES DE EVITAR QUE EL POTENCIAL SE PIERDA.

PROTECCIÓN MULTIMOMENTO: DISTINTAS VENTANAS CRÍTICAS EN LAS QUE UNA PÉRDIDA PUEDE SER EVITADA.

MULTITRANSVERSALIDAD ECONÓMICA: DISTINTAS RUTAS POR LAS QUE LA MISMA INVERSIÓN PUEDE PROTEGER MARGEN, SIN DUPLICAR RESULTADOS.

El Si no debe reemplazar por definición al calcio, al fungicida, al manejo hídrico ni a ninguna herramienta específica que esté cumpliendo una función necesaria. Debe demostrar dónde agrega una vía que el programa actual no está cubriendo, dónde complementa herramientas existentes y dónde puede reducir redundancias.

LA TECNOLOGÍA AVANZA. SEGUIR HACIENDO LO MISMO TAMBIÉN TIENE UN COSTO.

LA TRANQUILIDAD DEL SILICIO ESTÁ EN SU TRANSVERSALIDAD: NO DEPENDE DE UNA SOLA RESPUESTA, TIENE MÚLTIPLES FORMAS DE PROTEGER EL RESULTADO.

BIBLIOGRAFÍA

Balbontín, C., Ayala, H., Bastías, R. M., Tapia, G., Ellena, M., Torres, C., Yuri, J. A., Quero-García, J., Ríos, J. C., & Silva, H. (2013). Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. Chilean Journal of Agricultural Research, 73(1), 66–72. https://doi.org/10.4067/S0718-58392013000100010

Balbontín, C., Ayala, H., Rubilar, J., Cote, J., & Figueroa, C. R. (2014). Transcriptional analysis of cell wall and cuticle related genes during fruit development of two sweet cherry cultivars with contrasting levels of cracking tolerance. Chilean Journal of Agricultural Research, 74(2), 162–169. https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000200006

Correia, S., Schouten, R., Silva, A. P., & Gonçalves, B. (2018). Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. Scientia Horticulturae, 240, 369–377. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.042

Ghadirnezhad Shiade, S. R., de Mello Prado, R., Fathi, A., & Carvalho, R. F. (2026). Silicon at the Frontline: Enhancing Plant Multistress Tolerance. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 26, 3089–3111. https://doi.org/10.1007/s42729-026-03052-8

González-Villagra, J., Palacios-Peralta, C., Muñoz-Alarcón, A., Reyes-Díaz, M., Osorio, P., Ribera-Fonseca, A., et al. (2024). Influence of Fruit Load Regulation on Harvest and Postharvest Fruit Quality and Antioxidant-Related Parameters in Sweet Cherry cv. Regina Cultivated under Plastic Covers in Southern Chile. Plants, 13, 2257. https://doi.org/10.3390/plants13162257

Huerta-Mendoza, V., Catalán-Paine, R., Romero, I., González-Villagra, J., Tighe-Neira, R., Bota, J., & Jorquera-Fontena, E. (2025). Effect of Late Preharvest Deficit Irrigation on Physiological and Agronomical Responses in Regina/Gisela 6 Sweet Cherry Cultivar. Plants, 14, 517. https://doi.org/10.3390/plants14040517

İmrak, B. (2025). Mitigating Fruit Cracking of Sweet Cherries Through Ascophyllum nodosum, Glycine Betaine, Calcium Chloride, and Silicon Treatments. Applied Fruit Science, 67, 177. https://doi.org/10.1007/s10341-025-01375-x

Matteo, M., Zoffoli, J. P., & Ayala, M. (2022). Calcium Sprays and Crop Load Reduction Increase Fruit Quality and Postharvest Storage in Sweet Cherry (Prunus avium L.). Agronomy, 12, 829. https://doi.org/10.3390/agronomy12040829

Maya-Meraz, I. O., Díaz-Calzadillas, M. F., Ruiz-Cisneros, M. F., Ornelas-Paz, J. J., Rios-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D. I., Pérez-Corral, D. A., & Alonso-Villegas, R. (2024). Effects of postharvest treatments based on calcium and silicon in hydro-cooling on the basic quality attributes of Bing sweet cherries during storage. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo, 56(2), 114–125. https://doi.org/10.48162/rev.39.142

Nascimento-Silva, K., Coulombe, L., & Melgar, J. C. (2023). Influence of Silicon on Tolerance to Water Deficit of Peach Trees. HortScience, 58(4), 449–452. https://doi.org/10.21273/HORTSCI16881-22

Pereira, S., Monteiro, A., Moutinho-Pereira, J., & Dinis, L.-T. (2024). Silicon, An Emergent Strategy to Lighten the Effects of (A)Biotic Stresses on Crops: A Review. Journal of Agronomy and Crop Science, 210, e12762. https://doi.org/10.1111/jac.12762

Polat, Y., Yasmin, S., İmrak, B., Gündeşli, M. A., Güney, M., Çömlekçioğlu, S., & Kafkas, N. E. (2026). Pre-Harvest Calcium and Biostimulant Applications Mitigate Fruit Cracking and Improve Metabolome in Sweet Cherry (Prunus avium L.). Applied Fruit Science, 68, 20. https://doi.org/10.1007/s10341-025-01736-6

Qin, G. Z., & Tian, S. P. (2005). Enhancement of biocontrol activity of Cryptococcus laurentii by silicon and the possible mechanisms involved. Phytopathology, 95(1), 69–75. https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-0069

Rombolà, A. D., Quartieri, M., Rodríguez-Declet, A., Minnocci, A., Sebastiani, L., & Sorrenti, G. (2023). Canopy-applied silicon is an effective strategy for reducing sweet cherry cracking. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 64, 371–378. https://doi.org/10.1007/s13580-022-00486-8

Thakral, V., Raturi, G., Sudhakaran, S., Mandlik, R., Sharma, Y., Shivaraj, S. M., Tripathi, D. K., Sonah, H., & Deshmukh, R. (2024). Silicon, a quasi-essential element: Availability in soil, fertilizer regime, optimum dosage, and uptake in plants. Plant Physiology and Biochemistry, 208, 108459. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108459

Silicon-Mediated Stress Physiology: Integrating Structural Fortification with Metabolic Reprogramming for Resilient Agriculture. (2026). Plant Stress, 22, 101489. https://doi.org/10.1016/j.stress.2026.101489

INIA. (2026). INIA publica estudio clave sobre cáncer bacterial del cerezo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

INIA. (2026). Sistema de detección y alerta en tiempo real para enfermedades fungosas de madera en frutales de carozo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

INIA. (2026). Investigadores de INIA desarrollan inoculante biológico para enfrentar hongos de la madera en árboles frutales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

INIA. (2025). Condiciones climáticas aumentan riesgo de hongos en frutales: detección y alerta temprana para Botrytis, Alternaria y enfermedades de madera. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.