



CONGRESO LIMONERO





CONGRESO
LIMONERO



Limón persa de calidad:

Fisiopatías poscosecha y cómo prevenirlas

Dra. J. Adriana Sañudo Barajas

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

adriana@ciad.mx

Contenido

- ¿Qué son las fisiopatías?
- ¿Qué factores provocan las fisiopatías?
- Principales fisiopatías en limón persa
- Importancia de la relación Riego-nutrición-estrés ambiental-Calidad de fruta
- ¿Cómo se previenen?
- ¿Cómo se corrigen?
- Resumen y Conclusiones



¿Qué son las fisiopatías?

Oil Spots



Light Green

Blanching



Styler End
Skin Breakdown



Skin
Breakdown



Son trastornos fisiológicos de origen NO patológico que se manifiestan en frutos y tejidos vegetales como consecuencia de condiciones ambientales y manejo agronómico que exceden la capacidad de adaptación de la planta.

En consecuencia, es el resultado de un estrés que no se detectó ni se corrigió.

¡El estrés no se ve, pero tiene un costo alto!

La planta balancea continuamente el crecimiento y la defensa en función del ambiente externo

↑ Estrés → Se desplaza a defensa → Condiciones favorables
agua • temperatura • nutrición • radiación • Prioriza crecimiento

¿Qué significa el término **fisiopatía**?

“FISIO” = Función

Indica que cuando las funciones de la planta y del fruto se alteran por estrés, se afectan:

- Movimiento de agua
- Transporte de nutrientes
- Crecimiento y desarrollo celular
- Fotosíntesis y respiración
- Equilibrio hormonal

“PATÍA” = Daño

Indica que el daño es la consecuencia y manifestación visible de la pérdida de función:

- Deformación
- Colapso de tejido
- Rajeteado o cicatrizado
- Decoloración o pigmentación desuniforme

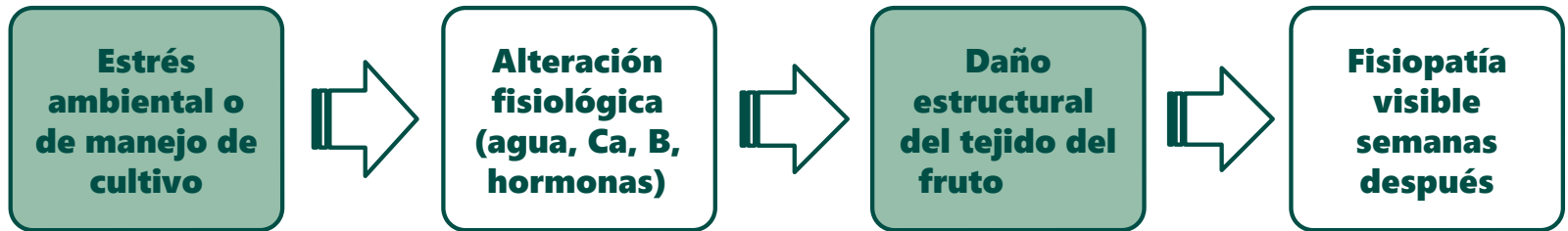
▪ Oxidación de tejidos

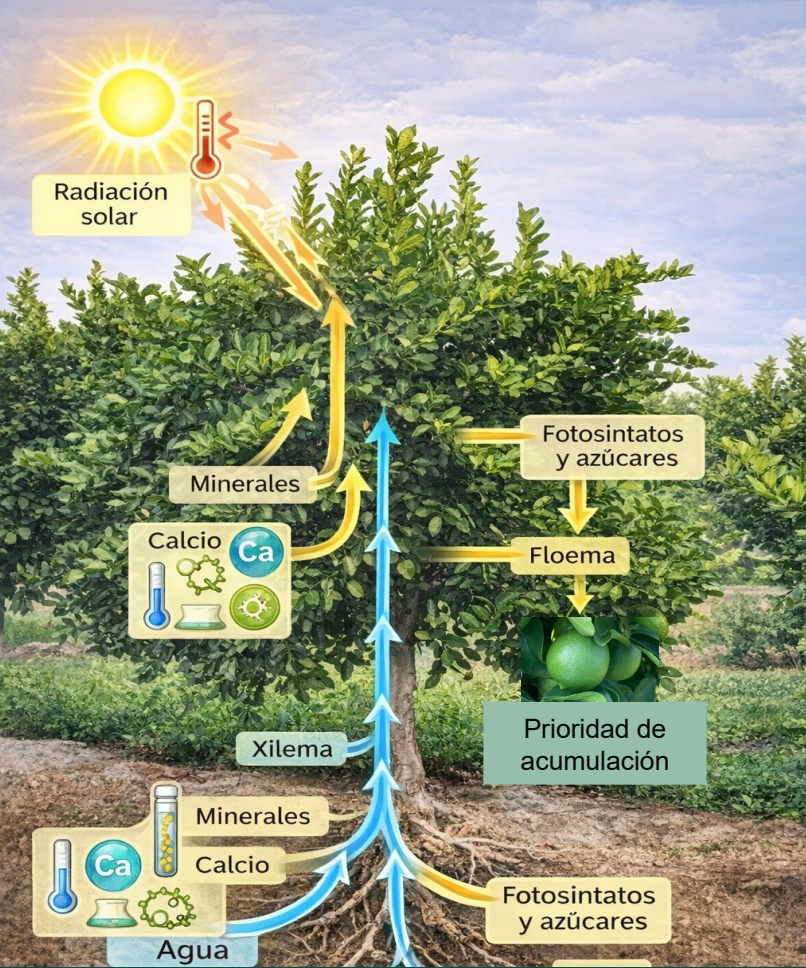


¿Cuándo empieza a desarrollarse una fisiopatía?

Generalmente inicia durante momentos críticos del cultivo:

- Floración
- Cuajado
- Crecimiento y llenado del fruto
- Ante cambios bruscos de clima o riego



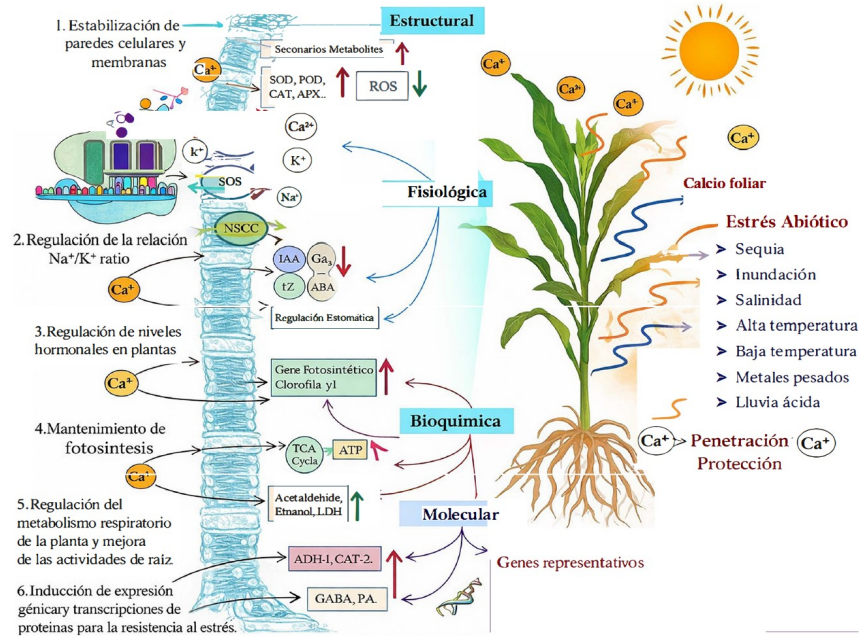


¿Qué condiciones causan el estrés y las fisiopatías?

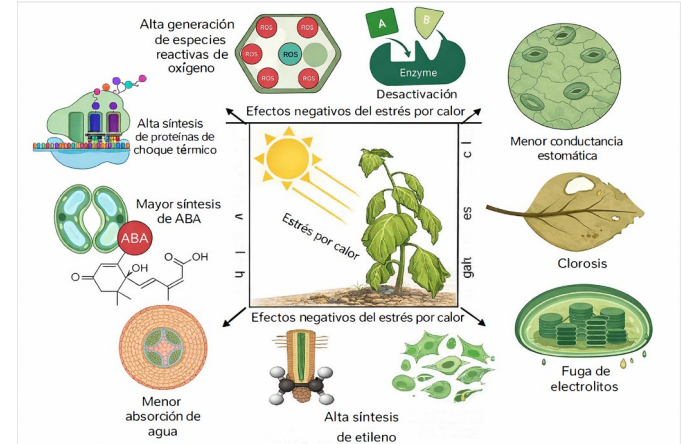
- Temperaturas extremas (calor excesivo o frío). Mayor riesgo durante floración, cuajado y llenado de fruto.
- Radiación (exceso o deficiencia) que modifica la fisiología de la planta.
- Desbalances de riego (déficit o exceso de agua) que produce daño en raíces y en la absorción de nutrientes.
- Desbalances nutricionales, frecuentemente asociados a una mala distribución de calcio (Ca) y boro (B).

La fisiopatía se debe a que la planta no logra mover nutrientes críticos en el momento oportuno, por deficiencia o flujo de agua insuficiente.

*Cuando falla un elemento, falla el sistema completo:
Ejemplo distribución de Calcio*



El calcio solo se mueve con el agua y en forma ascendente, si el sistema de distribución falla, el calcio no llega al fruto



Las fisiopatías son consecuencia de un desequilibrio entre la nutrición, el agua y el momento fenológico en el que se produce el estrés.

Las hojas transpiran más que el fruto, por lo tanto, el calcio se queda en la hoja y no en el fruto.



Agua – Calcio – Estrés – Calidad de fruta

- El movimiento del agua y el calcio, depende de la transpiración.
- Cuando hay **calor, sequía, exceso de agua, salinidad, radiación excesiva, compactación o problemas de raíz**, la planta entra en modo de supervivencia, se modifica la transpiración foliar y se produce una competencia biológica interna.
- Falla el flujo continuo de agua-nutrientes-hormonas desde el suelo–raíz–xilema.
- Debido a que el calcio no se redistribuye: el fruto se encuentra en desventaja y las hojas dominan la demanda de agua y con ella el calcio.

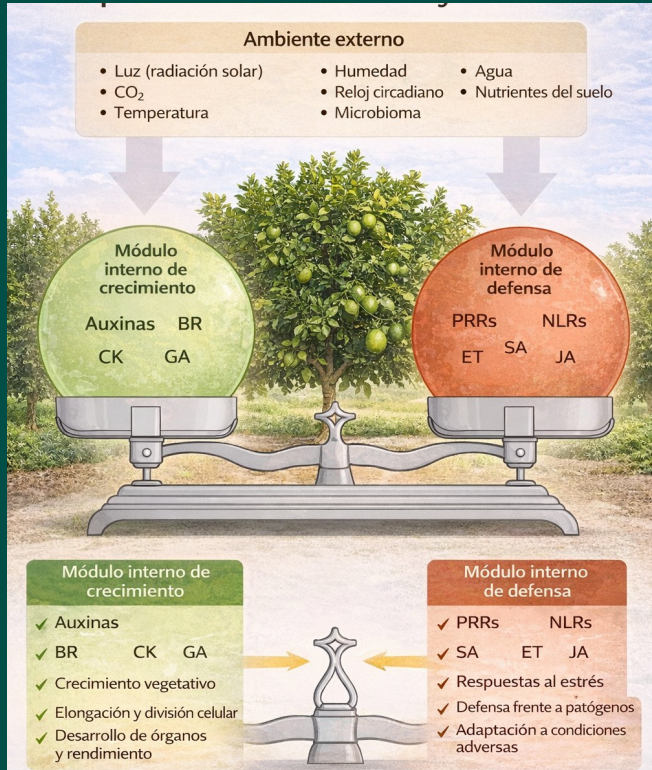
Consecuencia en calidad

Mayor susceptibilidad a colapso, necrosis apical, desórdenes de cáscara y pérdida de firmeza.

• Nutrientes clave en estrés:

- Calcio
- Potasio
- Magnesio
- Boro

¿Cómo se alcanza el equilibrio fisiológico para la prevención de fisiopatías?



1

Manejo de riego bajo estrés

2

Nutrición balanceada por etapas fenológicas

3

Uso racional de bioestimulantes

4

Cuidado del suelo y del sistema radicular

5

Monitoreo y anticipación



*Se originan en campo pero
se manifiestan o agravan
después de la cosecha*

1

No se transmiten o contagian entre
frutos

2

No responden a tratamientos
fitosanitarios, por lo tanto no se



El estrés incrementa las fisiopatías en el cultivo de limón persa

Fisiopatías clásicas

- Caída fisiológica de frutos
- Rajado de frutos
- Golpe de sol
- Amarillamientos no patogénicos
- Desórdenes de cáscara

Fisiopatías emergentes

- Colapso de frutos bajo estrés térmico
- Necrosis apical no infecciosa
- Desórdenes de mala distribución mineral
- Daños fisiológicos por manejo hídrico desbalanceado
- Interacciones negativas estrés–nutrición–fenología

Principales fisiopatías en limón persa

Pardeamiento acuoso y colapso de la pulpa en el extremo apical (o estilar) del fruto. Se manifiesta durante la poscosecha y rara vez en campo. Los tejidos internos se debilitan y pueden presentar lesiones secundarias.



Stylar end breakdown (SEB)
Coleados o daño acuoso del ombligo



Blanching
Alimonados o decoloración por sombreado

Decoloración o pérdida del color verde característico de la cáscara, causada por una radiación deficiente durante el crecimiento del fruto. Ocurre principalmente en copas densas, con exceso de follaje o con mala penetración de la luz, lo que reduce la clorofila en la cáscara.

Oil spotting o manchas de aceite (mancha hundida)



Aparición de tejidos necróticos, hundidos, de color oscuro en la cáscara del fruto. Se originan por la ruptura mecánica de glándulas de aceite localizadas en el flavedo. Esta ruptura provoca la liberación de terpenos y compuestos volátiles fitotóxicos que producen la oxidación y daño.

Desorden que se manifiesta con la aparición de zonas decoloradas en la cáscara del fruto, que evolucionan progresivamente hacia lesiones oxidadas, hundidas y necróticas. Este daño se considera combinado y acumulativo de manchas oleosas que progresan hacia el pitting o el



Skin breakdown o colapso de la cáscara

Fruta lisa



Se presenta una cáscara excesivamente lisa, con baja porosidad y escasa rugosidad superficial. El color de la cáscara puede ser verde intenso o alimonado, y aunque el daño no afecta directamente la pulpa, reduce el valor comercial por una menor consistencia y una mayor susceptibilidad a daños mecánicos, al ablandamiento y a enfermedades poscosecha. Este daño no es un problema de color, sino de la estructura del fruto, producido por un crecimiento acelerado sin soporte estructural de los nutrientes clave.

Factores a controlar Coleados

- **Altas temperaturas del fruto (calor de campo)**
- **Alto turgor al momento de la cosecha**
- **Frutos grandes o sobremaduros**
- **Manejo inapropiado con caídas o golpes / compresiones durante la cosecha**

Medidas precosecha

- ✓ Ajustar nutrición y elevar aplicaciones de Calcio, Boro y Silicio desde el cuajado con frecuencia mensual. Para mejor absorción y asimilación en cáscara, usar fuentes de Calcio como citratos, carboxilatos, fulvatos o glicinatos.
- ✓ Evitar suministros de Nitrógeno en proximidad a la cosecha.
- ✓ Vigilar el balance en la relación Potasio:Calcio:Magnesio (Potasio y Magnesio son antagonicos al Calcio).
- ✓ Cosechar por la tarde para reducir la turgencia en los frutos (recomendable usar un medidor de presión de turgencia).

- ✓ Evitar riegos nocturnos prolongados previo a la cosecha.
 - ✓ En épocas muy cálidas, evitar crecimientos a sobregrado, cosechar en calibres menos susceptibles y hacer raleos de ser necesario.
 - ✓ Capacitar cuadrillas en un manejo sin caídas, golpes o compresiones de la fruta.
- ## Medidas poscosecha

- ✓ Sombrear la fruta cosechada inmediatamente.
- ✓ Realizar el enfriamiento gradual, evitando cambios bruscos de temperatura.

Factores a controlar

Sombreados

- **Alta cobertura sobre el fruto en crecimiento**
- **Reducción de irradiación total o parcial de frutos**
- **Podas insuficientes que provocan una obstrucción prolongada de la luz solar sobre el fruto**

Medidas precosecha

- ✓ Supervisión de podas de aclareo para manejo adecuado de la copa y garantía de la entrada/distribución de luz a los brotes para la exposición de los frutos.
- ✓ Utilizar marcos de plantación con arreglo y densidad que eviten el sombreado persistente.
- ✓ Explorar sistemas de incremento de la irradiancia/reflectancia para elevar la incidencia de luz en la zona media-baja.
- ✓ **NOTA:** Este defecto no puede corregirse en la poscosecha, solo puede reducirse la

Medidas poscosecha

- ✓ Evitar los efectos agravantes del etileno al inducir la degradación del pigmento verde (clorofila) y la síntesis de pigmentos amarillos (caroteoines) mediante:
 - Mantener la cadena de frío en condiciones óptimas.
 - Absorbedores o neutralizadores de etileno en cuartos de almacenamiento como el permanganato de potasio en filtros activos o sachets.
 - Inhibidores de etileno, como las giberelinas o el 1-metilciclopropeno.

Factores a controlar

Mancha de aceite

- **Daños mecánicos por un manejo inadecuado de la fruta durante la cosecha**
- **Daños mecánicos por un manejo inadecuado durante el transporte y empaque**
- **Variedades con mayor susceptibilidad al daño**

Medidas precosecha

- ✓ Supervisión de cosecha para evitar lesiones por espinas, abrasiones, golpes, magulladuras o compresión.
 - Ajustar índices de cosecha, la fruta muy inmadura es más susceptible.
 - Cuando se identifica el problema, cosechar fruta con tijera sin exceso de turgencia (manejo de riego y evitar cosechas con rocío).
- ✓ En fruta de piel delgada, evitar el estrés hídrico (déficit o exceso de riego).
- ✓ En lluvias pronunciadas, reducir turgencia mediante uso de osmoprotectores como la glicina betaína y prolina.

- ✓ Cosechar con tijera y mínimo manejo que cause abrasiones.

Medidas poscosecha

- ✓ Capacitación en empaque para reducir golpes y compresiones.
- ✓ Valorar el uso de separadores o almohadillas para amortiguar el contacto y transferencia de aceite liberado por compresión entre frutos.
- ✓ Seleccionar recubrimientos a base de polímeros o ceras con Buena permeabilidad a gases.
- ✓ Supervisar la ventilación de los palets para evitar que el dióxido de carbono se eleve

Factores a controlar

Fruta lisa

- **Crecimiento acelerado del fruto sin adecuada diferenciación de la cáscara**
- **Desequilibrio nutrición-agua, especialmente en etapas tempranas del desarrollo.**
- **Exceso de vigor vegetativo**

Medidas precosecha

- ✓ **Nutrición balanceada enfocada en fortalecimiento de la estructura del fruto:**
 - **Asegurar la disponibilidad de calcio desde la floración y cuajado.**
 - **Evitar el exceso de nitrógeno, especialmente en las etapas tempranas del crecimiento del fruto.**
 - **Vigilar las relaciones Ca/K/Mg para evitar antagonismos.**
- ✓ **Manejo adecuado de riego para evitar picos de humedad que favorezcan el llenado rápido del fruto y mantener humedad constante durante el cuajado y las primeras semanas de crecimiento.**

- ✓ **En lluvias pronunciadas, reducir turgencia mediante uso de osmoprotectores como la glicina betaína y prolina.**

Medidas poscosecha

- ✓ **Selección y clasificación adecuadas para evitar riesgo comercial.**
- ✓ **Priorizar esta fruta para el mercado nacional o para destinos con baja exigencia estética.**
- ✓ **Reforzar tratamientos poscosecha para prevenir enfermedades durante el almacenamiento.**

Otras fisiopatías del limón persa

Chilling injury **Daño por frío**



Daño causado por un almacenamiento a temperatura por debajo de 10°C que produce una alteración de membranas y el oscurecimiento/oxidación de los tejidos.

Sunburn/Sunscal **Soleado**



Pardeamiento por exposición directa de la fruta a un exceso de radiación y de temperatura. Se agrava cuando se combina con oil spotting (secundario).

Stem-End Rind Breakdown **Pudrición fisiológica del pedúnculo**



Hundimiento y oscurecimiento alrededor del cáliz que ocurren bajo condiciones de HR baja y de corriente de aire excesiva. Muy baja presencia en limón persa.

Fisiopatía	Síntomas	Causas principales	Prevención (campo y manejo)
Coleados (Pitting)	Hundimientos localizados en la cáscara, sin pudrición inicial	Estrés hídrico, cambios bruscos de humedad, bajo Ca en flavedo	Riego uniforme, evitar excesos antes de cosecha, fortalecer cáscara con Ca
Manchas de aceite (Oil spotting)	Manchas oscuras, hundidas, textura aceitosa	Ruptura mecánica de glándulas de aceite por golpes o fricción	Manejo suave en cosecha, evitar frutos muy turgentes, capacitación de cuadrillas
Colapso de cáscara (Skin breakdown)	Zonas decoloradas que evolucionan a necrosis y hundimiento	Acumulación de oil spotting + estrés + poscosecha deficiente	Prevención temprana, manejo integral de riego, Ca y logística poscosecha
Fruta lisa	Cáscara delgada, poco rugosa, menor resistencia	Crecimiento acelerado, exceso de agua y N, bajo Ca	Balance nutrimental, evitar picos de crecimiento, manejo de vigor
Soleados (Sunburn)	Áreas amarillas o pardas expuestas al sol directo	Alta radiación, deshoje excesivo, estrés térmico	Manejo de copa, evitar podas drásticas, protección foliar
Sombreados / Blanching	Fruta pálida, verde claro, sin color intenso	Exceso de follaje, baja penetración de luz	Poda de aireación, control del vigor, balance N–K

Conclusiones



- Las fisiopatías no se corrigen, se previenen.
- El calcio falla cuando el agua deja de fluir hacia el fruto, frecuentemente el problema no es la dosis, sino la distribución
- El daño visible es el último síntoma, la fisiopatía empieza días o semanas antes, cuando “falló” la fisiología de la planta
- El estrés no se ve pero se paga
- La nutrición es una inversión, no un gasto

YUC



2026

CONGRESO LIMONERO

 SiCarFarms®

PRÓXIMO CONGRESO LIMONERO



5 & 6 DE FEBRERO, 2026



TEKAX, YUCATÁN