

Fresón

Salvador López Galarza

Universitat Politècnica de València

1. Introducción

La palabra fresón se utiliza en castellano para denominar a la especie *Fragaria x ananassa* Duch, octoploide, de hojas, flores e infrutescencias (frutos) grandes, para diferenciarla de las especies de hojas, flores y frutas pequeñas denominadas comúnmente fresas, que incluyen a las especies *Fragaria vesca* L. (diploide), *Fragaria moschata* Duch (hexaploide), etc. conocidas como fresas de los bosques.

Estas últimas fueron utilizadas desde antiguo –citadas por los autores romanos Virgilio, Plinio u Ovidio–, recolectadas al principio como silvestres. Más tarde fueron cultivadas en jardines y pequeños huertos, principalmente a partir del siglo XVI, hasta la introducción de los cultivares de fresón de frutos grandes. Actualmente son cultivadas ocasionalmente algunas variedades como especialidad, puesto que el pequeño tamaño de los frutos ocasiona un elevado coste de recolección, que repercute en elevados precios del producto en mercado. Con todo, las fresas siguen comercializándose, al ser apreciadas por su delicado aroma y sabor.

El fresón, tal y como se conoce actualmente, es el resultado de hibridaciones entre las especies octoploides americanas *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloensis*, originarias, como sus nombres indican, de Virginia y de las costas de Chile.

Ambas especies fueron incorporadas a los jardines europeos entre los siglos XVI y XVIII. Primero se introdujeron algunas selecciones de *F. virginiana*, que fueron incluso cultivadas comercialmente, y más tarde unas selecciones de *F. chiloensis*, que casualmente fueron solo formas pistiladas, con lo que debían ser polinizadas para su correcta fructificación con polen de *F. virginiana*. Como resultado de esas hibridaciones apareció una nueva especie autofértil, de frutos grandes y atractivos, que pronto alcanzó gran populari-

dad, comenzando a ser cultivada ya durante el siglo XVIII a través de algunos cultivares obtenidos primero en algunos países europeos, fundamentalmente Reino Unido y Francia, y más tarde en EEUU.

El hecho de que los fresones actuales pertenezcan a la especie *Fragaria x ananassa* Duch, una especie octoploide ($2n = 8x = 56$), explica la gran adaptación de esta especie a gran diversidad de climas y suelos, pudiendo encontrarse en zonas desérticas muy meridionales o en zonas alpinas muy septentrionales.

Las frutas, botánicamente denominadas infrutescencias, son muy apreciadas para su consumo en fresco o mínimamente procesadas, principalmente como postre, por sus cualidades organolépticas, principalmente dulzor y aroma, así como por su bajo contenido en calorías y sus altos contenidos en vitamina C y polifenoles (p. ej., ácido elágico), considerados como protectores frente a algunos cánceres. Forman parte también de multitud de preparados de la industria alimentaria como helados, yogures, mermeladas, pasteles, batidos, etc.

España es el tercer país productor del mundo, con un elevado porcentaje de su producción destinado a la exportación. Esta producción se localiza mayoritariamente (97 %) en la provincia de Huelva.

2. Características botánicas

Fragaria x ananassa Duch es una especie octoploide que pertenece a la familia *Rosaceae*. Como integrante a esta familia, las plantas tienen algunas características morfológicas y comportamiento fisiológico comunes a algunos frutales de la misma familia.

Son plantas vivaces, que se perpetúan a través de los estolones que produce la planta en determinadas condiciones ambientales.

Tienen un sistema radical fasciculado que se desarrolla muy superficialmente, el 90 % se encuentra en los primeros 25 cm de suelo. Aparecen entre 20 y 30 raíces principales a lo largo del desarrollo anual de la planta, que salen directamente de la(s) corona(s) en las que el fresón acumula las reservas en forma de almidón en las condiciones oportunas, así como multitud de raíces secundarias y terciarias fibrosas que forman una densa cabellera de raíces.

Los tallos, denominados coronas, son cortos y cónicos. En ellos se insertan las hojas en disposición helicoidal (1:5). Las hojas son largamente pecioladas, con estípulas en la base y con tres folíolos aserrados. En la axila de cada hoja

aparece una yema, en principio latente, que puede diferenciarse bien como una ramificación de la corona o corona secundaria, bien como una inflorescencia o bien como un estolón, dependiendo de las condiciones ambientales.

Las inflorescencias aparecen de forma simpodial, aunque parezcan monopódicas. Tienen una estructura botánica de cima, habitualmente bíparas, en las que las flores están jerarquizadas, siendo la central más grande que las secundarias y estas mayores que las de orden tres, etc., lo que afecta al tamaño final de la fruta. Cada flor está formada por un receptáculo floral que alberga entre 150 y 250 flores femeninas, rodeado de estambres, y el conjunto rodeado por cinco pétalos habitualmente blancos.

La polinización es mayoritariamente entomófila, formando unos frutos (aquenios) que se conocen habitualmente como las semillas del fresón, pero que son botánicamente los frutos. Debido a su carácter octoploide y la elevada heterocigosis de su dotación genética, la descendencia es tremendamente segregante y en consecuencia los aquenios no se pueden utilizar comercialmente de manera habitual, de momento, como forma de propagar el cultivar. No obstante, en los últimos años han aparecido cultivares híbridos F1 propagados por semilla.

Para que la infrutescencia tenga una forma perfecta, todas las flores femeninas del receptáculo floral deben ser polinizadas, ya que la infrutescencia se forma por el engrosamiento del receptáculo floral como consecuencia de la liberación de auxinas por los óvulos fecundados. De manera, que si alguna flor femenina no se fecunda no se liberan auxinas en la proximidad y no crece esa parte del receptáculo, produciéndose infrutescencias más o menos deformadas. Evidentemente cuanto mayor es el número de flores femeninas del receptáculo floral, y consecuentemente el tamaño del receptáculo, mayor tamaño final alcanza la infrutescencia.

La falta de abejas, abejorros u otros insectos polinizadores, más frecuente al principio de la campaña, en las condiciones ambientales del invierno, ocasiona un mayor número de frutos deformados y en consecuencia la producción pierde valor comercial. Algunos otros factores pueden ocasionar también un mayor número de frutos deformados, como la falta de polen, o de la fertilidad o viabilidad del mismo, como consecuencia de las condiciones ambientales, del estado nutricional de la planta –por ejemplo en boro–, de la incidencia de plagas –trips– etc.

Los estolones son tallos de entrenudos largos en los que en cada nudo, a partir del segundo, se forma una roseta de hojas y raíces adventicias, pudiendo también ramificarse. Esta estructura morfológica, al formarse a ras del suelo, enraíza fácilmente. Estas plantas hijas pueden formar también estolones, permitiendo a una planta formar una maraña de plantas hijas, exactamente iguales a la planta madre. Esta característica se utiliza como forma de multiplicación clonal del cultivar, ya que como se ha dicho la descendencia a través de los aquenios es muy segregante.

3. Fisiología

Desde el punto de vista fisiológico, las plantas de fresón se comportan como un frutal caducifolio aunque no suelen perder las hojas con facilidad. Durante el otoño, como consecuencia de la disminución del fotoperiodo y de la disminución de la temperatura, las plantas de fresón van disminuyendo su actividad vegetativa, acumulando reservas en forma de almidón en las raíces. Al mismo tiempo, van iniciándose las inflorescencias cuando se alcanzan condiciones inductivas, y las plantas van entrando progresivamente en latencia si las temperaturas que se alcanzan son suficientemente bajas. En zonas muy frías, la planta latente puede soportar temperaturas inferiores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y/o condiciones de encharcamiento y evidentemente pierde las hojas. En zonas más templadas no suelen entrar en latencia completa y no pierde las hojas, al menos de forma completa. Evidentemente este comportamiento diferente obedece no solo a las distintas condiciones ambientales sino también a las diferencias de genotipo (cultivar).

A la salida de la latencia, más o menos profunda dependiendo del genotipo y de las condiciones ambientales tal y como se ha comentado, la planta de fresón inicia progresivamente el desarrollo vegetativo, apareciendo nuevas hojas. En aquellos genotipos que tienen una latencia profunda, las plantas necesitan acumular un número suficiente de horas frío, por debajo de $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, para que la brotación y el desarrollo de las primeras inflorescencias sea normal.

El desarrollo vegetativo será tanto más vigoroso cuanto mayores sean las reservas acumuladas en el otoño y/o menor sea la movilización requerida de estas reservas dependiendo de que las plantas hayan perdido o no las hojas y por tanto capacidad fotosintética.

Posteriormente, y durante un período más o menos largo, dependiendo de las condiciones ambientales de la zona de producción y del cultivar, en las

plantas coinciden los procesos de formación de hojas, de inflorescencias y de infrutescencias (en adelante frutos).

La inducción floral en fresón se produce como respuesta al fotoperiodo en interacción con la temperatura y el genotipo. Otros factores como la nutrición de la planta, particularmente los niveles de nitrógeno, pueden también afectar a este proceso.

Obviamente, cuanto mayor es el número de coronas, y por tanto el número de yemas, cuando se dan las condiciones inductivas, mayor será el número de inflorescencias que se formen y, en principio, mayor el número de frutos formados.

Dependiendo del fotoperiodo crítico requerido para la inducción floral y de la influencia de la temperatura en el mismo, a los cultivares de fresón se les clasifica comúnmente en tres grupos:

- Cultivares denominados como de «día corto», no reflorecientes o de una cosecha al año. Son aquellos cuya respuesta fotoperiódica es como su nombre indica a los días cortos, y los fotoperiodos críticos suelen ser bajos. De acuerdo con la reciente revisión al respecto (Heide *et al.*, 2013), la exigencia en fotoperiodo en estos cultivares es cuantitativa, modulada por la temperatura y por el genotipo, tanto en su respuesta al tipo fotoperiódico, como en la longitud crítica del día por debajo de la cual el fotoperiodo reinante es capaz de inducir la floración. La temperatura podría incluso modular la longitud crítica del día para un determinado genotipo, tal y como fue propuesto por Roudeillac y Veschambre (1997), de manera que si la temperatura es baja, el fotoperiodo crítico es más grande y en consecuencia más amplio es el período inductivo. Si posteriormente las condiciones ambientales durante el período productivo son buenas, hecho que no siempre ocurre en estos casos, el número de inflorescencias y el número de frutos será mayor. Y al contrario, si la temperatura durante el período inductivo es alta, el fotoperiodo crítico será menor y en consecuencia el período inductivo más restringido. En cualquier caso, estos cultivares pueden inducirse a floración entre el otoño y la primavera, y las inflorescencias iniciarse y/o diferenciarse para dar producción en parte de ese período y hasta final de la primavera según lo bajas que sean las temperaturas y estas afecten a dichos procesos.

- Cultivares de «día largo», llamados también semi-reflorecientes o re-florecientes, de dos cosechas al año, que son inducidos a floración en días largos, con un fotoperiodo crítico más elevado. Debido a que tienen una latencia más acusada, y por tanto aguantan más el frío, se utilizan en zonas más septentrionales, pasando una parte del año latentes. La respuesta fotoperiódica a los días largos está también regulada por la temperatura, de manera que es cuantitativa a temperaturas intermedias y cualitativa a temperaturas altas. En esas condiciones las plantas solo pueden inducirse a floración en primavera y final de verano, y en consecuencia la diferenciación floral y la fructificación ocurren en dos períodos, a finales de la primavera o principios de verano y a principios de otoño.
- Y por último, los cultivares de «día neutro», indiferentes al fotoperiodo o completamente re-florecientes que, como su nombre indica, son inducidos a floración con independencia del fotoperiodo. Para algunos, estos cultivares son realmente inducidos en días largos, teniendo una respuesta cuantitativa a los días largos con temperaturas suaves pero una respuesta obligada cuando se exponen a altas temperaturas, manifestando una clara indiferencia al fotoperiodo con temperaturas bajas. En cualquier caso, aunque teóricamente pueden ser inducidos a floración durante todo el año, realmente la producción tiene las restricciones de las bajas temperaturas en invierno, como los otros dos grupos, y las restricciones de las altas temperaturas y altas intensidades luminosas del verano, donde pueden coincidir con la formación de estolones.

En todo caso, debe tenerse en cuenta que la interacción «genotipo x fotoperiodo x temperatura» en una especie octoploide como *Fragaria x ananassa* es sumamente compleja, por lo que la clasificación anterior no está aún claramente dilucidada.

Los estolones solo se inician en condiciones de día largo, temperaturas elevadas e iluminaciones elevadas, es decir, durante el verano, de forma antagónica a la floración. Por ello, ambos procesos raramente coinciden. Los días largos son también los responsables de una mayor expansión foliar, del alargamiento de los pecíolos de las hojas o del alargamiento de los pedúnculos de las inflorescencias.

Figura 1. Estolonado de fresón en vivero



Los efectos de los días largos pueden ser promovidos, o simulados, por medio de la aplicación de giberelinas, y en concreto ácido giberélico, de manera que la giberelinas son necesarias para la iniciación de los estolones y para el control de la diferenciación de las yemas axilares de la corona, y por tanto la determinación de la formación de coronas secundarias o de inflorescencias, o en su caso de estolones. La simulación de los días largos a través del uso exógeno de ácido giberélico se ha utilizado de forma práctica para promover el desarrollo de estolones en los viveros y también para acelerar el alargamiento de los pedúnculos de las inflorescencias en los primeros momentos de la aparición de las mismas en la corona, con el fin de adelantar la floración y ganar en precocidad. La simulación de los días largos puede también conseguirse mediante la rotura del nictiperiodo en producciones forzadas.

Las plantas de fresón se desarrollan de forma óptima con temperaturas suaves, alrededor de 21-23 °C. Con temperaturas ligeramente negativas las flores se hielan con facilidad, comenzando por el necrosamiento del receptáculo floral. No obstante, las plantas en estado completamente latente pueden soportar temperaturas extremadamente bajas, aproximadamente hasta -10 °C, dependiendo de genotipos y de la aclimatación a las mismas, lo que se aprovecha para la producción de las plantas «frigo». Con temperaturas frescas, menores de 10-12 °C, el crecimiento es lento y puede afectarse la viabilidad del polen, lo mismo que con temperaturas altas, superiores a 30 °C.

Ya se ha comentado la importante relación del fotoperiodo en interacción con la temperatura en la entrada en latencia, inducción, iniciación y diferenciación floral en cada genotipo. En concreto, para cultivares de día corto bien adaptados a las condiciones meridionales españolas, las plantas no entran en latencia completa y, como las temperaturas son suaves, la iniciación floral ocurre desde el otoño hasta la primavera mientras no se alcance el fotoperiodo crítico. En consecuencia, en tanto la radiación interceptada sea suficientemente alta, el período de diferenciación floral, floración y fructificación se extiende desde el inicio del invierno –final del año– hasta el final de la primavera o inicio del verano, dependiendo de las temperaturas que se alcancen en esas fechas.

En cuanto a suelos, el fresón vegeta mejor en condiciones de pH ligeramente ácido, entre 6 y 6,5. En suelos de reacción alcalina se manifiestan con frecuencia síntomas de clorosis férrica, tanto más acusada cuanto mayor es la sensibilidad del cultivar utilizado, lo que obliga en estos casos al aporte frecuente de hierro en formas quelatadas. Además, es una planta sensible a la salinidad, lo que obliga a ajustar el cultivo a zonas con suelos y aguas apropiadas, y a fraccionar el abonado o ajustar correctamente la fertirrigación para no superar conductividades eléctricas superiores a 1,5-2,0 dS/m de la solución aportada y controlar adecuadamente la conductividad eléctrica en la solución del suelo, no superando valores de 2,0 dS/m. Esta sensibilidad al estrés salino es particularmente acusada en las primeras semanas después del trasplante, hasta que el sistema radical de la planta alcanza su completo desarrollo.

Prefiere suelos de consistencia ligera en los que el sistema radical se desarrolle adecuadamente, generando un amplio sistema, y a la vez propiciando un correcto drenaje, evitando encharcamientos a los que las plantas de fresón son muy sensibles. Se recomiendan suelos con un contenido medio en materia orgánica (entre 1,5 y 2,5 %).

4. Cultivo

4.1. Material vegetal

En las áreas templadas como las españolas los cultivares mejor adaptados son los de «día corto», con escasa latencia y por tanto con bajas necesidades en frío, ya que las condiciones climáticas del otoño-invierno y primavera permiten que la parada invernal sea muy corta y, por tanto, pueda sacarse ventaja

del hecho de producir en épocas en las que otras áreas climáticas no pueden hacerlo o necesitarían muchos requerimientos energéticos para poder hacerlo.

Además, los cultivares semi-reflorecientes, aunque de mejor sabor y más dulces, suelen ser de calibre más pequeño y menos firmes que los de «día corto», y estas características son de gran importancia para la estructura y la política comercial en estas áreas, donde se busca la comercialización a grandes distancias y con bajos costes de producción.

Los cultivares de «día neutro» se utilizan en dos estrategias productivas. En unos casos para cubrir la demanda de fruta entre junio y septiembre, completando la campaña habitual de los cultivares de día corto. Esto se realiza en zonas muy concretas, como en áreas de Segovia, Valladolid, Galicia o la costa oeste de Portugal. En este caso, la plantación se realiza en abril-mayo con planta «frigo». La otra estrategia es realizar plantaciones a mediados de septiembre en la zona de Huelva utilizando plantas con cepellón o de forma más arriesgada a raíz desnuda, para obtener producciones a partir de la segunda quincena de noviembre, tratando de cubrir la comercialización de diciembre y enero, cuando los precios son más elevados. No obstante, la demanda en estas fechas suele ser baja, y esta estrategia puede resultar arriesgada si la superficie plantada fuera más elevada de lo normal. También pueden ser aptos en otras zonas para producciones locales o de cadena corta, para completar la producción de los cultivares de día corto y así satisfacer la demanda durante un período más amplio en el año. En ambos casos se utiliza mayoritariamente el cultivar 'San Andreas', pero también puede usarse 'Albion' o 'Portola'.

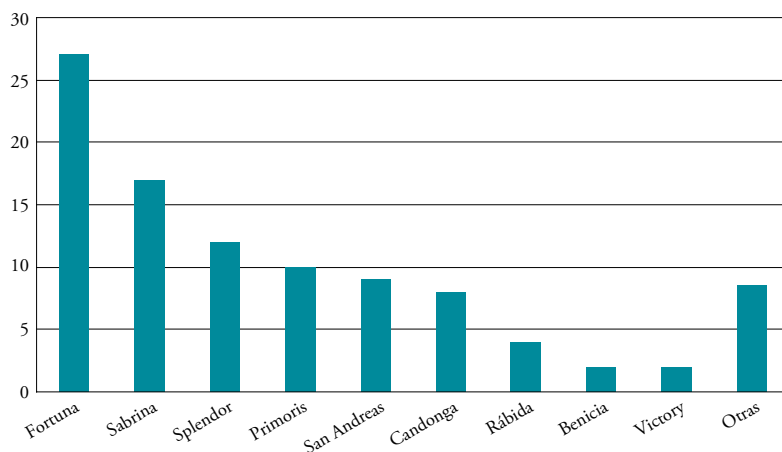
Los cultivares de fresón en España suelen ser muy cambiantes. Cada año aparecen en el mercado nuevas referencias ofertadas por las distintas empresas dedicadas a la obtención/comercialización de dichos nuevos cultivares. La hegemonía de las variedades obtenidas por la Universidad de California en los primeros años del comienzo de la instauración del sistema de cultivo californiano, a mediados del pasado siglo, fue cambiando con la aparición de cultivares obtenidos en las condiciones españolas tanto por organismos públicos (IVIA, IFAPA) como por empresas privadas (Planasa), que competían bien en nuestras condiciones con los cultivares californianos.

En los últimos años, junto a la Universidad de California, el grupo Inotalis –surrido de la fusión de Planasa y Darbonne–, Fresas Nuevos Materiales (FNM) como empresa española, la Universidad de Florida, y algunas otras empresas californianas, como Driscoll's, así como la colaboración entre INIA,

Junta de Andalucía y algunas empresas privadas del sector, son las que están cubriendo el mercado actual de variedades de fresón.

En concreto, en la campaña 2014/15, fueron los cultivares más utilizados y su cuota aproximada de mercado, que como se ha dicho es muy cambiante año tras año, son las que aparecen en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Cuota de mercado de las variedades de fresón en la campaña 2014/15. En porcentaje



Fuente: Grupo de la fresa del IFAPA (Junta de Andalucía). Elaboración propia.

Todos ellos son de día corto, salvo ‘San Andreas’ que es de día neutro moderado.

Como muestra del tremendamente cambiante espectro varietal, que demuestra el dinamismo del sector, según comunicaciones verbales de algunos productores, en la presente campaña ‘Fortuna’ ha crecido, ‘Splendor’ ha reducido muchísimo su cuota y ‘Primoris’ ha aumentado.

Los cultivares de fresón para una determinada zona –y por tanto para unas condiciones ambientales concretas– deben estar bien adaptados, lo que significa poder expresar las características deseables en las condiciones concretas de clima y suelo. Estas características, para zonas en las que la exportación sea mayoritaria, pasan *a fortiori* por tener suficiente firmeza del fruto y buena resistencia al transporte y puesta en el mercado. Para mercados de cercanía las características de sabor y aroma pueden ser tanto más importantes como

las anteriores. En todo caso, y además, un cultivar de fresón debe dar altos rendimientos de fruta de primera, es decir de un buen tamaño y bien formadas, presentar una producción estable a lo largo de la campaña, tener buena precocidad –ya que los precios medios descienden linealmente a medida que avanza el período productivo–, tener un porte adecuado que facilite la recolección y disminuya los problemas patológicos, y tener una baja sensibilidad a las plagas –principalmente araña roja– y a las principales enfermedades –sobre todo oídio y *Botrytis*– para poder ofertar fruta ajustada a los programas de certificación exigidos por el mercado.

4.2. *Viveros y material de plantación*

Como se ha comentado, los estolones se utilizan para la propagación del cultivar debido a la importante segregación genética que se produce en la multiplicación a través de las semillas (aquenios). Como todo sistema de multiplicación clonal, este debe controlarse para evitar la pérdida de calidad en las plantas hijas, principalmente de transmisión de enfermedades y plagas, pero también de degeneración del material vegetal como consecuencia de la utilización del cultivo de meristemas y micropropagación en las primeras fases de la obtención de plantas, que al igual que en otras plantas que se multiplican clonalmente, siguen un protocolo muy similar.

Para la obtención de las plantas certificadas, se plantan plantas madre certificadas, en primavera -entre abril y mayo-, en zonas de altitud, de suelo arenoso y alejadas de las zonas de producción para evitar contaminaciones del material vegetal.

Los suelos arenosos son necesarios para evitar encharcamientos y sobre todo para que los estolones enraícen mejor, formen más biomasa radical, y puedan arrancarse con facilidad y sin perder masa radical.

La altitud es necesaria para que las plantas en el vivero puedan ralentizar su desarrollo vegetativo cuanto antes, como consecuencia de una más pronta bajada de las temperaturas, para poder así ser arrancadas y manejadas a raíz desnuda y poder soportar el estrés del arrancado, manipulación y transporte a las zonas de producción, lo que obviamente no podría hacerse si estuvieran en crecimiento vegetativo activo. Interesa poder trasplantar cuanto antes en otoño para que las plantas tengan tiempo para enraizar y formar suficiente biomasa antes del período de temperaturas más bajas y fotoperíodos más cor-

tos, asegurando que después de ese período, en el reinicio de la actividad vegetativa, la planta tenga entidad suficiente para soportar una carga productiva abundante y de calidad.

Figura 2. Establecimiento de un vivero de altura de fresón



En las condiciones españolas, lo más pronto que pueden arrancarse los viveros para asegurar una elevada tasa de éxito (supervivencia) en el trasplante con plantas a raíz desnuda es a principios de octubre. Con estas fechas, las plantaciones en la zona de Huelva aseguran un correcto enraizamiento y supervivencia. No obstante, algunas variedades soportan mejor que otras el arrancado del vivero y trasplante más precoz con un buen éxito de arraigado. En cualquier caso, un excesivo adelanto de la plantación podría ocasionar también una emisión abundante de estolones en terreno definitivo, con los problemas que eso ocasiona.

Las plantas arrancadas se someten a un proceso de limpieza de la raíz, que al producirse en suelos arenosos no es complicado. Se eliminan las hojas, se agrupan en manojos, se embolsan y encajan –entre 500 y 600 plantas por caja–, y se paletizan para ser transportadas a 4-5 °C de forma inmediata a las zonas de plantación.

Sin embargo, en las zonas en las que los otoños son más frescos que los de Huelva u otras zonas meridionales, y no se cultiva bajo suficiente protección climática, no hay integral térmica suficiente para que la planta produzca bio-

masa suficiente y, en consecuencia, cuando se reinicia la actividad de la planta a la salida del invierno esta no puede soportar la producción de los primeros frutos y, o bien se eliminan los primeros ramilletes florales con el consiguiente retraso en la entrada en producción, o la planta se colapsa.

Figura 3. Plantas «frescas» de fresón a raíz desnuda



La plantación en estos casos debería realizarse antes, pero la fecha de arrancado está limitada por el inicio de la parada de la planta en el vivero de altura que, como se ha comentado, es como muy pronto a primeros de octubre para las condiciones españolas.

Como alternativa, en estas zonas se utiliza como material de plantación la planta «frigo», que es una planta que se produce también en viveros de altitud elevada –aunque no es necesario tanta altitud en este caso– pero, en lugar de arrancarse al inicio de la disminución de la actividad vegetativa y trasplantarse inmediatamente en el terreno definitivo de producción, normalmente en el mes de octubre, se arranca en diciembre, cuando las plantas en esas zonas están en latencia completa. Se someten al mismo proceso de limpieza y encajado que las plantas «frescas» y se almacenan a -1 o -2 °C en cámaras frigoríficas hasta final del verano del año siguiente. Con ello se puede trasplantar entre 40 y 60 días antes de lo que podría hacerse con planta fresca (primeros de octubre), permitiendo que el cultivo alcance una biomasa suficiente antes de la parada invernal.

Es importante regular la fecha de plantación para cada localización y para cada cultivar con el fin de evitar que la planta forme demasiada biomasa foliar, y en consecuencia pueda formar un número excesivo de flores que termine afectando al tamaño de los frutos.

Estas plantas «frigo» son más caras que las «frescas», pero es la forma de poder llevar a cabo el sistema anual de producción en estas zonas más septentrionales, por ejemplo en Valencia y Cataluña. Pueden utilizarse también en plantaciones de primavera, por ejemplo para la producción con cultivares de «día neutro», por ejemplo en Castilla y León o Galicia.

Se pueden pedir y servir en diferentes formatos según el grosor o calibre de la corona (tallo), que suelen variar entre 10 y 15 mm. Incluso existe un formato de planta frigo, el denominado de corona engrosada o *waiting bed* que son plantas obtenidas en un vivero intermedio o replantación, que tienen coronas o multicoronas de gran calibre y, por lo tanto, con un potencial productivo muy alto. Se pueden utilizar para programar producciones, sobre todo en climatologías templadas o bajo protecciones climáticas en climatología templado-frías. Evidentemente el precio de este tipo de plantas resulta mucho más caro.

Figura 4. Vivero de fresón para producción de plantas en bandeja



En vez de plantas a raíz desnuda pueden utilizarse plantas en cepellón como material de trasplante. Este formato de material de plantación se está imponiendo cada vez más, aunque lentamente, ya que presenta diversas ventajas respecto a las plantas a raíz desnuda: pueden trasplantarse cuando se quiera al no estar condicionada la fecha de trasplante a la del arrancado del vivero; el éxito de la plantación, en cuanto al número de marras, es total; al producirse en sustratos, la sanidad del material es mucho mayor; se evita la desinfección del suelo de los viveros; pueden formar parte, con menos inconvenientes, de programas de producción certificada y/o ecológica; etc. El inconveniente es su mayor dificultad de obtención y por tanto su mayor coste. Dentro de este tipo de material de plantación existen a su vez distintos formatos que obedecen a su vez a distintos tamaños de contenedor o celda, lo que ocasiona plantas con distinta precocidad en cuanto a la entrada en producción así como variaciones en el precio de las mismas.

La mayoría de plantas utilizadas en las condiciones españolas son obtenidas en viveros especializados ubicados en zonas de altitud y suelos arenosos en Castilla y León, principalmente en Segovia, Valladolid, Ávila, Burgos, etc. y también en Granada. No obstante, se utilizan también plantas importadas de EEUU o Polonia.

4.3. Manejo del cultivo

El sistema de cultivo más comúnmente utilizado en nuestras condiciones es el anual, mediante plantación en suelo, en bancos o lomos altos.

La preparación del suelo comienza en los meses de junio o julio, después del período productivo, mediante el arrancado y eliminación de las plantas y del acolchado de la cosecha anterior, en la mayoría de los casos en nuestras condiciones de una cosecha también de fresones, aunque evidentemente no es nada aconsejable.

A continuación se nivela el suelo, se hace un subsolado y/o un pase de gradas. Posteriormente se realiza el aporte de materia orgánica en cantidad suficiente pero no excesiva, con el fin de poder cumplir con los requisitos de la producción integrada. Además resulta recomendable una relación C/N elevada con el fin de poder controlar bien los niveles de nitrógeno a lo largo de la campaña.

Se aporta también el abonado mineral de fondo y se incorpora con un pase de cultivador y/o fresadora.

La desinfección del suelo en fresón resulta imprescindible toda vez que le afectan un elevado número de patógenos del suelo (*Phytophthora sp.*, *Verticilium sp.*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc., nematodos, etc.). Actualmente para la desinfección se utilizan tanto fumigantes químicos, cada vez de uso más restringido, como dicloropropeno, cloropicrina, dazomet, metam sodio o potasio, etc., o como solarización o biofumigación, combinados o no con algún desinfectante químico.

La desinfección del suelo se realiza en momentos distintos de la preparación del mismo según se utilice la solarización, la biosolarización, la biofumigación o incluso según el producto utilizado para la desinfección química. Por ejemplo, la fumigación con algunos productos, como p. ej. fenamifos, metam sodio o metam potasio, es frecuente realizarla a través del sistema de riego antes de arrancar las plantas de la plantación vieja, con el fin de controlar sobre todo las poblaciones de nematodos, pues de esta forma la eficacia es mucho mayor frente a esta plaga, mientras que los demás productos químicos líquidos se aplican a través del riego una vez realizadas las mesetas de plantación con el sistema de riego extendido bajo la lámina plástica sin perforar. Otros desinfectantes químicos que se aplican granulados, como el dazomet o incluso los metam, se aplican después de la preparación del suelo y antes de realizar el embancado, incorporándolos con maquinaria especial y en ocasiones sellándolo con láminas plásticas, que evidentemente se aconseja que sean tipo VIF.

La biosolarización se realiza también antes del embancado, y se utilizan estiércoles tipo gallinaza a razón de 15-25 t/ha.

El acolchado resulta indispensable para evitar que los frutos se ensucien y la incidencia de podredumbres en los mismos. Al mismo tiempo, cuando se utilizan materiales opacos se evita la proliferación de malas hierbas. El acolchado facilita también el mantenimiento de la humedad del suelo, y en el caso de utilizar láminas plásticas, estas sirven de soporte para mantener la forma y altura del banco en suelos muy arenosos. Generalmente se utilizan láminas plásticas de polietileno negro de 1,5 m de ancho y 25 micras de espesor. En climatologías más frescas o menos luminosas puede ser conveniente la colocación de plástico coextrusionado bicapa blanco/negro. En algunas ocasiones, aunque poco frecuentes, se utilizan plásticos fotodegradables o láminas biodegradables, e incluso mallas fabricadas con distintas fibras orgánicas.

La colocación del acolchado suele realizarse con maquinaria especial, que al mismo tiempo que conforma el banco va extendiendo los laterales de riego y fijando la lámina. Uno o dos días antes de la plantación se realizan los agujeros en las láminas de los bancos a la separación pertinente para la densidad de plantas que se desee.

La densidad de plantación oscila entre las 6 y 9 plantas/m², siendo las densidades menores utilizadas con plantas «frigo» y/o cultivares vigorosos. Lo habitual es realizar bancos separados 1,1 – 1,2 m entre ejes, donde se colocarán dos líneas de plantas, enfrentadas o al tresbolillo, separadas entre 20 y 30 cm para conseguir la densidad deseada. La tendencia observada en EEUU hacia la sistematización en bancos (lomos) más anchos y colocar las plantas en cuatro filas no se está trasladando a las condiciones españolas.

En zonas meridionales, como en la zona de Huelva, la plantación se realiza normalmente entre principios de octubre y mediados de noviembre, mayoritariamente con planta fresca a raíz desnuda. No obstante, con el fin de conseguir más tiempo para el desarrollo vegetativo, en algunas zonas concretas, con algunos cultivares, y según la meteorología del año, puede adelantarse algunos días, no sin riesgo de incrementar las marras de plantación como consecuencia de arrancar el vivero antes de que las plantas estén suficientemente paradas para soportar a raíz desnuda los estreses del arrancado, manipulación y transporte. Puede adelantarse la plantación utilizando planta en cepellón, pero suele desestimarse por su mayor precio y por el mayor riesgo en la aparición de estolones si se adelanta mucho la plantación.

En zonas más septentrionales la plantación se realiza antes, entre agosto y mediados de septiembre, con planta «frigo» o planta en cepellón, para que, como se ha comentado, las plantas formen una adecuada cantidad de biomasa antes de la parada invernal, que en estas zonas es algo más intensa.

La plantación con plantas a raíz desnuda debe realizarse previa desinfección de las mismas mediante baño con algún fungicida para evitar la transmisión, en su caso, de formas activas de patógenos vasculares y/o aéreos procedentes del vivero.

Para realizar la plantación de forma correcta, la planta debe colocarse sin doblar el sistema radical –cortándolo ligeramente para facilitar su colocación, si es el caso–, y enterrar la planta hasta el nivel inferior de la corona. Una planta con la corona completamente enterrada vegetará mal y, sobre todo, las inflorescencias se desarrollarán deficientemente; y si la corona queda comple-

tamente al aire, la aparición y enraizado de las nuevas raíces se dificultará, con la consiguiente repercusión negativa para la planta.

Tras la plantación en suelo resulta necesaria la colocación de una instalación de aspersión móvil para la realización de riegos aéreos durante las dos primeras semanas, con el fin de asegurar la correcta humedad de suelo junto a las plantas para facilitar la correcta emisión de nuevas raíces, proceso que suele comenzar aproximadamente a los diez días de la plantación, asegurando así un correcto enraizamiento y la supervivencia de la planta.

Así mismo, tras la plantación resulta conveniente la eliminación de los estolones o ramilletes que puedan aparecer –iniciados en vivero-, mucho más frecuentes en planta «frigo», con el fin de que la planta dedique toda su capacidad fotosintética a la producción de hojas, que obviamente incrementarán a su vez la capacidad fotosintética.

Como la plantación se realiza entre final de verano y final de octubre, la instalación de sistemas de protección climática como túneles bajos o grandes túneles suele posponerse unas semanas en el caso de túneles bajos, o hasta final del otoño en el caso de protecciones mayores para evitar el estrés térmico.

Figura 5. Sistemas de protección climática en fresas: túneles bajos en primer plano y grandes túneles



Los sistemas de protección climática varían entre túneles bajos de semi-forzado, grandes túneles e invernaderos, dependiendo del grado de protección requerido según la precocidad buscada y/o las condiciones ambientales del lugar de cultivo, tanto de temperatura como de frecuencia e intensidad de lluvias, ya que las plantas de fresón pueden verse muy afectadas por pudriciones ocasionadas principalmente por *Botrytis*.

Comúnmente se utilizan láminas de polietileno térmico de 75-100 micras en túneles bajos y láminas de 150-200 micras en grandes túneles, normalmente de polietileno térmico.

La tendencia actual es a la utilización de grandes túneles. En las zonas más cálidas, en Huelva en concreto, se utilizan arcos grandes unidos entre sí a una altura de aproximadamente 1 m a través de soportes en Y, clavados convenientemente en el suelo. Ello permite una muy buena y uniforme aireación así como un adecuado movimiento de los insectos polinizadores. Estas estructuras resultan menos adecuadas en climatologías más frescas, donde interesa una mayor protección climática y ganar en integral térmica.

En los días más cortos y fríos, y antes de la reanudación intensa de la actividad de la planta al alargar el fotoperiodo e incrementarse la temperatura, puede resultar conveniente la intervención en las plantas para realizar una limpieza de hojas viejas, facilitando así una mayor aireación, evitar una mayor cantidad de sustrato para el desarrollo de *Botrytis*, disminuyendo también de esa forma la población de formas invernantes de plagas o enfermedades presentes en esas hojas, y reducir así su incidencia durante el período de recolección. Incluso es práctica frecuente la realización de algún tratamiento fitosanitario en ese momento para reforzar esa finalidad.

Durante un largo período, en el cultivo coinciden la fase vegetativa y la reproductiva (flores y frutos).

En la primera fase del período productivo resulta conveniente la colocación de abejorros (*Bombus*) para asegurar una correcta polinización y evitar así las deformaciones de frutos. Dependiendo de las características morfológicas de la de la planta –longitud de los ramilletes o exposición de flores– y sobre todo de la carga de fruta que tenga en ese momento hay que colocar más o menos colmenas por hectárea. Resulta necesaria su reposición para cubrir todo el período de recolección. Evidentemente hay que respetar los protocolos aconsejados para el uso de estos insectos en el caso de tener que realizar algún tratamiento químico, así como asegurarse que estos realizan el trabajo adecuado, observando el nivel de cuajado en los frutos incipientes.

4.4. Fertirrigación

Como en todos los cultivos, para la práctica de la fertirrigación debe realizarse una adecuada programación de la misma, teniendo en cuenta la extracción de nutrientes por el cultivo; los niveles de nutrientes en el suelo, principalmente P y K; los aportes de iones a través del agua y de la materia orgánica del suelo; la pauta de acumulación de cada ion a lo largo del cultivo; la pauta del riego a lo largo del ciclo del cultivo, dependiendo de la climatología de la zona, del estado fenológico del cultivo y del tipo de suelo (o sustrato); de la CE del agua de riego, para elegir adecuadamente las sales a utilizar, muy importante en el fresón; pérdidas estimadas por lixiviación, lavado, uniformidad de la instalación de riego, etc. Posteriormente deben comprobarse los niveles de agua en el suelo a diferentes profundidades y el de la CE, así como los niveles de los distintos iones en las hojas.

Las referencias existentes en cuanto a la extracción de nutrientes por las plantas de fresón son muy variadas, tanto en cantidades como en el equilibrio entre los distintos iones. Ello obedece tanto a las características de la variedad como al rendimiento obtenido en cada caso. Las extracciones en un cultivo de fresón de alto rendimiento (50-60 t/ha) se evalúan en promedio en 150-350 kg/ha de N, 50-200 kg/ha de P_2O_5 y 200-400 kg/ha de K_2O aproximadamente, de los cuales el 50 % suele corresponder a los frutos (Domínguez y Muñoz, 2011; Maroto, 2002). Lieten (1993), para una producción de primavera con rendimiento de 497 g/planta y 60 t/ha, midió las siguientes extracciones (Tabla 1).

Tabla 1. Extracciones para una producción de primavera

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	B	Mn	Zn
Frutos	62,3	7,7	110,9	3,8	3,5	0,40	0,01	0,07	0,19	0,04
Resto planta	63,2	10,0	47,9	52,3	10,3	4,66	0,05	0,26	1,25	0,11
Total	125,5	17,7	158,8	56,1	13,8	5,06	0,06	0,33	1,44	0,15

Fuente: Lieten (1993).

En general, se realiza una aportación de fondo de N-P-K-Mg, que cubra un 20-25 % de las necesidades totales calculadas con los criterios comentados anteriormente, con algún recubrimiento para la liberación lenta del nitróge-

no. No obstante, durante los primeros meses después del trasplante las necesidades son bajas. Incluso, en algunas circunstancias la liberación de este N aplicado de fondo termina antes de la época de mayor demanda, por lo que resulta ineficaz.

Por ello, en cultivos sin protecciones climáticas, más expuestos a las lluvias otoñales, y en suelos muy arenosos, estas aportaciones de fondo suelen minorarse para evitar lixiviaciones.

El resto, junto con los microelementos, se aplica en fertirrigación. En la Tabla 2 se muestra un ejemplo de fraccionamiento para las condiciones de cultivo de Huelva, expresado en UF (kg/ha) de N, P₂O₅, K₂O.

Tabla 2. Fraccionamiento para las condiciones de cultivo de fresa Huelva. En kg/ha

Fase fenológica	Período	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Establecimiento y desarrollo vegetativo	mediados de octubre - mediados de diciembre	50	30	60
Desarrollo vegetativo inicio de fructificación	mediados de diciembre - finales de febrero	75	45	90
Plena fructificación	marzo - abril - mayo	125	75	150
Total		250	150	300

Fuente: extraído de Domínguez *et al.* (2011).

En cualquier caso, y como se ha indicado, la variabilidad en cuanto a exigencias nutricionales ocasionadas por la climatología de la zona, diferencias de suelo, cultivar, forma de cultivo, variaciones estacionales, etc., obligan a monitorizar periódicamente el estado nutricional del cultivo para asegurar una fertilización óptima. De hecho, en ocasiones se ha observado que en los suelos con niveles de P (Olsen) de 50-60 ppm y niveles de K (acetato amónico) de 150-200 ppm no se registran variaciones en los niveles foliares de P o de K con las aportaciones de nutrientes al suelo.

Existen diversas recomendaciones de niveles óptimos de nutrientes en hojas que, al igual que ocurre con las extracciones, varían mucho dependiendo de en qué variedades y condiciones se hayan realizado los estudios. Los valores medios (%) recomendados por distintos autores se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Recomendación de nutrientes en hojas

N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
2,5-3,5	0,5-1,0	1,5-2,5	1,0-2,0	0,4-0,6	200-300	150-250	30-60	40-80

Unos niveles muy altos de nitrógeno pueden provocar una reducción de la firmeza del fruto, un retraso en la maduración del mismo y una mayor incidencia de oídio o de araña roja. Unos niveles de Ca óptimos resultan de particular importancia para asegurar una adecuada firmeza –aunque lo determinante es el cultivar–, y una reducción de la incidencia de *tip burn* de las hojas o el desecado de los sépalos. Un adecuado nivel de B es determinante en la adecuada producción de polen viable y en la germinación del mismo.

4.5. Fisiopatías, plagas y enfermedades

La deformación de frutos, ya comentada anteriormente, el planchado de los frutos –ocasionado por la elevada radiación infrarroja y las altas temperaturas–, la salinidad, a la cual el fresón es muy sensible, fundamentalmente y el *tip burn* son las fisiopatías más importantes.

Con respecto a esta última, hay que señalar que la afección a las hojas comienza cuando estas comienzan a emerger de la corona, por lo que cuando los síntomas son claramente visibles la casusa de la afección puede haber pasado. Como causantes de esta fisiopatía están los problemas de asfixia radical, baja humedad ambiental, sobre todo de noche, o las carencias en calcio, que ocasionan invariablemente bajos niveles en Ca en las hojas emergentes. A no ser que la incidencia perdure en el tiempo o sea muy severa, este *tip burn* foliar no afecta a los rendimientos. No obstante, en algunos estudios hemos constatado que estos factores pueden ser la causa de una afección de sépalos, que obviamente sí que puede afectar a la calidad comercial –visual– de los frutos.

Los pulgones –diversas especies– y la araña roja, *trips*, pulgones y orugas son las principales plagas. La araña roja está causada principalmente por *Tetranychus* sp. y resulta mucho más frecuente con niveles elevados de N en hojas y con elevadas temperaturas, lo que provoca mayor incidencia en pleno período productivo. El *trips* de California (*Frankiniella occidentalis*) ocasiona daños directos en los receptáculos florales provocando deformaciones en frutos en caso de ataques fuertes, reduce la disponibilidad de polen, y también deprecia comercialmente los frutos atacados por la multitud de picaduras rea-

lizadas en la sensible epidermis del fruto maduro. Los pulgones, *Aphis gossipii* en la primera parte de la campaña, y *Macrosiphum euphorbiae*, en el período más caluroso, causan también daños, sobre todo indirectos por la cantidad de melaza producida. En los últimos años, ha aparecido en la zona de Huelva *Drosophila suzukii*. De momento afecta más a otras frutas, como frambuesas, arándanos, etc., que pueden encontrarse en las zonas de producción de fresón, pero aunque sea en menor cuantía también afecta a este cultivo. Aunque potencialmente la incidencia pueda ser mayor, de momento esta aún es baja. Provoca pudriciones blandas que deprecian comercialmente y de forma completa los frutos maduros. El control se hace complicado por tener muchos ciclos de reproducción, y cortos, con temperaturas suaves.

Figura 6. Tip burn del fresón: necrosamiento de las hojas emergentes de la corona



Los nematodos *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. pueden ocasionar también importante daños, que suelen ser recurrentes debido a la repetición del cultivo en muchas parcelas y a los suelos arenosos.

En cuanto a enfermedades que afectan a la raíz y rizoma, hay que hacer constar su dificultad de control como consecuencia de la multiplicación clonal de esta especie, la repetición del cultivo en viveros y en parcelas producti-

vas, la cada vez menor disponibilidad de biocidas autorizados y la variabilidad en la eficacia de los medios para su control.

Las enfermedades más comunes del suelo son *Phytophthora cactorum* y *Ph. fragariae*; *Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae*; y la afección más o menos conjunta de algunos hongos sub-letales, como *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, que se conoce como podredumbre negra de las raíces (BBR, *black root rot*). La desinfección del suelo, comentada con anterioridad, tanto en los viveros como en las parcelas de cultivo, resulta necesaria, así como el uso de material de propagación con garantías sanitarias. Como también se ha comentado, el uso de plantas con cepellón puede ser también un medio de propagación más seguro desde el punto de vista de la sanidad en este sentido.

Figura 7. Plantas de fresón afectadas de *Verticillium* ssp.



Las enfermedades que afectan al sistema foliar y a los frutos son sobre todo la viruela, el oídio, la antracnosis y la podredumbre gris. La viruela (*Mycosphaerella fragariae*) es un hongo muy llamativo que afecta a las hojas, pero que no tiene excesiva repercusión económica. El oídio, causado por *Sphaeroteca macularis* y *S. humilis*, afecta tanto a las hojas, abarquillándolas hacia el haz, como a los ramilletes florales y frutos, en los que forma el típico micelio y polvo blanco –en las hojas en el envés–. Cuando afecta a los frutos verdes, estos tienen dificultad en entrar en color, y cuando lo adquieren suele

ser de tonos marrones y apariencia seca, a veces con grietas en la epidermis del fruto. En el caso de *Botrytis cinerea*, la incidencia se produce sobre todo en los períodos de elevada humedad ambiental. Los frutos podridos deberían ser retirados para evitar la dispersión de la enfermedad, lo que puede ocasionar a su vez un coste de mantenimiento del cultivo elevado.

Estas son las enfermedades más temidas en este cultivo por su frecuencia de aparición, y por su coincidencia durante gran parte del período de recolección. Además, por la dificultad de control de estas enfermedades debida a la cada vez más reducida disponibilidad de materias activas y la lógica sensibilización del consumidor y las exigencias de los mercados en este sentido. Tanto para oídio como para *Botrytis* existen cultivares menos sensibles, siendo esta vía uno de los objetivos principales de la selección genética en esta especie.

4.6. Tecnologías especiales

El cultivo sin suelo se utiliza también cada vez más con el fin de soslayar la necesidad de desinfección, controlar mejor el pH y la conductividad eléctrica en la rizosfera, mejorar la limpieza y sanidad del cultivo, mejorar la eficiencia en la recolección al situarse las plantas en altura, etc. Se calcula que aproximadamente el 1 % del fresón cultivado en Huelva se realiza con este sistema.

Figura 8. Cultivo sin suelo de fresón en Huelva sobre estructuras ligeras y fibra de coco



Como sustrato, lo más habitual es la utilización de sacos de fibra de coco sobre estructuras ligeras en altura. Hay sistemas abiertos y cerrados. El sistema NGS es también utilizado, pero en menor proporción, ya que se necesita mayor inversión y cualificación técnica en la explotación. No obstante los rendimientos obtenidos son también mayores, entre otras razones por la mayor densidad de plantación. En estos sistemas las densidades de plantación se incrementan mucho, pudiendo llegar a las 12.0000 plantas/ha.

Las concentraciones iónicas de la solución nutritiva, recomendadas por diversos autores, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Concentraciones iónicas recomendadas para la solución nutritiva

	CE (dS · m ⁻¹)	Macronutrientes (mmol · L ⁻¹)						Micronutrientes (μmol · L ⁻¹)				
		NO ³⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Mn	B	Zn	Cu
A*	1,7	11,5	1,0	1,5	5,5	3,3	1,3	20	10	7	25	0,8
B*	0,8	12,0	1,2	1,0	5,0	4,0	1,1	15	30	30	4	0,5

A*: Sonnelveld y Straver (1992).

B*: Lieten y Misotten (1993).

4.7. Recolección y poscosecha

La recolección debe hacerse de forma manual por ser una fruta más o menos blanda, que se daña con mucha facilidad, y por tanto se deprecia comercialmente. Se requiere gran cantidad de mano de obra para la recolección, que debe asegurarse durante todo el período productivo debido al carácter extremadamente perecedero de la fruta. Además, los costes de recolección suponen un porcentaje elevado (40-50 %) del capital circulante en el cultivo. De ahí que el tamaño del fruto sea uno de los factores clave a la hora de la elección del cultivar, tal y como se ha comentado.

La fruta se recoge y se selecciona en el mismo momento, colocándola en el formato de bandeja o caja con el que se vaya a comercializar, de manera que cada fruta solo se toca una vez para evitar daños superficiales que disminuirían la vida comercial. Los formatos más utilizados son las cestas de plástico de 250, 500 y 1.000 g, o las cajas de madera de 2 kg.

Los rendimientos medios de fruta comercial que pueden obtenerse con los cultivares más modernos y con un buen manejo del cultivo oscilan entre 50 y 70 t/ha, y los rendimientos horarios de la mano de obra pueden oscilar entre 15 y 25 kg/h dependiendo de la carga de la planta y del calibre medio del fruto en cada momento del período productivo.

Resulta imprescindible evitar que los frutos recolectados se expongan al sol o a temperaturas elevadas, y para ello se recolecta temprano, las cajas recolectadas se colocan a la sombra mientras son cargadas en el transporte a la central o lugar de empaquetado, o mejor, se cargan directamente en el camión frigorífico.

En la central hortofrutícola debe pre-enfriarse rápidamente a 5-6 °C y, posteriormente al manejo, ser almacenadas a 2-3 °C, siendo importante mantener la cadena de frío en todo momento. El manejo en la central consiste en el ajuste del peso de las cestas, bandejas o cajas, el recubrimiento con una lámina plástica de protección, el etiquetado y el paletizado de las cajas.

En la cola del período productivo, durante el mes de junio en las zonas del sur, las temperaturas son altas en la mayor parte del día y por tanto los frutos maduran muy rápidamente y pierden pronto su firmeza. Como además, los precios suelen ser muy bajos, la producción en ese momento suele destinarse a la industria. En este caso la recolección se hace a granel, con cáliz, y en la central los frutos se congelan rápidamente y posteriormente se cargan en camiones-cuba refrigerados para su transporte a las industrias alimentarias, para su uso en mermeladas, yogures, helados, o demás preparados. Existen empresas de producción-comercialización de fruta que disponen de instalaciones propias de congelado; empresas específicas para realizar esta operación de congelado de la fruta que reciben de productores pequeños; e instalaciones de congelado creadas por agrupaciones de productores.

Figura 9. Fresones en un mercado de California



Figura 10. Fresas y fresones en un mercado de Estocolmo



Figura 11. La recolección del fresón requiere gran cantidad de mano de obra



5. Composición nutricional y propiedades nutraceuticas

Son frutas con bajo contenido calórico (40 cal/100g). Los hidratos de carbono están mayoritariamente compuestos por fructosa, glucosa y también xilitol.

Entre las vitaminas es particularmente alto el contenido en vitamina C, que puede contribuir a satisfacer las necesidades diarias de esta con una ración de 150 g, por lo que tienen un gran poder antioxidante y ayudan a la fijación del hierro junto al ácido fólico, del que también contienen cantidades cercanas al 10 % de la CDR, además de poseer vitamina E y β -carotenos.

Entre los minerales es particularmente notable su contenido en potasio y su bajo contenido en sodio, por lo que ayudan al balance de electrolitos y se aconsejan para reducir la tensión arterial y los ictus. Sin embargo, pueden ser poco aconsejables en personas con insuficiencia renal o cálculos renales de oxalato, puesto que entre los ácidos orgánicos, contiene oxálico además de salicílico.

Las fresas son ricas en fibra y por tanto ayudan al tránsito intestinal. Además, también son ricas en fitonutrientes: compuestos fenólicos, tales como flavonoides, elagitaninos y ácido elálgico, que tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y antimutagénicas. Los flavonoides,

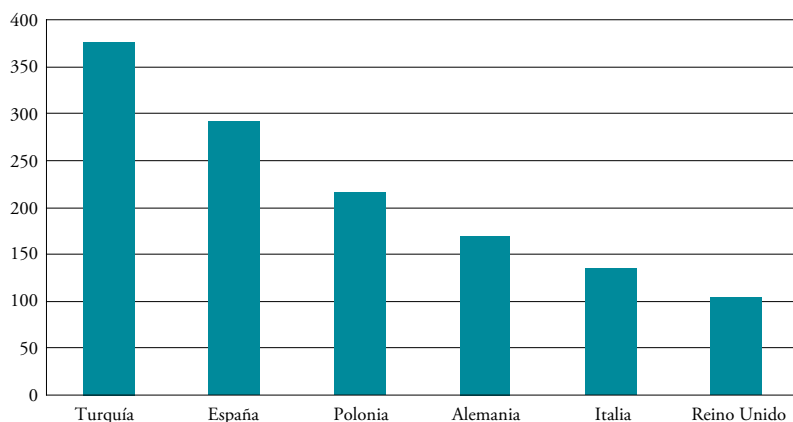
además de la vitamina C, actúan como antioxidantes, protegiendo los tejidos contra los efectos nocivos de los radicales libres.

En los últimos años se ha visto también que el consumo de fresas podría prevenir la reducción de las funciones cognitivas propias de la edad.

6. Economía del cultivo

En el mundo, los principales países productores son China y EEUU. España era en 2013 el quinto país productor de fresas, con 312.500 t, pero en los últimos años Turquía la ha superado, ya que en España la producción se ha mantenido estable en los últimos años. El resto de países europeos con una producción notable de fresas son Polonia, Alemania, Italia y Reino Unido. Polonia destina la mayor parte de su producción a la industria.

Gráfico 2. Producción mundial de fresa (2014). En miles de toneladas



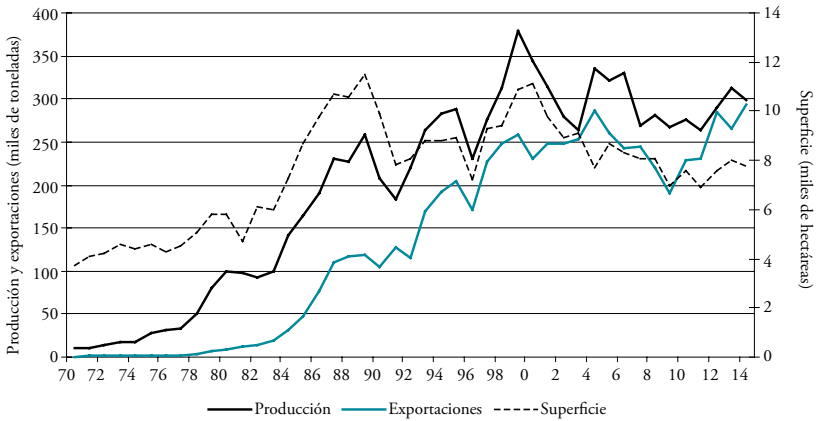
Fuente: Eurostat.

Si bien la producción española se mantiene en los últimos años en volúmenes estables, alrededor de las 300.000 t anuales, en estos años se ha reducido la superficie de cultivo y, por tanto, los rendimientos medios han crecido, seguramente debido tanto al uso de cultivares más productivos como a una mejora en el manejo global del cultivo.

Las exportaciones son un porcentaje elevado de la producción. El valor de las mismas se cifra en aproximadamente 400 millones de euros anualmente,

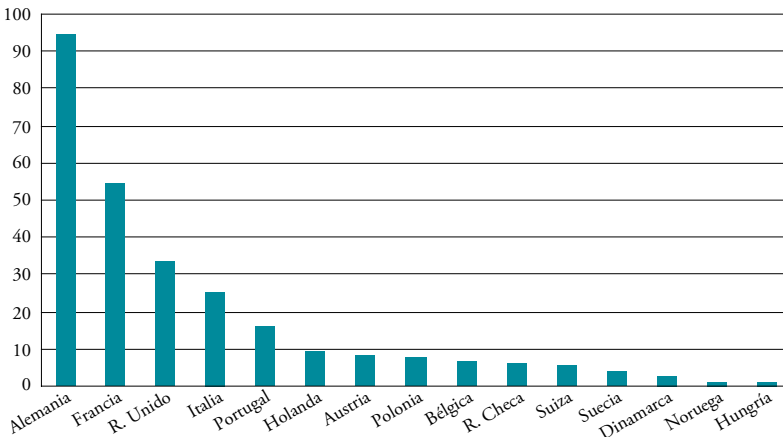
según datos del ICEX. Después de una disminución importante en la segunda mitad de la pasada década, ha vuelto a crecer de manera notable. Las exportaciones van destinadas principalmente a Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y Portugal.

Gráfico 3. Importancia económica del fresón en España



Fuente: Eurostat; Comtrade.

Gráfico 4. Exportaciones españolas de fresón (2013). En miles de toneladas

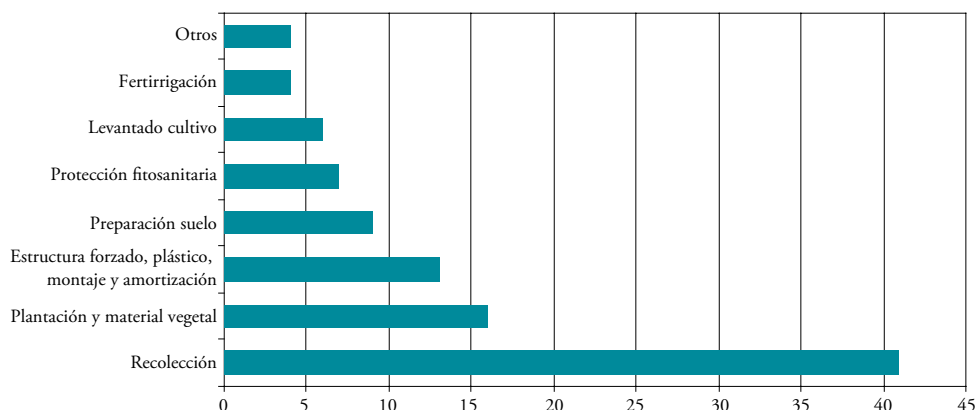


Fuente: Comtrade.

6.1. Costes de producción

En el Gráfico 5 se desglosan las principales partidas de gasto de forma agrupada, con los porcentajes que suponen respecto al total. Como puede verse, la recolección, como ya ha sido comentado en apartados anteriores, supone la partida más elevada del coste de producción, que en ocasiones puede llegar hasta el 50 %. En la actualidad, los costes de producción pueden oscilar en general y en promedio, alrededor de los 40.000 y 50.000 euros/ha, que para las producciones medias obtenidas supone un coste aproximado medio de entre 0,85 y 1,05 euros/kg, aunque estas cifras, obtenidas de comunicaciones personales de productores, pueden ser muy variables.

Gráfico 5. Partidas de gasto. En porcentaje



Fuente: Miranda *et al.* (2013).

7. Retos y perspectivas

En cuanto a retos, el nivel tecnológico en el cultivo de fresón en España es muy alto. Es necesario, sin embargo, seguir apostando por la mejora genética de las variedades, combinando la mejora clásica con las herramientas genómicas que hay disponibles, con el fin de conseguir, como se comentó en el apartado correspondiente, cultivares que puedan reunir la resistencia o tolerancia a determinadas plagas y/o enfermedades, junto con las características productivas y de calidad, tanto comercial como organoléptica, de forma que contribuyan a una mejor aceptación en los mercados y a generar un mayor valor en toda la cadena de producción-comercialización.

El desarrollo de las plantas con cepellón, tanto en el formato habitual como en otros formatos de plantas, en interacción con los diferentes cultivares, junto con el incremento de los cultivos sin suelo, principalmente en sustrato, serán dos tecnologías que probablemente se desarrollarán en el probable escenario de mayores restricciones en el uso de desinfectantes del suelo.

Es probable también que, en el futuro, exista un mayor interés por las producciones de proximidad y de cadena corta, como está ocurriendo en otros países, en aras a un desarrollo más sostenible ligado a la lucha frente al calentamiento global y las consecuencias del cambio climático, así como un mayor interés por parte de los consumidores en productos de cercanía, de temporada, etc. Por ello, junto a las fortalezas y oportunidades de este sector en cuanto a la exportación, existirá en este caso un interés por parte del sector productor por responder a estas demandas. Y ello, con bastante probabilidad, no restando cuota de mercado al sector exportador, puesto que seguramente se incremente el consumo de esta fruta, debido al creciente interés del consumidor por sus cualidades nutritivas, principalmente por su bajo contenido calórico, así como por sus propiedades nutracéuticas.

Referencias bibliográficas

- BOTTOMS, T. G.; BOLDA, M. P.; GASKELL, M. L. y HARTZ, T. K. (2013): «Determination of Strawberry Nutrient Optimum Ranges through Diagnosis and Recommendation Integrated System Analysis»; *HortTechnology* 23(3); pp. 312-318.
- BOTTOMS, T. G.; HARTZ, T. K.; CAHN, M. D. y FARRARA, B. F. (2013): «Crop and soil nitrogen dynamics in annual strawberry production in California»; *HortScience* (48); pp. 1034-1039.
- CHAUX C. y FOURY C. (1994): «Fraise»; *Productions Légumières* (tomo 3). Ed. Lavoisier.
- DOMÍNGUEZ, A.; MARTÍNEZ, E.; TRIGO, A.; ALONSO, D.; GARCÍA, R.; SÁNCHEZ, R. y TOMÁS, J. (2009): «Seasonal changes in leaf mineral content may affect foliar diagnostic in strawberry»; *Acta Horticulturae* (842); pp. 147-150.
- DOMÍNGUEZ, A. y MUÑOZ, M. J. (2011): «Optimización de la fertirrigación en el cultivo de fresa en invernadero»; *Vida Rural*.
- HANCOCK, J. F. (1999): *Strawberries*. Ed. CABI Publishing.

- HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A. y SONSTEBY, A. (2013): «Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries-a review»; *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 88(1); pp. 1-18.
- HEALTH AND NUTRITION (WEB): disponible en http://www.californiastrawberries.com/health_and_nutrition.
- CDFA y FREP (WEB): disponible en <https://apps1.cdfa.ca.gov/FertilizerResearch/docs/Strawberry.html> (abril, 2016).
- MAROTO, J. V. (2002): *Horticultura Herbácea Especial*. Madrid, Mundi-Prensa. 5.ª edición.
- LIETEN, F. y MISOTTEN, C. (1993): «Nutrient uptake of strawberry plants (cv. Elsanta) grown on substrate»; *Acta horticultrae* (348); pp. 299-306.
- MIRANDA, L.; LÓPEZ-ARANDA, J. M.; SORIA, C.; DOMÍNGUEZ, P. y MEDINA-MÍNGUEZ, J. J. (2013): «Cultivo del fresón en Huelva»; *VIII Seminario Técnico Agronómico. Cultivo del fresón en Invernadero*. Estación Experimental 'Las Palmerillas', Cajamar Caja Rural.
- ROUDEILLAC, P. y VESCHAMBRE, D. (1987): *La Fraise: Techniques de production*. Paris, Centre Technique Interprofessionel des Fruits et Légumes.
- SONNEVELD, C. y STRAVER, N. (1992): «Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or sustrates»; *Voedingsoplossingen glastuinbouw* (8).