

SERVICIO DE EXTENSIÓN DE OREGON STATE UNIVERSITY

# Guía de manejo de nutrientes para el cultivo de fresa en Oregon y Washington

E. Dixon, B. Strik, J. Fernandez-Salvador, and L.W. DeVetter



# Guía de manejo de nutrientes para el cultivo de fresas en Oregon y Washington

## Introducción

Los productores de fresas en Oregon y Washington cultivan fruta tanto para el mercado fresco como el procesado y utilizan sistemas convencionales u orgánicos certificados. Esta guía explica el manejo de nutrientes para cultivares de junio y de día neutro - los dos tipos de fresas típicamente cultivadas en el noroeste del Pacífico.

Tradicionalmente los agricultores utilizan cultivares de junio (de día corto) principalmente para el mercado de procesamiento. La fruta de este tipo de fresa se cosecha durante una temporada de tres a cuatro semanas, generalmente desde mediados o finales de mayo hasta junio. En esta publicación, nos referiremos a este tipo de fresas como “Cultivares de junio”.

Los agricultores de Oregon y Washington tienen un interés creciente en la producción de fresas de día neutro. Los cultivares de día neutro florecen y fructifican a lo largo de la temporada de crecimiento, proporcionando un suministro relativamente constante de bayas, lo que las hace ideales para el productor del mercado de productos frescos. En Oregon y Washington, los cultivares de día neutro generalmente se cultivan como semiperennes (dos o tres temporadas de crecimiento), a diferencia de los agricultores de California, Florida y Carolina del Norte, que los cultivan como plantas anuales.

Esto significa que las consideraciones previas a la plantación son tan importantes para las fresas de día neutro como lo son para los cultivares de junio. Algunos productores orgánicos pueden optar por cultivar las plantas durante una sola temporada. Esto reduce la acumulación de enfermedades y plagas, y al incorporarlas en sus rotaciones anuales con métodos de extensión de temporada se puede aumentar la rentabilidad.

Las recomendaciones de manejo de esta guía, tanto para la producción convencional u orgánica en los campos de fresas al oeste de la región de Cascades, asumen los siguientes atributos:

- El uso de cultivares bien adaptados (variedades comerciales) y plantas libres de enfermedades
- Selección de suelos adecuados
- Control de plagas diversas
- Irrigación apropiada

El manejo óptimo de nutrientes no sustituirá otras prácticas de manejo deficientes, ni solucionará problemas que no estén relacionados con la fertilidad. El objetivo de cualquier programa de manejo de nutrientes es asegurar que los nutrientes adecuados estén disponibles en cantidades suficientes cuando las plantas los necesiten. En Oregon y Washington, los cultivares de junio (Figuras 1 y 2) generalmente se cultivan como perennes, en un sistema de hileras dobles (también conocidas como hileras con todos los estolones) con aspersores aéreos y fertilizantes granulares, mientras que los cultivares de día neutro (Figura 3) generalmente se cultivan como sistemas perennes, con plasticultura, en camas de siembra elevadas y con riego por goteo y fertirrigación (aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego). Dado que esta publicación se enfoca en la producción al oeste de Cascades, cualquier recomendación para el manejo de la fertilidad en la región este se basa en investigaciones realizadas en otros lugares con temporadas de crecimiento cortas.

## Contents

Introducción	2
Consideraciones previas a la plantación	4
Preparación del suelo	4
Pruebas de suelo	5
Estado nutricional del suelo:	6
pH del suelo:	6
Modificaciones orgánicas	7
Salud del suelo	9
Prueba de tejido foliar	9
Fuentes de nutrientes	13
Métodos de aplicación	15
Recomendaciones de nutrientes específicos	18
Nitrógeno	18
Fósforo	21
Potasio	22
Azufre	22
Calcio	23
Magnesio	24
Hierro	24
Manganeso	24
Zinc	25
Cobre	25
Fertilidad de plántulas para trasplante	25
Recursos	26
Otras publicaciones de Extensión	26
Información Adicional	26

**Portada: Dulce Amanecer, fresas de junio en Oregon. Foto de Bernadine Strik, © Oregon State University.**  
*Photo by Bernadine Strik, © Oregon State University*

Emily Dixon, Instructora de Cultivos, Departamento de Horticultura, Oregon State University  
Bernadine Strik, especialista en cultivos de bayas y profesora de horticultura, Oregon State University  
Javier Fernandez-Salvador, Profesor Asistente de Práctica, Departamento de Cultivos y Ciencias del Suelo, Oregon State University  
Lisa Wasko DeVetter, Catedrática Asistente en Horticultura, Universidad Estatal de Washington  
Traducido por Cristina Ocaña Gallegos



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 1.** Campo de hileras dobles de fresas de junio (de día corto) cultivadas en terreno llano en Oregon



Foto: Lisa DeVetter, © Oregon State University

**Figura 2.** Campo de hileras dobles de fresas de junio (de día corto) cultivadas en lechos elevados en Washington.

Hay cuatro preguntas claves que deben responderse con respecto a cualquier programa de manejo de nutrientes:

- ¿Cuánto nutriente se debe aplicar?
- ¿Cuándo se debe aplicar?
- ¿Qué fuente o material es mejor aplicar?
- ¿Qué método de aplicación se requiere?

Esta publicación explica como los productores pueden preparar su suelo y asegurarse de que haya suficientes nutrientes disponibles para un manejo óptimo de su plantación de fresas. La segunda parte se enfoca en identificar qué cantidad de cada nutriente se debe aplicar basado en pruebas de suelo y tejido vegetal. La última sección analiza cada nutriente en detalle para los cultivares de junio y de día neutro. El agente del Servicio de Extensión de Oregon State University o el educador de Extensión de la Universidad Estatal de Washington en su condado pueden ayudarle con cualquier otra pregunta, incluidos recursos adicionales.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 3.** Campo de fresas de día neutro cultivadas en lechos elevados con plástico y riego por goteo en Oregón.

## Consideraciones previas a la plantación

Para asegurar el crecimiento y absorción de nutrientes en sus plantas de fresas, los agricultores deben preparar el suelo antes de plantar para aumentar el nivel de materia orgánica y corregir el pH del suelo si es necesario, así como para evaluar posibles problemas de plagas. Aplicar fertilizante no corregirá otros problemas del sitio o de la producción asociados al drenaje deficiente, enfermedades transmitidas por el suelo, nematodos o plagas de insectos ni competencia de las malezas. Esta guía le proporcionará orientación, pero no pretende ser una guía completa para el manejo de su cultivo de fresa. Consulte publicaciones o recursos locales para obtener más información sobre la producción de fresas.

### Preparación del suelo

Las fresas necesitan un suelo bien drenado y, a menudo, se cultivan en camas de siembra elevadas para mejorar el drenaje. La evaluación cuidadosa del suelo, incluida la excavación de pozos, ayudará a identificar problemas de compactación o endurecimiento del suelo y permitirá evaluar su calidad y posibles necesidades de drenaje. La preparación del suelo incluye deshacer cualquier capa dura al rasgar o subsolar de 12 a 24 pulgadas de profundidad, según el tipo de suelo, seguido de labranza superficial y estructuración adecuada del surco (Figura 2, 4). La preparación eficaz del suelo mejora el drenaje, el crecimiento óptimo de las raíces y la absorción de nutrientes a lo largo de toda su vida. Las pruebas de suelo previas a la plantación indican el estado de los nutrientes y el pH del suelo (consulte “Pruebas de suelo” a continuación), y que deben corregirse antes de formar el surco y plantar. Aplicar los nutrientes requeridos antes de plantar permitirá un mejor establecimiento de su cultivo. Consulte los resultados de su análisis de suelo (ver más abajo) para conocer si requiere añadir otros nutrientes antes de plantar.

## Sistemas típicos de plantación en Oregon y Washington

### Cultivares de día neutro

**Siembra de verano:** Riegue por encima para ablandar el suelo, enmiende, de forma a las camas de siembra, coloque las cintas de goteo y el plástico, y luego plante. Se puede cosechar algo de fruta ese mismo año, pero al año siguiente se puede esperar una mejor cosecha.

**Otoño:** espere las primeras lluvias en septiembre u octubre, luego siga los mismos pasos que la siembra de verano. **Siembra de invierno/principios de primavera:**

- En la producción a campo abierto, los pasos son los mismos que para la siembra de otoño, excepto que las plantas con raíces desnudas se siembran más tarde en el invierno o principios de la primavera. Esto lo hacen los productores que cultivan múltiples cultivos y para quienes la siembra de invierno o primavera se adapta mejor a sus otros cultivos. La preparación de las hileras aún se realiza durante el otoño antes de que se humedezca demasiado para trabajar la tierra.
- En los túneles, puede preparar su suelo en cualquier momento con un poco de riego por aspersión. La siembra a fines del invierno o principios de la primavera permite una cosecha de primavera, verano y otoño (más similar a la temporada de producción de California). Los productores orgánicos hacen esto para llegar más temprano al mercado.

### Cultivares de junio

**Siembra de primavera:** tan pronto como pueda trabajar la tierra en la primavera, enmiende el suelo, forme los surcos y plante. Se producirá muy poca fruta en el año de siembra, que en general no abastecerá para la venta comercial.

### Sistemas de producción orgánicos vs. convencionales

Para los fines de esta publicación, la producción orgánica se refiere a los sistemas que siguen los estándares del NOP (Programa Nacional Orgánico) del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y que utilizan productos no sintéticos aprobados para el manejo de nutrientes por el OMRI (Instituto de Revisión de Materiales Orgánicos) u otro programa de material orgánico reconocido.

La producción convencional se refiere a los sistemas que utilizan productos fertilizantes sintéticos, combinados o no con otros productos orgánicos.

## Pruebas de suelo

Muestrear el suelo y ajustar el estado de los nutrientes antes de la siembra es un aspecto crítico del manejo de nutrientes en las plantaciones de fresas convencionales y orgánicas. Las pruebas de suelo pueden ayudarle a ajustar las deficiencias de nutrientes del suelo, lo que ayudará a que su plantación tenga un buen comienzo. Los nutrientes como el fósforo (P) o el potasio (K) son inmóviles en el suelo y no están disponibles para las plantas si se aplican superficialmente. En consecuencia, estos deben incorporarse antes de la plantación según sea necesario en función de los resultados de las pruebas de suelo. En las fresas de junio, es posible que no necesite aplicar ningún nutriente, además de nitrógeno (N), después de la siembra. El manejo de nutrientes de las fresas de día neutro cultivadas en plástico y con sistemas de fertirrigación se puede ajustar para monitorear las aplicaciones.

Recolecte muestras de suelo de lugares representativos alrededor del campo o bloque. Es importante recolectar muestras al menos de 6–12 meses antes de la siembra para permitir suficiente tiempo para la modificación del suelo. Consulte *Una guía para recolectar muestras de suelo para granjas y jardines* (EC628) para obtener información detallada sobre los patrones de muestreo y las pruebas de suelo. Tome muestras de suelo de las 6 a 12 pulgadas superiores del suelo, ya que aquí crecerán las raíces de las fresas. También puede dividir sus muestras de suelo por profundidad (ej., 0 a 6 pulgadas y 6 a 12 pulgadas de profundidad) para ver si los nutrientes se distribuyen uniformemente en todo el perfil del suelo o si hay una estratificación del pH y los nutrientes del suelo. El suelo de profundidades más bajas tiende a tener un pH y una concentración de P y K más bajos. Revolver las capas inferiores del suelo mediante subsolado, arado y disco puede traer suelo con niveles más bajos de P, K y de pH a la superficie donde crecerán las raíces de las plantas de fresa. Esto es particularmente importante a tener en cuenta para los cultivares de día neutro que se cultivan en camas de siembra elevadas. Estas generalmente se forman utilizando las 6 a 8 pulgadas superiores del suelo. Las camas de siembra elevadas en Oregon y Washington tienen una altura relativamente baja (generalmente de 4 a 10 pulgadas) en comparación con las de California (de 10 a 16 pulgadas). La altura de las camas de siembra se determinan por el tipo de suelo, clima, precipitación, disponibilidad de equipos y sistema de producción.



Foto: Javier Fernandez-Salvador, © Oregon State University

**Figura 4.** Lechos elevados cubiertos con plástico y riego por goteo en preparación para plantar fresas de día neutro.

Las muestras deben tomarse del suelo en el que se cultivarán las plantas. Tenga en cuenta este principio de estratificación de nutrientes cuando interprete los resultados del análisis del suelo y planifique su programa de manejo de nutrientes. Si está cultivando de manera convencional y conoce la historia de su sitio, es posible que no necesite volver a tomar muestras del suelo. Las pruebas de suelo se vuelven más importantes en sistemas rotativos, orgánicos y diversos, donde las fresas se cultivan en un ciclo anual o bianual bajo túneles o en un campo abierto donde la fertilidad se ajusta dependiendo de la rotación de otros cultivos.

Después de plantar, por lo general no es necesario tomar muestras anuales del suelo, a menos que sospeche que existe un problema o en otras situaciones particulares, como cuando la fresa se usa en una rotación de cultivos, en la producción anual, en sistemas orgánicos o con fertirrigación. Es importante recolectar muestras en la misma época del año, así como utilizar el mismo laboratorio, para que sus resultados sean comparables y consistentes. Recoja muestras de suelo de la hilera de plantas donde se aplica el fertilizante después de plantar. Si su campo tiene riego por goteo o fertirriego, tome muestras a una distancia similar de un emisor y de una planta en cada ubicación de submuestra. Tenga en cuenta que la fertilización, el ángulo donde riega, la fertirrigación y la aplicación de fertilizantes en banda afectan los resultados de las muestras de suelo. No tome muestras de suelo inmediatamente después de la fertilización, especialmente de fertilizantes orgánicos aplicados previo a la siembra, ya que tardan más en descomponerse en el suelo y mineralizarse. Recolecte solo tierra en su muestra, eliminando el mantillo superficial o las hojas. Si se aplicaron enmiendas orgánicas sólidas o fertilizantes en la superficie, retire una capa de 1 pulgada de su muestra para obtener resultados más precisos.

## Estado nutricional del suelo:

Los niveles de nutrientes recomendados para el suelo se presentan en la Tabla 1. Las incorporaciones de nutrientes antes de plantar deben basarse en estas recomendaciones. No se recomienda predecir las tasas de aplicación de N en base a los análisis de suelo. El N disponible para las plantas es muy móvil en el suelo, por lo que grandes fluctuaciones son normales.

**Tabla 1. Niveles críticos sugeridos para determinar el estado de nutrientes del suelo**

Nutriente	Deficiente a menos de (ppm):
Fósforo (P; Bray 1)	45
Fósforo (Olsen)	20
Potasio (K) <sup>z</sup>	75-175
Calcio (Ca)	1000
Magnesio (Mg)	120
Manganeso (Mn)	20
Boro (B)	0,3-1,0 <sup>y</sup>
Conductividad eléctrica (CE)*	No superior a 2 dS/m

<sup>z</sup> La enmienda de K necesaria depende de si la muestra cae en el rango de deficiencia superior o inferior; el tipo de suelo afecta la disponibilidad de K

<sup>y</sup> Rango inferior para cultivares de día neutro, y superior para los que producen en junio.

Adaptado de la Guía de fertilizantes para fresas en Oregon - oeste de Cascades (FG 14).

\*Tenga en cuenta que 1 dS /m = 1 mmho /cm = 1 mS/cm; comprobado en pasta saturada

## pH del suelo:

Aunque las fresas toleran la acidez del suelo, puede ser necesario aplicar cal para elevar el pH del suelo. El pH ideal del suelo para las fresas está entre 5.4 y 6.5.

Existen varias opciones de cal para uso agrícola: cal en polvo o agrícola, cal peletizada o granulada y cal fluida o “líquida”; Por lo general, no se recomienda utilizar cal que sea un “subproducto”. Se le debe dar tiempo a la cal peletizada para que se disuelva y se incorpore en el suelo; esto ocurre a través de humedad/sequía y de congelación/descongelación.

La principal diferencia entre estos productos es el método de aplicación, la velocidad de acción y el precio. Hay una segunda prueba de suelo llamada prueba de requerimiento de cal (también conocida como SMP buffer) que se puede usar para estimar cuánta cal se necesita para elevar el pH de su suelo. Consulte la Tabla 2 para interpretar los resultados de la prueba SMP. Para obtener una explicación detallada sobre los tipos de cal y la prueba SMP buffer, consulte la publicación en inglés *Applying Lime to Raise Soil pH for Crop Production* (Western Oregon) (EM9057). Use la prueba de suelo SMP (Tabla 2) para ajustar las tasas de aplicación de cal. Por ejemplo, según el valor de SMP, se pueden requerir de 1 a 1,5 toneladas/acre de cal si el pH del suelo es inferior a 5,4. Considere aplicaciones de cal o yeso si también se requiere calcio (Ca) o magnesio (Mg) en el suelo y así lo indica la prueba de suelo. Los cambios de pH del suelo ocurren lentamente, así que aplique e incorpore cal al menos 3 meses (y hasta 12 meses) antes de plantar. Tenga en cuenta que las altas tasas de aplicación de los cationes Ca o Mg pueden disminuir la disponibilidad de K, lo que requiere una fertilización adicional con K. Despeje sus dudas con los agentes de Extensión Universitaria o asesores de fertilizantes. Los productores de fresas orgánicas deben obtener la aprobación de su certificador para el tipo de cal que pretenden usar antes de la aplicación, ya que algunos agentes aglutinantes, supresores de polvo y procesos de fabricación no están permitidos y pueden poner en riesgo su estado de certificación.

**Tabla 2. Recomendaciones de cal antes de plantar (toneladas/acre de cal de 100 puntos necesarias para elevar el pH de las 6 pulgadas superficiales del suelo. Se necesita la tasa de cal más alta para el valor más bajo de SMP del suelo)**

Si el SMP es:	Aplicar esta cantidad de cal (ton/acre)
<5.2	5
5.2-5.6	4-3
5.7-5.9	3-2
6.0-6.2	2-1

Es especialmente importante mantener el pH del suelo en el rango ideal para la producción de fresas. El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes del suelo. Los nutrientes pueden volverse deficientes o tóxicos a niveles de pH fuera del rango recomendado no porque estén ausentes o sean más abundantes, sino porque están más o menos disponibles para las plantas de fresa. En este caso, corregir el pH, en lugar del nutriente, solucionaría el problema. Además, la nitrificación, la velocidad a la que el amonio (NH<sub>4</sub>) se convierte a nitrato (NO<sub>3</sub>), ocurre de forma más lenta a un pH bajo. Las fresas absorben principalmente el N en forma de nitrato, por lo que la nitrificación rápida a pH 6.0 permite el uso de fertilizantes inorgánicos a base de amonio (menos costosos) y fuentes orgánicas de nitrógeno.

## Modificaciones orgánicas

Niveles adecuados de materia orgánica en el suelo ayudan a retener la humedad, la capacidad de nutrientes y la estructura del suelo. Una prueba de suelo indicará el nivel de materia orgánica presente en el suelo, que puede necesitar la adición de enmiendas para llevarlo a un nivel adecuado. Recomendamos que el 3% del suelo sea materia orgánica. Para los productores orgánicos, las enmiendas orgánicas también pueden satisfacer una parte importante de las necesidades de nutrientes del cultivo. Las enmiendas orgánicas deben probarse por un laboratorio acreditado antes de la aplicación para determinar el pH, las concentraciones de nutrientes y la concentración de sal (la conductividad eléctrica o CE debe ser inferior a 1 dS /m). El exceso de sales puede ser perjudicial para las fresas, particularmente en sistemas de plasticultura de día neutro, donde las camas de siembra están protegidas de la lluvia y el riego por goteo concentra las sales.

## Conductividad eléctrica del suelo

La conductividad eléctrica (CE) es una medida de la concentración total de iones disueltos en la solución del suelo (también llamadas sales solubles). Las fresas son sensibles a las sales en la zona de las raíces, por lo que la CE del suelo por encima de 2 dS /m puede provocar daños a la planta de fresa, incluido el retraso en el crecimiento y la reducción del rendimiento. Un valor de CE del suelo cercano a 1 dS /m se considera mejor para el crecimiento de las plantas. Muchos fertilizantes convencionales tienen un alto índice de sal y pueden aumentar la CE del suelo; las compostas y otras enmiendas orgánicas también pueden tener un alto contenido de sales. El exceso de sales puede ser eliminado del suelo con agua de lluvia o de riego. Debido a esto, los sistemas de plasticultura donde el suelo está protegido de la lluvia son particularmente susceptibles al daño por sal.

## Estiércol:

El estiércol que se aplica antes de la siembra aumenta la materia orgánica del suelo, mejora su estructura y provee una mejor capacidad de retención de agua y nutrientes. Esto sirve como una fuente de nutrientes suplementaria para las plantas. La incorporación de estiércol antes de la siembra proporciona una liberación lenta de N y otros nutrientes para las plantaciones orgánicas. Esto puede reducir los costos de fertilizantes sintéticos para los productores convencionales. El estiércol fresco o sin compostar contiene urea, que se volatilizará y se perderá rápidamente en el aire, a menos que el estiércol esté bien incorporado al suelo. La concentración de N en el estiércol es baja. Requeriría tasas de aplicación muy altas para satisfacer las demandas de N de los cultivos, pero el estiércol puede usarse como una fuente de nutrientes suplementaria antes de la siembra. Consulte Estimación del N disponible para plantas a partir de aplicaciones de estiércol (EM8954) para obtener más información sobre el porcentaje de nutrientes disponibles en el estiércol de origen lácteo. Si aplica estiércol en el otoño antes de plantar, extiéndalo sobre un cultivo de cobertura para capturar el N que, de lo contrario, podría filtrarse durante la temporada de lluvias, o incorpórelo al suelo antes de sembrar el cultivo de cobertura.

No recomendamos el uso de estiércol como fuente de nutrientes después de plantar fresas. Las bayas en contacto con estiércol fresco o crudo pueden contaminarse y representar un grave riesgo para la salud. El uso de estiércol crudo está regulado tanto por la Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria como por las Normas Orgánicas Nacionales. Consulte *Fertilización con estiércol y otras enmiendas orgánicas* (PNW533) para obtener más información sobre el uso de estiércol y el riesgo de patógenos.

## Compost:

El compost es un material de origen vegetal o animal que se ha descompuesto con el tiempo, lo que da como resultado una forma más estable de materia orgánica. Al igual que el estiércol fresco, el compost aumenta la salud del suelo y la capacidad de retención de agua y nutrientes. Algunas compostas tienen una alta actividad microbiológica, lo que puede contribuir a la salud del suelo y a la supresión de enfermedades en las fresas. Algunos composts pueden introducir semillas de malezas en la plantación de fresas. Los productores orgánicos deben cumplir requisitos específicos de materia prima, C:N (proporción de carbono a nitrógeno), temperatura y proceso de fabricación para que su compost se considere compatible y se permita su uso. Consulte los estándares del Programa Nacional Orgánico del USDA para obtener más detalles.

El estiércol compostado y otros tipos de compost contienen mucho menos N inorgánico que el estiércol fresco. En cambio, el N es parte de los compuestos orgánicos que se descomponen en N accesible para las plantas durante un largo período de tiempo. Las aplicaciones de fertilizante de N aún pueden ser necesarias durante la temporada para mantener el crecimiento de las plantas, ya que el uso de compost como la única fuente de N para las fresas puede conducir a una aplicación excesiva de otros nutrientes. Sin embargo, el compost es una buena fuente de P y K cuando se añade antes de plantar en sistemas de producción orgánica. El compost utilizado como fuente suplementaria de nutrientes debe aplicarse antes de que estos sean necesarios para el cultivo y así dar tiempo suficiente a que estén disponibles en el suelo. Para las fresas que producen en junio, se debe aplicar compost a mediados del verano para que haya N disponible cuando la demanda sea alta durante el desarrollo de los botones florales a fines del verano-otoño. Para las fresas de día neutro, el compost debe aplicarse e incorporarse solo antes de la siembra, ya que no se puede aplicar una vez que las camas están cubiertas con plástico. Consulte las publicaciones en inglés *Fertilizing with Manure and Other Organic Amendments* (PNW533) e *Interpreting Compost Analyses* (EM 9217) para obtener más información.

## Cultivos de cobertura:

Los cultivos de cobertura pueden ser beneficiosos por varias razones. Un cultivo de cobertura que se cultiva para ser incorporado al suelo se denomina cultivo de abono verde. El abono verde mantiene la porosidad y estructura, aumenta la infiltración de agua, brinda estabilidad a los agregados del suelo, agrega materia orgánica al suelo y es una fuente de nutrientes para las plantas de fresa. Si se plantan cultivos de cobertura después del estiércol, o si hay otras fuentes de N en el suelo, estos pueden capturar los nutrientes y retenerlos hasta que se incorpore el cultivo de fresas. Cultivos de cobertura con altas concentraciones de N, como las leguminosas, se descomponen y liberan N al suelo rápidamente. Otros, como los cultivos de cereales, se descompondrán lentamente y retendrán N durante un período de tiempo más largo. Inicialmente, la descomposición microbiana de los cultivos de cobertura reducirá el N disponible para las plantas. Debe transcurrir un tiempo antes de que este N se libere nuevamente en el suelo y esté disponible para la absorción de las plantas. Por lo tanto, las fresas no deben plantarse inmediatamente después de la incorporación del cultivo de cobertura. Los cultivos de cobertura deben descomponerse durante un mínimo de un mes en primavera o verano antes de plantar las fresas. Hay algunos recursos disponibles para estimar la liberación de N de los cultivos de cobertura, incluida la calculadora de cultivos de cobertura y fertilizantes orgánicos y la publicación *Estimating Plant Available Nitrogen Release from Cover Crops* (PNW 636). Consulte la sección “Recursos” en la página 27.

Los cultivos de cobertura aportan otros beneficios, como la supresión de malezas y plagas y el control de la erosión del suelo previo a la plantación de fresas.

## Salud del suelo

La fresa es susceptible a varias enfermedades transmitidas por el suelo (ej., *Fusarium oxysporum* F. sp. *fragariae*, *Phytophthora cactorum*, *Rhizoctonia* spp., *Macrofomina phaseolina* y *Colletotrichum* spp., *Verticillium*), nematodos y plagas de insectos, muchos de los cuales pueden controlarse mediante buenas prácticas mediante las actividades de preparación del suelo y manejo de nutrientes antes de la siembra. Las malezas deben controlarse tanto como sea posible antes de plantar para minimizar la presencia de sus semillas en el suelo. Las plantas jóvenes de fresa en particular no compiten bien con las malezas por luz, agua y nutrientes.

Conocer el historial del campo y las rotaciones anteriores le ayudará mucho a informarle sobre qué plagas pueden estar ya presentes o pueden traer problemas para la producción de fresas. Consulte el manual *PNW Insect Management* del Servicio de Extensión para obtener más información. Consulte la sección “Recursos” en la página 27.

## Prueba de tejido foliar

Si bien las pruebas de suelo proveen una idea de si hay o no suficientes nutrientes disponibles para la planta, solo las pruebas de tejido revelarán el estado nutricional de la hoja de fresa. Los nutrientes pueden ser adecuados en el suelo, pero es posible que las plantas no puedan absorberlos, ya sea por problemas ambientales (ej., el pH del suelo es incorrecto, suelo seco o saturado de agua, o clima) o culturales (ej., producción excesiva en el mismo terreno o problemas con el riego).

La concentración de nutrientes de las hojas cambian a lo largo de la temporada, por lo tanto, es importante recolectar sus muestras de tejido foliar en el momento recomendado para asegurarse que podrá comparar con precisión sus resultados con los estándares de suficiencia publicados (Tabla 3). Por ejemplo, la concentración de N en las hojas siempre es más alta en primavera y más baja en otoño. Si el tiempo de muestreo recomendado para las fresas de junio es después de la renovación en el verano, pero recolecta muestras tan pronto como las plantas brotan en la primavera, estará comparando dos etapas estacionales muy diferentes y sus resultados parecerán altos en comparación con el estándar.

El tiempo de muestreo recomendado después de la renovación está relacionado con un período en el que se ha encontrado que las concentraciones de nutrientes en las hojas son relativamente estables. Las concentraciones de nutrientes en los tejidos también dependen de la edad de la hoja, por lo tanto, recolecte las hojas más recientes y completamente expandidas. Los análisis de tejidos y las observaciones del crecimiento de las plantas se utilizan mejor para ajustar los programas de manejo de nutrientes del año siguiente. Asegúrese de usar las concentraciones de N tisular junto con las tasas de aplicación de fertilizante recomendadas. Puede ajustar los programas con el tiempo, pero es mejor comenzar en un punto de referencia establecido. Numerosos estudios de investigación han encontrado que la respuesta del rendimiento de la fresa a la aplicación de N es variable, desde ninguna respuesta o incluso una respuesta negativa al N, hasta una respuesta positiva. Use el fertilizante sabiamente y observe la interacción planta-suelo para ajustar su plan de gestión de nutrientes.

El muestreo de tejido también se puede utilizar para diagnosticar problemas observados en el campo. En cualquier época del año, recolecte hojas de plantas afectadas y sanas o de apariencia normal. Los resultados del análisis se pueden comparar y pueden revelar la causa del problema. Los problemas de nutrientes de los tejidos en realidad pueden ser problemas del suelo. Por ejemplo, un alto contenido de manganeso (Mn) en los tejidos puede significar que el pH del suelo es demasiado bajo. Ya sea que esté realizando o no un muestreo de rutina o tratando de corregir un problema, es importante mantener registros completos sobre los cultivos y bloques muestreados, la fecha del muestreo, el rendimiento asociado o la información sobre la temporada de fructificación, y cualquier aplicación de fungicidas o nutrientes. Estos registros pueden ayudarlo a identificar tendencias a lo largo del tiempo o detectar problemas más rápidamente.

El tiempo de muestreo depende del tipo de fresa. Los cultivos de junio se deben muestrear después de la renovación y cuando ha habido suficiente tiempo para que vuelvan a crecer y tengan hojas recientes y completamente expandidas. Un buen momento para tomar muestras es a mediados o finales de agosto (figura 6). Las fresas de día neutro se deben muestrear durante la temporada principal de producción de frutas (desde junio hasta las heladas de octubre). Para las fresas de día neutro, el tiempo de siembra influye en la fecha de muestreo de las hojas, ya que las fresas producirán una cosecha en el año de siembra. Por ejemplo, si se planta a principios del invierno bajo un túnel, tome muestras una o dos veces durante la temporada, en mayo y de nuevo en julio o agosto. Si se planta más tarde en la temporada, por ejemplo, en mayo o junio, tome una muestra una vez en julio o agosto. Si se planta en el otoño para la cosecha del próximo año, tome una muestra al año siguiente durante la temporada de producción.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 5.** Campo de fresas de junio en Oregón siendo renovado (podado) un par de semanas después de la última cosecha de frutas.

La **renovación** es una práctica aplicada a los cultivos de junio donde se podan las plantas aproximadamente 2 semanas después de la última cosecha de frutos (Figura 5), se corta el follaje viejo en las hileras dobles, se quitan las malezas y se aplican fertilizantes y riego.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 6.** Fresas de junio tres semanas después de la renovación (siega) a principios de agosto.

Recoja las hojas más recientes y que estén completamente expandidas. No lave las hojas después del muestreo, ya que esto puede filtrar algunos nutrientes. Las aplicaciones de micronutrientes foliares, las aplicaciones de fungicidas, el polvo o la materia orgánica en las hojas también afectarán los resultados. Los cultivares deben muestrearse por separado. En algunas regiones, la savia del pecíolo se usa para evaluar los niveles de nitrato y fosfato en los tejidos durante la temporada para que las aplicaciones de fertilizantes se puedan ajustar en tiempo real. Investigadores en California encontraron que estas medidas son altamente variables y no se recomiendan como un estándar para el manejo de nutrientes. Trate de recolectar varias muestras del mismo cultivar en la misma época del año cada año, para que pueda comparar los resultados de las pruebas de tejido a lo largo del tiempo.

**Tabla 3. Niveles recomendados de suficiencia en tejidos de fresas en Oregon.**

Nutriente	Abreviatura	Unidad de medida	Rango de suficiencia por tipo de fresa	
			Productoras de junio	Cultivares de día neutro
Nitrógeno	N	%	2.5–3.0	2.4–3.0
Fósforo	P	%	0.15–0.3	0.3–0.4
Potasio	K	%	1.0–2.0	1.3–1.8
Calcio	Ca	%	1.0–2.0	1.0–2.2
Magnesio	Mg	%	0.2– 0.5	0.28–0.42
Azufre	S	%	0.11–0.4	0.15–0.21
Manganeso	Mn	ppm	50–650	65–320
Boro	B	ppm	25–45	40–70
Hierro	Fe	ppm	60–200	85–200
Zinc	Zn	ppm	20–50	11–20
Cobre	Cu	ppm	6–20	2.6–4.9

Los estándares aquí presentados corresponden a cultivares de día neutro en California ( Bolda , M., T. Bottoms y T. Hartz. 2012. Strawberry Plant Nutrient Sufficiency Levels Revised. University of California Cooperative Extension. Crop Notes March/Abril 2012:1–3). Los niveles de suficiencia proporcionados por la Universidad de Florida son relativamente similares a los proporcionados por California. Un porcentaje de N más bajo puede ser suficiente para fresas de día neutro, ya que no se usaron campos deficientes para desarrollar los niveles de suficiencia.

Puede ser útil comprender cómo se mueven los nutrientes dentro de las plantas para diagnosticar problemas y aplicar los nutrientes correctamente. Las plantas tienen dos “sistemas circulatorios”, el xilema y el floema. El xilema es tejido muerto y se utiliza para transferir agua y nutrientes. El líquido en el xilema se mueve desde las raíces hasta las hojas. Los nutrientes que se mueven en el líquido del xilema se consideran inmóviles dentro de la planta (es decir, no pueden moverse de las hojas a la fruta, de las hojas viejas a las hojas nuevas o de las hojas a la raíz o a los tejidos de la corona). Los nutrientes disueltos en el líquido del xilema seguirán el mismo patrón (es decir, desde las raíces hasta las hojas) e incluyen azufre (S), hierro (Fe), Mn, cobre (Cu), zinc (Zn), Ca y boro (B). El floema, en cambio, es tejido vivo y mueve los azúcares (el producto de la fotosíntesis) por toda la planta. Los nutrientes que se mueven en el floema se consideran móviles porque pueden redistribuirse de las hojas a los frutos o de las hojas a los tejidos de la raíz y la corona. Los nutrientes que son móviles en el fluido del floema incluyen N, P, K y Mg.

## Nutrientes y fertilidad

La eficiencia de absorción de fertilizantes en una planta se ve afectada por muchos factores. La edad de la planta, profundidad y ancho de la zona radicular, la presencia de mantillo superficial y cantidad de cobertura del área interna de la hilera (las plantas que llenan el espacio de la hilera tienen mayor eficiencia que las que no lo hacen), la aplicación (granular, líquido o foliar), la fuente de nutrientes y la cantidad y el momento en que se aplica el fertilizante afectan la eficiencia de absorción. “Si lo suficiente es bueno, más debe ser mejor” ¡Esta no es la mejor estrategia para la aplicación de fertilizantes! La aplicación excesiva de fertilizantes daña la productividad de la planta, la calidad de la fruta y el medio ambiente. Las pruebas de suelo, el análisis de tejidos y las observaciones visuales del vigor y la respuesta del cultivo deben usarse en combinación para evaluar el estado nutricional de las plantas y planificar el programa de manejo de nutrientes.

Las plantas de fresa necesitan N para la fructificación y el crecimiento vegetativo. Para un campo que produce de 5 a 10 toneladas de fruta por acre, se extraen aproximadamente 13 a 25 libras por acre de N en la fruta cosechada. También se necesita N adicional para el crecimiento de las plantas. El rendimiento en cultivares de día neutro puede ser el doble que el de los cultivares de junio, y este mayor rendimiento y crecimiento prolongado significa que los cultivares de día neutro tienen requisitos de N más altos que los de junio. Las dosis de fertilizante recomendadas tienen en cuenta estas diferencias y el hecho de que las plantas no pueden absorber todo el fertilizante que se aplica.

Los rendimientos, producción de frutas y el vigor difieren, por lo que la cantidad de nutrientes que se aplican a las plantas de fresa varía según la edad de la planta, el tipo y el cultivar. Es necesario sustituir los nutrientes extraídos del campo de fresas, especialmente en los frutos cosechados, y disponer de nutrientes adicionales para el crecimiento y la producción sostenibles de las plantas. Estas son consideraciones importantes cuando se planifican programas de manejo de nutrientes. Consulte la Tabla 4 para conocer los nutrientes extraídos en la fruta cosechada por las fresas ‘Hood’ y ‘Albion’ en Oregon.

**Tabla 4. Nutrientes extraídos en peso fresco por las frutas. Todos los valores están en libras, excepto el boro, que está en onzas.**

	Cultivares de junio			Cultivares de día neutro		
	Por tonelada	por 5 toneladas	por 10 toneladas	Por tonelada	por 5 toneladas	por 10 toneladas
Nitrógeno	1.93	9.65	19.3	2.51	12.6	25.1
Fósforo	0.45	2.25	4.5	0.39	1.97	3.9
Potasio	2.98	14.9	29.8	3.19	16.0	31.9
Calcio	0.21	1.05	2.1	0.37	1.86	3.7
Boro	0.04 onzas	0.2 onzas	0.4 onzas	0.04 onzas	0.21 onzas	0.4 onzas
Todos los demás nutrientes	<0.25	<1.25	<2.5	<0.25	<1.25	<2.5

Datos no publicados de Bernadine Strik, en Oregon. Datos de las productoras de junio son de 'Hood' y datos del cultivar de día neutro corresponden a 'Albion'.

## Fuentes de nutrientes

La Tabla 5 muestra fuentes comunes de fertilizantes convencionales y orgánicos. Los fertilizantes orgánicos liberan los nutrientes más lentamente y tienen una concentración de nutrientes más baja que los fertilizantes convencionales. Los fertilizantes sintéticos convencionales tienden a tener un alto índice de sal, que puede quemar las plantas si se aplica incorrectamente. Algunos fertilizantes convencionales pueden filtrarse fácilmente fuera de la zona de raíces, mientras que los nutrientes de los fertilizantes orgánicos forman complejos con la materia orgánica y, por lo tanto, son más estables y están disponibles para las plantas durante un período más largo.

**Tabla 5. Porcentaje de concentración de nitrógeno, fosfato y potasio típico de los abonos y fertilizantes orgánicos e inorgánicos de uso común.**

Material fertilizante	Porcentaje			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Agua
<b>Estiércol<sup>a</sup></b>				
Lácteos	0.5	0.16	0.44	87
Carne de res	0.65	0.43	0.53	82
Aves de corral	2.5–2.8	2.0	1.5–1.7	73
Cerdo	0.45	0.27	0.4	84
Oveja	1	0.36	1	73
Caballo	0.7	0.25	0.6	60
<b>Fertilizantes orgánicos</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Azufre</b>
<b>Fuentes de nitrógeno</b>				
Harina de alfalfa	2	0.5	2	
Guano de murciélago	10	3	1	
Harina de plumas <sup>b</sup>	12–13	0	0	
Harina de sangre <sup>b</sup>	12–15	1	1	
Semilla de algodón	6–7	2	1	
Emulsión de pescado <sup>b,e</sup>	3–5	1	1	
Harina de pescado <sup>b</sup>	10	6	2	
Harina de soja	6	2	1	
<b>Fuentes de fosfato</b>				
Harina de huesos	1–4	12–24	0	
Fosfato de roca <sup>c</sup>	0	25–30	0	
Compostaje <sup>d</sup>	1–2	0.3–0.9	0.5–1.5	

**Tabla 5. (Continuación)**

<b>Fuentes de potasio</b>				
Arena verde	0	0	3-7	
Harina de algas marinas	1	0.1	2-5	
Sul-Po-Mag (langbeinita)	0	0	22	22
Sulfato de potasio	0	0	50	17
Compostaje <sup>d</sup>	1-2	0.3-0.9	0.5-1.5	
<b>Fertilizantes inorgánicos</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Azufre</b>
<b>Fuentes de nitrógeno</b>				
Sulfato de amonio	21	0	0	
Solución de sulfato de amonio <sup>e</sup>	8	0	0	9
Tiosulfato de amonio <sup>e</sup>	12	0	0	26
Fosfato de amonio	11	5	20	
Polifosfato de amonio <sup>e</sup>	10 or 11	34 or 37	0	
Fosfato de amonio-sulfato	16	20	0	15
Solución de nitrato de amonio <sup>e</sup>	20	0	0	
Nitrato amónico cálcico <sup>e</sup>	27	0	0	
Nitrato de calcio	15.5	0	0	
Urea	46	0	0	
Solución de urea <sup>e</sup>	20 or 23	0	0	
Urea-sul	37-46	0	0	4-8
Solución de nitrato amónico de urea <sup>e</sup>	28-32	0	0	
<b>Fuentes de fosfato</b>				
Superfosfato triple	0	45	0	
Compostaje <sup>d</sup>	1-2	0.3-0.9	0.5-1.5	
<b>Fuentes de potasio</b>				
Sulfato de potasa-magnesia	0	0	21	11
Cloruro de potasio	0	0	60	
Sulfato de potasio y magnesio	0	0	22	22
Nitrato de potasio	14	0	45	
Sulfato de potasio	0	0	52	18
Compostaje <sup>d</sup>	1-2	0.3-0.9	0.5-1.5	

*a Realice análisis de nutrientes (y pH y EC) en un laboratorio antes de considerar su uso. Consulte las publicaciones Fertilizing with Manure and Other Organic Amendments (PNW 533) e Interpreting Compost Analyses (EM 9217) para obtener más información. Usar solo antes de plantar. Alrededor del 25% del N estará disponible en el primer año.*

*b Estos materiales contienen una cantidad sustancial de nutrientes rápidamente disponibles que las plantas pueden utilizar al principio de la temporada.*

*c Muy baja disponibilidad (solo 2-3% del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total). Útil solo en suelos ácidos (pH 6.0 o inferior). El producto tiene grandes efectos sobre la concentración: Fosforita (generalmente 2-4%); fosfato de roca blanda (16-20%); fosfato de roca (25-33%).*

*d Realice análisis (y pH y EC) en un laboratorio antes de considerar su uso. Consulte la publicación Interpreting Compost Analyses (EM 9217) para obtener más información.*

*e Apto para fertirrigación*

*Adaptado de Growing Berries on the Oregon Coast: An Overview (EM9177), Caneberry Nutrient Management Guide (EM 8918), Soil Fertility in Organic Systems: A Guide for Gardeners and Small Acreage Farmers (PNW 646), y "Manejo de nutrientes para arándanos: evaluación de las necesidades de nutrientes de las plantas y diseño de programas de fertilización" presentación de Bernadine Strik y David Bryla, Oregon State University Blueberry School, 2015.*

Las plantas de fresa utilizan principalmente N en forma de nitrato. El N proveniente del amonio (NH<sub>4</sub>) es transformado en nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) por bacterias en el suelo durante un proceso llamado nitrificación, por lo que está bien aplicar fertilizantes de amonio. Sin embargo, no estarán inmediatamente disponibles para las plantas y las condiciones del suelo, como el pH y la temperatura, tienen un efecto sobre la velocidad del proceso de nitrificación. El N proveniente del amonio se convierte rápidamente en nitrato en suelos cálidos y húmedos con un pH superior a 6,0. Además, el amonio acidificará el suelo más rápidamente con el tiempo que el nitrato. Por estas razones, es una buena idea enmendar el suelo de forma que tenga un pH adecuado (6.0 - 6.5) para la fresa antes de plantar. El N proveniente del nitrato es muy móvil en el suelo y se filtra con facilidad, por lo que la aplicación de fertilizantes de nitrato durante una época en la que las plantas no necesitan fertilizante de N o antes de fuertes lluvias (ej., a fines del otoño o invierno) resultará en un uso ineficiente de fertilizantes y lixiviación de nitratos al suelo. Cuando las plantas necesitan el fertilizante, es posible que no haya suficiente disponible dentro de la zona de raíces. En los campos fertirrigados, la aplicación de nutrientes durante la temporada es ajustable; los productores deben tratar de aplicar la cantidad anual necesaria según el plan de enmiendas para la fertilidad del suelo durante toda la temporada de producción y en tantas aplicaciones como sea posible. Por ejemplo, un productor con una temporada de producción de 6 meses debe dividir las aplicaciones de N total en 24-48 partes pequeñas durante el año para evitar la pérdida de N y la lixiviación, así como para mantener un crecimiento adecuado.

## Métodos de aplicación En polvo, granular o peletizado:

Distribuir fertilizante por todo el campo dará como resultado que se aplique menos fertilizante a las plantas, ya que las recomendaciones son para aplicaciones en hileras. En este caso, calcule la cantidad de fertilizante que está aplicando a las áreas entre hileras y aumente la tasa que está aplicando por acre en consecuencia. Aplicar la cantidad recomendada en una banda al voleo o donde se formarán las camas de siembra elevadas es un método de aplicación alternativo y resultará en menos lixiviación de fertilizante a las aguas subterráneas (Figura 7). Consulte la sección “Recomendaciones de nutrientes específicos para las fresas de junio y de día neutro” a continuación para recomendaciones específicas de nutrientes con productos granulares.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 7.** Fertilizante granular aplicado en la hilera de fresas de junio durante el año de siembra

## Ejemplo de cálculo de fertilizantes

La cantidad de fertilizante a aplicar por acre es igual a las libras de fertilizante recomendadas por acre divididas por el porcentaje de nutrientes en el producto.

Digamos que nuestra tasa de N objetivo es de 80 lbs por hectárea y estamos aplicando un producto fertilizante con valores de 16N-20P-0K. Este producto contiene 16% N.

Por lo tanto, el cálculo sería la cantidad de N recomendada dividida por el porcentaje de N en el producto fertilizante multiplicado por 100:

$$(80 \text{ lbs. N/acre} \div 16) \times 100 = 500 \text{ lbs de producto}$$

En este caso, también está aplicando una cantidad sustancial de fosfato. Multiplique la cantidad total de producto aplicado por el porcentaje de P en el fertilizante y divida por 100:

$$(500 \text{ libras de producto} \times 20) \div 100 = 100 \text{ lbs de P por acre}$$

Entonces, para aplicar 80 lbs de N por acre, necesitará aplicar 500 lbs por acre de su producto fertilizante y también estará aplicando 100 lbs de P por acre.

Deberá considerar especialmente la aplicación de nutrientes adicionales cuando esté trabajando con productos orgánicos, como la harina de plumas, ya que estará aplicando macro y micronutrientes además de N.

## Fertirrigación:

La fertirrigación es la práctica de inyectar nutrientes líquidos o solubles en agua a través de la línea de riego por goteo usando un inyector de fertilizante (Figura 8). En plantaciones más pequeñas, se puede usar una bomba y un tanque accionados por toma de fuerza para aplicar fertilizantes orgánicos a través del sistema de goteo (Figura 9). La fertirrigación suele ser más común para las fresas de día neutro cultivadas con mantillo plástico. Para la producción de fresas de día neutro en el noroeste del Pacífico, se instala una sola línea de tubería de goteo debajo del mantillo plástico (con emisores espaciados cada 6 a 8 pulgadas) para regar dos hileras de plantas separadas entre 10 y 12 pulgadas. Otros espaciamientos entre emisores y plantas dependen de las dimensiones de la cama de siembra elevada y varían según la densidad de plantación deseada y el equipo disponible. Algunos productores utilizan sistemas de plantación que se asemejan más a las plantaciones más anchas de tres o cuatro hileras con dos o tres líneas de goteo por hilera, como en California (Figura 10).

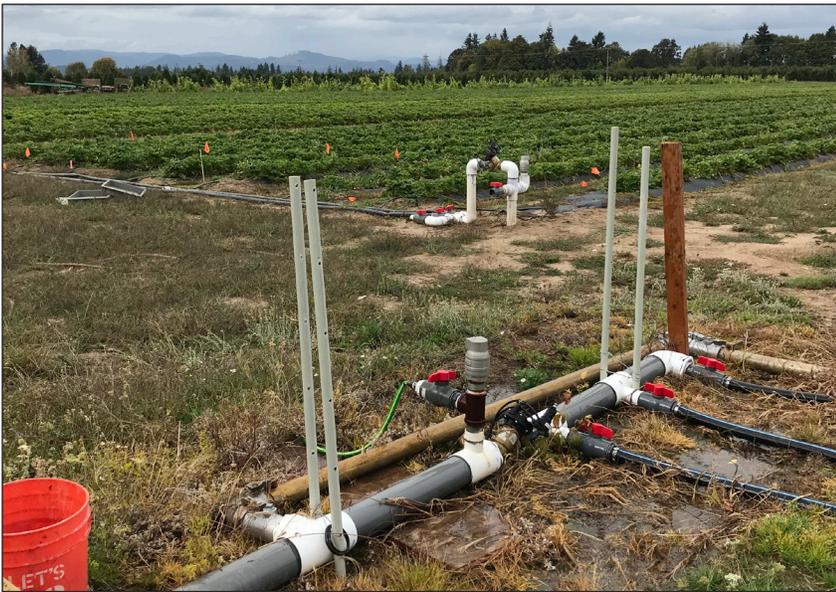


Foto: Javier Fernandez-Salvador, © Oregon State University

**Figura 8.** Sistema de fertirrigación (aplicación de fertilizante líquido a través del sistema de riego por goteo, en fresas de día neutro).



Foto: Javier Fernandez-Salvador, © Oregon State University

**Figura 9.** Fertirrigación de fresas orgánicas certificadas (de día neutral) utilizando una bomba y un tanque accionados por toma de fuerza.

## Ejemplo de cálculo de fertirrigación:

Al calcular las dosis a aplicar, considere que los nutrientes se entregan directamente a las hileras, por lo que se pueden utilizar los mismos cálculos que con las aplicaciones granulares en bandas. No olvide que deberá dividir la cantidad de producto a aplicar por la densidad (peso por volumen) del fertilizante líquido para obtener la cantidad de galones necesarios.

Para aplicar 80 lbs de N/acre de solución de urea 23N-0P-0K, el cálculo sería: la cantidad de N recomendada, dividida por el porcentaje de N en el producto fertilizante multiplicado por 100:

$$(80 \text{ lbs. N/acre} \div 23) \times 100 = 348 \text{ lbs. de solución de urea}$$

Para calcular cuántos galones de urea aplicar, divida el peso de la solución de urea necesario por la densidad, o el peso por galón, de la solución como se indica en la etiqueta (en este caso, 9,52 libras/galón):

$$348 \text{ libras producto} \div 9.52 \text{ lbs/galón} = 36 \text{ galones de solución de urea por acre por temporada}$$

Si está mezclando su propia solución con un fertilizante granular soluble, como sulfato de amonio (21N-0P-0K), que se disuelve en agua a una solubilidad máxima de 6.3 lb/galón a 70 °F, su cálculo para aplicar 80 lb de N/acre se vería así:

$$(80 \text{ lbs. N/acre} \div 21) \times 100 = 381 \text{ lbs de sulfato de amonio}$$

Para usar suficiente agua y asegurar que todo el fertilizante se disuelva antes de inyectar, divida la cantidad de producto aplicado por la solubilidad máxima del fertilizante (según la etiqueta):

$$381 \text{ libras sulfato de amonio} \div 6.3 \text{ lbs./galón de agua} = \text{al menos } 61 \text{ galones de agua}$$



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 10.** Campo de fresas en California

Muchos productos, especialmente orgánicos, pueden obstruir los emisores, por lo que es importante usar un filtro con su sistema de riego por goteo, hacer funcionar el sistema de riego después de fertirrigar, limpiar las conexiones con una descarga de agua, y limpiar regularmente el sistema con productos aprobados (ej., productos a base de ácido cítrico o peróxido aprobados por OMRI, en caso de producción orgánica). Incluso con fertilizantes convencionales, la obstrucción puede ocurrir por la presencia de bacterias oxidadoras de hierro, o algas en el sistema. Si esto ocurre o persiste, instale un sistema de cloración para tratar el agua de riego. La fertirrigación suele ser más costosa que las aplicaciones granulares, pero puede conducir a un mayor rendimiento a través de una absorción de fertilizantes más eficiente. Consulte la sección “Recomendaciones de nutrientes específicos para fresas de junio y de día neutro” a continuación para obtener recomendaciones de nutrientes con fertirrigación y la Tabla 5 para productos adecuados para fertirrigación.

### **Aplicación foliar:**

Las aplicaciones foliares de macronutrientes no se recomiendan como una forma efectiva de proveer estos nutrientes a la planta.

Las aplicaciones foliares de Ca a menudo se recomiendan como una forma de aumentar la firmeza y duración de la fruta; sin embargo, pruebas de campo han demostrado que este no es el caso. Las aplicaciones foliares de Ca (productos convencionales u orgánicos) a las dosis recomendadas en la etiqueta del producto no aumentan la firmeza ni la calidad de la fruta. Las aplicaciones foliares a dosis más altas han resultado en fitotoxicidad (daño a las hojas o frutos).

Sin embargo, las aplicaciones foliares de micronutrientes, como Zn o B, pueden ser efectivas. Algunos nutrientes pueden ser tóxicos y quemar las hojas en altas concentraciones, por lo que cualquier nutriente debe aplicarse con precaución y en la menor concentración posible. Algunos productos foliares de micronutrientes también contienen N. Estos productos deben evitarse, ya que el N puede quemar la planta y la aplicación foliar no es un método eficiente de suministro de N.

## Recomendaciones de nutrientes específicos

Las recomendaciones en esta sección se dividen en tipos de junio y días neutros, según corresponda. *La Guía de interpretación de pruebas de suelo* (publicación original en inglés: *Soil Test Interpretation Guide*, EC 1478) puede ser un recurso adicional útil, aunque los valores de las pruebas de suelo no se desarrollaron específicamente para la fresa.

**Las recomendaciones para los cultivares de junio** asumen que la producción es con riego por aspersión y aplicación granular de fertilizante. Si está usando riego por goteo, consulte la sección de días neutros, pero aplique los nutrientes en los tiempos y proporciones sugeridos para las fresas de junio.

**Las recomendaciones para los cultivares de días neutros** se basan en plantas cultivadas en camas de siembra elevadas con polietileno o mantillos de plástico biodegradable y riego por goteo debajo del plástico. Consulte la publicación *Biodegradable Plastic Mulch and Suitability for Sustainable and Organic Agriculture* (FS103E) para obtener más información sobre mantillos de plástico biodegradable. En este caso, los nutrientes se deben aplicar a través de las líneas de goteo porque el mantillo plástico evita la filtración si se aplica desde arriba. Dado que las fresas de día neutro tienen una larga temporada de fructificación, requieren un suministro constante de nutrientes durante la temporada de crecimiento, particularmente de N. Es importante tener en cuenta que los mantillos biodegradables actualmente disponibles no se pueden arar en el suelo al final de la temporada si se practica agricultura orgánica bajo los estándares NOP; de hecho, deben eliminarse como cualquier otro mantillo plástico.

## Nitrógeno

La materia orgánica en el suelo puede liberar cantidades significativas de N, especialmente si el contenido de materia orgánica del suelo se ha acumulado durante varios años. Independientemente del fertilizante suplementario, los suelos con alto contenido de materia orgánica (más del 6 %) aumentan el crecimiento de las plantas en comparación con los suelos con bajo contenido de materia orgánica (menos del 2 %). Sin embargo, los productores aún deben complementar con fertilizante de N durante los períodos críticos de crecimiento, porque el N se libera lentamente de la materia orgánica y es posible que no pueda satisfacer la demanda de la planta durante el crecimiento máximo o mientras la temperatura del suelo aún es baja. En los sistemas orgánicos en los que se ha incorporado un cultivo de cobertura en la rotación (antes de la siembra), consulte la calculadora de fertilizantes y cultivos de cobertura orgánicos de OSU para conocer la contribución de nutrientes del cultivo de cobertura (ver recursos). Utilice las dosis recomendadas de N como base, pero ajuste las necesidades de plantación según sea necesario, y de acuerdo a la evaluación del crecimiento de la planta y el análisis de tejidos. La deficiencia de nitrógeno se caracteriza por plantas pequeñas y hojas viejas rojizas. Los productores orgánicos deben tener en cuenta que la mayoría de los fertilizantes naturales están compuestos de N orgánico en forma de proteínas o aminoácidos, y estos deben mineralizarse en el suelo antes de que el N esté disponible para la planta. Los fertilizantes orgánicos líquidos derivados del pescado, la soya o el maíz están más disponibles para la planta que los productos sólidos.

## El momento de aplicación del fertilizante nitrogenado es importante

Las plantas de fresas perennes que producen en junio utilizan predominantemente el N almacenado del fertilizante aplicado durante la renovación (Figura 5) el año anterior para respaldar el nuevo crecimiento y la producción de frutos en la primavera. Esto significa que las plantas deben tener suficientes nutrientes almacenados en el otoño antes de entrar en latencia para apoyar el crecimiento y la fructificación del año siguiente (Figura 11). Las plantaciones perennes de día neutro también necesitan nutrientes almacenados para producir su primer fruto en primavera (Figura 12). Si bien el N se debe aplicar durante la temporada de crecimiento y fructificación (de abril a septiembre en campo abierto, de marzo a octubre en túneles) en cultivares de días neutros, es mejor si se aplica el N después de la fructificación y antes del desarrollo de los botones florales (en la renovación) en los cultivares de junio (Figura 5). Los cultivares de día neutro que se cultivan como anuales (replantados cada año) pueden tener una fertilización reducida al final de la temporada de crecimiento en esta región.



Figura 11. Crecimiento temprano en la producción de hileras dobles de fresas de junio en Oregón, a mediados de marzo.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

Figura 12. Fresas del cultivar 'Albion' en Oregón. El crecimiento de la fresa a fines del invierno (principios de marzo aquí) depende de las reservas de nutrientes almacenadas en las raíces y la corona.



Foto: Bernadine Strik, © Oregon State University

**Figura 13.** Riego de un campo de fresas de junio después de la renovación para facilitar la absorción de fertilizantes nitrogenados y un buen crecimiento antes del desarrollo de los botones florales.

### **Cultivares de junio:**

**Nuevas plantaciones:** La cantidad de N aplicada en la plantación dependerá de los cultivos previos del terreno. Si se cultivó en hileras, se aplicaron más de 80 libras de N por acre y se incorporaron pocos residuos vegetales (como restos de plantas de frijoles), entonces puede aplicar de 30 a 40 libras de N por acre. Sin embargo, si el sitio ha estado cubierto de césped o cereal y se ha volcado una gran cantidad de residuos de cultivo, aplique de 50 a 60 libras de N por acre, para contrarrestar los efectos de fijación de nitrógeno de la descomposición de residuos.

Plante en la primavera, aproximadamente a mediados de julio del año de siembra y aplique de 20 a 30 libras de N por acre para apoyar el crecimiento continuo (ej., Figura 7). Evalúe el crecimiento y cúbralo con más N si es necesario. El nitrato de calcio es una buena opción, especialmente si la fumigación se realizó antes de plantar. No se volatiliza, tiene un bajo índice de sal y N que está rápidamente disponible.

Los fertilizantes sólidos orgánicos deben incorporarse 1 o 2 meses antes de la siembra para permitir que el N se mineralice para que la planta lo absorba. La mayor parte de la liberación de N ocurre en las primeras 4 semanas, y el resto de la liberación de N disponible se produce 10 semanas después de la aplicación. Se puede agregar fertilizante adicional después de la siembra, pero dado que la liberación de N en los productos orgánicos es tan variable, se debe prestar especial atención a los factores del producto, la humedad y la temperatura del suelo que afectarán la disponibilidad para la planta. Si se aplican fertilizantes orgánicos en polvo, granulares o peletizados a un surco cubierto con plástico en el otoño (para la siembra de primavera) o encima del surco después de la siembra y no se incorporan, espere de 2 a 6 meses para que el fertilizante se descomponga y el N esté disponible para las plantas. La tasa de disponibilidad dependerá de la descomposición física del producto, la humedad y el riego del suelo, la temperatura y actividad microbiana. Las harinas de soja, plumas, sangre o pescado son opciones recomendadas por su mayor concentración de N y relativamente menor P y K, según el producto.

**Plantaciones establecidas:** No se recomiendan las aplicaciones de N en la primavera, ya que aumentan el crecimiento de las hojas y la densidad de las plantas, lo que aumenta los problemas de enfermedades en la fruta, disminuye la eficiencia de recolección y posiblemente la firmeza de la fruta. Sin embargo, una aplicación de 15 a 20 lbs de N por acre en la primavera puede ser necesario si el campo está débil y hay crecimiento reducido ocasionado por lesiones de frío invernal, insectos del suelo o enfermedades.

Adicionalmente, aplique 50 lbs de N por acre alrededor de 1 a 2 semanas después de la renovación (Figura 5; el mejor momento para renovar o cortar las hojas viejas es de 2 a 3 semanas después de la última cosecha). Algunos cultivares como 'Benton' producen demasiado follaje con exceso de N, por lo que es posible que desee reducir la tasa de N para estos cultivares en un 25 %. Irrigue el campo con abundante agua después de la aplicación del fertilizante para que el N esté rápidamente disponible (Figura 13). Se necesita investigación adicional, pero una aplicación orgánica al voleo justo después de la cosecha puede funcionar mejor para dar tiempo adicional para la mineralización de N antes del desarrollo de los botones florales. Para una disponibilidad más rápida, algunos productores orgánicos aplican fertilizante líquido en una o dos aplicaciones a través de su sistema de riego por aspersión (inyectado), justo después y/o 2 semanas después de la cosecha.

El nitrato de amonio y calcio es una buena opción para los cultivadores convencionales porque tiene N disponible a corto y largo plazo. Sin embargo, las plantaciones establecidas se pueden fertilizar con éxito con una variedad de fuentes de N. La urea es barata, pero puede volatilizarse (el N se pierde en el aire) y puede causar daño a la planta. No se recomiendan las aplicaciones foliares de urea porque las investigaciones han demostrado que no es eficaz para aumentar el N de la planta. La presentación y los aglutinantes utilizados en algunos fertilizantes orgánicos (en polvo, granulados y peletizados) afectan la descomposición física de los productos y pueden afectar la liberación del nutriente y la disponibilidad inmediata para la planta. Los fertilizantes orgánicos en presentación líquida permiten una liberación más pronta y en formas más rápidamente disponibles.

Consulte la Tabla 6 para conocer las dosis recomendadas de fertilizante de N para los cultivares de junio.

**Tabla 6. Tasas de fertilizantes de N recomendadas para las fresas de junio.**

	Primavera (lbs. N/acre)	Verano (lbs. N/acre)	Comentarios
Pre-siembra y año de siembra	Aplicar antes de plantar 30–40 si va después de cultivos en hileras, 50–60 si sigue césped o cereal	Aplicar entre 20-30 libras, a mediados de julio	Incorpore fertilizantes orgánicos sólidos 1–2 meses antes de la siembra
Plantaciones establecidas	No recomendado, pero puede aplicar 15–20 si el campo está débil	50 libras, 1–2 semanas después de la renovación	Irrigar después de la aplicación. Reducir la tasa de N en un 25 % para 'Benton' y otros cultivares con exceso de follaje

### Cultivares de día neutro:

**Nuevas plantaciones:** cuando plante a principios del otoño o principios de la primavera, aplique 30 a 40 lbs, o 60–80 libras de N por acre antes de plantar, respectivamente, si está aplicando productos orgánicos granulares o a granel/sólidos una vez que las hileras se hayan construido y cubierto con mantillo plástico. Para la siembra de primavera, puede aplicar la mitad de la dosis antes mencionada antes de la siembra y la otra mitad mediante fertirrigación, o toda mediante fertirrigación una o dos veces por semana a razón de 20 libras de N por acre mensualmente de junio a septiembre. Cualquiera de estas opciones también funciona bien para los campos de fresas orgánicas plantadas en primavera. Hay opciones de fertilizantes orgánicos que aplicados antes de la siembra son efectivas, pero se deben aplicar mucho antes de que la planta de fresas requiera el N, pues se necesita suficiente tiempo para que el N en el producto se mineralice. Combine las aplicaciones de N antes y después para satisfacer las necesidades de la planta. Algunos estudios en la producción anual de día neutro han demostrado que las aplicaciones de N previas a la siembra no tienen efecto sobre el rendimiento.

**Plantaciones establecidas:** Para una temporada de producción de 6 meses, aplique fertilizante a través de una línea de goteo a razón de 2.5–3 libras de N/acre semanalmente desde mediados de abril, cuando las plantas comienzan a crecer vigorosamente, hasta mediados de septiembre (un total de 60 a 80 libras de N/acre durante 24 semanas). Las plantaciones anuales pueden necesitar 120 libras de N/acre o más, pero aún se desconoce cuánto N pueden utilizar las plantaciones perennes de día neutro en el noroeste del Pacífico en sistemas de producción convencionales u orgánicos, dado que nuestra temporada de producción a campo abierto es más corta en comparación con California.

Consulte la Tabla 7 a continuación para conocer las dosis recomendadas de N para fresas de día neutro.

**Tabla 7. Tasas recomendadas de fertilizantes de N para fresas de día neutro.**

	Antes de plantar (lbs. N/acre)	Cultivos maduros (lbs. N/acre)	Comentarios
Día neutro – fertirrigado	Aplicar no más de 60 en presiembra o hasta el 50% de la necesidad del cultivo, dependiendo de la materia orgánica.	2,5–3 por semana desde que inicia el crecimiento vigoroso en abril hasta mediados de septiembre.	Las aplicaciones de fertirrigación deben comenzar en la primera temporada de crecimiento. Suplemente K a una tasa similar y Ca semanalmente según los resultados del análisis de tejido y crecimiento.
Día neutral – granular (sin mantillo plástico)	Aplicar no más de 60 en la presiembra, dependiendo de la materia orgánica.	20 por mes, de mayo a septiembre.	Agregue K en otoño o principios de la primavera según los resultados de las pruebas de suelo y tejido.

## Fósforo

Aplique P en ambos lados de la hilera, a 3-4 pulgadas de las plantas y de 4 a 6 pulgadas de profundidad al plantar o en el borde de la hilera después de la renovación. El fósforo es poco móvil en el suelo, por lo que debe incorporarse, y se utilizará con mayor eficiencia si se coloca en la zona radicular de la planta. Debido a esto, el P no está sujeto a la lixiviación. Se recomienda enmendar el suelo para proporcionar todo el P necesario antes de plantar (Tabla 8). Consulte la Tabla 5 para conocer las cantidades necesarias del fertilizante.

**Tabla 8. Tasas de fertilización con fósforo para fresas.**

Sí la prueba de suelo para P (Bray 1) es (ppm)	Aplique esta cantidad de fosfato ( $P_2O_5$ ) (lb acre)
0–15	100–120
15–45	60–100
más de 45	0–60 <sup>z</sup>

<sup>z</sup> Puede omitir el uso de fertilizante  $P_2O_5$  si los niveles en el suelo son mayores a 45 ppm, y solo si está seguro de que la prueba de suelo es representativa de todo el campo que se va a plantar. Si le preocupa que pueda haber áreas en el campo con niveles ligeramente más bajos

La disponibilidad de fósforo se ve afectada por el pH del suelo, la humedad, el tipo de suelo, el contenido de materia orgánica y la presencia de Ca y aluminio (Al). Los suelos arcillosos tienden a fijar más P que los suelos más arenosos, lo que lo hace menos disponible para las plantas. La incorporación de abono verde aumenta el P disponible. El exceso de P puede ser un problema porque reacciona con los micronutrientes para hacerlos insolubles y puede provocar deficiencias. Aplique P basándose en una prueba de suelo como se muestra en la Tabla 8. Si es necesario, las fuentes orgánicas de P incluyen compostaje, fosfato de roca (suave y regular), harina de huesos y espinas de pescado, guano de murciélago y polvo de roca. Recuerde también que la mayoría de los fertilizantes orgánicos contienen P.

Los síntomas de deficiencia de fósforo incluyen hojas más viejas de color púrpura y hojas más jóvenes de color verde oscuro.

## Potasio

Se absorben cantidades significativas de K en los frutos durante la cosecha (consulte la Tabla 4), por lo que es importante proveer una cantidad adecuada de K para satisfacer las necesidades de la planta. Al igual que el P, la disponibilidad de K depende de varios factores, como la textura del suelo, el contenido de arcilla, la materia orgánica, el Ca y el Mg. Ciertos suelos arcillosos, así como la alta disponibilidad de Ca y Mg en el suelo, pueden reducir la disponibilidad de K, mientras que otros suelos arcillosos y materia orgánica aumentarán la disponibilidad de K. El exceso de K puede inducir deficiencia de Mg. Consulte la Tabla 5 para conocer las fuentes de fertilizantes de K.

Los síntomas de deficiencia de potasio incluyen hojas viejas con necrosis marginal (los bordes de las hojas mueren), seguidas de pecíolos de folíolos necróticos y folíolos oscurecidos.

### Cultivares de junio:

En plantaciones nuevas, el K se puede unir con N y P después de plantar cantidades menores de 60 lbs. K por acre. El potasio se puede esparcir a tasas más altas antes de plantar, según los resultados de las pruebas de suelo. Como el K no es muy móvil en el suelo, la incorporación previa a la siembra es el método más eficaz. Consulte la Tabla 9 para conocer las cantidades requeridas.

**Tabla 9. Tasas de fertilización con K para fresas.**

Si la prueba de suelo para K es (ppm)	Aplique esta cantidad de potasa ( $K_2O$ ) (lb/ acre)
Under 75	100-120
75-175	80-100
over 175	0-80

### Cultivares de día neutro:

El potasio debe aplicarse en la misma proporción que el N, tanto antes de plantar en otoño o primavera y de preferencia mediante fertirrigación durante la temporada de crecimiento. Tanto la emulsión de pescado como los fertilizantes líquidos a base de granos suministran K junto con el N. Asegúrese de que los productos inyectados para la aplicación de K sean compatibles con la fertirrigación.

Fuentes adicionales de K aprobadas para agricultura orgánica incluyen la "arena verde" y productos a base de algas (y algas marinas) para aplicaciones previas a la plantación; aplique bajo las mismas recomendaciones de cantidades que para productos convencionales.

## Azufre

El azufre (S) debe aplicarse anualmente a razón de 15 a 20 lbs por acre. Aplique S con N después de la renovación para los cultivares de junio y antes de plantar o a través del sistema de goteo durante la temporada de crecimiento para los cultivares de días neutros. Tenga en cuenta que puede estar aplicando S junto con otros materiales fertilizantes y fungicidas. Si es así, reduzca las cantidades añadidas. El azufre fluctúa ampliamente a lo largo del año, por lo que las pruebas de suelo no son un indicador confiable de suficiencia.

Los síntomas de deficiencia de azufre incluyen disminución del vigor de la planta y hojas rojizas.

## Calcio

La mayoría de los suelos tienen suficiente Ca para el crecimiento de la fresa, especialmente si el pH está dentro del rango recomendado. Las deficiencias de calcio también pueden ocurrir en suelos con alto contenido de Mg, como los suelos serpentinos que se encuentran en el suroeste de Oregon. Asegúrese de ajustar el pH del suelo antes de plantar. Para los productores convencionales, el nitrato de calcio puede ser una forma efectiva de aplicar Ca junto con la aplicación de N. No se ha encontrado que las aplicaciones foliares de Ca sean efectivas en Oregon ni Washington. La movilidad del calcio en el suelo varía y depende de la capacidad de intercambio catiónico (CEC), pero generalmente se considera que el Ca tiene baja movilidad en el suelo.

Por el contrario, el calcio es inmóvil en las plantas. Dado que el Ca se mueve solo en el xilema, el clima frío, húmedo o nublado o la baja humedad del suelo pueden disminuir la absorción de Ca. El calcio se puede complementar semanalmente a través de la fertirrigación en la producción de cultivares de día neutro, aunque tiende a obstruir los emisores, especialmente con agua de riego de pH alto y tasas altas de aplicación. Una fuente de Ca comúnmente utilizada en la producción orgánica es el yeso fino, o en solución (sulfato de calcio), que puede aplicarse antes de la siembra, así como inyectarse como una suspensión (puede requerir equipo especializado). Consulte con los representantes locales de fertilizantes para obtener asesoramiento sobre los productos disponibles. El mejor enfoque para asegurar una cantidad adecuada de Ca en la producción orgánica es modificar el pH del suelo y, por lo tanto del Ca antes de la siembra.

Los síntomas de deficiencia de calcio incluyen frutos blandos, crecimiento distorsionado de hojas nuevas con arrugas y bordes o puntas de hojas marrones, y plantas hijas de color marrón con hojas nuevas con necrosis intervenal (Figura 14). Los síntomas también pueden aparecer como un exudado almibarado en las hojas y una cubierta densa de semillas en la fruta aún contraída. Los síntomas de deficiencia de calcio a veces se observan en la fresa porque puede haber un crecimiento primaveral muy rápido en el año de la siembra, cuando normalmente tenemos un clima fresco, húmedo y nublado. A menudo, estos síntomas se detendrán una vez que el Ca esté más disponible para el nuevo crecimiento o el crecimiento sea menos rápido.



Foto: Javier Fernandez-Salvador, Oregon State University

**Figura 14.** Síntomas de deficiencia de calcio (arrugas y quemaduras en las puntas de las hojas) en una planta de fresa.

## Magnesio

Se debe aplicar magnesio si los valores de las pruebas de suelo están por debajo de 300 ppm de Mg. El magnesio se puede agrupar, como se describe antes, de 0 a 60 lbs por acre si los resultados de las pruebas de suelo están entre 60 y 300 ppm, o de 10 a 100 lbs por acre si los resultados de las pruebas de suelo son inferiores a 60 ppm, usando sulfato de potasio y magnesio (Sul-Po-Mag) o sulfato de magnesio (sales de Epsom) para producción orgánica o convencional. También puede suministrar Mg con cal dolomítica si es necesario aumentar el pH del suelo antes de plantar. No se recomiendan las aplicaciones foliares de Mg. Algunos productos pueden ser fertirrigados. No todos los productos de Mg están aprobados para la producción orgánica, aunque se puede permitir el ingrediente principal; consulte con su certificador antes de la aplicación.

Los síntomas de deficiencia de magnesio incluyen hojas con clorosis intervenal o enrojecimiento del borde de la hoja (Figura 15).

## Hierro

A medida que desciende el pH del suelo, el Fe se vuelve más disponible. La deficiencia de hierro puede ser inducida por un alto pH del suelo, causado por agregar cal excesivamente. Idealmente, la deficiencia de Fe en estas situaciones se corregiría mediante la modificación del pH del suelo. Las aplicaciones foliares también constituyen una alternativa.

Los síntomas de deficiencia de hierro incluyen el amarillamiento de las hojas más jóvenes.

## Manganeso

La disponibilidad de manganeso depende del pH del suelo, y los niveles en las hojas son más altos con un pH bajo que con un pH alto. A pesar de esto, las fresas son relativamente tolerantes a Mn alto o bajo. Los valores de prueba de suelo entre 1 y 5 ppm utilizando el método de extracción DTPA suelen ser suficientes.

Los síntomas de deficiencia de manganeso incluyen un crecimiento deficiente de las plantas en general.



Foto: Javier Fernandez-Salvador

**Figura 15.** Síntomas de deficiencia de magnesio en hojas de fresa.

## **Boro**

Hay una línea muy fina entre la deficiencia y la toxicidad del boro en las fresas. Nunca aplique boro, o fertilizante borado, en bandas. Antes de plantar, se debe esparcir pequeñas cantidades de B al voleo y trabajarlo en el suelo, si es necesario según los resultados de las pruebas de suelo. Granubor o Borax son buenas opciones tanto para producción ecológica como convencional. Después de plantar, si el B en la planta es deficiente según las pruebas de tejido, aplique rocíos foliares de B al principio de la floración o al final del verano a razón de 2 a 6 libras de Solubor (20% B) por acre.

Las fresas de día neutro son más susceptibles a la toxicidad del boro que las fresas de junio. En un estudio en Oregon, las aplicaciones de B no afectaron el rendimiento de los cultivares de día neutro el primer año y disminuyeron el rendimiento el segundo año, por lo que los investigadores concluyeron que 0,27 ppm de B en el suelo eran suficientes, en lugar de 1 ppm, que es lo que se recomienda para los cultivares de en junio (Tabla 1).

Los síntomas de deficiencia de boro incluyen el crecimiento asimétrico de las hojas y bayas deformadas (a pesar de la polinización adecuada).

## **Zinc**

El zinc es un micronutriente importante que a menudo es deficiente. El método de extracción DTPA puede servir como indicador de la disponibilidad de Zn tanto en suelos alcalinos como ácidos, pero los altos niveles de materia orgánica y los iones negativos pueden limitar la precisión de los resultados. Generalmente, las pruebas de suelo no son buenos indicadores de la disponibilidad de Zn para las plantas. Las aplicaciones de Zn incorporadas antes de plantar son las más efectivas, pero también se pueden usar aspersiones foliares o fertirrigación de Zn cuando el Zn foliar es deficiente. Aplicando sulfato de zinc a razón de 5 a 15 libras por acre suele ser suficiente.

Los síntomas de deficiencia de zinc incluyen retraso en el crecimiento y hojas angostas.

## **Cobre**

El cobre es extremadamente inmóvil tanto en el suelo como en las plantas, pero la deficiencia es poco común, a menos que esté plantando en tierras que antes no estaban cultivadas, o en pastos, césped o producción de heno. Los resultados de las pruebas de suelo de cobre por encima de 0,6 ppm con el método de extracción DTPA son suficientes. El cobre puede quemar las hojas y también es tóxico para las raíces en niveles altos. El cobre se usa comúnmente como fungicida, especialmente en la producción orgánica, por lo que es posible que ya esté aplicando Cu a sus plantas.

Los síntomas de deficiencia de cobre pueden no ser fáciles de detectar visualmente, pero se ha demostrado que la deficiencia de Cu reduce la producción de frutos en otros cultivos.

## **Fertilidad de plántulas para trasplante**

En algunos sistemas de día neutro, particularmente en los túneles usados para la producción orgánica temprana en nuestra región, se pueden usar trasplantes para disminuir la mortalidad de las plantas y producir una cosecha más temprana. Las plantas a raíz desnuda se colocan en contenedores con diferentes medios de cultivo (por lo general, turba o subproductos forestales mezclados con perlita). Algunos productos pueden tener fertilizantes orgánicos incorporados a tasas muy bajas. Dependiendo del tiempo que las plantas permanecerán en el invernadero antes del trasplante, se puede agregar fertilizante adicional a la mezcla o se puede suministrar fertirrigación a través del sistema de rocío/aspersión con bajas cantidades de N.

# Recursos

## Otras publicaciones de Extensión

- Una guía para recolectar muestras de suelo para granjas y jardines* (EC628)
- Aplicación de cal para elevar el pH del suelo para la producción de cultivos* (Oregon occidental) (EM9057)
- Mantillo de plástico biodegradable e idoneidad para la agricultura orgánica y sostenible* (FS103E)
- Estimación del N disponible para la planta procedente del estiércol* (EM8954)
- Estimación de la liberación de nitrógeno disponible para la planta a partir de cultivos de cobertura* (PNW 636)
- Fertilización con estiércol y otras enmiendas orgánicas* (PNW 533)
- Interpretación de análisis de compost* (EM 9217)
- Manual de control de insectos del Noroeste del Pacífico* (PNW)
- Manual de Manejo de Enfermedades de las Plantas del Noroeste del Pacífico* (PNW)
- Guía de interpretación de pruebas de suelo* (EC 1478)
- Cultivares de fresa para el oeste de Oregon y Washington* (EC 1618)
- Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria de la FDA (FSMA) <https://www.fda.gov/food/guidanceregulation/fsma/>
- Hart, J., T. Righetti, A. Sheets y LW Martin. 1988. *Guía de Fertilizantes para Fresas (Oregon Occidental – Oeste de las Cascadas)*. Servicio de Extensión de la Oregon State University. FG 14.
- Hoashi-Erhardt, W. y T. Walters. 2014. *Cultivo de fresas de día neutro en el oeste de Washington*. Servicio de Extensión de la Universidad Estatal de Washington. FS132E.
- Lantz, W., H. Swartz, K. Demchak y S. Frick. ( fecha desconocida). *Producción de fresas durante toda la temporada con Everbearers para productores del noreste*. Extensión de la Universidad de Maryland. EB 401.
- Estándares NOP del USDA <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/organic/handbook>

## Información Adicional

- Bolda , M., T. Bottoms y T. Hartz. 2012. Revisión de los niveles de suficiencia de nutrientes de las plantas de fresa. Extensión Cooperativa de la Universidad de California. Crop Notes marzo/abril de 2012: 1–3.
- Calculadora de fertilizantes orgánicos y cultivos de cobertura del Programa de Pequeñas Granjas de © Oregon State University <http://smallfarms.oregonstate.edu/calculator>
- Universidad de California Santa Cruz Alternativas a la fumigación del suelo <https://shennanlab.sites.ucsc.edu/home/page-builder/alternatives-to-soil-fumigation/>

---

© 2023 Oregon State University. El trabajo de El Servicio de Extensión de Oregon State University es un programa cooperativo de Oregon State University, el Departamento de Agricultura de EE.UU. y los condados de Oregon. El Servicio de Extensión de Oregon State University ofrece programas, actividades y materiales educativos sin discriminación por edad, color de piel, discapacidad, identidad o expresión de género, estado civil, nacionalidad, raza, religión, sexo, orientación sexual o situación de veterano de guerra. El Servicio de extensión de Oregon State University es un empleador que ofrece igualdad de oportunidades en empleo. El Servicio de Extensión de Oregon State University es AA/EOE/Veteranos/Discapacitados.

---

Enero 2023