

2.1.2. Manejo, recolección y calidad de la fresa

Daniel S. Kirschbaum

kirschbaum.daniel@inta.gob.ar

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina

Índice

1. Aspectos prácticos del cultivo de la fresa
 - 1.1. Elección del terreno
 - 1.2. Preparación del suelo
 - 1.3. Construcción de camas, camellones o lomos
 - 1.4. Fertilización de base
 - 1.5. Desinfección del suelo
 - 1.6. Plantación
 - 1.7. Riego
 - 1.8. Fertilización de posplantación
 - 1.9. Fertilización biológica y enmiendas orgánicas
 - 1.10. Cuidados culturales
2. Manejo integrado de factores bióticos adversos
 - 2.1. Principales plagas
 - 2.1.1. Araña roja o ácaro de las dos manchas
 - 2.1.2. Ácaro del ciclamen
 - 2.1.3. Complejo de trips
 - 2.1.4. Complejo de pulgones
 - 2.1.5. Orugas (cortadoras, minadores)
 - 2.1.6. Mosca de alas manchadas
 - 2.1.7. Algunos enemigos naturales de las plagas de la fresa
 - 2.2. Enfermedades
 - 2.2.1. Factores generales a tener en cuenta para prevenir o reducir la incidencia de enfermedades
 - 2.2.2. Marchitamiento
 - 2.2.3. Enfermedades del follaje
 - 2.2.4. Enfermedades del fruto
 - 2.3. Nematodos
 - 2.4. Malezas
3. Calidad, cosecha y poscosecha
 - 3.1. Requisitos de calidad. Cosecha
 - 3.2. Polinización
 - 3.3. Dinámica de la cosecha y la poscosecha
 - 3.4. ¿Cómo mantener la calidad durante la poscosecha?
 - 3.5. Envases y embalajes

Resumen

El cultivo de la fresa involucra una serie de etapas que, con cierta flexibilidad, son indispensables para la obtención de frutas de óptima calidad, en un marco de sustentabilidad. Estas etapas pueden ordenarse de una manera más o menos secuencial, siendo las mismas: elección del terreno, preparación del suelo, construcción de camellones, fertilización de base, desinfección del suelo, plantación, riego, fertilización de posplantación, fertilización biológica y enmiendas, cuidados culturales, manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, cosecha, poscosecha y calidad. Cada una de ellas puede realizarse dentro de una amplia gama de opciones tecnológicas, siempre respetando criterios agronómicos que deben ajustarse a la fisiología del cultivo, pero para que las partes encajen y funcionen de manera armoniosa y sostenible, deben estar pensadas desde un enfoque de agroecosistema: el agroecosistema fresa, que marca la dirección hacia donde se dirige la producción de fresa en el mundo ante un complejo contexto de cambio climático. En este marco, se describen los principales problemas fitosanitarios del cultivo, señalando diferentes alternativas para resolverlos, siempre conceptualizadas en un esquema de manejo integrado.

1. Aspectos prácticos del cultivo de la fresa

1.1. Elección del terreno

Al momento de seleccionar el predio para el cultivo de fresa, se deben considerar las características del suelo y la disponibilidad de agua (calidad y cantidad constante) de riego del lugar. Se prefieren suelos descansados. Es fundamental realizar análisis de suelo y de agua antes de decidir los pasos posteriores a seguir, para conocer niveles de salinidad (CE), pH, materia orgánica y macro y microelementos, principalmente N, P, K, Ca, y Mg. Los suelos francos a franco-arenosos son los mejores, aunque la fresa se adapta a una amplia gama de suelos. Los suelos deseables deben tener una profundidad $> 0,8$ m. Dado que la planta de fresa es sensible a la salinidad del suelo, la conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación no debe ser $> 1,0$ dS.m⁻¹. El rango de contenido de materia orgánica debe ser de 3 a 6%, y el de pH 5,8 a 7,0. Los predios con alta carga de malezas o un historial de cultivos de solanáceas (p.e. berenjena, patata, pimiento y tomate) deben ser evitados (Villagrán *et al.*, 2013; University of Illinois Extension, 2018).

Los análisis de agua de riego deben mostrar una relación de adsorción de sodio (RAS) > 30 y niveles de cloruro > 110 mg.L⁻¹. Si el agua de riego tiene más de 500 ppm de sales disueltas totales o una conductividad eléctrica superior a $0,7$ dS.m⁻¹, su uso puede resultar en la acumulación de niveles tóxicos de sales (British Columbia Ministry of Agriculture, 2017).

1.2. Preparación del suelo

Es fundamental la nivelación del campo para aprovechar todas las ventajas del riego y especialmente si se va a fumigar o desinfectar el suelo. Un buen drenaje es esencial para evitar que las sales se acumulen en la zona de las raíces y reducir el riesgo de infecciones de patógenos que habitan en el suelo por acumulación de humedad. Las raíces absorbentes pueden morir en 24 h si hay exceso de agua en el suelo. Para lograr un buen drenaje, además de una correcta nivelación del terreno, es necesario romper capas de suelo compactadas. Todas estas

irregularidades se corrigen con un subsolado profundo, a 60-70 cm, que debe repetirse cada año, especialmente en campos sin roturar o con cultivos que sólo hayan tenido labores superficiales durante períodos prolongados. Para que el subsolado sea eficiente el suelo debe estar seco (Fisher, 2013; Bolda *et al.*, 2016).

Luego, se deberán realizar aradas y rastradas para romper terrones y conseguir una capa arable suelta, mullida y bien nivelada. Para el control de malezas se rastra en dos oportunidades, dependiendo el lapso transcurrido entre una y otra, de la proliferación de malezas luego de la primera labor. En ambos casos se hacen dos pasadas cruzadas de discos. Posterior a cada labor, y una vez que han emergido las malezas, estas podrían controlarse con herbicidas totales.

1.3. Construcción de camas, camellones o lomos

En el mundo predominan los lomos de dos hileras de plantas, pero también los hay de tres y cuatro hileras. A mayor número de filas, mayor ancho del lomo. El armado de los lomos debe realizarse preferiblemente hasta unos 15 a 20 días antes de las fechas de plantación. La finalidad de esta labor es lograr una cama de plantación alta, mullida pero firme, aireada y de buen drenaje, que permita el desarrollo adecuado del sistema radicular y una distribución uniforme del agua de riego y de los fertilizantes. Una vez que el suelo está adecuadamente preparado, se procede al armado de los camellones, cuyas dimensiones se consignan en la Figura 1. Se considera que una longitud de 50 m optimiza la operatividad dentro del predio. Los camellones o lomos se construyen con máquinas de arrastre (denominadas alomadoras), que además pueden estar diseñadas para aplicar el abono de base, colocar la cinta de riego por goteo y el acolchado (mulching) plástico, e inyectar fumigantes. En parcelas pequeñas, las camas pueden armarse a mano con palas, azadas y rastrillos, motocultivadores o bien con tracción a sangre.

El sistema de riego por goteo y la modalidad de utilizar acolchado plástico reducen los costos de aplicación de fertilizantes y facilitan la distribución de los productos. El plástico negro (Figura 2) es el más usado. En segundo orden de importancia en cuanto a uso está el plástico bicolor blanco por fuera y negro por dentro (Figura 2) para producción de fresa en verano. También existen plásticos plateados y pigmentados, pero su uso aún se encuentra poco difundido.

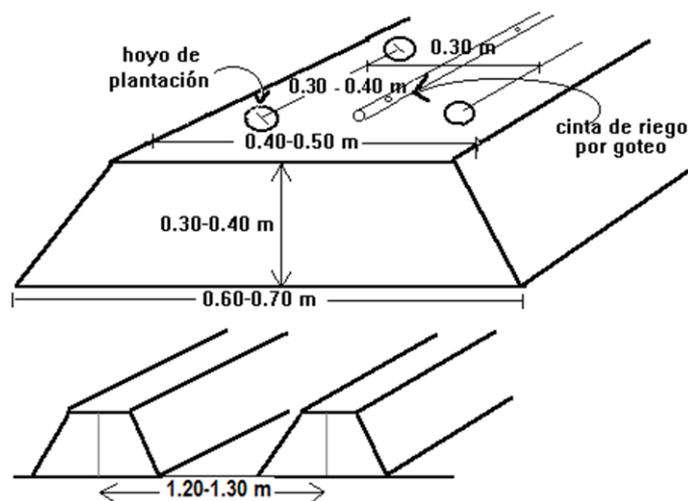


Figura 1. Diagrama de construcción y disposición de camellones en producción de fresa con riego por goteo

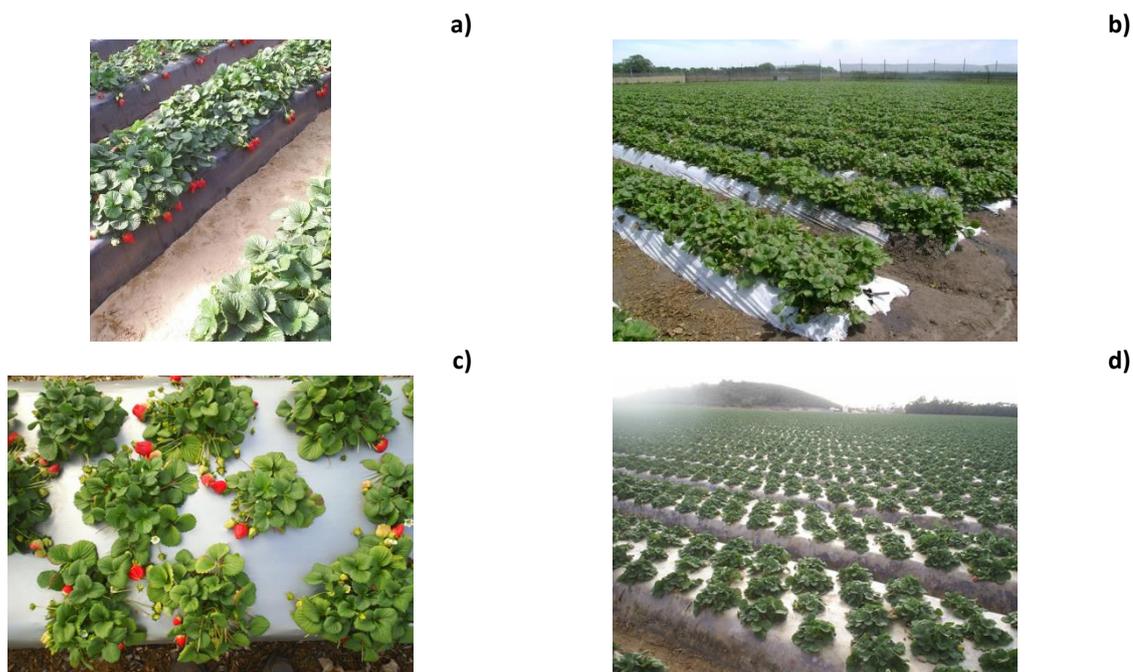


Figura 2. a) Camellones cubiertos con plástico negro, dos filas de plantas, para producción invierno-primaveral (Tucumán, Argentina). b) Camellones con plástico blanco, dos filas de plantas, para producción estivo-otoñal (Mar del Plata, Argentina). c) Camellones con plástico gris plateado, tres filas de plantas, para producción invierno-primaveral (Brisbane, Australia). d) Camellón con plástico transparente, cuatro filas de planta, para producción invierno-primaveral (California, EEUU)

1.4. Fertilización de base

Los fertilizantes de fondo o de base tienen por finalidad abastecer de nutrientes a las pequeñas plantas en sus primeras fases de desarrollo, por ello el tipo, la cantidad, el momento de aplicación y la ubicación del abono son factores que deben tenerse muy en cuenta al planificar esta tarea. En muchas regiones productoras se utiliza preferentemente triple quince, fosfato diamónico, superfosfato triple de calcio y sulfato de magnesio. Es conveniente realizar la fertilización de base 20 días antes del trasplante para que los nutrientes estén disponibles inmediatamente al momento de establecer la plantación. La profundidad óptima de ubicación de los fertilizantes de fondo es de 15-20 cm, procurando dejar unos 5 cm de diferencia entre el extremo de las raíces y el sitio de ubicación del fertilizante, para evitar el contacto directo entre fertilizante y raíces, previniendo daños en las mismas (Strand, 2008).

Hay dos opciones para aplicar los fertilizantes de base: debajo de cada fila de plantas o entre las filas de plantas (Figura 3, a y b). La fertilización en fresa en general y la de base en particular, deben realizarse en función a un programa de fertilización global, considerando la fertilidad del suelo, los requerimientos nutricionales y la extracción del cultivo. Para la precisa determinación de las cantidades de fertilizantes a aplicar, es fundamental contar con el análisis de suelo. Como guía, se aplica en la base el 30% del nitrógeno, el 50% del fósforo y el 20% del potasio. Otros autores sugieren no aplicar N como abono de base, argumentando inestabilidad del nutriente (Villagrán *et al.*, 2013); o bien sugieren aplicar dosis bajas de fertilizantes de fondo en suelos con baja capacidad de retención de agua, p.e. en suelos arenosos (Molina, 2018). Sin embargo, los fertilizantes de liberación lenta producen resultados positivos en cultivos de fresa (Yoon *et al.*, 2018)

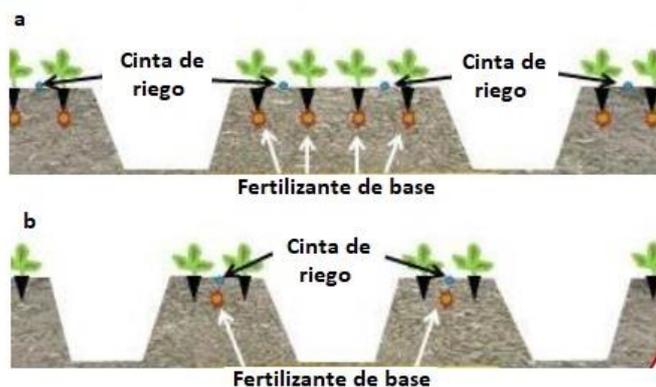


Figura 3. Ubicación de los fertilizantes de base en cultivos de fresa en lomeros: a) debajo de cada fila de plantas; b) entre las filas de plantas. Modificado de Haifa Group (2021)

El rango ideal de contenido de materia orgánica del suelo para un cultivo de fresa es de 3% a 6% (Cornell University Cooperative Extension, 2008). La cantidad de materia orgánica a incorporarse como enmienda orgánica o abono verde dependerá de los resultados del análisis de suelo, pudiéndose optar por ejemplo por estiércol, compost, lombricompost, o por la siembra de abonos verdes (p.e. sorgo o maíz), que serán oportunamente incorporados al suelo. Otra práctica utilizada para mejorar la productividad en cultivos de fresa en suelos con bajo contenido de materia orgánica es la incorporación de enmiendas orgánicas sólidas en forma de gallinaza, guano, compost o lombricompost (Wang y Lin, 2002; Arancon *et al.*, 2004; Abu-Zahra y Tahboub, 2008).

1.5. Desinfección del suelo

El objetivo de la desinfección del suelo es controlar nematodos, insectos, malezas y hongos de la capa superficial del suelo, para proteger al cultivo de las acciones adversas de los mismos. Se deben preferir alternativas como rotación de cultivos, solarización y uso de variedades resistentes, entre otras, antes de utilizar la desinfección química del suelo. Entre los fumigantes utilizados se encuentran la cloropicrina, el 1,3 dicloropropeno con cloropicrina (1,3 D) y el metam-sodio (vapam). Además, existe el bromuro de metilo, que está prohibido en la mayoría de los países. Cada producto tiene sus particularidades en cuanto a los métodos de aplicación y espectro de organismos que controla. Existen en la actualidad métodos eficaces, menos tóxicos y/o más naturales, como la solarización (Hartz *et al.*, 1993) o el uso de extractos naturales, para el manejo de enfermedades, plagas y malezas a partir del pre-tratamiento del suelo (Titonell, 2018).

1.6. Plantación

En general, la plantación de fresa se realiza en filas alternas (tresbolillo) (Figura 1). La separación adecuada entre filas es de 30 cm. La separación entre plantas dentro de una misma hilera va de 25 a 35 cm, dependiendo de la variedad, tipo de planta y fecha de plantación.

Lo recomendable es plantar inmediatamente al recibir las plantas, puesto que cuanto más se retrase esta operación mayor será la pérdida de calidad, productividad y el deterioro de la sanidad de las mismas, aun cuando se mantengan refrigeradas. Si no están dadas las condiciones para realizar la plantación, se recomienda conservar las plantas en frío, a temperaturas de 0 a 1°C hasta el momento de plantarlos, lo cual no debe superar los 5-7 días. Cabe señalar que a

2. Especies y cultivo

medida que transcurre el tiempo y la plantación no se realiza, la planta gasta las reservas que tiene almacenadas en las raíces y en la corona como consecuencia de su respiración, aun cuando están almacenadas en frío (Dickmann y Blanke, 2000).

Es muy perjudicial para el vigor de la planta dejarla expuesta al sol directo o altas temperaturas, pues su respiración aumenta y al hacerlo se consumen gran parte de las reservas acumuladas en las raíces y corona. Esto reduce su potencial productivo y la calidad de la fruta.

Una vez concluida la construcción de los lomos, se realiza un riego de pre-plantación para consolidarlos y evitar el desmoronamiento de sus paredes al momento de hacer los hoyos de plantación. Para proteger la planta contra patógenos del suelo en su primera etapa luego de la plantación, pueden hacerse inoculaciones con microorganismos benéficos, tales como *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. (Porrás *et al.*, 2008; Pastrana *et al.*, 2016; Ahmed y El-Fiki, 2017) y *Azospirillum brasilense* (Tortora *et al.*, 2012), como alternativas a las típicas inmersiones en fungicidas de síntesis química, como por ejemplo azoxistrobina o captan (Daugovish *et al.*, 2009).

Luego de la perforación del mulching, se realiza la plantación, para lo cual se pueden utilizar diversos tipos de plantadores (p.e. de horcaja, planchuelas de hierro, de madera). Los días nublados o con tenues lloviznas son los ideales para plantar. En días soleados de principios de otoño es conveniente plantar a última hora de la tarde. Lo correcto es no podar las raíces, pero, si por razones prácticas es necesario hacerlo, tratar de dejar una cabellera de por lo menos 10 cm. Es fundamental no doblar ni retorcer las raíces al ubicar la planta en el hoyo de plantación, y colocarla a la profundidad correcta (Figuras 4 y 5).

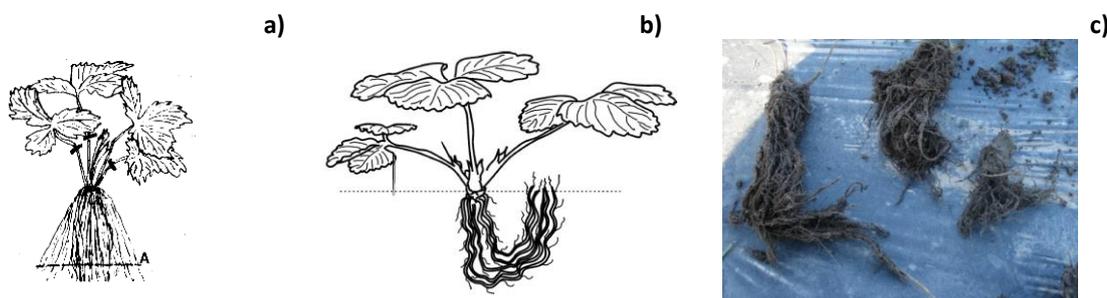


Figura 4. a) Poda de raíces si son demasiado largas, b) Cuidar de no doblar las raíces al plantar, c) plantas muertas por plantación defectuosa: raíces dobladas, retorcidas y utilización de material vegetal con escaso sistema radicular

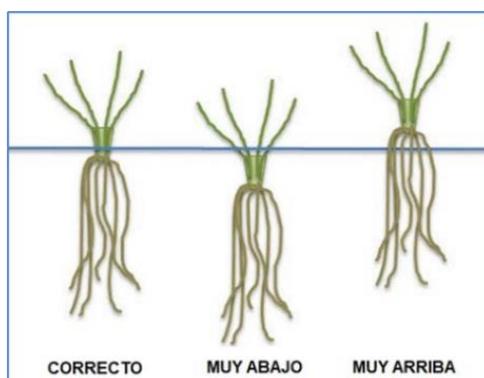


Figura 5. Profundidad de la planta. No dejar raíces al descubierto, por encima de la superficie suelo (izq). No enterrar el brote apical, plantación demasiado profunda (centro). Forma adecuada de plantar: las raíces perfectamente enterradas y la parte aérea completamente fuera del suelo. (Adaptado de Sideman, 2016)

1.7. Riego

El riego debe asegurar el uso racional del recurso agua, por lo que se debe utilizar el sistema más eficiente y práctico. El agua debe estar disponible durante todo el ciclo del cultivo. El uso incorrecto del agua puede tener un efecto perjudicial en la calidad de la fruta y en el rendimiento, teniendo en cuenta que al menos el 90% del peso del fruto es agua. Se sugiere usar riego por goteo (Figura 6) para minimizar las pérdidas de agua y la erosión. El riego por goteo tiene una eficiencia de 80 a 90% y una uniformidad de distribución de 85% (Bolda *et al.*, 2015). Los aportes de agua difieren significativamente con el clima y el sistema cultural (Hancock, 1999). En la costa central de California, el agua aplicada a las fresas plantadas en otoño varió de 300 a 700 mm.año⁻¹ y los rendimientos variaron de 20 a 50 t.ha⁻¹ (McNiesh *et al.*, 1985). Los estudios de riego con fresa en Bulgaria sugieren un volumen de 700-800 mm para un rendimiento óptimo (Ivanov, 1977). Ensayos realizados en Francia demostraron que solo para el período vegetativo la demanda de agua era de 415 mm (Lemaitre, 1976).

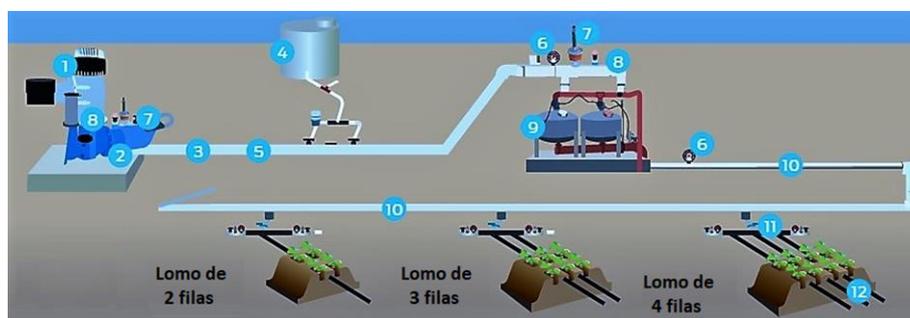


Figura 6. Diagrama de un sistema de riego por goteo sugerido para California. 1) Bomba. 2) Dispositivo de retroflujo. 3) Aforador. 4) Tanque de Fertilizantes. 5) Sistema de inyección. 6) Regulador de presión. 7) Válvula de Seguridad de Presión. 8) Válvula de liberación de aire/vacío. 9) Filtro de arena. 10) Tuberías principales y tuberías secundarias. 11) Válvula reguladora de presión. 12) Cinta de goteo. *Adaptado de Bolda et al. (2015)*

Los resultados de estos estudios sugieren que es necesario realizar ensayos locales para desarrollar programas de riego a nivel regional o predial. En consecuencia, el requerimiento hídrico fue determinado para un cultivo de fresa var. 'Chandler' en Tucumán, Argentina (Kirschbaum *et al.*, 2004). Se regó para compensar total o parcialmente el déficit hídrico "D" ($D = \text{Precipitación} - \text{ET Penman} = -500 \text{ mm}$), según los siguientes tratamientos de riego: T1- 50% de D aplicado 3 veces/semana, T2- 50% de D aplicado 5 veces/semana, T3- 50% de D con riegos diarios, y T4- los riegos necesarios para el mantenimiento de la humedad del suelo a capacidad de campo, de acuerdo a lecturas del tensiómetro. T4 tuvo el mayor rendimiento debido a incrementos significativos del número y peso de frutos, destacando la importancia y el impacto de suplir la demanda de agua del cultivo en el momento y en la cantidad necesarios (Figura 7).

El riego aplicado para mantener la humedad del suelo a capacidad de campo (T4) fue de 518 mm, aproximadamente igual al déficit hídrico ($D = -500 \text{ mm}$). La cantidad total de agua aportada (518 mm de riego + 300 mm de precipitación) en T4 fue de 818 mm. Esto concuerda con estudios realizados en sistemas de producción similares en España y el sur de California, que sugieren que la fresa necesita 390 mm de riego de octubre a mayo (Huelva; López-Aranda, 2003), más 450 mm de lluvia para este período, la cantidad total de agua provista al cultivo es de aproximadamente 840 mm. Del mismo modo, el requerimiento hídrico de la fresa en el sur de California se ha estimado en 775 mm (Strand, 1994). Sin embargo, a medida que aumentó la

2. Especies y cultivo

lámina de riego disminuyó la eficiencia de uso del agua (WUE), ya que los incrementos de rendimiento no fueron proporcionales a los incrementos de agua aportados al cultivo, tema que debería ser mejorado para maximizar la productividad del agua, ya que se trata de un recurso natural crítico y valioso.

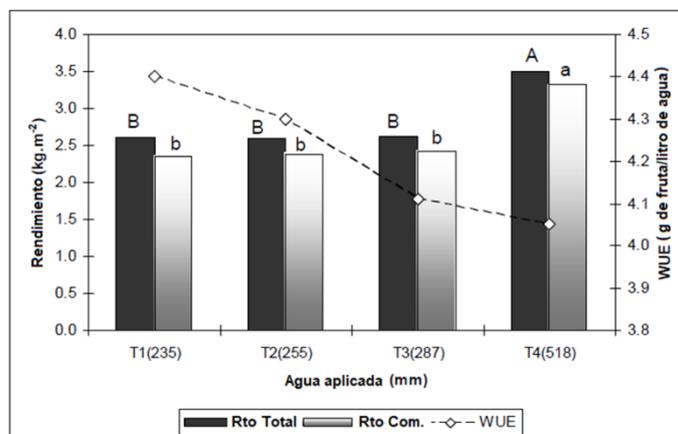


Figura 7. Respuesta del rendimiento (total y comercial) y de la eficiencia del uso del agua (WUE) de un cultivo de fresa, expuesto a cuatro tratamientos de riego, en Tucumán (Argentina). Modificado de Kirschbaum *et al.* (2004)

Los cultivares de fresa difieren significativamente en el rendimiento y el consumo de agua, en función de la partición de su biomasa entre órganos reproductivos y vegetativos, lo que determina una eficiencia de rendimiento diferente. Cultivares altamente consumidores y productivos como 'Rabida' y 'Rociera', disminuyen los rendimientos con riego deficitario, pero no así 'Fortuna', 'Splendor' y 'Primoris', que consumen poca agua sin dejar de ser productivos, permitiendo un ahorro de agua significativo (Ariza *et al.*, 2021).

La frecuencia del riego es un factor de suma importancia en la producción de fresa. El consumo de agua del cultivo depende básicamente del tamaño de la planta y de las condiciones agrometeorológicas (Bolda *et al.*, 2015). Con necesidades elevadas de agua, la frecuencia debe ser de dos aplicaciones en lugar de una al día (Hochmuth y Hanlon, 2020).

La calidad del agua es también un factor muy importante. Esta debe estar en lo posible libre de sales de sodio (<3 meq.L⁻¹), cloro (<4 meq.L⁻¹) y boro (<0,7 ppm), y el contenido de sales totales debe ser menor a 400-600 ppm, o tener una CE <0,9 mmhos.cm⁻¹. El agua además no debe contener sustancias contaminantes, semillas de malezas ni organismos parásitos o patógenos de humanos.

1.8. Fertilización de posplantación

La fertilización debe realizarse en base a un programa de fertilización anual, considerando los requerimientos nutricionales del cultivo y la fertilidad del suelo, realizando para esto análisis foliares y de suelo periódicamente. Para la precisa determinación de las cantidades de fertilizantes a aplicar, es fundamental contar con el análisis de suelo y conocer la extracción del cultivo. En función de estos datos se determina la cantidad y clase de fertilizante a aplicar.

Tal como se mencionó antes, una parte de los fertilizantes se aplica en el fondo (base). El resto se distribuye durante el período que dura el cultivo, a través del riego por goteo (fertirrigación). Para ajustar los valores durante el ciclo del cultivo se deben hacer análisis de suelo y foliares.

Los fertilizantes usados deben ser solubles en agua, encontrándose entre ellos productos tales como ácido fosfórico, nitrato de amonio, urea, nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sulfato de amonio y sulfato de magnesio. Pueden ir solos o en mezclas compatibles. Para el aporte de micro elementos se recurre principalmente a abonos foliares, o bien a quelatos que se aplican a través del sistema de riego. Es muy importante que la concentración de fertilizante en el agua de riego no supere 1 g.L^{-1} .

En general, para la fertilización se divide el ciclo del cultivo en dos etapas: vegetativa (antes del cuaje) y reproductiva (después del cuaje). En la primera se aplica el 15% de los nutrientes, a través de fertilización de base y riego por goteo, mientras que en la segunda se suministra el 85% de los nutrientes, a través del riego por goteo. Para producción invierno-primaveral de fresa en regiones subtropicales, en plantaciones de otoño, en términos generales se sugiere aplicar 150 , 100 y 350 kg.ha^{-1} de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), respectivamente. Estos valores son orientativos, ya que los cultivares de fresa presentan respuestas diferenciales a la dosis de nutrientes. La productividad de los nutrientes aplicados es diferente según el cultivar (Kirschbaum *et al.*, 2008), siendo mayor en cultivares de alto rendimiento (p.e. 'Camarosa' y 'Ventana'), comparados con cultivares de rendimientos medios (p.e. 'Camino Real' y 'Candongga') (Figura 8). De esta manera, la dosis óptima de N (en kg.ha^{-1}) fue de 183, 196, 165 y 150 para 'Camarosa', 'Ventana', 'Camino Real' y 'Candongga', respectivamente (Agüero y Kirschbaum, 2013). La eficiencia de uso de nutrientes está relacionada con el cultivar y debe ser tomada en cuenta para ajustar los programas de fertilización.

El manejo de la fertilización debe ser cuidadoso para no provocar contaminación innecesaria de suelos y aguas, a través de percolación por efecto de las lluvias o los riegos. La fertilización foliar es complementaria de la fertirrigación y puede incluir macro y micronutrientes, ácidos orgánicos y reguladores de crecimiento.

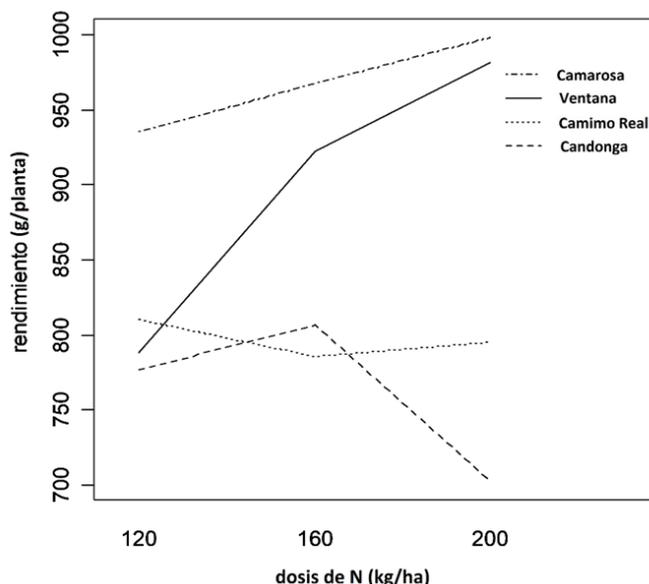


Figura 8. Respuesta al N de diferentes cultivares de fresa (Adaptado de Kirschbaum *et al.*, 2008)

1.9. Fertilización biológica y enmiendas orgánicas

Existen también fertilizantes biológicos o biofertilizantes, cuyo uso está en aumento. En este sentido, varios estudios con bacterias de los géneros *Azospirillum brasiliense*, *Burkholderia*

vietnamensis (Lovaisa *et al.*, 2015), *Azotobacter chroococcum* y *Pseudomonas fluorescens* (Negi *et al.*, 2021) y con hongos formadores de micorrizas, dan cuenta de los beneficios de la fertilización biológica (Rocuzzo *et al.*, 2021). Uno de ellos, cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento de plantas de fresa inoculadas con *A. brasilense* bajo condiciones típicas de cultivo a campo, reportó que las plantas inoculadas mostraron un crecimiento vegetativo más vigoroso e incrementaron el rendimiento de fruta en 8,5% respecto a las plantas sin inocular (Salazar *et al.*, 2012). La aplicación de hongos formadores de micorrizas (p.e. *Funneliformis mosseae*, *F. geosporus*, *Claroideoglomus claroideum*, *Glomus microagregatum*, *Rhizophagus irregularis*) en plantas de fresa condujo a un aumento apreciable en el tamaño y la cantidad de frutos de calibres altos, en condiciones de riego deficiente o de bajo ingreso de nitrógeno, probablemente debido a una mejor estructura en las raíces colonizadas (Robinson-Boyer *et al.*, 2016). Muchos de estos biofertilizantes ya están disponibles en el mercado.

Se mencionó anteriormente que una práctica utilizada para incrementar el contenido de materia orgánica del suelo es la incorporación de enmiendas orgánicas sólidas. No obstante, la disponibilidad en la zona y el costo del transporte de estas enmiendas podrían limitar la generalización de su uso (Larney y Angers, 2012), razón por la cual el disponer de enmiendas orgánicas líquidas sería altamente práctico y beneficioso para el productor. En este sentido, una alternativa viable al uso de fertilizantes minerales y plaguicidas son los abonos orgánicos del tipo de los ácidos húmicos, que estimulan el crecimiento de las plantas y aumentan el rendimiento y la calidad de los frutos (Alarcón-Zayas *et al.*, 2018). Las sustancias húmicas como los ácidos húmicos y fúlvicos son los componentes principales (65-70%) de la materia orgánica del suelo y tienen una fuerte influencia en el crecimiento de las plantas debido al aumento de la permeabilidad de la membrana celular, la respiración, la fotosíntesis, la absorción de oxígeno y fósforo, y el crecimiento de las células de la raíz (Husein *et al.*, 2015).

Los ácidos húmicos aumentan la disponibilidad de P en el suelo, formando complejos y evitando la precipitación de fosfato, haciendo que el P esté disponible para las plantas (Rosa *et al.*, 2018). La aplicación de ácidos húmicos con fertilizantes nitrogenados, p.e. urea, aumenta significativamente el rendimiento, al promover la absorción y acumulación de N, mejorando la eficiencia de uso de este nutriente entre el 30 y el 45% (Selladurai y Purakayastha, 2016; Chen *et al.*, 2017; Lai *et al.*, 2017).

1.10. Cuidados culturales

Es fundamental el mantener el suelo con humedad equilibrada, es decir, a capacidad de campo. El déficit de agua reduce drásticamente el crecimiento de la planta, ya que además de faltarle agua comienzan a faltarle nutrientes. El exceso de humedad del suelo reduce el contenido de aire del suelo, lo cual afecta la respiración de las raíces y la absorción de nutrientes. Si las condiciones de anoxia persisten, la planta puede morir por asfixia. Además, en ambas situaciones de estrés predisponen a la planta para el ataque de diversos patógenos.

Las primeras etapas de crecimiento de la planta son muy susceptibles a la competencia con las malezas, por ello es prioritario mantener el cultivo libre de ellas en forma permanente. Una vez que la planta crece y no deja pasar luz al hoyo de plantación, las probabilidades del crecimiento de malezas se hacen mínimas. Las malezas compiten por luz, agua y nutrientes con la fresa, afectando en forma altamente negativa el rendimiento. No existen herbicidas selectivos para

fresa. Las principales formas de deshacerse de las mismas en el camellón son el control manual y la desinfección del suelo previa a la preplantación.

El aumento del vigor en plantas, debido a la exposición prolongada a bajas temperaturas en el vivero o por tratarse de plantas frigo, aumenta la producción de estolones en los campos de producción de fruta (Strand, 2008). La emisión de estolones va en detrimento de la producción de fruta y deben ser removidos para estimular y acelerar el desarrollo de coronas laterales (Hancock, 1999) y racimos de flores. Los cultivares de día neutro producen flores y estolones simultáneamente, especialmente en verano. Estos últimos deben ser removidos rápidamente para promover el desarrollo de las flores/frutos y minimizar la competencia por recursos limitados.

A propósito de lo mencionado en el párrafo anterior, un estudio realizado en Canadá (Hughes *et al.*, 2017), en el cual se eliminaron los estolones de las variedades 'Seascape' y 'Albion' con diferentes frecuencias (Tabla 1): nunca, 1 sola vez, 3 veces y cada semana; muestra que dejar los estolones en la planta reduce los rendimientos, siendo la remoción semanal la opción más recomendable. En cuanto a la calidad de la fruta producida, la presencia de estolones no afectó el peso de los frutos de 'Seascape' pero si lo hizo, y marcadamente, en 'Albion'. Este proceso suele observarse en marzo-abril y desde octubre en adelante en plantas frescas en el norte y centro del país, o bien, en primavera y verano en plantas frigo en el sur del país. Por ello, podar los estolones es una labor importante.

En el caso de las plantas frigo, la primera inflorescencia, diferenciada antes del período de almacenamiento en frío, generalmente produce flores de mala calidad o dañadas por el largo período de frigoconservación. Ante esta situación, es recomendable eliminarla (Neri *et al.*, 2012). De igual manera, en plantas frescas de calibres chicos, la primera inflorescencia (diferenciada en el vivero) debe ser cortada si emerge antes de que la planta tenga un número mínimo de hojas. En ambos casos la finalidad es no limitar el crecimiento de la planta. Las hojas viejas y enfermas deben podarse y eliminarse a lo largo de todo el ciclo productivo. Además, la poda de hojas es una práctica necesaria en cultivos bienales (Welch, 1984).

Al momento de la plantación, los tejidos tiernos de la planta deben ser protegidos del ataque de insectos (orugas, gusanos del suelo y hormigas) y moluscos (babosas y caracoles) que se alimentan de brotes y hojas, ya comentados en secciones previas. Los daños en esta etapa pueden reducir significativamente el crecimiento de la planta, demorando la entrada en producción y reduciendo el rendimiento.

Tabla 1. Impacto de la remoción de estolones en la cantidad y calidad de la producción de fruta en dos variedades de día neutro en Canadá (Hughes *et al.*, 2017)

Frecuencia de poda de estolones	Rendimiento de Seascape (kg.m ⁻²)		Peso promedio de frutos (g)	
	Total	Comercial	Seascape	Albion
Semanal	1,52a	0,89a	13,2a	21,1a
3 veces	1,32ab	0,76ab	13,3a	19,4ab
1 vez	1,23b	0,60b	13,3a	19,7ab
Ninguna	1,25b	0,64b	13,8a	13,8b

2. Manejo integrado de factores bióticos adversos

2.1. Principales plagas

El criterio para regular las poblaciones de organismos plagas de la fresa es el del manejo integrado de plagas (MIP). La base de la implementación del MIP es el monitoreo, cuyos objetivos son predecir y evaluar posibles problemas de plagas claves, conocer el estado de la artropodofauna benéfica y plagas secundarias, proporcionar información para elegir y programar acciones de control apropiadas, evaluar la efectividad de las prácticas de manejo y establecer un historial de plagas/enemigos naturales.

2.1.1. Araña roja o ácaro de las dos manchas

La araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) es una plaga polífaga que puede causar pérdidas de hasta 80% en cultivos de fresa (Karlec *et al.*, 2017). El ataque comienza en el envés de los folíolos, donde estos ácaros viven agrupados y forman una telaraña, que utilizan para su protección. Al alimentarse, dañan las células del mesófilo y producen cierre de estomas, reduciendo la tasa fotosintética de la planta, causando decoloración (Figura 9) y bronceado de las hojas, lo cual impacta negativamente en la productividad del cultivo. Son artrópodos muy pequeños, cuyas larvas son de color amarillo-verdoso con dos puntos oscuros sobre el dorso. El tiempo cálido y seco favorece el ataque de la plaga.

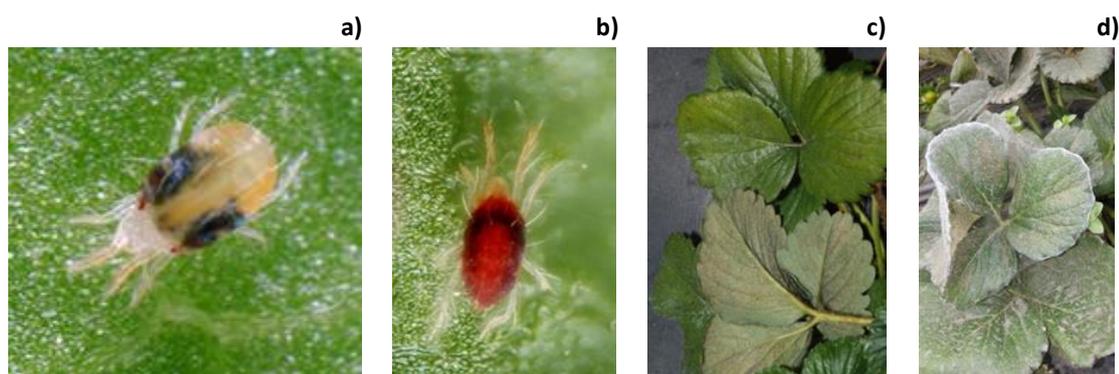


Figura 9. Araña roja y daños en plantas de fresa. a) Forma juvenil (Foto: <http://strawberryplants.org>). b) Hembra adulta (Foto: 4883560779, <http://commons.wikimedia.org>). c) Amarillamiento de hojas (Foto: Surendra Dara, <http://ucanr.edu>) d) Telaraña en hojas (Foto D. Kirschbaum)

Como medidas preventivas se recomienda mantener las plantas limpias (libres de polvo), el cultivo bien regado (en lo posible, complementar con riego por aspersión o microaspersión), equilibradamente nutrido, y eliminar las hojas viejas. Estas decisiones deben tomarse en función a monitoreos previos. El umbral de tratamiento es variable. Por ejemplo, en California es de 5 ácaros por hoja en el período de precosecha y de 15 a 20 en cosecha, mientras que en Florida consideran un umbral de 10 (Liburd y Rhodes, 2018). Hay criterios de intervención que toman en cuenta la presencia de enemigos naturales para la toma de decisiones. Uno de ellos sugiere que, ante la detección de focos de ataque de araña roja en el cultivo, se intervenga sobre los focos solamente si la proporción de ácaros fitoseidos (benéficos) es <1 individuo por cada 10 arañas rojas (Hortoinfo, 2021).

Existen diferentes herramientas para regular las poblaciones de la plaga, integradas en una estrategia de MIP, que involucra las medidas preventivas, el monitoreo y la utilización de

organismos benéficos, tales como ácaros depredadores, crisopas y dípteros depredadores (p.e. *Feltiella* spp.), bioinsecticidas (extractos vegetales), de azufre y de acaricidas de síntesis química (Kirschbaum *et al.*, 2015; Funes *et al.*, 2020; Hortoinfo, 2021). Estos últimos históricamente han sido los más difundidos, aunque hay una fuerte tendencia a reemplazar el control químico por estrategias más ecológicas (Watanabe *et al.*, 1994; Bernardi *et al.*, 2013). Además, el control químico puede verse obstaculizado debido al alto potencial reproductivo de la plaga y la baja eficiencia de los agroquímicos usados, fundamentalmente a causa de la existencia de poblaciones resistentes a acaricidas como abamectina y fenpiroximato (Sato *et al.*, 2009).

Para el establecimiento de enemigos naturales y polinizadores nativos es fundamental mantener zonas de refugio con vegetación de plantas nativas, o cultivar plantas insectario o banker. Aun no se conoce con certeza la existencia de tolerancia varietal, pero hay estudios abocados a ello.

2.1.2. Ácaro del ciclamen

El ácaro del ciclamen, *Phytonemus pallidus* (Banks), es una plaga ocasional de la fresa, principalmente en plantaciones de otoño y de segundo año (Zalom *et al.*, 2009). Hibernan como hembras adultas en las coronas y pueden estar presentes como adultos o huevos en las plantas, si el vivero estuvo infestado. Los síntomas de daño se hacen aparentes en las hojas a medida que avanza la temporada. Las hojas fuertemente infestadas con ácaros del ciclamen se atrofian severamente (Figura 10), con engrosamiento o acortamiento de los pecíolos, se arrugan y eventualmente pueden morir. Debido a estas distorsiones, los síntomas se confunden con virosis. Esto, sumado a que los frutos quedan pequeños (y las semillas sobresalen), provoca disminución del rendimiento.

El ácaro del ciclamen es extremadamente pequeño, y a diferencia de la araña roja, es invisible al ojo humano (Figura 10). No tejen telaraña. Se encuentra en los brotes tiernos de hojas y flores. Las condiciones predisponentes son alta humedad y escasa luz. Generalmente, llegan al campo en plantas infestadas. El umbral es 1 ácaro por cada 10 hojas (Liburd y Rhodes, 2018). En California sugieren cuatro acaricidas para su control: abamectina, fenpiroximato, acequinocyl y spiromesifen (Zalom *et al.*, 2018). Las consideraciones sobre MIP de araña roja también aplican para el ácaro del ciclamen.

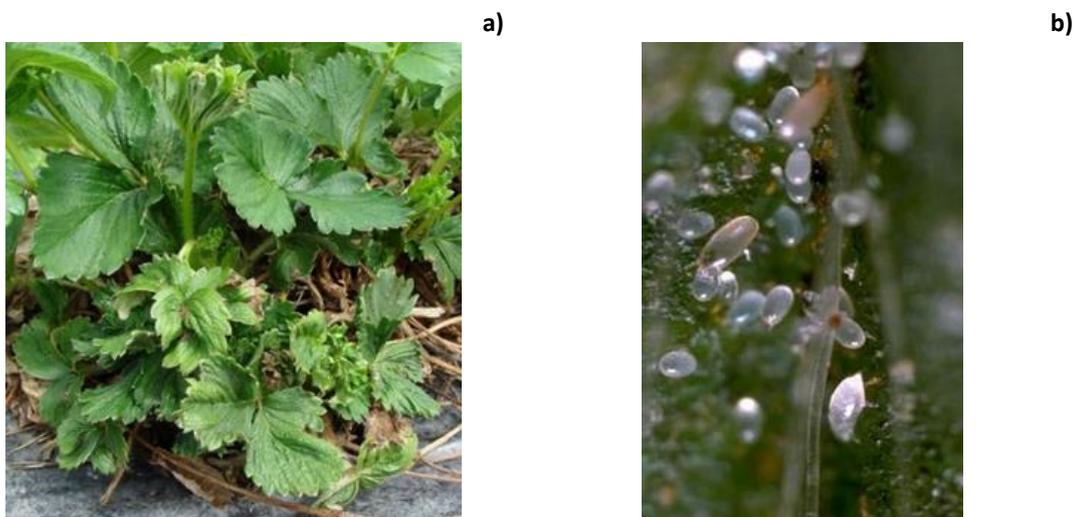


Figura 10. a. Daños característicos sobre nueva brotación (Foto: David T. Handley, University of Maine).
b. Detalle del ácaro del ciclamen (Foto: Rondon *et al.*, 2005)

2. Especies y cultivo

2.1.3. Complejo de trips

Los trips son insectos pequeños y delgados (1,2 mm de largo por 0,1 mm), apenas visibles a simple vista (Figura 11). El bronceado de la fruta es el síntoma de daño más común. Raspan los tejidos tiernos con su aparato bucal para alimentarse. Generalmente se alimentan de flores de fresa, aunque también pueden alimentarse de hojas y frutas. El daño a las flores se caracteriza por el estigma marrón y marchito y las anteras, manchas muertas (necróticas) en el cáliz de la flor y reducción en el tamaño del receptáculo de la flor a alta densidad de trips. La alimentación de adultos y larvas en la superficie de la fruta causan un bronceado o amarronado de la epidermis, lo que reduce la vida poscosecha y desmejora el aspecto. Se puede tomar como umbral de acción cuando el 45% de flores presenta ≥ 5 trips adultos, o del 40% con ≥ 10 trips, con una mayor tolerancia durante los períodos fríos y húmedos (Steiner & Goodwin, 2016). Otro umbral de acción puede ser un 60 a 65% de hembras por trampa (al menos 20 hembras) en las trampas pegajosas.

Puede presentarse una sola especie o bien un complejo de trips (p.e. *Frankliniella schultzei*, *F. gemina*, *F. occidentalis*, entre otras). En general, todas las especies tienen un ciclo de vida similar con cinco etapas: huevo, ninfa, prepupa, pupa y adulto. Las poblaciones de trips tienden a alcanzar su peak en otoño y primavera (temperaturas de 20 a 25°C), pero pueden permanecer en la fresa durante los inviernos suaves o en cultivos bajo cubierta. En las condiciones extremas de verano e invierno, son menos activos y generalmente se encuentran en hospederos alternativos como las malezas. En términos conceptuales, los criterios y estrategias para el manejo de estos fitófagos son similares a los mencionados en arañuela roja. La Universidad de California sugiere algunas alternativas de control menos reñidas con el medioambiente, tales como spinosad, azadirachtin, *Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* (Zalom *et al.*, 2018). Las liberaciones de *Orius insidiosus* y de crisopas son eficaces (Lefebvre *et al.*, 2013; Reguilón *et al.*, 2014). Es importante estar familiarizado con las especies de trips locales y los enemigos naturales y su presencia estacional, ya que las estrategias de manejo de la plaga deberán adaptarse a ellos. La nebulización con agua durante períodos secos y cálidos disminuye la intensidad de los daños y la densidad de población de trips (Steiner y Goodwin, 2016).

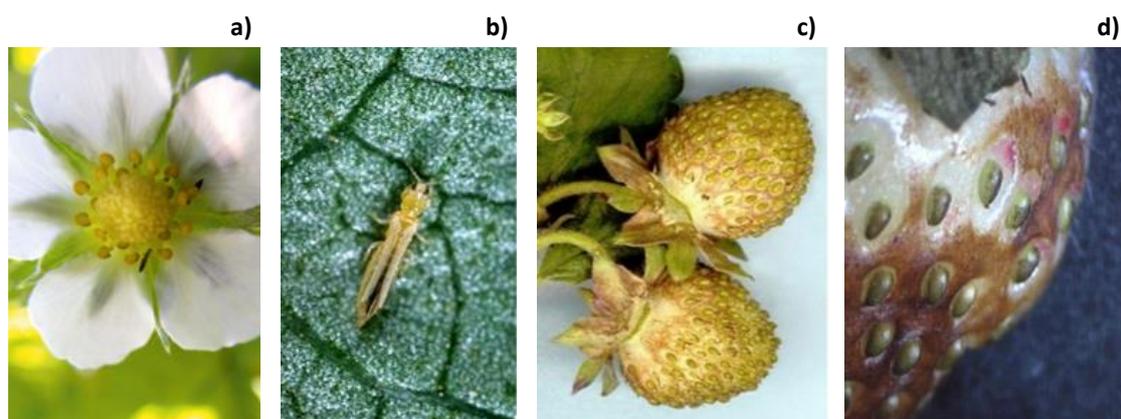


Figura 11. a) Trips adultos en flor de fresa (Foto: Gary Chang). b) Trips sobre hoja de fresa (Foto: Regents of the University of California). c) Frutos inmaduros (estado verde) dañados por trips, con el típico bronceado (Foto: Kelvin Lynch, <http://www.omafra.gov.on.ca>). d) Fruto inmaduro (estado blanco) con la epidermis afectada por daño de trips, exhibiendo un color marrón (Foto: Elizabeth Wahle, Illinois State University)

2.1.4. Complejo de pulgones

La fresa alberga una amplia variedad de especies de áfidos, la mayoría de la cuales tienen un amplio rango de huéspedes alternativos. Son insectos chupadores, que producen ruptura de los tejidos por succión de savia e introducción de toxinas (Figura 12). Se agrupan formando colonias en los brotes y hojas terminales. Pueden ser de color negro, verde o amarillo, según la especie a la que pertenezcan. Algunas especies de pulgones producen melado, que atrae a las hormigas y favorece el desarrollo de un hongo llamado fumagina, que cubre los tejidos vegetales.

Sin embargo, la importancia de los áfidos en fresa no radica en los daños que los insectos producen directamente a la planta al alimentarse de ella, sino por ser transmisores de virus (daños indirectos). Algunas de las especies de áfidos detectadas en fresa son: pulgón de la raíz de la fresa (*Aphis forbesi* Weed), pulgón del algodón y el melón (*Aphis gossypii* Glover), pulgón de la fresa (*Chaetosiphon fragaefolii* Cockerell), *Chaetosiphon minor* (Forbes), *Chaetosiphon thomasi* Hille Ris Lambers, pulgón de la patata (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas) y pulgón verde del duraznero o melocotonero (*Myzus persicae* Sulzer) (Dughetti *et al.*, 2017). Las especies de *Chaetosiphon* han sido reportadas como responsables de las mayores transmisiones de virus en fresa. Más aún, el pulgón de la fresa se considera una plaga importante de las fresas silvestres y cultivadas en todo el mundo.

El mayor impacto de los pulgones es en los viveros y en las plantaciones plurianuales, donde la regulación de las poblaciones de estos insectos es fundamental. Si las plantas madres se infectan con virus en el vivero, estas transmitirán el patógeno a sus hijuelos a través de los estolones, dispersando así la enfermedad a las zonas productoras de fresa, que son el destino final del material propagado en los viveros. En caso de ataques fuertes se recomienda reducir las aplicaciones de nitrógeno.



Figura 12. Áfidos en fresa: a) pulgones en hoja; b) pulgón y daño en hoja; c) pulgones en brotes. Fotos: a) Ontario Crop IPM (www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/index.html); b) Imagen 5385150 (<http://bugwoodcloud.org>); c) Pam Fisher (<http://www.omafra.gov.on.ca>)

El umbral de control es un nivel de infestación $\geq 30\%$, que se determina muestreando al azar 50 hojas trifoliadas viejas en media hectárea y calculando el porcentaje de hojas con pulgones. Otra opción es un promedio de 10 pulgones por hoja nueva desplegada (Zalom *et al.*, 2018).

Existen numerosas especies de insectos depredadores (p.e. *Orius insidiosus*) y parasitoides (p.e. *Aphidius colemani*) de pulgones (Andorno *et al.*, 2014; Mazzitelli *et al.*, 2018). En cuanto a bioinsecticidas, se utilizan *Beauveria bassiana*, extracto de ajo y aceites vegetales. Otras opciones son el jabón potásico e insecticidas químicos autorizados.

2. Especies y cultivo

2.1.5. Orugas (cortadoras, minadores)

Oruga militar tardía (*Spodoptera* sp), isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*), gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*). Atacan los brotes tiernos de las plantas jóvenes y frutos maduros o sobremaduros. En la fruta, durante la cosecha, los gusanos cortadores pueden causar agujeros pronunciados (Figura 13). El daño en la primera temporada de gusanos cortadores recién eclosionados generalmente aparece como pequeñas perforaciones en los folíolos que se están expandiendo. A medida que crecen las larvas, comienzan su característico corte del tallo junto con la masticación del follaje, produciendo agujeros más grandes e irregulares en el mismo (University of California, 2016).



Figura 13. Orugas de lepidópteros atacando fresa: a) fruto; b) y c) hojas. Fotos: a) Max E. Badgley (<http://www.ipm.ucdavis.edu>), b) UF (grec.ifas.ufl.edu), c) DS Kirschbaum (INTA)

Generalmente, las larvas se alimentan vorazmente durante la noche y se esconden durante el día, usualmente bajo la superficie del suelo. Muchas veces estas orugas provienen de cultivos vecinos o de las malezas, por lo cual manejar esta información es importante para tomar medidas oportunas y evitar que la larva ingrese al lote de fresa. Para el control de orugas, se puede recurrir a diferentes alternativas (biológicas y químicas). En cuanto a bioinsecticidas, se utilizan *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Baculovirus anticarsia*, *Metarhizium rileyi*. Algunas de las opciones químicas son spinosad y spinetoram (Zalom *et al.*, 2018).

2.1.6. Mosca de alas manchadas

La mosca de alas manchadas (*Drosophila suzukii* Matsumura) infesta en campo a los frutos de fresa de categoría comercial y de descarte (destrío). Se trata de una plaga invasora de relativamente reciente aparición en la mayoría de los países productores de fresa, y los trabajos preliminares hasta el momento no indican diferencias de preferencia entre variedades de fresa, pero sí en cuanto a su capacidad para el desarrollo de las larvas. El daño es producido por las hembras (Figura 14), que utilizan los frutos como sustrato de oviposición, perforando la epidermis del mismo. Las larvas de *D. suzukii* nacen adentro del fruto y se alimentan de él (daño directo). Las heridas causadas favorecen el ingreso de microorganismos saprófagos y atraen a otros insectos frugívoros, que aceleran el proceso de deterioro del fruto, que luego se traduce en grandes pérdidas económicas (Funes *et al.*, 2018).

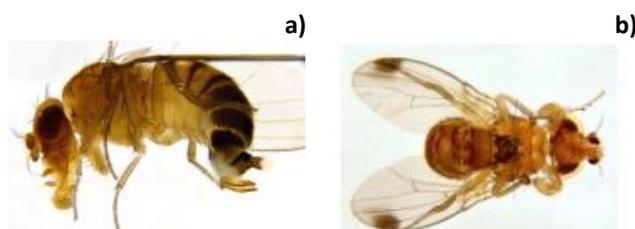


Figura 14. *Drosophila suzukii*. a) Hembra y b) macho

Aún no se ha establecido un umbral para *D. suzukii* y el criterio es comenzar con aplicaciones de insecticidas cuando las trampas detectan individuos en el cultivo. No hay un método único de control de esta mosca, siendo lo más efectivo combinar estrategias de manera integrada, tales como métodos culturales, cebos alimentarios, productos fitoterapéuticos y enemigos naturales (p.e. control biológico con micro himenópteros parasitoides), principalmente.

2.1.7. Algunos enemigos naturales de las plagas de la fresa

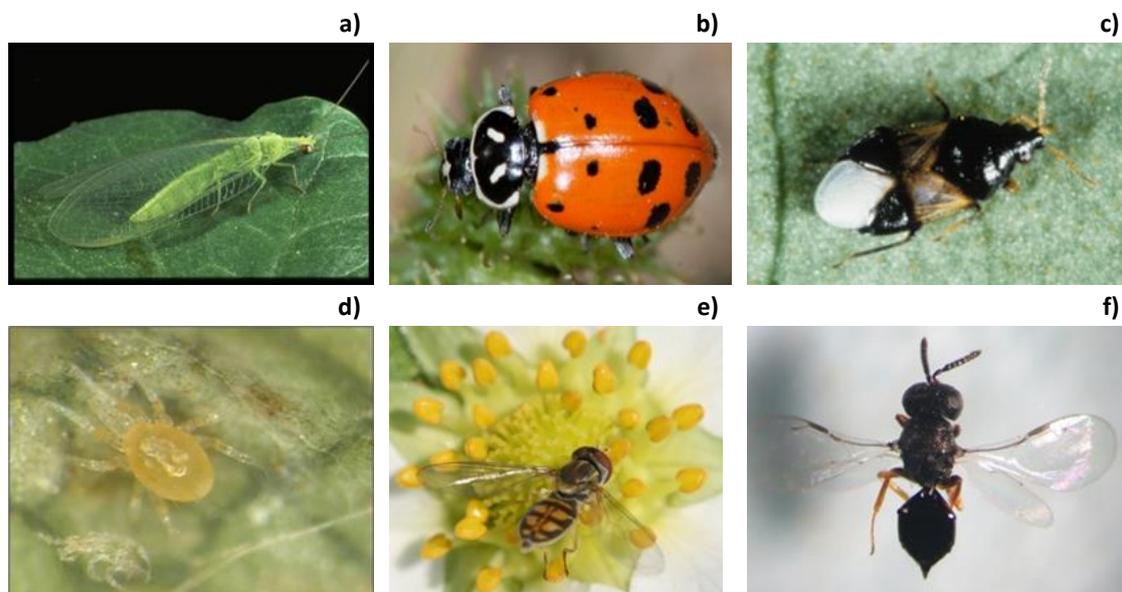


Figura 15. Ejemplares de los grupos de enemigos naturales más frecuentes en fresa: a) crisopa (Drees, <https://texasinsects.tamu.edu>), b) vaquita (<https://calphotos.berkeley.edu>), c) chinche Orius (James Castner, University of Florida), d) ácaro fitoseido (Roger Francis, Charleston County, Clemson Extension), e) sífido (Jeremy Slone, <https://entomology.ces.ncsu.edu>), f) micro himenóptero parasitoide (<http://tribes.eresmas.net>)

2.2. Enfermedades

El cultivo de fresa está sujeto al ataque de enfermedades, principalmente causadas por hongos, que pueden afectar tanto las de raíces como la parte aérea. Si bien los síntomas ayudan a reconocer enfermedades, se recomienda remitir las muestras a laboratorios especializados en caso de existir dudas acerca del agente causal.

Las podredumbres de raíz y corona producen marchitamiento total y/o parcial progresivo de la planta, pudiendo ser causadas por *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp. (Antracnosis), *Verticillium* sp., o complejos de hongos del suelo constituidos por los géneros antes mencionados, a los que se pueden sumar otros como *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium*, *Pythium* y *Hainesia*.

Las principales enfermedades de hoja son mancha zonal (*G. comari/Zythia fragariae*), viruela (*M. fragariae/Ramularia tulasnei*), quemadura o mancha de la hoja (*D. earliana/Marssonina fragariae*), tizón de la hoja (*Dendrophoma/P. obscurans*), oidio (*P. aphanis*) y mancha angular de la hoja (*X. fragariae*), siendo esta última la única enfermedad con cierta importancia en Argentina producida por una bacteria. El comportamiento de un grupo de variedades de fresa actuales (y de las cuales se dispone de información publicada) frente a las enfermedades causadas por algunos de estos patógenos se presenta en la Tabla 2.

2. Especies y cultivo

Las enfermedades de fruto más frecuentes son podredumbre por *Botrytis* o moho gris (*B. cinerea*), antracnosis en fruta (*C. acutatum*), podredumbre coriácea (*P. cactorum*) y oidio (*P. aphanis*). En poscosecha, además del moho gris, los frutos pueden ser afectados por otros hongos tales como *Rhizopus* y *Mucor*. Por otro lado, las enfermedades que afectan el crecimiento de toda la planta y sus partes son las causadas por virus y fitoplasmas, siendo la incidencia de los primeros cada vez mayor y recurrente, causando pérdidas totales algunos años (Conci *et al.*, 2017; Torrico *et al.*, 2017). Estos virus son transmitidos por insectos vectores, básicamente pulgones. Los vectores de los fitoplasmas son las chicharritas.

Tabla 2. Comportamiento de algunas variedades de fresa frente a algunos patógenos, en base a información publicada

Patógeno	Variedad										
	Benicia	San Andreas	Fronteras	Petaluma	Cabrillo	Camino Real	Merced	Festival	Sabrina	Splendor	Fortuna
<i>Podosphaera</i>	MT ¹	MT	MT	MT	MT	MS	MT	MS	S	MT	MS
<i>Colletotrichum</i>	S	T	S	S	S	MT	S	S	s/d	s/d	S
<i>Verticillium</i>	S	T	T	T	T	T	S	MT	s/d	s/d	S
<i>Phytophthora</i>	MS	MT	MT	MT	MT	T	T	T	s/d	s/d	S
<i>Fusarium</i>	MS	T	MS	MT	s/d	MT	s/d	T	MT	MS	MS
<i>Macrophomina</i>	S	S	MT	T	s/d	MS	s/d	S	MT	T	MS
<i>Mycosphaerella</i>	MS	MT	MT	MT	MT	MS	T	s/d	s/d	s/d	s/d

1T= tolerante; S= susceptible; M= moderadamente; s/d= sin datos

2.2.1. Factores generales a tener en cuenta para prevenir o reducir la incidencia de enfermedades

- Utilizar plantas de alta sanidad, provenientes de viveros profesionales y “certificadas”, siempre que sea posible (Lopes *et al.*, 2005).
- Elegir las variedades más tolerantes a las enfermedades frecuentes de la región.
- Realizar una adecuada sistematización, nivelación del campo y preparación del suelo para evitar encharcamientos.
- Construir camellones altos para evitar el contacto de frutos con el suelo y reducir la salpicadura en caso de lluvia.
- Plantar correctamente (profundidad adecuada y no doblar ni retorcer las raíces).
- Conocer las condiciones predisponentes de cada enfermedad y estar alerta a las mismas.
- Monitorear periódicamente el cultivo.
- Evitar plantaciones de densidades excesivas que reduzcan la adecuada ventilación del cultivo.
- Evitar daños físicos a las plantas durante las labores culturales.
- Eliminar potenciales fuentes de inóculo de enfermedades.
- Evitar el estrés hídrico y los riegos excesivos.
- Fertilizar equilibradamente, cuidando que no haya deficiencia ni exceso de nutrientes.
- Favorecer la presencia de microorganismos benéficos del suelo.
- No dejar fruta madura, sobremadura o con cualquier tipo de lesión, en la planta o en el suelo tras cada cosecha.

2.2.2. Marchitamiento

El marchitamiento puede ser causado por un patógeno o un complejo de ellos. Los hongos causales son antracnosis (*Colletotrichum* sp.), *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., verticilosis (*Verticillium* sp.), *Fusarium oxysporum*, podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*). A excepción de la antracnosis, estos hongos se encuentran en el suelo (Giménez *et al.*, 2003). El principal síntoma es marchitamiento. Cortando la corona longitudinal o transversalmente, se observa coloración marrón a rojo ladrillo y a veces pudrición de raíces (Figura 16). Se puede confundir *Fusarium* con *Macrophomina*. Para su control se recomienda reducir o suspender temporalmente el riego en todas excepto podredumbre carbonosa, en la que ante los primeros síntomas hay que reforzar los riegos. Suspender fertilización con nitrógeno. Eliminar y destruir plantas enfermas (quema o enterrado lejos del cultivo). Hay numerosos recursos químicos y biológicos para el manejo de estas enfermedades.

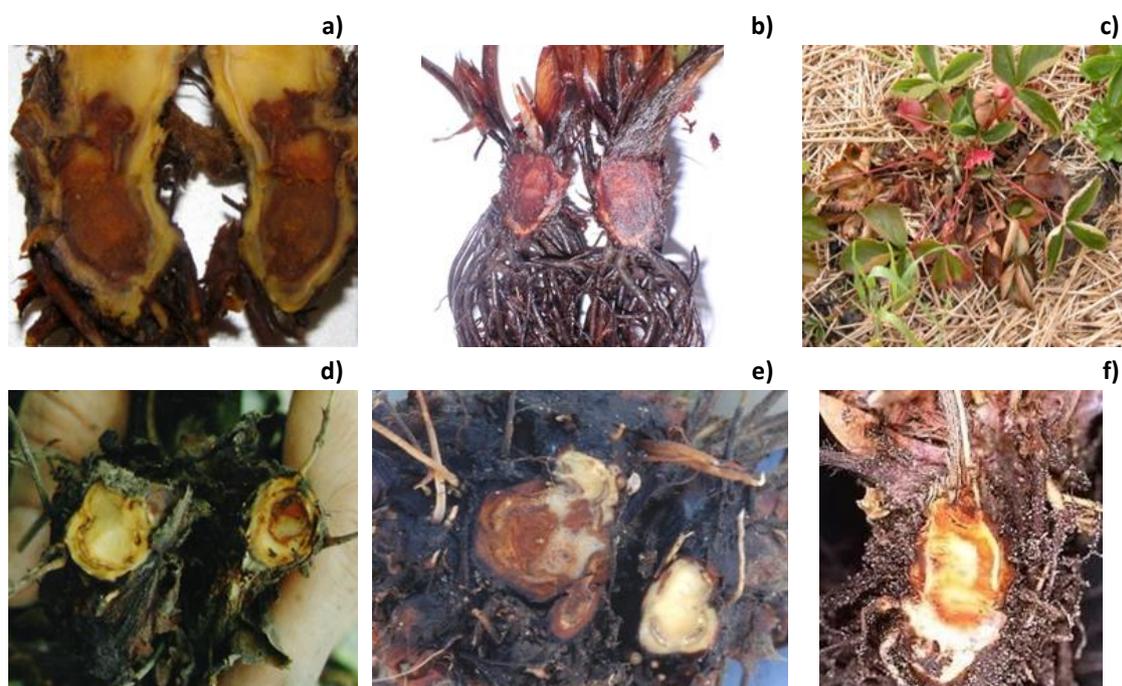


Figura 16. Coronas y/o plantas de fresa afectadas por diferentes enfermedades: a) *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*; b) *Phytophthora*; c) *Rhizoctonia*; d) *Verticillium*; e) Podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*); f) antracnosis. Fotos: a) Government of Western Australia (<https://www.agric.wa.gov.au/strawberries/crown-and-root-rot-diseases-strawberries>); b) Olga Baino, UNT. c) Ontario Crop IPM (www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/index.html). e) Olga Baino, UNT. f) Dan Legard, UF.

2.2.3. Enfermedades del follaje

Manchas foliares

Hongos causales. Tizón (*Dendrophoma obscurans*), mancha zonal (*Gnomonia comari*) y viruela (*Mycosphaerella fragariae*)

Síntomas. Tizón y mancha zonal: Manchas en forma de V desde el borde de las hojas, que pueden diferenciarse en tres áreas: central café oscuro, intermedia más clara y borde púrpura/violáceo o rojizo (tizón). Viruela: Manchas circulares distribuidas por toda la hoja, al

2. Especies y cultivo

principio violáceos visibles en el haz y envés de la hoja. Luego el centro se vuelve blanco, mancha tipo "ojo de pájaro" (Figura 17).

Evitar excesos de fertilización nitrogenada. Evitar excesos de riego por aspersión. Eliminar hojas viejas para evitar e infecciones y para mejorar la ventilación del cultivo.

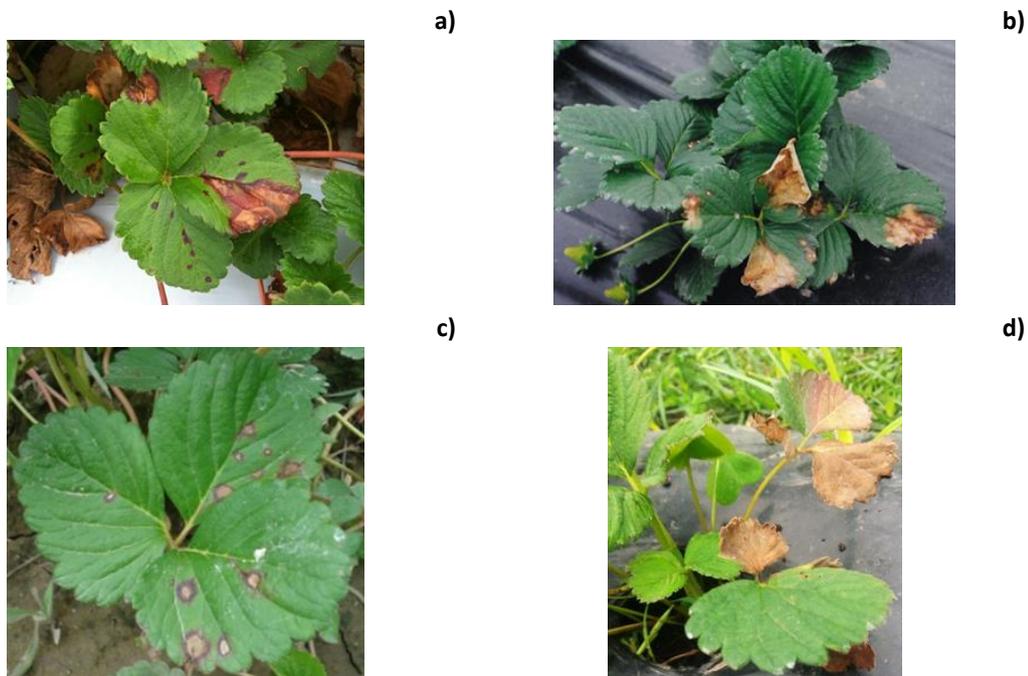


Figura 17. Manchas foliares en fresa: a) tizón; b) mancha zonal; c) viruela. Fotos: a) Frank J. Louws (<http://content.ces.ncsu.edu>); b) Olga Baino, UNT; Daniel Kirschbaum, INTA

Pestalotia (Neopestalotiposis clavispora)

El síntoma principal se observa en hojas y consiste en zonas internervales necróticas rojizas, con áreas de color rojizo en las hojas más viejas, partiendo de los márgenes y cubriendo todo el folíolo a medida que se desarrolla la enfermedad. Si la enfermedad progresa, produce áreas necróticas y decoloración de las raíces y la corona, pudiendo llegar a provocar la muerte de la planta (Figura 18).



Figura 18. Hojas de fresa afectadas por pestalotia. Foto: Germán Alderete (INTA, Argentina).

Oidio (Podospaera aphanis)

Las hojas se curvan hacia arriba y en su cara inferior (envés) se presenta el micelio del hongo de color blanquecino (Figura 19). También puede atacar pecíolos, flores y frutas. Para su control es

recomendable la eliminación del follaje afectado al momento del trasplante, eliminación de frutos afectados, fertilización nitrogenada balanceada, elección de variedades, productos autorizados.



Figura 19. Hojas de fresa afectadas por oidio. Foto: Jack Kelly Clark (<http://www.ipm.ucdavis.edu>)

Mancha angular de la hoja (*Xanthomonas fragariae*) (bacteria)

Se manifiesta en hojas como manchas aceitosas angulares verde claro y húmedas (Figura 20). La mejor forma de observar las manchas es mirándolas a trasluz. En el envés se puede ver un exudado brillante amarillo que al secarse queda como una escama blancuzca. La bacteria puede llegar a secar la hoja por la nervadura central. Para su control se sugiere utilizar plantas sanas desde el vivero. Eliminación del follaje afectado al momento del trasplante y durante el cultivo. Fungicidas químicos y métodos biológicos.

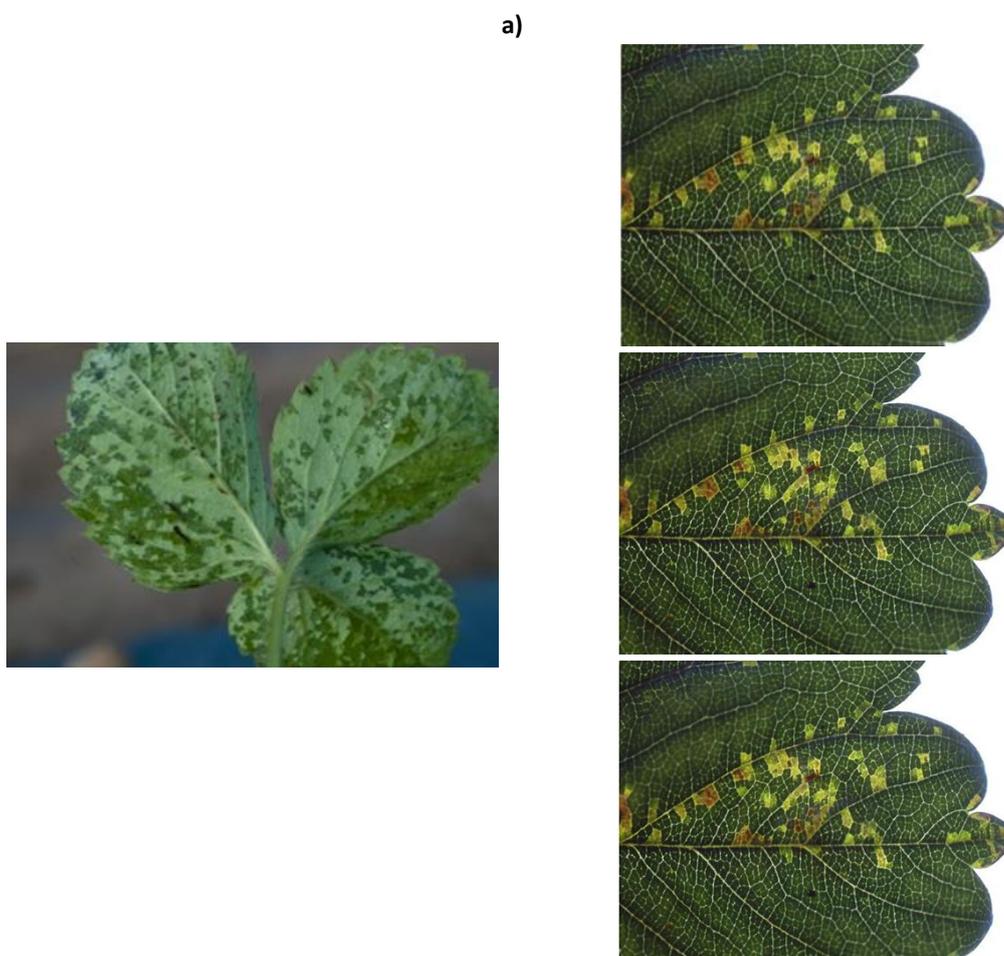


Figura 20. Hojas de fresa afectadas por mancha angular de la hoja: a) envés; b) haz. Fotos: a) P. Nitzsche (<http://plant-pest-advisory.rutgers.edu>); b) Annemiek M.C. Schilder MSU (<http://media.padil.gov.au>)

Enfermedades degenerativas (producidas por virus y fitoplasmas)

Virus. Son numerosos los virus que afectan a la fresa. Entre ellos se destacan Strawberry Mild Yellow Edge Virus (SMYEV), Strawberry Mottle Virus (SMoV), Strawberry Crinkle Virus (SCV) y Strawberry Poleovirus 1 (SP1). (Nome & Yossen, 1980; Perotto *et al.*, 2014; Luciani *et al.*, 2016).

Fitoplasmas. Entre los fitoplasmas encontrados en fresa se destacan los correspondientes a los grupos 16SrVII-B, 16SrVII-C y 16SrXIII-F; además de Argentinian Strawberry Phyllody.

El conjunto de síntomas posibles por virus y fitoplasmas incluye plantas achaparradas, enanismo, hojas deformes, abarquilladas, coloración rosada, clorosis, mosaico y frutos deformes con las semillas convertidas en hojas (Figura 21). Las plantas afectadas por virus y fitoplasmas difícilmente se curan. Utilizar plantas sanas. Controlar los pulgones y chicharritas, eliminar plantas con síntomas.

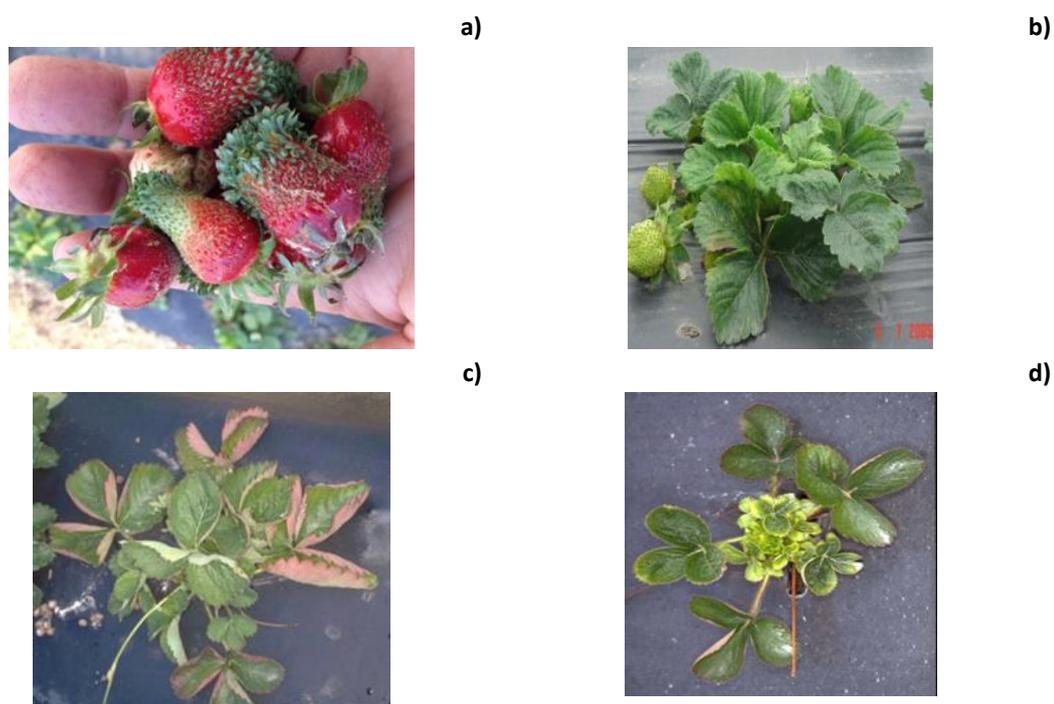


Figura 21. Daños de fitoplasmas y virus en fresa: a) Fruta a afectada por fitoplasmas; b) planta con hojas arrugadas y deformes a causa de virus; c) planta con síntomas de enfermedad por fitoplasma; d) planta con virosis. Fotos: a) Danelle Cutting (<http://strawberries.ces.ncsu.edu>); b), c) y d) Meneguzzi, Conci V, Conci L, Fernandez F (INTA).

2.2.4 Enfermedades del fruto

Podredumbre blanda del fruto o moho gris (*Botrytis cinerea*)

En general cerca del pedúnculo se presenta una mancha castaño claro (Figura 22). Los frutos podridos mantienen su forma, pero se secan, presentan un terciopelo gris sobre las partes afectadas. Para su control se sugiere evitar que la fruta permanezca mojada mucho tiempo (lluvia, rocío); favorecer la ventilación y drenaje; eliminar hojas viejas y flores/frutos enfermos; balancear la fertilización nitrogenada; mantener el cultivo y alrededores libre de malezas; realizar un manejo cuidadoso de la fruta.



Figura 22. Fresas afectadas por moho gris: a) en fruta verde; b) contagio por contacto entre frutos; c) fruta madura completamente deteriorada por la enfermedad. Fotos: a) B. Poling (<http://www.ces.ncsu.edu>); b) <http://www.onthegreenfarms.com>; c) Frank J. Louws (<http://content.ces.ncsu.edu>)

Antracnosis o podredumbre seca de los frutos (*Colletotrichum* spp.)

Se observan manchas circulares firmes y hundidas, tanto en frutos verdes como maduros (Figura 23). En los frutos maduros la lesión es castaño rojizo. El fruto se puede secar y momificar, al igual que los ramilletes afectados. Los estolones pueden presentar canchales negros que anillan pudiendo cortar la circulación de savia entre la planta madre e hijas. Se recomienda utilizar plantas sanas, y eliminar estolones, hojas, flores y frutas afectadas. En lo posible, utilizar mulch vegetal entre lomos.

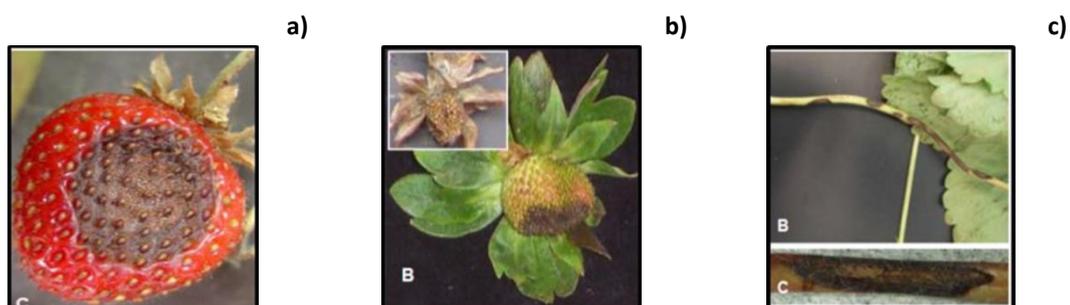


Figura 23. Síntomas de antracnosis en fresa: a) Fruta madura; b) frutos verdes pequeños; c) pecíolos y estolones. Fotos: Gubler, Feliciano, Su (UC Davis).

2.3. Nematodos

Los nematodos fitoparásitos son microscópicos, no segmentados. Las dos especies más comúnmente asociadas con el daño en fresa en las principales regiones productoras del mundo son el nematodo foliar, *Aphelenchoides fragariae*, y el nematodo del nudo de la raíz del norte, *Meloidogyne hapla*. El nematodo del nudo de la raíz del norte se encuentra en el suelo o como un endoparásito en las raíces. El nematodo foliar es un parásito de las partes aéreas de la planta y puede ser endo o ectoparasitario. La fresa también es hospedera de otros nematodos: lesión de raíz (*Pratylenchus penetrans*), tallo (*Ditylenchus dipsaci*), daga (*Xiphinema americanum*), aguja (*Longidorus elongatus*), foliar (*Aphelenchoides ritzemabosi*, *A. besseyi*) y nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita* y *M. javanica*).

La presencia de nematodos puede ocasionar estrés en la planta y reducciones en el rendimiento. Bajo las prácticas de fumigación de campos de fresa y el uso de plantas certificadas, los nematodos rara vez se encuentran causando daños significativos. El control de los nematodos en los viveros es crítico (Westerdahl, 2008).

2.4. Malezas

Aunque no existe información sobre el efecto de las malezas en la producción de fresa, en Chile mencionan que ≈30% se pierde por esta causa, mientras que estudios realizados en otros lugares mencionan una gran dependencia de las condiciones climáticas. Así en un año reportaron pérdidas de rendimiento de 14% y al año siguiente de 51%. Se estima que por cada 100 g.m-2 de malezas en una temporada, el rendimiento se reduce 6% en la temporada siguiente. Un mes con malezas en el año de plantación del cultivo puede causar una pérdida de 20% del rendimiento, mientras que con dos meses con malezas se pierde el 65%. Numerosos investigadores concluyen que no controlar malezas en fresa, puede causar pérdidas cercanas al 100% del rendimiento.

Los aspectos negativos de las malezas en el cultivo de fresa son: competencia por agua, luz, nutrientes y espacio físico; mayor presión de enfermedades por ambiente húmedo en la canopia; mayor presencia de nematodos e insectos por ser huéspedes de estos organismos; disminución de la calidad de la fruta; intercepción de aplicaciones dirigidas a las plantas de fresa; disminución de la eficiencia de cosecha al estar los frutos escondidos en la vegetación; dan un mal aspecto para clientes; aumento de costos de producción.

Cuando el cultivo ya está implantado se pueden presentar dos situaciones con relación a las malezas. Las malezas pueden aparecer en los hoyos de plantación alrededor de las plantas de fresa, o bien, en las trochas o entrefilas. En el primer caso, la única opción es removerlas manualmente apenas comienzan a emerger ya que a medida que se desarrollan son más perjudiciales para el cultivo y más difícil de arrancar sin dañar las plantas de fresa.

El uso de mulch y de riego localizado es fundamental como medida básica para el control de malezas en fresa. El control de malezas en la trocha o entresurco es más práctico porque puede realizarse con herbicidas, pero deben tomarse las máximas precauciones para evitar el contacto del producto con el cultivo. Se utilizarán graminicidas o herbicidas totales según el grupo de malezas predominante. Las rotaciones de cultivos, la solarización, la biofumigación y la desinfección química del suelo ayudan a reducir las poblaciones de malezas. Revisar las raíces de los plantines antes de ser plantados, ya que en muchos países estos se comercializan con restos de suelo en las raíces, pudiendo transportar semillas o propágulos de malezas (Pedreros, 2013).

Es oportuno poner en relieve la importancia de la vegetación espontánea como reservorio de biodiversidad y oferta de servicios ecosistémicos, principalmente control biológico de plagas y polinización, destacándose el rol de las plantas insectarias (Payton-Miller *et al.*, 2018) y de los corredores florales (Buhk *et al.*, 2018), respectivamente.

3. Calidad, cosecha y poscosecha

3.1. Requisitos de calidad. Cosecha

En general, el fruto debe cosecharse cuando presenta el 75% de su superficie de color rojo o rosado, constatado visualmente.

En cuanto a los *requisitos generales de calidad*, la fruta debe reunir una serie de requisitos: bien desarrollada, firme y formada; limpia, fresca y sana; no poseer olores y/o sabores extraños; poseer el color característico de la variedad; estar en un estado de madurez apropiado según el color, contenido de azúcares y consistencia (firmeza); libre de manchas, lesiones o heridas; libre de machucamiento; sin podredumbre; provistos de su cáliz y pedúnculo verdes no desecados (excepto para fresa congelada que debe estar desprovista de cáliz y pedúnculo); aspecto brillante; jugosa, aromática y de sabor característico.

En cuanto a los *requisitos específicos de calidad*, en el caso de fruta fresca la madurez está determinada por: el color, que deberá ser rojo característico, y estar como mínimo en el 75% de la superficie del fruto, sin presencia de punta verde, determinado visualmente (Figura 24); los sólidos solubles totales deben registrar un mínimo de 7°Brix; respecto a la firmeza, tanto de la fresa fresca como la destinada a congelado deberá ser firme al tacto. No se acepta la presencia de fruta sobremadura. El brillo es muy importante, ya que se relaciona con frescura. Las frutas que llevan días cosechadas se opacan (se deshidratan) y los consumidores tienden a rechazarlas.

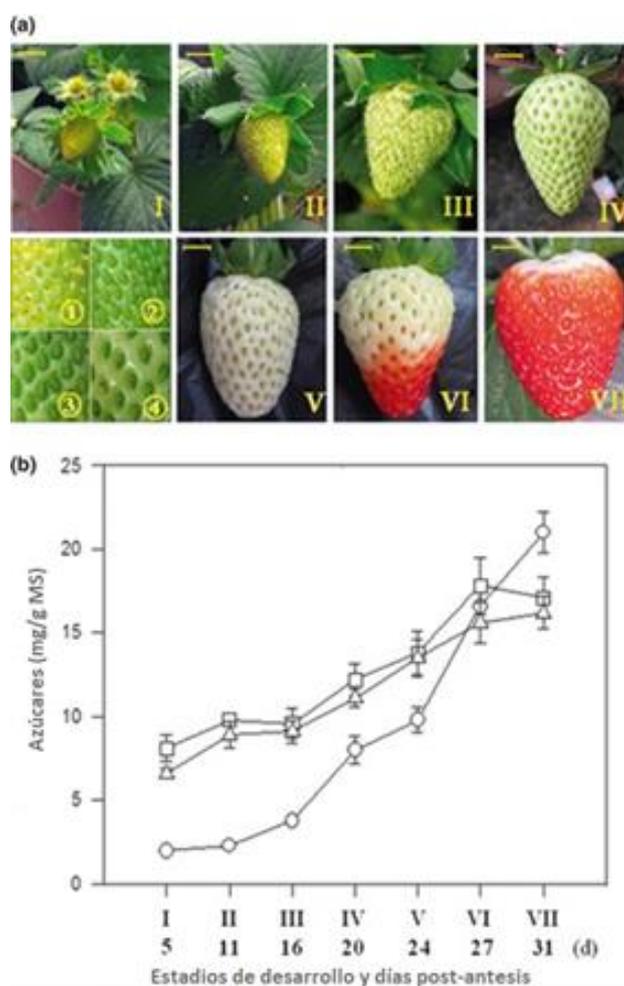


Figura 24. Etapas de desarrollo de la fresa hasta 100% de madurez, y cambios en el contenido de azúcares durante estas etapas. (a) Diferentes etapas de desarrollo, proceso que puede dividirse en siete etapas. Las imágenes en la esquina inferior izquierda son ampliaciones de las etapas I-IV, que muestran diferencias en la apariencia y distribución de los aquenios. Escala: la barra mide 0,8 cm. (b) Cambios en el contenido de azúcares durante el desarrollo de la fruta (sacarosa: círculos; glucosa: cuadrados; fructosa: triángulos). Las etapas numeradas en el eje X corresponden a las presentadas en (a). Los valores son medias \pm SD de al menos tres muestras. (Cortesía de Jia *et al.*, 2013)

2. Especies y cultivo

En lo concerniente al tamaño, las fresas frescas se clasifican según el mayor diámetro transversal (diámetro ecuatorial) en dos categorías: calibre 1, correspondiente a un diámetro >25 mm; y calibre 2, cuyo rango de diámetros va de >15 a <25 mm. Muchas veces se toma el peso del fruto como estimador del tamaño, por la alta correlación que hay entre ambos.

Respecto al sabor, tanto fruta fresca como congelada deben tener un sabor característico de la variedad y estar libres de sabores extraños. Este atributo surge de la relación entre el valor de sólidos solubles y la acidez titulable, que suele denominarse “ratio” o “índice de calidad (IC)”. Para un sabor aceptable se recomienda $\geq 7\%$ (°Brix) de sólidos solubles y $\leq 0,8\%$ de acidez titulable.

La firmeza de la fruta es una de las variables de calidad más importantes, que mide indirectamente la madurez. Su evaluación precisa permite establecer períodos de almacenamiento y condiciones de transporte óptimos (García-Ramos *et al.*, 2005). La firmeza se puede medir de manera práctica haciendo una o dos punciones perpendiculares en el fruto con un penetrómetro (Figura 25). Uno de los más utilizados es el penetrómetro tipo Effegi, con una punta de émbolo de 3 mm de diámetro.

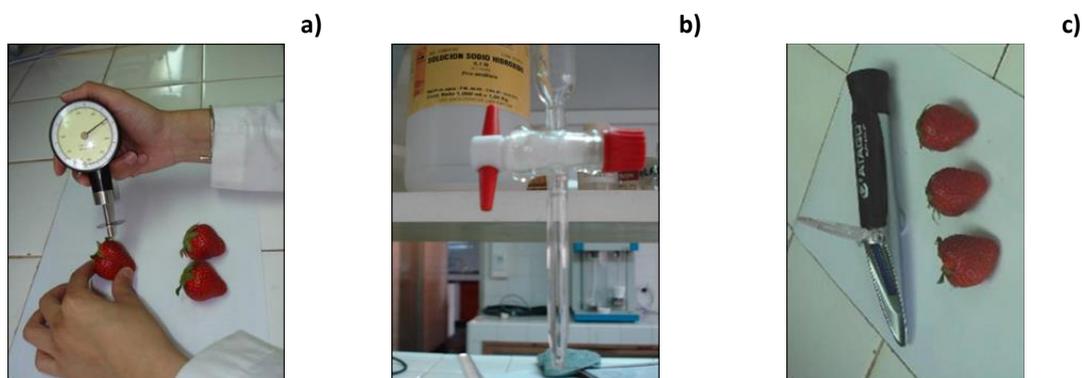


Figura 25. Instrumental básico para determinación de indicadores de calidad de la fresa. a) Penetrómetro tipo Effegi para medición de firmeza; b) Bureta para medir acidez titulable; c) Refractómetro de mano tipo Atago para medir sólidos solubles totales. (Fotos gentileza de E.F. Jeréz, INTA Famaillá)

Los valores que adquieren los indicadores de calidad de fruta en fresa están sujetos a factores genéticos y ambientales, y a sus interacciones. Respecto a los primeros, la variedad tiene una influencia muy fuerte sobre la calidad de la fruta (Figura 26 y Tabla 3). Particularmente para el estudio cuyos resultados se muestran, el rango de peso promedio del fruto de las diferentes variedades fue de 15 a 24 g/fruto. Asimismo, los rangos de firmeza, sólidos solubles totales, acidez y ratio fueron: 278-354; 6,56-8,61; 0,74-0,96 y 8,30-10,05, respectivamente.

En regiones de producción invierno-primaveral, los indicadores de calidad de fruta presentan variaciones durante el ciclo de cosecha. En el caso de la firmeza, tiende a disminuir a medida que avanza la campaña de cosecha, desde fines del invierno hasta fines de primavera (Figura 27).

La firmeza disminuye en primavera respecto al invierno, posiblemente debido al aumento de las temperaturas. Variedades como ‘Camarosa’ tienden a mantener valores altos de firmeza, a diferencia de ‘Ventana’, cuyos valores de firmeza casi siempre están entre los más bajos (Figura 27).

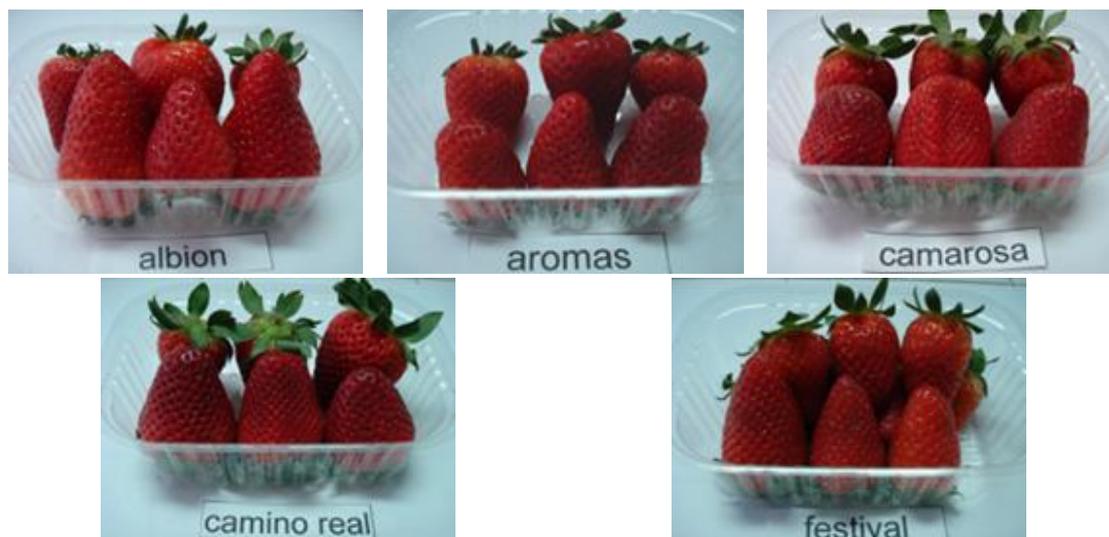


Figura 26. Variedades de fresa analizadas en ensayo de calidad de fruta

Tabla 3. Calidad comparativa de diferentes variedades de fresa¹. Los valores son promedios

Variedad	Albion	Aromas	Camarosa	Camino Real	Florida Festival
Peso individual (g)	20.1	17.2	18.5	18.7	15.0
Firmeza (g fuerza)	330	301	331	303	352
SST (°Brix)	8.11	6.60	7.74	6.56	8.01
Acidez titulable (A)	0.96	0.79	0.94	0.79	0.87
Ratio (SST/A)	8.43	8.40	8.31	8.30	9.36

¹Extraído de Jerez E. (2006). INTA Famaillá, datos no publicados

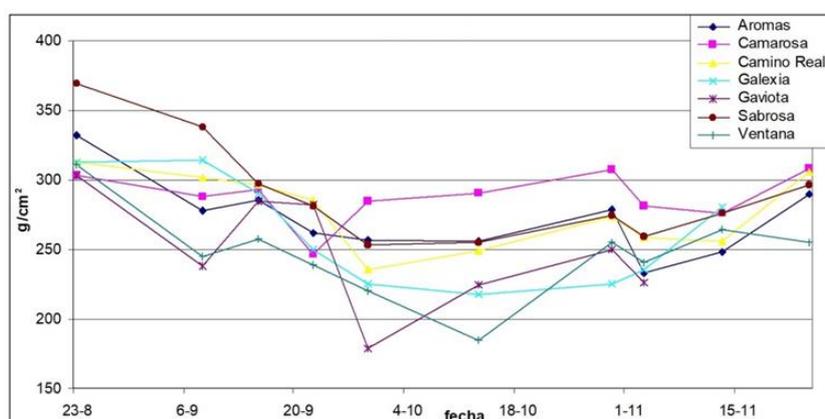


Figura 27. Variación de la firmeza del fruto en diferentes fechas de cosecha y en distintas variedades de fresa, en Famaillá (Tucumán, Argentina) (Jerez *et al.*, 2007)

En condiciones de cultivo controladas, el peso, SST y acidez del fruto tienden a disminuir con el aumento de las temperaturas de crecimiento (Wang y Camp, 2000). En ensayos a campo, y con condiciones ambientales tan variables y contrastantes como las que se vienen observando en los últimos años, en Tucumán se observa que a excepción del peso (tamaño) del fruto, que efectivamente tiene una marcada tendencia a disminuir con el transcurso de las fechas de cosecha (Figura 28). Las temperaturas cálidas disminuyen la tasa de acumulación de materia seca en la fruta, reduciendo su peso, en comparación con las temperaturas frías (Miura *et al.*, 1994, Mori, 1998, Wang y Camp, 2000), y es lo ocurre desde mediados de septiembre en adelante. En septiembre y octubre hay un fuerte pico de producción en Tucumán, y es bien sabido que un aumento en el número de flores aumenta la competencia interna, lo que a su vez

disminuye el desarrollo de las flores y, en consecuencia, reduce el tamaño de los frutos (Rindom, 1995). Otros índices de calidad como acidez y SST del fruto no responden igual que en ambientes controlados. La acidez tiene un comportamiento bastante consistente, con una marcada tendencia a aumentar a medida que la campaña frutillera se adentra en meses más cálidos (Figura 28).

Los SST tienen oscilaciones importantes entre fechas de cosecha, con tendencia a valores crecientes hacia el final del ciclo estudiado (Figura 29). Sin embargo, hay algunas variedades que tienden a presentar valores de SST altos (Sabrosa y Ventana), intermedios (Ventana) y bajos (Camino Real).

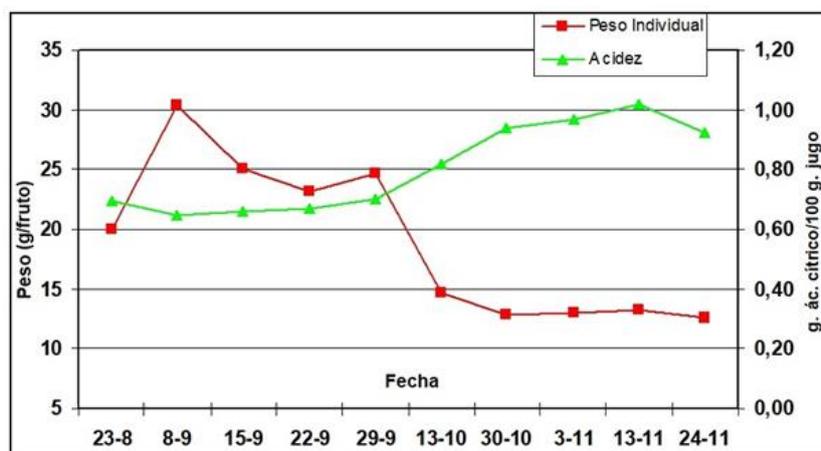


Figura 28. Evolución del peso individual del fruto y de la acidez titulable en el transcurso de la campaña de cosecha de fresa entre el invierno y la primavera en Tucumán (Jerez *et al.*, 2007)



Figura 29. Variación del contenido de sólidos solubles totales en fresa durante la campaña de cosecha, entre invierno y primavera (Famaillá, Tucumán, Argentina).

3.2. Polinización

La polinización en fresa puede ser anemófila y entomófila (Bolda *et al.*, 2015). Se estima que esta última contribuye al 28% del rendimiento en un cultivo de fresa, siendo las abejas los insectos polinizadores más abundantes (Bagnara & Vincent, 1988). De la misma manera, está comprobado que la calidad de la fruta puede ser mejorada significativamente por la acción de insectos polinizadores (Figura 30). Al realizar tratamientos con insecticidas de cualquier tipo

para controlar plagas del cultivo, elegir siempre el menos nocivo para los polinizadores, y aplicarlos en horarios en los cuales estos no están activos o no visitan el cultivo.

Estudios realizados en Arabia Saudita reportan que las flores de plantas de fresa que estuvieron expuestas fueron visitadas por insectos pertenecientes a 4 órdenes, 7 familias y 12 especies, lo que se tradujo en mayor cantidad de frutos cuajados y menor proporción de frutos malformados (Tabla 4), con respecto a las flores que permanecieron cubiertas (Abrol *et al.*, 2017).



Figura 30. a) Fruto normal (izq) y fruto deforme como consecuencia de polinización deficiente (der). b) Detalle de un fruto normal, con todos sus aquenios fertilizados (izq.), y otro con sectores no desarrollados a causa de aquenios no fertilizados (der.) (Foto: MacInnis & Forrest, 2017). c) Abeja (*Apis mellifera*) libando flores de fresa.

Tabla 4. Efecto cualitativo y cuantitativo de la polinización sobre los atributos de la fresa (adaptada de Abrol *et al.*, 2017)

Tratamiento	Parámetros			
	No. de brotes	No. de frutos cuajados	No. de frutos malformados	% de frutos malformados
Polinización abierta	191,7 + 10,4	134 + 1,52	15 + 1,00	11,20
Testigo	191,7 + 10,4	86 + 1,52	15 + 1,00	17,44

En ensayos con tres variedades de fresa en Utah, las parcelas abiertas y las parcelas enjauladas con colonias de *Apis mellifera* produjeron menos frutos deformados que las parcelas cubiertas con mallas para excluir insectos grandes (Tabla 5). Abejas y sírfidos fueron los visitantes más numerosos de las flores, compilándose una lista de insectos de 108 especies, que representan a 35 familias. Los polinizadores más eficientes fueron las abejas *A. mellifera* y *Halictus ligatus*, y los sírfidos del género *Eristalis* (Nye y Anderson, 1974).

Tabla 5. Efecto de la polinización entomófila sobre rendimiento y calidad de fresa (Nye y Anderson, 1974)

Tratamiento	Rendimiento promedio (kg/6m)			Fruta deforme (%)		
	Fresno	Shasta	Tioga	Fresno	Shasta	Tioga
Polinización abierta	9,3b	10,9ab	13,0ab	5,0a	4,0a	4,0a
Jaula con abejas	9,3b	11,8b	14,5b	5,9a	3,0a	3,5a
Jaula sin abejas	7,9a	9,7a	12,2a	20,5b	15,5b	15,5b

En Tucumán (Argentina) se evaluó el efecto polinizador del abejorro *Bombus atratus* sobre fresa (var. Florida Festival). Se realizaron tres tratamientos: *Bombus* + *Apis* (B+A); *Apis* (A) y un testigo (T) aislando plantas individuales con distintas mallas para regular (por tamaño) el ingreso de polinizadores. Se evaluaron las variables: peso, calibre (C), sólidos solubles totales (SST) y frutos deformes. Comparando los resultados de los tratamientos B+A, frente a A y T, respectivamente, se encontraron incrementos del: 19,5 % y 28 % en peso; 11 % y 13 % en calibre; y 25 % y 40 % en SST. En cuanto frutos deformes, los resultados fueron: A+B = 9,5 %, A = 28,3 % y T = 45,5 %.

Bombus atratus por su tamaño, pilosidad, polinización vibrátil (*buzz pollination*), atracción por el cultivo y trabajo a bajas temperaturas, resultó ser un buen polinizador del cultivo de fresa, mejorando los rendimientos cuali-cuantitativos del cultivo de fresa (Díaz *et al.*, 2013).

3.3. Dinámica de la cosecha y la postcosecha

La cosecha de fresa en regiones subtropicales comienza a fines del otoño y se extiende hasta fines de primavera, registrándose peaks de producción entre fines del invierno y comienzos de la primavera (Figura 31). La fruta de invierno es la que encuentra mayores precios en el mercado.



Figura 31. Curva de cosecha de fresa en una región subtropical del hemisferio sur. Fuente: elaboración propia

La fruta se despoja de la planta con el cáliz y se coloca en bandejas cosecheras. Los recipientes para cosecha pueden variar entre regiones en un mismo país y entre países. Las mismas se colocan en un tráiler o acoplado y se transportan a la denominada ‘planta de empaque’. También existe la modalidad de cosecha directa, en la cual la fruta al ser cosechada se coloca en el envase definitivo en que será comercializada. En este caso, un mismo cosechero realiza cuatro operaciones casi simultáneamente: clasifica y tipifica cuando elige la fruta que va a cosechar, cosecha y embala. La fruta cosechada en espera de ser trasladada debe permanecer en un lugar sombreado en el campo. Desde el campo, la fruta se transporta a la planta de empaque, y puede hacerse en camiones abiertos cuando las distancias son cortas, o bien en camiones refrigerados si las distancias son largas.

Una vez en las instalaciones de acondicionamiento, se procede al pre-enfriado de la fruta. Para el pre-enfriado, el sistema de aire forzado (túnel californiano) es el recomendado en fresa, pues permite bajar rápidamente la temperatura de la fruta a 1°C. Cuando los pallets son descargados en el túnel de pre-enfriado, se ubican ajustadamente frente al ventilador (que succiona el aire caliente de los pallets y lo elimina en el exterior del túnel) y contra las paredes laterales. El concepto es hacer circular aire frío a través de la fruta para enfriarla. Este sistema, denominado enfriado por aire forzado, obliga al aire frío a circular entre y a través de las cajas. El diseño de las cajas y la forma en que estas son apiladas en el pallet hacen a la eficiencia del sistema. Luego se procede a la cobertura de los pallets con films de polietileno. El tiempo de almacenamiento de la fresa en cámaras frigoríficas (a una temperatura óptima de 1°C) varía con la época del año,

estado del tiempo y las condiciones de la fruta. En invierno, sin lluvia, es fácil mantener una buena calidad por una semana. En primavera la fruta puede ver reducida su vida en estante.

3.4. ¿Cómo mantener la calidad durante la poscosecha?

Debido a la alta tasa metabólica, la temperatura es una de las herramientas que debe utilizarse para disminuir el deterioro de poscosecha. Lo más indicado es pre-enfriar la fruta por aire forzado dentro de las cuatro horas transcurridas la cosecha (Figura 32). Una vez finalizado este proceso, podrá mantenerse en una cámara de frío a 0-1°C y HR entre 90 y 95% durante 5 a 7 días.

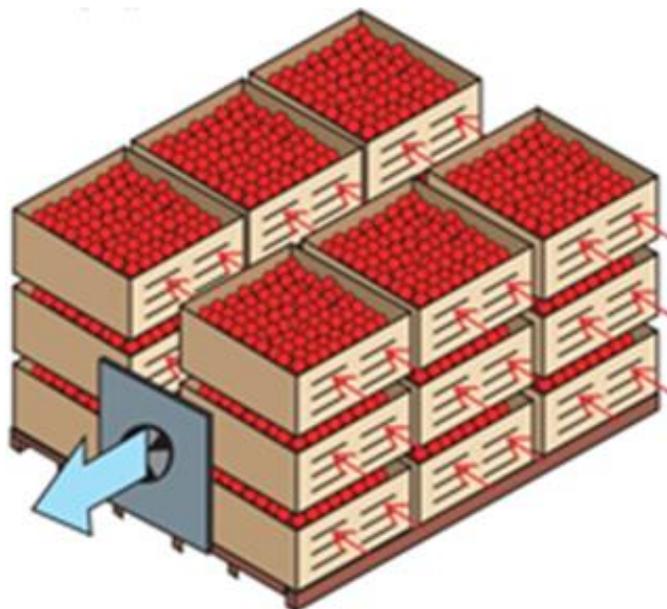


Figura 32. Túnel de aire forzado para pre enfriado de fresas. Fuente: Kader (1992)

Una técnica adicional es el uso de atmósferas modificadas, ya que un contenido elevado de dióxido de carbono (CO_2) y muy bajo de oxígeno (O_2), respecto del aire, permiten disminuir las tasas respiratoria y transpiratoria de la fruta, y el desarrollo de patógenos. Una práctica usual en los principales países productores es lograr la modificación de la atmósfera interna del pallet mediante el recubrimiento del mismo con polietileno. Una atmósfera enriquecida con CO_2 reduce el desarrollo del patógeno *B. cinerea*, uno de los de mayor incidencia en las pérdidas por podredumbres en fresa (Jouki y Khazaei, 2012). Además, elevados niveles de CO_2 aumentan marcadamente la firmeza de la fresa. Dicha concentración gaseosa es alcanzada por efecto de la respiración del producto envasado o, más rápidamente, por inyección de una mezcla conteniendo altos niveles de CO_2 .

Esto se puede ilustrar con un estudio realizado en Suecia (Nielsen y Leufven, 2008) en el cual frutos de las variedades de fresa Honeoye y Korona se almacenaron en bolsas de polipropileno perforadas, a 5°C por 10 días. El testigo fueron frutos sin envasar. Las fresas envasadas conservaron su peso durante todo el experimento, en comparación con las muestras no envasadas que perdieron 1,5%/día de su peso debido a la deshidratación. El perfil aromático de Honeoye no se vio afectado por el almacenamiento en atmósferas modificadas, mientras que en Korona aumentaron los niveles de acetato de etilo (no deseable). Sin embargo, esto no fue detectado en los análisis sensoriales. Los resultados indicaron que el almacenamiento en una

atmósfera modificada de 11-14% de O₂ y 9-12% de CO₂ puede mantener la calidad de la fruta por un tiempo más prolongado, en contraste con fruta en recipientes abiertos.

3.5. Envases y embalajes

Se define como envase al recipiente, de cualquier material y forma que adopte, destinado a contener mercaderías para su empleo (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú y la Unión Europea, 2009). Se caracteriza por individualizar, dosificar, conservar, presentar y describir unilateralmente a los productos, pudiendo estar confeccionado con uno o más materiales. Otra acepción lo señala como un sistema de protección fundamental de las mercancías, que facilita su distribución, uso o consumo, y que al mismo tiempo posibilita su venta. Se podría decir que “el envase protege lo que vende y vende lo que protege”. Además, se lo denomina el “vendedor silencioso”, por lo tanto, el envase en sí mismo es un mensaje directo que el producto envía al consumidor. Las características de un buen envase son las siguientes:

- Capacidad de conservar el producto
- Posibilidad de contener el producto
- Permitir la identificación del producto
- Capacidad de promoción del producto
- Capacidad de proteger el producto
- Adecuado a las necesidades del consumidor en términos de tamaño, ergonomía y calidad
- Ajustado a las unidades de carga y distribución del producto
- Adaptado a las líneas de fabricación y envasado del producto
- Cumplir con las legislaciones vigentes
- Precio adecuado a la oferta comercial que se quiere hacer del producto
- Resistencia a las manipulaciones, transporte y distribución comercial

Por su parte, el embalaje es cualquier medio material para proteger un producto para su despacho o conservación en almacenamiento. Está conformado por materiales manufacturados a través de métodos aplicados, generalmente con medios mecánicos, que tienden a lograr la protección en la distribución de mercancías a largas distancias protegiéndolas de los riesgos de la carga, transporte y descarga; de los cambios climáticos, bacteriológicos y biológicos en general; e incluso contra el hurto. Asimismo, evita mermas, derrames y, en definitiva, averías, con lo cual beneficia no sólo al vendedor y al comprador, sino también al asegurador y transportista.

Existen atributos diferenciadores de envase. Para fruta fresca, se permite el envasado en cubetas o canastillas de plásticos termoformados o moldeados por inyección, envueltos con películas plásticas (Resinite generalmente), o cubetas de plástico transparente (PET) con tapa del mismo material (clamshells) (Figuras 33 y 34). Estos envases permiten una perfecta visualización del producto, y la superficie lisa que ofrecen dichos materiales no dañan los frutos. Se recomienda que las cubetas se dispongan sobre contenedores de cartón corrugado de tipo kraftliner impermeabilizado, que es el más adecuado por su resistencia a la humedad y el frío de las cámaras frigoríficas. Se recomienda que, tanto los envases como las tarimas sean de

medidas estandarizadas, para aprovechar el espacio en los contenedores, a la vez de asegurar la carga, evitando movimientos que pueden impactar sobre ella. El contenido de los envases debe ser uniforme en cuanto a origen, variedad y calidad. La tolerancia en el peso para fresas frescas es de +/- 5% del especificado en el envase como peso neto.



Figura 33. Diferentes tipos de envases. Arriba, típicos cajones de madera retornables. El de la izquierda corresponde a Las Pampitas (provincia de Jujuy, Argentina), y el de la derecha al cinturón verde de Buenos Aires (Argentina). Abajo, fruta envasada en cubetas con tapa, con perforaciones que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior, evitando la condensación de humedad. A su vez las cubetas van en cajas de cartón corrugado impermeabilizado, perfectamente apilables (izq. California, EEUU; der. Tucumán, Argentina)



Figura 34. Arriba, envase de fresa de 1 kg en cajoncito de madera retornable (Comarapa, Bolivia), fresas envasadas en bandejas plásticas, sin resinite (Tucumán, Argentina). Abajo, envases con tapa y etiquetados, para mercados de alto valor (Beijing, China).

Bibliografía

Abrol, D. P.; Gorka, A. K.; Ansari, M. J.; Al-Ghamdi, A.; Al-Kahtani, S. (2017). Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. Saudi Journal of Biological Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.003>

2. Especies y cultivo

- Abu-Zahra, T. R.; Tahboub, A. A. (2008). Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) growth, flowering and yielding as affected by different organic matter sources. *International Journal of Botany*, 4: 481-485.
- Agüero, J. J.; Kirschbaum, D. S. (2013). Approaches to nutrient use efficiency of different strawberry genotypes. *International Journal of Fruit Science*, 13: 139-148.
- Alarcón-Zayas, A.; Barreiro-Elorza, P.; Boicet-Fabré, T.; Ramos-Escalona, M.; & Morales-León, J. A. (2018). Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y físico-químicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química*, 30: 243-255.
- Andorno, A. V.; Botto, E. N.; La Rossa, Botto, F. R.; La Rossa & R. Möhle, R. (2014). Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas. Ediciones INTA, Buenos Aires. 48 p. ISBN 978-987-521-571-9.
- Arancon, N. Q.; Edwards, C. A.; Bierman, P.; Welch, C.; Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145–153.
- Ariza, M. T.; Miranda, L.; Gómez-Mora, J. A.; Medina, J. J.; Lozano, D.; Gavilán, P.; Soria, C.; Martínez-Ferri, E. (2021). Yield and fruit quality of strawberry cultivars under different irrigation regimes. *Agronomy* 11: 261. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020261>
- Bagnara, D.; Vincent, C. (1988). The role of insect pollination and plant genotype in strawberry fruit set and fertility. *Journal of Horticultural Science*, 63: 69-75.
- Bernardi, D.; Botton, M.; Silva, U. S.; Bernardi, O.; Malausa, T.; Garcia, M. S.; Nava, D. E. (2013). Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Management Science*, Malden, 69: 75-80.
- Bolda, M. P.; Browne, G. T.; Dara, S.K.; Daugovish, O.; Fennimore, S. A.; Gordon, T. R.; Joseph, S.; Koike, S. T.; Larson, K. D.; Phillips, P. A.; Smith, R.; Westerdahl, B. B.; Zalom, F. G. (2016). UC IPM Pest Management Guidelines Strawberry (Revised continuously). UC ANR Publication 3468. Oakland, CA.
- Bolda, M.; Dara, S. K. (2015). Strawberry Production Manual. Second edition. <https://ucanr.edu/sites/santabarbaracounty-new/files/228579.pdf>
- British Columbia Ministry of Agriculture. (2017). Berries production Guide: Strawberry. 71 p. <http://productionguide.agrifoodbc.ca/guides/14>
- Buhk, C.; Oppermann R.; Schanowski A.; Bleil R.; Lüdemann J.; Maus, C. (2018). Flower strip networks offer promising long term effects on pollinator species richness in intensively cultivated agricultural areas. *BMC Ecol*, 18:, 55. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0210-z>
- Chen, X.; Kou, M.; Tang, Z.; Zhang, A.; Li, H.; Wei, M. (2017). Responses of root physiological characteristics and yield of sweet potato to humic acid urea fertilizer. *Plant Soil Environment*, 63: 201–206.

- Conci, V. C.; Luciani, L. C.; Merino, M. C.; Celli, M. G.; Perotto, M. C.; Torrico, A. K.; Pozzi, E.; Strumia, G.; Dughetti, A. C.; Asinari, F.; Conci, L. R.; Fernandez, F. D.; Salazar, S. M.; Meneguzzi, N. G.; Kirschbaum, D. S. (2017). Advances in characterization and epidemiology of strawberry viruses in Argentina. *Acta Horticulturae*, 1156: 801-809.
- Cornell University. (2018). Soil pH and nutrient availability. <https://nrcca.cals.cornell.edu/nutrient/CA5/CA0539.php>
- Daugovish, O.; Su, H.; Gubler, W. D. (2009). Preplant fungicide dips of strawberry transplants to control anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in California. *HortTechnology*, 19: 317-323.
- Díaz, S. A.; Roger, S. L.; Yacumo, D. M.; Kirschbaum, D. S.; Gennari, G. (2013). Efecto polinizador de *Bombus atratus* sobre *Fragaria x ananassa* Duch. en la provincia de Tucumán. *Horticultura Argentina*, 32(79): 4.
- Dickmann, M.; Blanke, M. (2000). Root respiration of strawberry during plant development. *Erwerbsobstbau*, 42: 21-24.
- Dughetti, A. C.; Conci, V. C.; Kirschbaum, D. S. (2017). Especies de virus y pulgones encontrados en cultivos de fresa en Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA-INTA)*, 43: 36-50.
- Fisher, P. (2013). Preparing the soil for berry production: the basics. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/soil-berrproduction.htm>
- Funes, C. F.; Kirschbaum D. S.; Escobar L. I.; Heredia A. M. (2018). La mosca de las alas manchadas, *Drosophila suzukii* (Matsumura). Nueva plaga de las frutas finas en Argentina. Libro digital, Ediciones INTA, Famaillá, Tucumán, Argentina.
- Funes, C.; Escobar, L.; Kirschbaum D. (2020). First record of *Feltiella curtistylus* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*, 52(1): 314-319.
- García-Ramos, F. J.; Valero, C.; Homer, I.; Ortiz-Cañavate, J.; Ruiz-Altisent, M. (2005). Non-destructive fruit firmness sensors: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3: 61-73).
- Giménez, G.; Paullier, J.; Maeso, D. (2003). Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutillaesa. *Boletín de Divulgación N° 82*, INIA. Uruguay.
- Haifa Group. (2021). Strawberry crop guide – for better use of your strawberry fertilizer. <https://www.haifa-group.com/crop-guide/vegetables/strawberry-fertilizer>
- Hancock, J. F. (1999). *Strawberries*. CABI Pub, Oxon, UK; New York, NY, USA.
- Hartz, T. K.; DeVay, J. E.; Elmore, C. L. (1993). Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. *HortScience*, 28: 104–106.

2. Especies y cultivo

- Hochmuth, G. J.; Hanlon, E. A. (2020). A summary of N and K research with strawberry in Florida. Publication #SL 344-12-21. DOI: doi.org/10.32473/edis-cv229-2011
- Hortoinfo. (2021). Araña roja (*Tetranychus urticae*). Hortoinfo Diario Digital Hortícola. España. <https://www.hortoinfo.es/index.php/plagas/564-ara-roja-tetranychus-urticae-090314>
- Hughes, B. R.; Zandstra, J.; Taghavi, T.; Dale, A. (2017). Effects of runner removal on productivity and plant growth of two day-neutral strawberry cultivars in Ontario, Canada. *Acta Horticulturae*, 1156: 327–332.
- Husein, M.; Hassan, S. A.; Shahein, M. (2015). Effect of humic, fulvic acid and calcium foliar application on growth and yield of tomato plants. *International Journal of Biosciences*, 7: 132-140.
- Ivanov, A. (1977). Strawberry water requirements in the Danubian irrigation system region. *Gradinarska-i-Lozarska-Nauka*, 14: 37-42.
- Jerez, E.; Kirschbaum, D. S.; Agüero, J. J.; Borquez, A. M.; Mariotti, J. A.; Salazar, S. M.; Gani-Lobo, M.; Martínez, J. F. (2007). Calidad de la fruta de diversas variedades de frutillaesa o fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) a lo largo del ciclo productivo en el Sub-Trópico de Argentina. *Horticultura Argentina*, 26(61): 34.
- Jia, H.; Wang, Y.; Sun, M.; Li, B.; Han, Y.; Zhao, Y.; Li, X.; Ding, N.; Li, C.; Ji, W.; Jia, W. (2013). Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening. *New Phytologist*, 198: 453–465.
- Jouki, M.; Khazaei, N. (2012). The effect of modified atmosphere packaging and calcium chloride dripping on the quality and shelf life of Kurdistan strawberries. *Journal of Food Processing & Technology*, 3: 184. doi:10.4172/2157-7110.1000184)
- Kader, A. A. (1992). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 2nd Edition, Univ. Calif., Div. of Agr. and Nat. Resources, Publ. Vol. 3311, 296.
- Karlec, F.; Duarte, A. F.; Oliveira, A. C.; Cunha, U. S. (2017). Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), e-171. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017171>
- Kirschbaum, D. S.; Alderete, G. L.; Rivadeneira, M.; Borquez, A. M.; Mollinedo, V. A.; Funes, C. F.; Bains, O. M.; Reguilón, C.; Conci, V. C.; Escalier, C. I.; Choque, L. P.; Balderrama, P. U.; Villegas, D. R.; Meneguzzi, N. G. (2015). Guía práctica de campo para el reconocimiento de plagas frecuentes, organismos benéficos y enfermedades habituales del cultivo de fresa en el Noroeste Argentino. Min. de Producción de Jujuy, Secr. de Agricultura Familiar, PRODERI Jujuy, INTA. DOI: 10.13140/RG.2.1.2863.3762
- Kirschbaum, D. S.; Larson, K. D.; DeJong, T. M.; Borquez, A. M.; Correa, M. (2004). Water requirement and water use efficiency of fresh and waiting-bed strawberry plants. *Acta Horticulturae*, 664: 347-352.
- Lai, L.; Kumar S.; Willoughby, G. L. (2017). Evaluating the impacts of humic acid applied with nitrogen fertilizer on corn growth and soil quality in South Dakota. Poster N° 931.

- Reunión Anual conjunta de la American Society of Agronomy, Crop Science Society of America y Soil Science Society of America. Oct. 22-25, Tampa (Florida), EEUU.
- Larney, F. J.; Angers, D. A. (2012). The role of organic amendments in soil reclamation: A review. *Canadian Journal of Soil Science*, 92: 19-38.
- Larson, K. D.; Shaw, D. V. (1995). Nursery soil fumigation and runner plant production. *HortScience* 30: 236-237.
- Lefebvre, M. G.; Reguilón, C.; Kirschbaum, D. S. (2013). Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: anthocoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla o fresa. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA- INTA)*, 39: 273-280.
- Lemaitre, R. (1976). Strawberry water requirements and irrigation. *Pepinieristes-Horticulteurs-Maraichers.*, 166 : 57-59.
- Liburd, O.; Rhodes, E. (2019). Management of strawberry insect and mite pests in greenhouse and field crops. In Asao, T., and Asaduzzaman, Md. (eds.) *Strawberry. Pre- and post-harvest management techniques for higher fruit quality*. IntechOpen doi:10.5772/intechopen.82069.
- Lopes, M. C.; Andrade, C. S.; Nunes, A. P.; Palha, M. G. (2005). Doenças: Fungos. In: MG Palha (Ed.), *Manual do Morangueiro. Projecto PO AGRO DE&D nº 193: Tecnologias de produção integrada no morangueiro visando a expansão da cultura e a reconquista do mercado*, pp. 63-75.
- Lopez-Aranda, J. M. (2003). Strawberry production in Spain. p. 230-237. In: N.F. Childers (ed.) *The Strawberry*. Dr. N.F. Childers Publications, Florida.
- Lovaisa, N. C., Guerrero Molina, M. F.; Delaporte Quintana, P. G. A.; Salazar, S. M. (2015). Respuesta de plantas de fresa inoculadas con *Azospirillum* y *Burkholderia* en condiciones de campo. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 35: 33-36.
- MacInnis, G.; Forrest, J. (2017). Quantifying pollen deposition with macro photography and 'stigmagraphs'. *Journal of Pollination Ecology*, 20: 13–21.
- Mazzitelli, M. E.; Aquino, D. A.; Gallardo, F. E.; Reche, V. A.; Ricci, E. M. (2018). Diversidad de parasitoides primarios y secundarios del pulgón *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) en el duraznero *Prunus persica* (Rosales, Rosaceae) en la provincia de Mendoza, Argentina. *Arxius de Miscellània Zoològica*, 16: 173–183. Doi: <https://doi.org/10.32800/amz.2018.16.0173>
- McNiesh, C. M., Welch, N. C., Nelson, R. D. (1985). Trickle irrigation requirements for strawberries *Fragaria ananassa* cultivar Heidi in coastal California USA. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110: 714-718.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú, Unión Europea. (2009). *Guía de Envases y Embalajes*. Lima, Perú. 51 p.

2. Especies y cultivo

- Miura, H.; Yoshida, M.; Yamasaki, A. (1993). Effect of light intensity on growth and ripening of strawberry fruit. *Acta Horticulturae*, 348: 393-394.
- Mori, T. (1998). Effect of temperature during flower bud formation on achene number and fresh weight of strawberries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 67: 396-399.
- Negi, Y. K.; Sajwan, P.; Uniyal, S.; Mishra, A. C. (2021). Enhancement in yield and nutritive qualities of strawberry fruits by the application of organic manures and biofertilizers, *Scientia Horticulturae*, 283: 110038. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110038>
- Neri, D.; Baruzzi, G.; Massetani, F.; Faedi, W. (2012). Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 1021–1036. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-276>
- Nielsen, T.; Leufven, A. (2008). The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. *Food Chemistry*, 107: 1053-1063. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.025>
- Nome, S. F.; Yossen, V. (1980). Identificación de virus de frutilla en Argentina. I. Virus del moteado de la frutilla (Strawberry mottle virus) *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA- INTA)*, XV15: 245–257.
- Nye, W. P.; Anderson, J. L. (1974). Insect pollinators frequenting strawberry blossoms and the effect of honey bees on yield and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99: 40-44.
- Pastrana, A. M.; Basallote-Ureba, M. J.; Aguado A.; Akdi, K.; Capote, N. (2016). Biological control of strawberry soil-borne pathogens *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium solani*, using *Trichoderma asperellum* and *Bacillus* spp. *Phytopathologia Mediterranea*, 55: 109-120.
- Payton-Miller, T. L.; Rebek, E. J. (2018). Banker plants for aphid biological control in greenhouses. *Journal of Integrated Pest Management*, 9 (1), <https://doi.org/10.1093/jipm/pmy002>
- Pedreros, A. (2013). Manejo de malezas en frutilla. En: P. Undurraga y S. Vargas (Eds.), *Manual de fresa*. Capítulo 7: 73-87. Boletín INIA N° 262, Chillán, Chile.
- Perotto, M. C.; Luciani, C.; Celli, M. G.; Torrico, A. K.; Conci, V. C. (2014). First report of Strawberry crinkle virus in Argentina. *New Disease Report*, 30: 5.
- Porras, M.; Barrau, C.; Arroyo, F. T.; Santos, B.; Blanco, C.; Romero, D. (2007). Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. *Plant Disease*, 91: 142-146.
- Reguilón, C.; Correa, M. V.; Yapur, A.; Kirschbaum, D.S. (2014). Evaluación del efecto de la liberación de *Chrysoperla externa* y *C. argentina* (Neuroptera: Chrysopidae) como agentes de control biológico de trips en cultivo de frutilla en Tucumán. *Horticultura Argentina*, 33(82): 56.

- Rindom, A. (1995). Effects of fruit numbers and plant status on fruit size in the strawberry. *Acta Agriculturae Scandinavica, Acta Agric. Scand.* 45: 142-147.
- Robinson Boyer, I.; Feng, W.; Gulbis, N.; Hajdu, K.; Harrison, R. J.; Jeffries, P.; Xu, X. (2016). The use of arbuscular mycorrhizal fungi to improve strawberry production in coir substrate. *Frontiers in Plant Science, Front Plant Sci.* 2016; 7: 1237. doi: 10.3389/fpls.2016.01237.
- Rocuzzo, G.; Stagno, F.; Frassinetti, C.; Maltoni, M. L.; Assirelli, A.; Sbrighi, P.; Baruzzi, G. (2021). Effects of arbuscular mycorrhizae *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* on strawberry fruit yield and quality. *Acta Horticulturae*, 1309:, 613-620. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1309.88
- Rondon, S. I.; Price, J. F.; Cantliffe, D. J. (2005). Seasonal strawberry pests in Florida. *Vegetarian* 05-02.
- Rosa, S. D.; Silva, C. A.; Maluf; H. J. G. M. (2018). Humic acid-phosphate fertilizer interaction and extractable phosphorus in soils of contrasting texture. *Revista Ciência Agronômica*, 49: 32-42.
- Salazar, S. M.; Lovaisa, N. C.; Guerrero-Molina, M. F.; Ragout, A. L.; Kirschbaum, D. S.; Pedraza, R. O. (2012). Fruit yield of strawberry plants inoculated with *Azospirillum brasilense* RLC1 and REC3 under field conditions. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 32: 63-66.
- Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Silva, R. B.; Souza Filho, M. F.; Raga, A. (2009). Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a abamectin e fenpyroximate em diversas culturas no Estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo*, 76: 217- 223.
- Selladurai, R.; Purakayastha, T. J. (2016). Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. *Journal of Plant Nutrition*, 39: 949–956.
- Steiner, M. Y.; Goodwin, S. (2005). Management of thrips (Thysanoptera:Thripidae) in Australian strawberry crops: Within-plant distribution characteristics and action thresholds. *Australian Journal of Entomology*, 44: 175–185.
- Strand, L. L. (1994). Integrated pest management for strawberries. Publ. 3351. Univ. of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Berkeley, California.
- Strand, L. L. (2008). Integrated pest management for strawberries. 2nd ed. Oakland: UCANR Publications, 176p.
- Titonell, P. (2018). Prohíben el Vapam en Francia. *Giaasp: Agroecología, Ambiente y Sistemas de Producción. IFAB INTA-CONICET.* <https://giaasp.org/author/ptitonell/page/2/>
- Torrico, A. K., Celli, M. G.; Cafrune, E. E.; Kirschbaum, D. S.; Conci, V. C. (2016). Genetic variability and recombination analysis of the coat protein gene of Strawberry mild yellow edge virus. *Australasian Plant Pathology*, 45: 401-409.
- Torrico, A. K.; Salazar, S. M.; Kirschbaum, D. S.; Conci, V. C. (2017). Yield losses of asymptomatic strawberry plants infected with Strawberry mild yellow edge virus. *European Journal of Plant Pathology.* <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1337-z>

2. Especies y cultivo

- Tortora, M. L.; Díaz Ricci, J. C.; Pedraza, R. O. (2012). Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. Plant Soil 356: 279–290.
- University of California. (2016). UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry. Agricultural and Natural Resources Publ. 3468.
- University of Illinois. (2018). Strawberries and more. <http://extension.illinois.edu/strawberries/growing.cfm>
- Villagrán, V.; Legarraga, M.; Zschau, B. (2013). Establecimiento del cultivo de frutilla. En: P. Undurraga Díaz, S. Vargas Schuldes (eds). Manual de Fresa. Boletín N° 262. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile. 112 p.
- Wang, S. Y.; Camp, M. J. (2000). Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae, 85: 183–199
- Wang, S. Y.; Lin, S. S. (2002). Composts as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of straw-berry. Journal of Plant Nutrition, 25: 2243–2259.
- Watanabe, M. A.; Moraes, G. J.; Gastaldo, J. R. I.; Nicolella, G. (1994). Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em cultura de pepino e morango. Scientia Agricola, Piracicaba, 51: 75-81.
- Welch, N. (1989). Strawberry production in California. University of California. Cooperative Extension Leaflet No. 2959. Berkeley, CA. U.S.A. 14 p.
- Westerdahl, B. B. (2008). Nematodes. UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry. UC ANR Publ. 3468.
- Yoon, H. S.; Kim, J. Y.; An, J. U.; Chang, Y. H.; Hong K. P. (2018). Daughter plant growth, flowering and fruit yield in strawberry in response to different levels of slow release fertilizer during the nursery period. Horticultural Science and Technology, 36(1), 20-27. doi:10.12972/kjhst.20180003
- Zalom, F. G.; Thompson, P. B.; Nicola, N. (2009). Cyclamen mite, *Phytonemus pallidus* (Banks), and other tarsonemid mites in strawberries. Acta Horticulturae, 842: 243-246.