BIBLIOTECA DE SILICIO

CHILE 3.0 · CAPÍTULO TÉCNICO

LECHUGA

Raíz · agua · fotosíntesis · nutrición · estrés · sanidad · hoja · postcosecha

EN LECHUGA, LA HOJA NO SÓLO SOSTIENE EL RENDIMIENTO: LA HOJA ES EL PRODUCTO.

Fuente Máxima 3.0 · Versión final de revisión · Noviembre 2026

1. UNA PLANTA SIMPLE EN APARIENCIA, PERO FUNCIONALMENTE EXIGENTE

La lechuga concentra su valor comercial en un tejido vivo, hidratado y metabólicamente activo. No hay un fruto posterior que pueda compensar una hoja dañada: pérdida de turgencia, menor expansión, clorosis, necrosis, mildiu, daño de masticadores, raíces limitadas por nematodos, oxidación o deterioro poscosecha se traducen directamente en menor superficie vendible, menor vida comercial o peor precio.

Por eso el interés del silicio en lechuga no debe reducirse a una sola respuesta. La evidencia directa en Lactuca sativa permite leer una red funcional completa: raíz y nutrición, relaciones hídricas, fotosíntesis, respuesta a salinidad y temperatura, defensa antioxidante, sanidad foliar y radicular, estructura de hoja, rendimiento comercial y conservación poscosecha. La utilidad del capítulo está en conectar esas funciones, no en convertirlas en una lista de beneficios aislados.

FUNCIÓN RADICAL + AGUA + FOTOSÍNTESIS + DEFENSA + ESTRUCTURA DE HOJA + CONSERVACIÓN = VALOR COMERCIAL.

2. RAÍZ Y NUTRICIÓN: EL PUNTO DE PARTIDA

La lechuga tiene un ciclo corto y una demanda rápida de agua y nutrientes. En suelo o hidroponía, la continuidad de absorción condiciona expansión foliar, turgencia, fotosíntesis y acumulación de biomasa. La investigación con distintas especies, incluyendo lechuga, muestra que el silicio puede modificar la disponibilidad y acumulación de Ca, P, S, Mg, Fe, Mn y otros elementos; no actúa simplemente como “otro nutriente”, sino que puede alterar relaciones entre absorción, solución y tejido (Greger et al., 2018).

En hidroponía, Albalasmeh et al. (2025) observaron una modificación de la absorción de fósforo junto con aumento de masa fresca en la concentración de mejor respuesta. Simko et al. (2026) también encontraron modificaciones en la composición mineral de plantas tratadas con silicio y calcio. La consecuencia técnica es importante: en un cultivo de crecimiento rápido, nutrición y agua no funcionan como compartimentos independientes.

EN LECHUGA, NUTRICIÓN EFECTIVA ES LA QUE TERMINA EN HOJA FUNCIONAL, NO LA QUE SÓLO ESTÁ PRESENTE EN LA SOLUCIÓN O EL SUELO.

3. AGUA Y TURGENCIA: LA FISIOLOGÍA MÁS VISIBLE

La lechuga contiene aproximadamente 94–95% de agua. Esa característica explica su textura fresca, pero también su sensibilidad a pérdida hídrica. Una reducción relativamente pequeña del contenido de agua puede transformarse rápidamente en marchitez, menor firmeza y pérdida de aceptación comercial.

Galati et al. (2015) mostró en lechuga americana hidropónica que el silicio contribuyó a mantener mayor firmeza y turgencia durante almacenamiento. Neves et al. (2020) encontró menor pérdida de masa poscosecha con aplicaciones foliares. En 2024, Villa e Vila et al. conectó esta dimensión con el cultivo en crecimiento: bajo déficit hídrico, el silicio aumentó contenido relativo de agua, disminuyó temperatura de canopia y sostuvo variables fisiológicas asociadas al intercambio gaseoso.

CONSERVAR AGUA ES CONSERVAR TURGENCIA; CONSERVAR TURGENCIA ES CONSERVAR TEJIDO COMERCIAL.

4. FOTOSÍNTESIS Y CANOPIA: MANTENER ACTIVA LA SUPERFICIE QUE SE COSECHA

En lechuga, la misma superficie que capta luz es la superficie que se comercializa. Por eso clorofila, apertura estomática, temperatura foliar y fotosíntesis tienen una conexión especialmente directa con la producción.

Villa e Vila et al. (2024), en dos ciclos con 60, 80 y 100% de ETc, observó que bajo déficit hídrico el silicio elevó fotosíntesis, conductancia estomática, CO_2 intercelular, transpiración y clorofila; en el primer ciclo, varios de estos parámetros aumentaron entre aproximadamente 8% y 50% respecto del mismo nivel de riego sin silicio. Simko et al. (2025) encontraron también mayor biomasa y pigmentos bajo condiciones de salinidad y temperatura subóptima.

El punto agronómico no es aumentar cada variable de forma aislada. Es mantener una canopia funcional cuando el ambiente comienza a limitarla.

5. DÉFICIT HÍDRICO Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA

El estudio de Villa e Vila et al. (2024) es especialmente relevante porque no midió sólo estrés fisiológico: midió rendimiento y productividad del agua. En uno de los ciclos, 80% ETc + silicio produjo un rendimiento estadísticamente similar a 100% ETc sin silicio; en el otro, ocurrió algo comparable con 60% ETc + silicio. Esto conecta la respuesta fisiológica con una consecuencia productiva concreta.

En sistemas chilenos donde el riego, la calidad del agua o la demanda evaporativa cambian durante el ciclo, esa capacidad de sostener función bajo restricción puede ser más importante que buscar un “efecto promedio” del silicio en condiciones sin estrés.

6. SALINIDAD Y TEMPERATURA: CUANDO CAMBIA LA RESTRICCIÓN DOMINANTE

Simko, Zhao y Peng (2025) evaluaron tres cultivares de lechuga frente a temperatura, salinidad y déficit hídrico. La respuesta más consistente apareció bajo salinidad severa: 3,66 mM de SiO_2 foliar aumentó peso fresco, diámetro, clorofila y antocianinas respecto

del tratamiento salino sin silicio. El mismo trabajo mostró respuestas frente a temperatura subóptima, reforzando que una misma herramienta puede intervenir en restricciones distintas.

Torun et al. (2026), trabajando con nano-silicio bajo 100 mM NaCl, agregó evidencia sobre contenido relativo de agua, balance iónico, pigmentos y peroxidación lipídica. Aunque la fuente es diferente, el estudio converge sobre una misma lectura funcional: bajo salinidad, el problema no es sólo “sal”; es agua, iones, membranas, pigmentos y crecimiento actuando simultáneamente.

7. OXIDACIÓN, SENESCENCIA Y PARDEAMIENTO: CUANDO LA HOJA PIERDE VALOR

Déficit hídrico, salinidad, temperatura, heridas de cosecha y patógenos pueden elevar especies reactivas de oxígeno. Cuando la capacidad antioxidante no alcanza, aumenta la peroxidación de membranas, se pierde integridad celular y la hoja envejece más rápido. En postcosecha, esta fisiología se cruza con fenómenos de decoloración visibles. La revisión de Haynes et al. (2026) confirma que browning y pinking son restricciones centrales de calidad y vida útil en lechuga y que están vinculadas a procesos oxidativos, aunque no deben tratarse como sinónimos perfectos.

Alves et al. (2022), trabajando directamente en lechuga frente a Bremia lactucae, observaron que el silicio redujo H_2O_2 y malondialdehído (MDA) y elevó enzimas antioxidantes como SOD, APX y GPX. Esa evidencia conecta el silicio con una menor presión oxidativa y una mejor capacidad de contener daño de membranas. Pero oxidación fisiológica y pardeamiento visible no son sinónimos: el pardeamiento poscosecha involucra heridas, fenoles, polifenol oxidasa/peroxidasa, oxígeno y tiempo de almacenamiento. Una revisión específica de lechuga publicada en 2026 identifica la decoloración oxidativa —incluidos browning y pinking— como una de las principales restricciones de calidad y vida comercial.

En postcosecha, Pang et al. (2025) mostró además que una inmersión puntual en ácido silícico aumentó fuertemente SOD, CAT y POD, redujo pérdida de peso y disminuyó la carga bacteriana superficial. Ese tratamiento no equivale a una aplicación precosecha de SiliGreen, pero confirma que en tejido de lechuga la relación entre silicio, antioxidantes, agua y deterioro poscosecha es biológicamente real.

OXIDACIÓN FISIOLÓGICA Y PARDEAMIENTO VISIBLE ESTÁN RELACIONADOS, PERO NO SON SINÓNIMOS. EL CAPÍTULO DISTINGUE AMBOS.

8. SANIDAD FOLIAR: DEFENDER LA HOJA QUE SE VENDE

El mildiu causado por Bremia lactucae es una de las líneas directas más sólidas en lechuga. De Dios-Delgado et al. (2006) mostró que aplicaciones foliares de calcio y silicio redujeron el daño foliar en el sistema evaluado. Más tarde, Alves et al. (2022) demostró una respuesta mecanística más completa: menor incidencia de enfermedad, reducción de H_2O_2 y MDA y aumento de enzimas antioxidantes. La convergencia entre menor daño visible y activación defensiva hace de Bremia una pieza especialmente útil para entender el papel del silicio en la hoja comercial.

9. NEMATODOS: UNA RESTRICCIÓN RADICULAR CON EVIDENCIA DIRECTA EN LECHUGA

De Souza Alonso et al. (2022), en Journal of Pest Science, evaluaron Meloidogyne incognita directamente en lechuga. El suministro de silicio aumentó ácido ascórbico y compuestos fenólicos, redujo la población del nematodo y se asoció con mejor condición de la planta. Esta línea es importante porque traslada la discusión desde la hoja hacia la raíz: una restricción subterránea puede terminar expresándose como menor expansión, menor turgencia y menor producción comercial.

El silicio no reemplaza automáticamente fungicidas, nematicidas ni manejo integrado. Su valor técnico está en agregar una capa funcional: tejidos menos vulnerables, metabolismo defensivo más preparado y una planta que sostiene mejor su funcionamiento frente a presión biótica.

10. TIJERETAS Y OTROS MASTICADORES: DAÑO DE HOJA Y EVIDENCIA CONVERGENTE

La tijereta europea (Forficula auricularia) puede consumir follaje de lechuga y, además, transformarse en un contaminante comercial al refugiarse en tejidos o cabezas. En hortalizas de hoja, una perforación pequeña o la sola presencia del insecto puede tener más importancia comercial que su efecto sobre biomasa total.

No encontramos un ensayo directo silicio–tijereta en lechuga, por lo que no corresponde prometer control específico. Sí existe una base convergente fuerte para herbívoros masticadores: el metaanálisis de Johnson et al. (2024), basado en 150 estudios, encontró una disminución global del desempeño de herbívoros alimentados con plantas enriquecidas en silicio, con un efecto especialmente claro en artrópodos masticadores. En este capítulo esa evidencia se usa como mecanismo convergente, no como validación específica frente a Forficula auricularia.

11. ESTRUCTURA DE HOJA, FIRMEZA Y CALIDAD

En un cultivo de hoja, espesor, integridad, firmeza y resistencia mecánica tienen una traducción directa en manipulación, cosecha, transporte y percepción de frescura. Simko et al. (2026) observó mayor espesor foliar en campo con SiO_2; Galati et al. (2015) encontró mayor firmeza en hojas mínimamente procesadas; Neves et al. (2020) reportó menor pérdida de peso poscosecha después de aplicaciones foliares.

La literatura también muestra que calidad no es una sola variable. Pigmentos, compuestos fenólicos, antocianinas, clorofila, firmeza y condición visual pueden responder de forma distinta. El valor del análisis 3.0 está en mirar el conjunto y no convertir una variable aislada en promesa universal.

12. CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO COMERCIAL

La evidencia histórica de campo es importante. Resende et al. (2003; 2007), trabajando con lechuga americana en Brasil, encontró respuestas cuadráticas de masa fresca total, masa comercial y circunferencia de cabeza a distintas dosis de silicio. En el trabajo de 2007, las dosis estimadas de mayor respuesta fueron aproximadamente 2,0 L/ha para masa fresca total, 2,7 L/ha para masa comercial y 2,1 L/ha para circunferencia.

En hidroponía, Albalasmeh et al. (2025) observó un aumento de 17,7% en peso fresco total con 75 mg/L de silicio. En sistemas y fuentes diferentes, estos resultados muestran que la respuesta productiva existe, pero no debe separarse de la fisiología que la genera: agua, fotosíntesis, nutrición, sanidad y estructura de hoja.

EL OBJETIVO NO ES "MÁS BIOMASA" AISLADA. ES MÁS TEJIDO COMERCIAL EN BUENA CONDICIÓN.

13. POSTCOSECHA: TURGENCIA, COLOR, OXIDACIÓN, MICROBIOLOGÍA Y VIDA COMERCIAL

La cosecha no detiene metabolismo, respiración, pérdida de agua, actividad enzimática ni crecimiento microbiano. En lechuga, la postcosecha integra cinco procesos que terminan decidiendo el valor: pérdida de agua y turgencia, integridad de membranas, oxidación/decoloración, firmeza y microbiología. Por eso la vida útil no es un atributo independiente: es la suma final de funciones que comenzaron antes de cosecha y continúan después.

Resende et al. (2007) ya había mostrado mejor conservación poscosecha a determinadas dosis. Galati et al. (2015) observó mantenimiento de firmeza y turgencia durante almacenamiento. Albalasmeh et al. (2025) extendió la vida comercial a 4 °C entre 40% y 80% según concentración de silicio en un sistema hidropónico. Simko et al. (2026), en ensayos foliares de campo y con diversidad genética, volvió a mostrar que la calidad poscosecha puede responder aun cuando el rendimiento no sea el principal eje de la respuesta.

Pang et al. (2025), mediante una inmersión poscosecha puntual en ácido silícico, redujo 69% la pérdida de peso y 83% la carga bacteriana superficial, además de aumentar actividades antioxidantes. Es un tratamiento poscosecha y no valida por sí solo una aplicación precosecha de SiliGreen, pero demuestra directamente que agua, oxidación y microbiología son mecanismos capaces de modificar la duración comercial de la hoja.

EL VALOR SE CONSERVA CUANDO LA HOJA LLEGA FRESCA, TURGENTE Y FIRME, PROLONGA SU VIDA COMERCIAL Y SOSTIENE UN MEJOR PRECIO DE VENTA.

14. MAPA DE EVIDENCIA DIRECTA EN LECHUGA

ORIGEN / SISTEMA	FUENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Brasil · campo	Resende et al. 2003/2007	Rendimiento, masa comercial, circunferencia, conservación poscosecha
Brasil · hidroponía	Galati et al. 2015	Turgencia, firmeza, clorofila, enzimas y conservación 16 días
Brasil · suelo/invernadero	Neves et al. 2020	Crecimiento y menor pérdida de peso poscosecha
Brasil · estrés hídrico	Villa e Vila et al. 2024	Fotosíntesis, RWC, temperatura de canopia, rendimiento y productividad del agua
Brasil · sanidad	Alves et al. 2022	Bremia, H_2O_2, MDA, enzimas antioxidantes, resistencia inducida
Brasil · nematodos	Alonso et al. 2022	Meloidogyne, menor población, ácido ascórbico, fenoles, crecimiento y producción
EE.UU. · ambiente controlado	Simko et al. 2025	Temperatura, salinidad, sequía, biomasa, pigmentos
EE.UU. · campo multianual	Simko et al. 2026	Mildiu, bolting, espesor foliar, pigmentos y deterioro poscosecha
Jordania · hidroponía	Albalasmeh et al. 2025	Peso fresco, fósforo y extensión de vida útil
China · poscosecha	Pang et al. 2025	Pérdida de peso, antioxidantes, microbiología y vida útil
Turquía · salinidad	Torun et al. 2026	RWC, iones, pigmentos, MDA, crecimiento y rendimiento
Multiespecie con lechuga	Greger et al. 2018	Disponibilidad y acumulación de nutrientes minerales
Multiespecie · herbívoros masticadores	Johnson et al. 2024; Bathoova et al. 2025	Defensa frente a masticación; evidencia convergente para tijeretas, no ensayo directo en lechuga
México · ambiente controlado	De Dios-Delgado et al. 2006	Bremia lactucae, daño foliar, calcio + silicio
Jordania · hidroponía	Albalasmeh et al. 2025	Peso fresco, nutrición y extensión de vida útil a 4 °C
China · postcosecha	Pang et al. 2025	Pérdida de peso, antioxidantes, carga bacteriana y vida útil
EE.UU. · campo multianual	Simko et al. 2026	Mildiu, bolting, espesor foliar, calidad y deterioro poscosecha

15. FUENTES DE SILICIO: MISMA FAMILIA FUNCIONAL, NO MISMA TECNOLOGÍA

La evidencia directa en lechuga utiliza silicato de potasio, silicato de calcio, SiO_2, nano-silicio, silicio en solución hidropónica y ácido silícico. Estas fuentes no son equivalentes en concentración, estabilidad, vía de entrada ni cinética. Por eso el capítulo usa cada trabajo para sustentar la función que efectivamente midió, no para declarar equivalencia comercial entre formulaciones.

El ácido ortosilícico o monosilícico es la forma soluble disponible para absorción. Las fuentes que liberan o aportan silicio deben interpretarse considerando forma química, pH, dosis, vía de aplicación y sistema de cultivo.

16. MAPA MULTI: UNA MISMA HOJA, MUCHAS RESTRICCIONES

RESTRICCIÓN	FUNCIÓN ASOCIADA	CONSECUENCIA PRODUCTIVA
Raíz / nutrición	Absorción y relaciones minerales	Expansión y continuidad de crecimiento
Déficit hídrico	RWC, estomas, fotosíntesis, temperatura	Turgencia, masa y productividad del agua
Salinidad	Agua, balance iónico, pigmentos, membranas	Crecimiento y apariencia
Temperatura	Pigmentos, fotosíntesis, metabolismo	Continuidad vegetativa y bolting
Oxidación	SOD, APX, GPX, H_2O_2, MDA	Integridad de membrana y tejido
Mildiu / nematodos	Defensa inducida, antioxidantes, fenoles y ácido ascórbico	Menor pérdida sanitaria foliar y radicular
Estructura de hoja	Espesor y firmeza	Manipulación y calidad visual
Postcosecha	Agua, firmeza, antioxidantes, microbiología	Vida comercial y precio
Tijeretas / masticadores	Barrera física + defensas inducidas (evidencia convergente)	Menor daño potencial de hoja; sin validación directa específica en tijereta
Masticadores / tijeretas	Defensa estructural y convergencia antiherbívora	Menor daño potencial y menor descarte por hoja perforada o contaminada

MULTI NO MULTIPLICA EL MISMO BENEFICIO. MULTIPLICA LAS VÍAS POR LAS QUE UNA MISMA INVERSIÓN PUEDE PROTEGER EL RESULTADO.

17. TONEL DE LIEBIG: LA RESTRICCIÓN DOMINANTE PUEDE CAMBIAR EN DÍAS

El Tonel de Liebig ayuda a leer la lechuga con realismo. Una semana la tabla más corta puede ser agua; después puede ser salinidad, temperatura, mildiu, daño oxidativo o pérdida de turgencia poscosecha. El retorno de una herramienta transversal no necesita venir siempre por la misma vía.

Ésta es la razón por la que la literatura mundial debe leerse por funciones. La temporada cambia la restricción dominante; la planta sigue necesitando agua, fotosíntesis, integridad de membranas, defensa y estructura de hoja.

18. VENTANAS FISIOLÓGICAS

VENTANA	QUÉ ESTÁ EN JUEGO	LECTURA TÉCNICA
Establecimiento	Raíz, absorción, expansión inicial	Construir una base funcional
Expansión rápida	Agua, fotosíntesis, pigmentos	Sostener biomasa y turgencia
Alta demanda / estrés	RWC, estomas, antioxidantes	Evitar pérdida de función
Presión sanitaria	Defensa y estructura de tejido	Proteger hoja comercial
Pre-cosecha	Firmeza, espesor, condición	Llegar con tejido íntegro
Postcosecha	Agua, oxidación, microbiología	Extender vida comercial

19. CHILE 3.0: SISTEMAS DIFERENTES, FUNCIONES COMUNES

En Chile conviven lechugas de suelo, sistemas protegidos e hidroponía. Cambian cultivar, densidad, sustrato, calidad del agua, temperatura, presión sanitaria y destino comercial. También cambia la importancia relativa de cada restricción.

En suelo abierto cobran peso disponibilidad de agua, salinidad, temperatura y sanidad. En hidroponía se vuelve crítica la composición real de la solución, el equilibrio iónico y la continuidad radicular. En ambos casos, la hoja comercial exige la misma cadena funcional: raíz activa + agua + fotosíntesis + tejido íntegro + defensa + conservación.

20. PREGUNTAS PARA EL ASESOR TÉCNICO

1. ¿La principal pérdida ocurre durante crecimiento, cosecha o postcosecha?

2. ¿El cultivo pierde turgencia en horas de alta demanda atmosférica?
3. ¿La calidad del agua o la CE están limitando crecimiento o apariencia?
4. ¿Qué comportamiento presentan clorofila, color y expansión foliar bajo estrés?
5. ¿Existe presión recurrente de Bremia lactucae u otros patógenos de hoja?
6. ¿Hay sectores con problemas radiculares o absorción irregular?
7. ¿La restricción dominante cambia entre ciclos de invierno y verano?
8. ¿Cuánto tejido comercial se pierde por daño, marchitez o descarte?
9. ¿Cuántos días de vida útil necesita realmente el canal comercial?
10. ¿La hoja pierde firmeza antes de perder color?
11. ¿El programa actual paga varias herramientas para funciones parcialmente superpuestas?
12. ¿Qué variable representa mejor el resultado: kilos totales, unidades vendibles, firmeza, vida útil o precio?
13. ¿Existe pardeamiento, pinking u otra decoloración que limite la vida comercial después del corte?
14. ¿Hay historial de Meloidogyne u otros nematodos en el suelo, raíces o sectores de menor vigor?
15. ¿El descarte incluye daño de masticadores o presencia de tijeretas dentro de la cabeza o en hojas comerciales?

21. CONCLUSIÓN

La evidencia directa en lechuga ya no permite tratar al silicio como una intervención de una sola función. Estudios de campo, hidroponía, ambiente controlado y poscosecha muestran conexiones con agua y turgencia, fotosíntesis, salinidad, antioxidantes, mildiu, Meloidogyne, estructura de hoja, rendimiento comercial y conservación después de cosecha. Para oxidación y pardeamiento, la evidencia obliga a distinguir mecanismo oxidativo de síntoma visual; para tijeretas, la evidencia es convergente desde insectos masticadores y no una validación directa específica.

La lectura más útil para Chile no es preguntar cuál de esas respuestas aparecerá siempre. Es identificar qué función está limitando el cultivo en cada momento y cuánto valor comercial depende de conservarla.

EN LECHUGA, LA TRANQUILIDAD DEL SILICIO ESTÁ EN SU TRANSVERSALIDAD: LA RESTRICCIÓN CAMBIA; LA HOJA QUE HAY QUE PROTEGER SIGUE SIENDO LA MISMA.

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL

BIBLIOGRAFÍA A	BIBLIOGRAFÍA B
Resende, G.M. de et al. (2003). Adubação foliar com silício em alface americana em cultivo de verão. Horticultura Brasileira 21(2), supl. Ensayos de campo.	Resende, G.M.; Yuri, J.E.; Souza, R.J. (2007). Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. Horticultura Brasileira 25(3). DOI: 10.1590/S0102-05362007000300026.
Gottardi, S. et al. (2012). Beneficial effects of silicon on hydroponically grown lettuce and related leafy vegetables: quality and nitrate accumulation. Journal of the Science of Food and Agriculture.	Galati, V.C. et al. (2015). Silicon in the turgidity maintenance of American lettuce. African Journal of Agricultural Research 10(51):4699–4705. DOI: 10.5897/AJAR2015.10196.
Galati, V.C. et al. (2015). Aplicação de silício, em hidroponia, na conservação pós-colheita de alface americana Lucy Brown minimamente processada. Ciência Rural 45(11):1932–1938. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140334.	Greger, M. et al. (2018). Silicon Influences Soil Availability and Accumulation of Mineral Nutrients in Various Plant Species. Plants 7:41. DOI: 10.3390/plants7020041.
Lemos Neto, H.S. et al. (2020). Can silicon influence growth, physiology and postharvest quality of lettuce? Australian Journal of Crop Science 14:71–77. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.01.p1848.	Neves, M.G. et al. (2020). Growth, yield and post-harvest evaluation of lettuce plants subjected to different leaf silicon concentrations. Revista de Agricultura Neotropical 7(4):40–48. DOI: 10.32404/rean.v7i4.4448.
Othman, A.J. et al. (2021). Dataset on foliar application of silicon dioxide and organosilicon compounds on oak leaf lettuce. Data in Brief 38:107328. DOI: 10.1016/j.dib.2021.107328.	de Cássia Alves, R. et al. (2022). Seed Priming with Silicon Improves Plant Resistance to Downy Mildew in Lettuce Seedlings by Intensifying Antioxidant Defense Systems. Silicon 14:12721–12731. DOI: 10.1007/s12633-022-01974-3.
de Souza Alonso, T.A. et al. (2022). Silicon promotes the control of Meloidogyne incognita in lettuce by increasing ascorbic acid and phenolic compounds. Journal of Pest Science 95:1453–1466. DOI: 10.1007/s10340-021-01470-4.	Villa e Vila, V. et al. (2024). Deficit Irrigation with Silicon Application as Strategy to Increase Yield, Photosynthesis and Water Productivity in Lettuce Crops. Plants 13:1029. DOI: 10.3390/plants13071029.
Simko, I.; Zhao, R.; Peng, H. (2025). Differential Impact of SiO_2 Foliar Application on Lettuce Response to Temperature, Salinity, and Drought Stress. Plants 14:1845. DOI: 10.3390/plants14121845.	Albalasmeh, A.A. et al. (2025). Silicon extends the shelf life of hydroponically grown lettuce. Scientific Reports 15:33302. DOI: 10.1038/s41598-025-08489-y.
Pang, Z. et al. (2025). Single-pulse silicic acid immersion for extending the shelf life of lettuce. LWT 232:118407. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.118407.	Simko, I.; Peng, H.; Hasegawa, D.K. (2026). Foliar Application of Silicon Dioxide Improves Lettuce Growth Parameters, Disease Resistance, Post-Harvest Quality, and Modifies Mineral Composition. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 26:2350–2366. DOI: 10.1007/s42729-025-03000-y.
Torun, G.; Kuşvuran, Ş.; Derelli Tüfekçi, E. (2026). Comparative Effects of Nano-Silicon Application Methods on Salt Stress Tolerance in Lettuce (Lactuca sativa L.). Turkish Journal of Agricultural Research 13(2).	
Haynes, B. et al. (2026). Postharvest Lettuce Discoloration: Current Understanding and Future Directions. Agriculture 16(19):2174. DOI 10.3390/agriculture16192174.	Johnson, S.N. et al. (2024). Plant Silicon Defences Suppress Herbivore Performance, but Mode of Feeding Is Key. Ecology Letters 27:e14519. DOI 10.1111/ele.14519.

Bathoova, M. et al. (2025). The potential of silicon in crop protection against phloem feeding and chewing insect pests: a review. Journal of Experimental Botany 76:3912–3926. DOI 10.1093/jxb/eraf102.	Pacific Northwest Pest Management Handbooks. Lettuce—European earwig (Forficula auricularia): crop damage and monitoring. Recurso técnico de manejo integrado.
De Dios-Delgado, I. et al. (2006). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. Terra Latinoamericana 24(1):91–98.	Johnson, S.N. et al. (2024). Plant Silicon Defences Suppress Herbivore Performance, but Mode of Feeding Is Key. Ecology Letters 27:e14519. DOI: 10.1111/ele.14519.
Pang, Z. et al. (2025). Single-pulse silicic acid immersion for extending the shelf life of lettuce. LWT 232:118407. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.118407.	Haynes, B. et al. (2026). Postharvest Lettuce Discoloration: Current Understanding and Future Directions. Agriculture 16(19):2174. DOI: 10.3390/agriculture16192174.
Simko, I.; Peng, H.; Hasegawa, D.K. (2026). Foliar Application of Silicon Dioxide Improves Lettuce Growth Parameters, Disease Resistance, Post-Harvest Quality, and Modifies Mineral Composition. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 26:2350–2366.	University of Florida IFAS (2026). European Earwig, Forficula auricularia: host range and vegetable injury, including lettuce. Extension publication IN875.