

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“EL CULTIVO DE LA FRESA PARA EL CICLO
OTOÑO-INVIerno, EN CALIFORNIA, ESTADOS
UNIDOS DE NORTE AMERICA”**

**PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS
OPCIÓN: PAQUETE DIDÁCTICO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
ROSA CELIA ALTAMIRANO HERNÁNDEZ
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., ABRIL DEL 2004**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

ING. ELENO FELIX FREGOSO
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación, PRODUCCION DE MATERIALES EDUCATIVOS, opción PAQUETE DIDACTICO con el título:

" EL CULTIVO DE LA FRESA PARA EL CICLO OTOÑO-INVIERNO, EN CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA "

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

ROSA CELIA ALTAMIRANO HERNANDEZ

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ	DIRECTOR
DR. EDUARDO RODRIGUEZ GUZMAN	ASESOR
M.C. DIEGO VARGAS CANELA	ASESOR

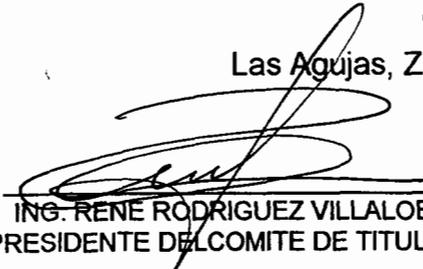
Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. - JAVIER VAZQUEZ NAVARRO	PRESIDENTE
M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ	SECRETARIO
M.C. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN	VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 19 de abril de 2004.


ING. RENE RODRIGUEZ VILLALOBOS
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION


M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
SRIO. DEL COMITE DE TITULACION

El cultivo de la fresa en California, Estados Unidos Americanos, ciclo 2003.

Rosa Celia Altamirano Hernández.

Contenido:

Introducción y justificación

1 Importancia del cultivo

1.1 Historia

1.2 La fresa en el mundo

1.3 La fresa en México

1.4 Producción de fresa en California

2 Origen

2.1 Clasificación taxonómica

2.2 La fresa cultivada

3 Descripción botánica

3.1 Raíces

3.2 Tallo, corona

3.3 Hojas

3.4 Estolón

3.5 Flores

3.6 Inflorescencia

3.7 Fruto

- 4 Principales variedades cultivadas

- 5 Ciclo vegetativo y productivo
 - 5.1 Sistema radicular
 - 5.2 Parte aérea
 - 5.3 Estolonización
 - 5.4 Diferenciación de las yemas
 - 5.5 Floración y polinización
 - 5.6 Fructificación

- 6 Propagación
 - 6.1 Por división de la corona
 - 6.2 Por estolones
 - 6.3 Producción de plantas libres de virus
 - 6.4 Propagación por meristemo
 - 6.5 Cuidados en el vivero
 - 6.6 Frigoconservación de las plantas

- 7 Requerimientos edafoclimáticos
 - 7.1 El suelo
 - 7.2 Exigencias hídricas
 - 7.3 Exigencias climáticas (clima, fotoperíodo)
 - 7.4 Lugares

- 8 Manejo del cultivo
 - 8.1 Preparación y desinfección del suelo
 - 8.2 Plantación
 - 8.2.1 Marcos y densidad de plantación
 - 8.2.2 Sistemas de plantación
 - 8.2.3 Época de plantación
 - 8.2.4 Selección de plantas y plantación
 - 8.3 Acolchado
 - 8.4 Fertilización
 - 8.4.1 Importancia
 - 8.4.2 Principales elementos
 - 8.4.3 Aportación de los principales elementos
 - 8.4.4 Programa de fertilización
- 9 Principales plagas y enfermedades
 - 9.1 Enfermedades producidas por hongos
 - 9.2 Enfermedades producidas por virus
 - 9.3 Enfermedades producidas por nematodos
 - 9.4 Insectos parásitos
 - 9.5 Ácaros
 - 9.6 Enfermedades no infecciosas

- 10 Recolección
 - 10.1 Recolección para consumo fresco
 - 10.1.1 Rendimiento de la recolección
 - 10.2 Recolección para industrialización
- 11 Manejo poscosecha
 - 11.1 Características fisiológicas de la fresa que inciden en su manipulación poscosecha
 - 11.2 Problemas poscosecha de la fresa
 - 11.3 Procedimientos de poscosecha para consumo en fresco
 - 11.4 Procedimientos de poscosecha para industrialización
- 12 Comercialización
 - 12.1 Formas de comercialización de fresa
 - 12.2 Normas de calidad
 - 12.3 Normas Oficiales Mexicanas
- 13 Valor nutricional
- 14 Bibliografía

Agradecimientos:

- A mi mamá, Magdalena Hernández Padilla, por darme la vida, apoyarme y aconsejarme siempre incondicionalmente. Por su confianza y amor de madre.
- A mis hermanos Carlos, Christopher y Mauricio, que los quiero mucho.
- A toda mi familia, por su apoyo a lo largo de mi carrera.
- A Vero, por ser una gran compañera y amiga durante toda la carrera, así como por su tiempo y dedicación en el seguimiento de las prácticas profesionales y el presente trabajo.
- A Nazario Resendiz, tu sabes por qué.
- A mis amigos y compañeros, por los gratos momentos compartidos.
- A la compañía Naturipe Berry Growers, por permitirme realizar mis prácticas profesionales en sus instalaciones de Watsonville y Salinas California, así como por proporcionarme facilidades para la realización de las mismas.
- A Connie Dimas, quien más que mi supervisora, es una gran amiga con quien pude fortalecer mi formación profesional y personal.
- A los productores asociados con Naturipe Berry Growers (2003), por su amistad y colaboración durante la realización de mis prácticas profesionales.
- Al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad de aprender y formarme en el área de las ciencias agronómicas.
- A mi tutor MC Pablo Torres Moran, por su paciencia, apoyo y asesoría incondicional a lo largo de la carrera.
- Al MC Carlos Roberto González Flores, por su valiosa enseñanza, amistad, confianza y consejos compartidos.
- Al MC Andrés Rodríguez García, por darle seguimiento y apoyo a mi desarrollo profesional.
- A mis maestros: Ing. Juan Bojórquez Martínez y MC Javier Vázquez Navarro, por sus consejos y confianza, así como por su paciencia y dedicación en la realización del presente trabajo.
- Al Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán, por su dedicación y atención en cada etapa del trabajo.
- A todos los maestros que hicieron aportaciones valiosas para este trabajo.

• **Introducción y justificación**

Las Prácticas Profesionales en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la Universidad de Guadalajara, se consideran en el plan de estudios de la carrera de Ingeniero Agrónomo como una forma de impulsar en los estudiantes experiencias de carácter formativo complementario, las cuales se realizan en la fase terminal de la carrera. En mi caso, durante el calendario escolar 2003 B, tuve la oportunidad de realizarlas en la empresa comercializadora de fresa *Naturipe Berry Growers*, en Watsonville, California, Estados Unidos Americanos (EUA).

En la biblioteca del CUCBA, se cuenta con 12 títulos informativos acerca de este cultivo, los cuales datan de 1977 a 1998. El presente trabajo pretende apoyar las materias de Fruticultura y Olericultura, y así proporcionar a los alumnos interesados en esta área, un panorama actualizado, de conceptos básicos y métodos usados en la producción de fresa, en la Costa Central de California, EUA en el año 2003, así como proporcionar algunas técnicas, las cuales se considera se pueden usar en México, con sus respectivos ajustes. La información se recopiló en el presente escrito que sirve de guía de apoyo al material audiovisual que podrá presentarse en los cursos señalados.

La fresa es considerada como una fruta de gran valor nutricional, así como de agradable olor y sabor, esto le da gran demanda en el mercado nacional y extranjero. Los Estados Unidos Americanos (EUA) producen fresa comercialmente en más de una docena de estados, destacando California y Florida como los principales productores.

Los Estados Unidos Americanos y España, principales proveedores a nivel mundial, aportan cerca del 40% de la producción total y más de la mitad de las exportaciones mundiales. América Latina, por su parte, participa sólo con un 6% de la producción mundial, destacándose México y Chile como los productores más importantes de la zona. En México más del 90% de fresa se obtiene en los estados de Michoacán, Baja California y Guanajuato.

El amplio uso de esta fruta a nivel mundial, ya sea en el consumo directo ó en la elaboración industrial de postres, bebidas y jugos, entre otros, a partir de sus formas fresca, deshidratada, congelada o en conserva, ha llevado a que su cultivo evolucionara hasta convertirse en uno con los mayores niveles de perfeccionamiento a nivel genético y en las labores culturales de producción, manejo poscosecha y comercialización.

1 Importancia del cultivo

1.1 Historia

Las fresas modernas tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas de casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda.

Algunos escritores clásicos como Plinio, Virgilio y Ovidio, alaban su fragancia y sabor. Ellos se referían a *Fragaria vesca*, la común "fresa de los Bosques", que creció en grandes superficies de Europa, especialmente en Francia e Inglaterra. La forma más conocida de ellas es la "Alpina", aún cultivada y originaria de las laderas orientales del Sur de los Alpes, mencionada en los libros por el año 1400.

En aquellos tiempos se cultivó también *Fragaria moschata* que se distinguía por ser una planta de buen desarrollo y frutos de un característico olor a almizcle. Alrededor de 1600, *F. moschata* fue llevada por colonizadores a América del Norte, donde se adaptó muy bien, especialmente en las costas del este.

En 1614 el misionero español Alfonso Ovalle descubrió por primera vez en Chile, en sitios cercanos a la población de Concepción, frutos grandes de fresas, que fueron posteriormente clasificados como *Fragaria chilensis*, conocidos vulgarmente como fresal de Chile.

En el año de 1714, Francois Frezier, un experto ingeniero al servicio de Luis XIV de Francia, llevó algunas de estas plantas desde Concepción a Europa, en un viaje marítimo que duró seis meses y en el que solo cinco plantas sobrevivieron.

Del cruzamiento de esta especie *F. chilensis* L. con *Fragaria virginiana* Duch se obtuvieron plantas de mejor rendimiento y grandes frutos de muy buena calidad, que han sido clasificados como *Fragaria x Ananassa* Duch, especie híbrida a partir de la cual se han desarrollado las variedades actualmente cultivadas.

En 1795 se indica que T.A. Knight inició sus trabajos de mejoramiento a través de cruzamientos e hibridaciones utilizando materiales de Norteamérica y obtuvo dos variedades conocidas como Downton y Eton.

En 1806, N. Keens creó la variedad "*Keens Seedlings*" y posteriormente la "*Keens Imperial*" en 1814, que fueron utilizadas en todo el mundo como material de fitomejoramiento por sus excelentes características.

En 1834, en EUA se creó la primera variedad comercial dioica conocida como *Hooy*, más resistente al frío que las importadas de Inglaterra. Posteriormente Wilson (1851) mediante sus trabajos de fitomejoramiento transforma la producción de fresa como cultivo de importancia económica en todo el territorio de Norteamérica.

A partir de 1900, la Universidad de California intensificó notablemente sus trabajos de mejoramiento genético. En igual forma lo hicieron los países europeos y posteriormente países de otros continentes (19).

1.2 La fresa en el mundo

La fresa es un vegetal de tipo vivaz que puede vivir varios años, sin embargo, dura dos años en producción económica, en plantaciones de mayor edad las plantas se muestran claramente más débiles, con bajo rendimiento y frutas de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades, especialmente virosis.

Se ha convertido en un cultivo industrial muy importante a nivel mundial, se puede afirmar que la planta posee las más variadas y complejas posibilidades de manejo, esta condición le ha permitido un desarrollo inusitado en las áreas productivas.

Al desarrollo científico y tecnológico en la producción de esta fruta ha contribuido a la naturaleza de su morfología y fisiología, que permiten manejarla en condiciones de ambiente controlado y también la atracción que ofrecen sus características de forma, color, gusto y aroma, lo que ha hecho de la fresa uno de los productos más apetecidos, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados de gran demanda universal.

La importancia actual que se ha dado en el mundo a la fresa ha hecho que su cultivo se extienda a casi toda Europa, principalmente en el Reino Unido, Francia, Alemania, República Federal Socialista de Yugoslavia, Países Bajos, Polonia y España. En América: Estados Unidos Americanos, Canadá, México, Guatemala, Costa Rica,

Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Hay opiniones que sostienen que la fresa es uno de los productos con creciente posibilidad de expansión de consumo, incluso a mercados alejados que pueden ser abastecidos gracias al transporte aéreo.

La diseminación del cultivo de fresa por casi todo el mundo se debe al desarrollo de variedades con distinto grado de adaptación ecológica y a los modernos sistemas de manejo de cultivo, lo cual hace posible su producción desde las regiones frías hasta las regiones tropicales y subtropicales.

Su amplia adaptabilidad ecológica ha puesto a prueba la capacidad de los técnicos para encarar la producción de la fresa con las más avanzadas tecnologías, lo que implica una continua y permanente actualización de conocimientos y la adaptación de los mismos a las variadas circunstancias que caracterizan a cada región del mundo.

Cabe indicar que Inglaterra y otros países han realizado profundos estudios sobre las enfermedades causadas por virus, su identificación y clasificación, así como su transmisión por insectos vectores (19).

1.3 La fresa en México

La fresa es uno de los productos que en poco tiempo se arraigó en nuestro país. Su cultivo inicio a mediados del siglo pasado, en el estado de Guanajuato. En un principio, la producción apenas incipiente, se concretaba a cubrir las necesidades del mercado nacional. No fue hasta el año de 1950, cuando su importancia fue en aumento, debido a la creciente demanda por parte de los EUA.

Fue precisamente la posibilidad de exportación, lo que hizo que el cultivo se extendiera a cerca de 12 estados del país, y que la instalación de congeladoras y empacadoras creciera rápidamente en las diversas regiones freseras. Hoy en día, la fresa guarda un lugar relevante en el agro nacional, por la generación de divisas (6, 23).

De los estados productores de fresa en México, solamente tres de ellos resultan tener un nivel significativo de producción: Michoacán, Baja California y Guanajuato. Entre estos tres estados generan el 91.55% del total de producción nacional de fresa y solamente uno de ellos que es Michoacán, genera el 52.38% de la producción nacional de fresa, situándose con esto como el estado productor más

importante por su volumen de producción, aunque no por su productividad, ya que en el año 2001 el rendimiento por hectárea fue de 21.65 toneladas.

Dentro de esta entidad destacan tres regiones productoras, el Valle de Zamora, que es considerado quizá, la mayor región productora de todo el país; la región de Panindícuaro, así como el Valle de Maravatío dentro del cual destaca el Ejido de Tungareo, el cual ha ido ganando importancia, a tal grado que cuenta con una superficie destinada a este producto de aproximadamente 860 hectáreas (22).

Por lo que se refiere a Baja California, en este estado se genera el 24.19% de la producción nacional de fresa destacándose por su alta productividad, ya que con una superficie sembrada de tan solo 662 hectáreas en el año 2001, se obtuvieron 34617.88 toneladas de producto, teniéndose un rendimiento de 47.76 toneladas por hectárea. Además cuenta con la ventaja de comercialización, por las enormes posibilidades que presenta la cercanía de esta región con nuestro vecino del norte, el cual se considera el principal importador de fresa mexicana (22).

El Estado de Guanajuato por su parte genera el 14.98% del total nacional de producción de fresa. Este estado pese a tener la segunda mayor superficie sembrada de fresa en todo el país, después de Michoacán, presenta una productividad relativamente baja, de tan solo 13.8 toneladas por hectárea (22).

1.4 Producción de fresa en California, EUA.

La fresa se produce comercialmente en más de una docena de estados de EUA, de la mayoría de las fresas son responsables California y Florida. En California, aproximadamente 9,000 hectáreas son cultivadas con fresas principalmente a lo largo de la Costa Central y del sur (21).

En la Costa Central se plantan variedades que siempre tienen fruta y son cosechados cada tres días desde abril hasta el fin de año y, como resultado, California contribuye con más de 80 % de las fresas frescas y congeladas en el mercado doméstico.

La industria de la fresa de California ha construido su reputación y éxito en la capacidad de los productores de cultivar grandes

cantidades de fruta de alta calidad. En zonas productoras como Watsonville y Salinas, en la Costa Central de California, se produce en su mayoría variedades de interés internacional, aun así, se sigue tratando de mejorar y adaptar nuevas variedades para satisfacer el mercado nacional e internacional.

2 Origen

La fresa comercial (*Fragaria x Ananassa* Duchesne) puede seguir el rastro de sus antepasados a dos especies, *F. chiloensis* y *F. virginiana*, que son nativas del Nuevo Mundo. Éstas fueron llevadas al viejo mundo donde accidentalmente formaron híbridos en algún momento a mediados del siglo XVIII. La fresa regresó a América del Norte como híbrido domesticado y, con mejoramiento adicional, se obtuvo la fresa moderna de gran tamaño que ahora se produce en todo el mundo (5, 19).

2.1 Clasificación taxonómica

Desde el punto de vista botánico, su clasificación es:

- Familia: Rosáceas.
- Subfamilia: Rosídeas.
- Tribu: *Potentillea*.
- Género: *Fragaria*
- Especie: *Fragaria dioica*, *Fragaria vesca*.

2.2 La fresa cultivada

Desde un punto de vista agronómico, las variedades de fresas se pueden clasificar en tres grupos:

- a) Reflorescentes o de día largo, éstas se pueden plantar en cualquier época del año y responderán con flor y fruta aproximadamente a los 90 días. Estas plantas siguen produciendo fruta lentamente hasta que haya demasiado calor en el verano o demasiado frío en el invierno. Son plantas de día neutro. Es decir, son variedades de frutilla no tan sensibles a la cantidad de horas de luz en el día para entrar en su ciclo de floración.
- b) Plantas frescas: la energía de estas plantas desciende desde las hojas a la corona; se distinguen estas plantas como frescas con

frío y las entrega en el vivero directamente al productor; mismas que responden con flor y fruta aproximadamente a los 60 días.

- c) Plantas frigo: Son plantas producidas a menor elevación; la temporada de otoño pasa a invierno y la temperatura cambia a un frío intenso, toda la energía de las plantas ya está en la corona y éstas están completamente dormidas. Se cosecha estas plantas y se guardan en cámara frigorífica, congeladas, a -2 °C. Estas plantas se pueden guardar hasta 9 meses en frigorífico y entregarlas según las necesidades del productor.

Cuadro 1. ESPECIES DE FRUTILLA AGRUPADAS POR EL NÚMERO DE CROMOSOMAS Y POR SU ORIGEN (19)

ESPECIES	ORIGEN
I.- DIPLOIDES	
1.- <i>F. daltoniana</i> J. Gay	Asia
2.- <i>F. nilgerrensis</i> Schlecht	Sur de Asia
3.- <i>F. nubicola</i> Lindl ex Lacaita	Sur de Asia
4.- <i>F. vesca</i> H.	Norte de África
5.- <i>Viridis</i> Duch	América del Sur, Europa Central
II.- TETRAPLOIDES	
6.- <i>F. mouipenensis</i> (Franch) Cord	Centro de Asia
7.- <i>F. orientalis</i> Losinsk	Centro de Asia
III.- HEXAPLOIDES	
8.- <i>F. moschata</i> Duch	Europa Central
IV.- OCTOPLOIDES	
9.- <i>F. chiloensis</i> (L) Duch	Sur de Chile, Argentina, Alaska, California y montañas de Hawaii
10.- <i>F. ovalis</i> (Lehm) Rydf	Oeste de EUA
11.- <i>F. virginiana</i>	Este de EUA

3 Descripción botánica

3.1 Raíces

La planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es de aspecto fibroso, fasciculado y se origina en la corona; se divide en:

- Raíces primarias: que son más gruesas, hacen el papel de soporte, presentan cambium vascular y suberoso, son de color café oscuro, nacen en la base de las hojas y son perennes (22).
- Raíces secundarias o raicillas alimenticias: carecen de cambium vascular y suberoso, son más delgadas, de color marfil y tienen un periodo de vida corto.

La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores del tipo de suelo y de la presencia de patógenos en el mismo. Las raíces penetran en el suelo hasta 80 cm, y aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm encontrándose la mayor parte (90 %) en los primeros 25 cm (22).

Las raíces secundarias salen de las primarias y forman la masa radicular cuya función principal es la absorción de los nutrientes y el almacenamiento de materiales o sustancias de reserva (19).

3.2 Tallo ó corona

La fresa presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, donde se ubican las yemas tanto vegetativas como florales y de ellas nacen las hojas, estolones o guías y las inflorescencias. En una corona sana, al hacer un corte vertical o transversal, se debe observar su centro de color claro, sin manchas o coloraciones rojizas que serían indicadores de alguna enfermedad fungosa (19).

3.3 Hojas

Las hojas aparecen en roséta y se insertan en la corona. Son pinnadas o palmeadas, subdivididas en tres folíolos, de bordes aserrados, tienen estípulas en su base y su espesor varía según la variedad, son de color verde más o menos intenso. Tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), lo que permite su transpiración y a la vez las hace muy susceptibles a la falta de humedad (19, 21).

3.4 Estolón

Es un brote delgado, largo, rastrero que se forma a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona, se desarrollan en gran cantidad en épocas de alta temperatura.

Por lo general el primer nudo es latente, pero a veces puede dar origen a otro estolón más pequeño. En el extremo del estolón se forma una roseta de hojas que en contacto con el suelo emite raíces, originando una nueva planta con idénticos caracteres que la planta madre.

Si todos los estolones se desarrollan libremente en forma radial, se obtienen hijas que después de su primer desarrollo emiten raíces, sin embargo, en una plantación comercial no es aconsejable dejar crecer estos estolones ya que debilitan las plantas, bajando la producción de frutas. Los estolones constituyen el método más fácil de propagación de las plantas (19).

3.5 Flores

La flor de la fresa es de simetría actimorfa (radial) pedunculada con un grueso receptáculo que se hipertrofia después de la fecundación para convertirse en la parte carnosa y comestible de la planta.

Las flores pueden ser perfectas (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos (estambres y pistilos), o imperfectas con un solo órgano masculino o femenino (unisexuales).

Cada flor perfecta está constituida por un cáliz compuesto normalmente por 5 sépalos, o más frecuentemente por un número variable; una corola compuesta generalmente por 5 pétalos que a menudo pueden ser más de 12, generalmente blancos de forma variable, desde elípticos a redondeados u ovalados; por numerosos órganos masculinos (estambres) compuestos cada uno por filamento, de longitud variable que sostiene las anteras que contienen el polen. Están dispuestas en tres verticilos, fundamentalmente en número múltiplo de 5, desde 5 hasta 40, insertos en la periferia de un órgano que tiene la forma de copa invertida (receptáculo). Las flores son de color blanco – rosado, van en inflorescencias largas y son polinizadas por insectos, en especial por abejas y por el viento.

El verdadero fruto llamado aquenio corresponde a las pepitas que van insertas en un receptáculo carnoso, que constituye la parte comestible. Si la polinización no es completa y quedan pistilos sin polinizar, el fruto resultará deformado. Por esta razón es recomendable el uso de colmenas en un fresal.

Las flores insertas en el eje central de la inflorescencia se abren primero y dan frutos más grandes, las insertas en los ejes secundarios y terciarios y así sucesivamente tiene un número menor de pistilos y dan frutos de menores dimensiones. Es frecuente que las flores más tardías no den fruto sino que aborten (19).

3.6 Inflorescencia

Las flores están agrupadas en inflorescencias, de tallos no modificados, en las que una bráctea sustituye en cada nudo a una hoja, mientras que la yema axilar de ésta se desarrolla en una rama secundaria o eje de la inflorescencia. Las inflorescencias son del tipo "cima etéreo" que pueden tener un raquis con ramificación alta o ramificación basal, para el primer caso dan una mayor facilidad para la recolección y en el segundo dan a veces frutos más grandes (19).

3.7 Fruto

El fruto de la fresa es múltiple denominado botánicamente pseudocarpo, éste es un conjunto de aquenios sobre un receptáculo carnoso que constituye la parte comestible (39).

El receptáculo maduro tiene hasta 5 cm de diámetro de formas achatadas, globosa, cónica alargada, cónica alargada con cuello, en cuña alargada y en cuña corta. Su color puede ser rosado, carmín, rojo o púrpura. El receptáculo ofrece una gran variedad de forma, aroma y consistencia que caracterizan a cada variedad.

Los aquenios, llamados comúnmente semillas, son frutos secos indehiscentes, uniseminados de aproximadamente 1 mm de largo que se encuentran insertados en la superficie del receptáculo o en pequeñas depresiones más o menos profundas denominadas criptas, el color de los aquenios puede ser amarillo, rojo, verde o marrón.

Un fruto mediano suele tener de 150 a 200 aquenios, pudiendo llegar hasta 400 en los frutos de gran tamaño (19).

4 Variedades

Se conocen en el mundo más de 1,000 variedades de fresa, resultado de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie.

En todo cultivo la elección de la variedad a cultivar constituye el paso fundamental para conseguir los mejores niveles de productividad. En el caso particular de la fresa, la renovación de variedades ha caminado muy rápidamente gracias al avance y progreso en el conocimiento de la genética de la especie y a la introducción inmediata de nuevas variedades que han sido sometidas a su adaptación a los diferentes medios ambientales.

En todos los países donde se cultiva fresa los productores se han preocupado preferentemente en seleccionar las mejores variedades de acuerdo a sus medios ecológicos, técnicas de cultivo, resistencia a plagas y enfermedades, tipos de fruta, color y uso.

Las variedades de mayor importancia cultivadas en el ciclo 2003 en la Costa Central de California fueron: Diamante, Camarosa, Pájaro, Ventana y en menor escala Fern, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y Chandler.

4.1 Principales Variedades cultivadas

Diamante

- Origen: Esta es una variedad nueva desarrollada por la Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperíodo: Día neutral.
- La planta: Produce constantemente y es fácil de cosechar; es tolerante a los ácaros y moho, pero no a antracnosis de la corona.
- El fruto: Buen sabor, un gran tamaño, firmeza y brillo. Mantiene una buena vida de anaquel.
- Manejo: Diamante produce fruta de calidad muy alta con un nivel de desecho muy bajo (20).

Camarosa

- Origen: Originada en la Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperíodo: Planta de día corto.
- La planta: Presenta una asombrosa productividad, precocidad, calidad y adaptación a las condiciones agroclimáticas de la mayoría de zonas frutilleras en el mundo.

- El fruto: Presenta un fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza.
- Manejo: Se recomienda una densidad de plantación de 6 plantas/m². Requiere de una licencia para su multiplicación y los productores deben pagar una regalía (20).

Pájaro

- Origen: Sequoia x 63.7.101 (híbrido complejo), Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Día corto.
- La planta: Es una planta de poco desarrollo pero con hojas grandes color verde oscuro, sensible a Viruela (*Ramularia tunasneii*), *Phytophthora fragariae*, *Botrytris* y *Oidio*, es de regular capacidad para producir coronas. No es muy productiva.
- El fruto: Se destaca por su calidad, es firme, de forma cilíndrica cónica regular, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional.
- Manejo: Especialmente para plantaciones de verano en zonas de inviernos fríos. En la costa se puede plantar en abril o mayo, se adapta bien a plantaciones de alta densidad y presenta buena polinización.

Ventana

- Origen: Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Es una variedad de día corto (cojinete de junio) similar a Camarosa...
- La planta: Es grande y vigorosa, similar a Camarosa, pero más abierta que las plantas de Camarosa. Cuando está tratada correctamente, tiene tolerancia igual o mayor que Gaviota y Camarosa a los ácaros *urticae de Tetranychus*. Cuando está tratado con regímenes apropiados, el vivero produce mayor cantidad de plantas individuales que Gaviota o Camarosa.
- El fruto: La fruta de Ventana es más ligera que Camarosa y Gaviota, con una coloración roja substancialmente más brillante. Ventana tiene sabor con buena aceptación en el mercado. La fruta es adecuada para el mercado fresco y para su industrialización (20).

Fern

- Origen: Tufts x Cal. 69.62.103. Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Día neutro.
- La planta: Poco vigorosa, con suficiente producción de estolones pero regular capacidad para producir coronas. Es una variedad con buen rendimiento y producción continua si las condiciones de manejo son las adecuadas. Bajo requerimiento de frío, pero sensible a altas temperaturas en verano. Sensible a la antracnosis en los frutos.
- El fruto: Cónico, alargado y muy irregular, rojo brillante pero con tendencia al oscurecimiento. De tamaño medio y no muy firme. Sabor con buena aceptación en el mercado.
- Manejo: Variedad exigente en fertilidad del suelo y se adapta a diferentes épocas de plantación.

Douglas

- Origen: (Tioga x Sequoia) x Tufts. Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Día Corto.
- La Planta: Planta y hojas grandes, de color verde muy claro que se puede confundir con alguna deficiencia o enfermedad. Su gran follaje forma un ambiente propicio al ataque fungoso: Oidium, Viruela, Botrytis por lo que se recomienda pulverizaciones frecuentes en climas lluviosos. Presenta una segunda floración después de 20 días de la primera. Tiene una elevada capacidad para producir coronas. Es muy precoz.
- El fruto: Cuneiforme corto, regular, mejor aspecto cuando se cultiva bajo plástico. Aquenios amarillos muy visibles, buen calibre, constante y homogéneo. Es firme y se adapta bien al transporte, se desprende con bastante facilidad del cáliz. Puede alcanzar altos niveles de producción.
- Manejo: Se puede usar en plantaciones de verano o en plantaciones de invierno, pero si se hace en invierno, la producción empieza más temprano, y si hay peligro de heladas en la zona o exceso de humedad habrá mucha pérdida de fruta por lo que es recomendable su plantación en verano.

Selva

- Origen: Cal. 70.3.117 x Cal. 71.98.605. Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Día neutro.
- La planta: Semierecta, vegetación vigorosa y muy densa. Se adapta bien a suelos de poca fertilidad pero es sensible a Botrytis, Oidio y Viruela (*Ramularia tunasneii*), también es atacada con facilidad por la arañita roja. Es muy productiva siempre que se le de el frío necesario antes de la plantación (1,000 horas a 7 °C).
- El fruto: Cuneiforme, alargado y regular, es de buena presentación, color rojo brillante y no se oscurece. Buen tamaño y muy firme, no tiene muy buen sabor, es poco jugosa y muy dura al final de la temporada.
- Manejo: Puede plantarse en verano, pero da mejores resultados en plantaciones de invierno. Muy buena variedad para producciones más tardías. Los resultados son muy dependientes del manejo.

Chandler

- Origen: Douglas x Cal. 72.361.105 (selección). Universidad de California, EUA.
- Respuesta al fotoperiodo: Día Corto
- La planta: Es una planta semierecta. Presenta buena capacidad para producir coronas. Las hojas son grandes y de un color ligeramente más claro que Pájaro. Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafoclimáticas y tiene un alto potencial de producción.
- El fruto: Tiene buen tamaño, es firme, cuneiforme, buen sabor y color rojo por dentro, no tan regular como Pájaro, en determinadas condiciones climáticas se presenta una maduración incompleta quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse.
- Manejo: Puede usarse en plantaciones de invierno y verano. Esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado.

5 Ciclo vegetativo y productivo

La comprensión del ciclo y las variaciones que presenta en diferentes ambientes puede proporcionar una aplicación correcta de las prácticas culturales.

5.1 Sistema radicular

Las raíces, a lo largo del ciclo anual, tienen un desarrollo vegetativo de duración diferente y no coincide con el de la corona. Un periodo de intenso desarrollo se produce al final del invierno, cuando la planta necesita reconstruir el aparato foliar primaveral, movilizand o las sustancias de reserva acumuladas en las raíces durante el otoño anterior. En este periodo el desarrollo depende de la presencia en el suelo de suficiente disponibilidad hídrica y de elementos nutritivos, especialmente nitrogenados.

También se da un periodo de desarrollo en otoño cuando la planta debe acumular sustancias de reserva antes de la diferenciación de las yemas de flor y también en este caso depende de la disponibilidad de nitrógeno. El crecimiento es mayor en días cortos que en días largos y al descender las temperaturas las raíces entran en reposo a unos 5° C (2).

5.2 Parte aérea

En los climas templados, a finales de invierno, al suavizarse la temperatura, la parte aérea inicia un periodo de intensa actividad vegetativa reconstruyendo el sistema foliar, sustituyendo sucesivamente las hojas invernales con otras más grandes, más activas y cuyo crecimiento se acelera a medida que se alarga el día. La formación y el desarrollo de las hojas están relacionados además de con la temperatura con los días bastante largos; si la temperatura desciende sensiblemente, se detiene su emergencia.

El desarrollo y la actividad intensa de las hojas es particularmente importante en verano; un aparato foliar bien desarrollado a finales de verano, favorece una diferenciación intensa de las yemas florales, sin embargo, una excesiva actividad vegetativa durante la diferenciación, la demora notablemente.

Las hojas tienen una duración variable que es función de la variedad, de la evolución de las temperaturas, de la humedad del terreno y de eventuales ataques parasitarios.

En verano, después de la cosecha, una parte de las hojas muere y van siendo sustituidas por otras, que alcanzan un notable desarrollo al final del verano, antes de que los días se acorten excesivamente. La parte aérea alcanza de esta manera un amplio desarrollo en un momento en que la planta necesita una fuerte acumulación de sustancias de reserva para poder diferenciar una gran cantidad de yemas de flor y para resistir después a los fríos invernales y más tarde una buena reanudación de la actividad vegetativa primaveral (2).

5.3 Estolonización

A medida que avanza la primavera, cuando la temperatura alcanza los 15° C, y la duración del día es de por lo menos 12 horas, la planta emite los estolones, cuya formación continúa durante todo el verano. En las variedades cultivadas su producción es mayor después de la fructificación, por lo que puede considerarse que, prácticamente, estolonización y fructificación se condicionan recíprocamente.

La producción de estolones comienza en la mayor parte de las variedades cuando los días tienden a superar las 12 horas de luz, es más intensa con 15 horas y una temperatura de 22° - 23° C, siempre que las plantas hayan cumplido en su momento sus exigencias en frío y que dispongan de suficiente cantidad de agua y elementos nutritivos; cuando ya ha desarrollado un buen sistema radicular con raíces ramificadas, los estolones se hacen independientes de la planta madre.

Los estolones tienden a desarrollar un mayor aparato radicular cuando la planta madre está sometida a una deficiencia hídrica moderada, pero la disponibilidad hídrica de la planta madre no podrá compensar totalmente una insuficiente disponibilidad de los estolones. En la práctica el desarrollo de los estolones requiere casi de las mismas condiciones necesarias para favorecer la formación y el desarrollo de las hojas.

Las plantas que producen muchos estolones, si se dejan desarrollar, se debilitan excesivamente, dan una producción más

limitada y frutos de menor tamaño, así como una demora de la fructificación y un retraso en la emisión de estolones.

Al ser el estolón una manifestación de la actividad vegetativa, todas las operaciones que frenen su desarrollo, favorecen la producción de frutos, mientras que al contener la floración y la fructificación, favorece la producción de estolones (2).

5.4 Diferenciación de las yemas

Es la fase fisiológica en la que los tejidos meristemáticos de la yema, todavía neutra, en lugar de evolucionar a órganos vegetativos, corona secundaria o estolón, evolucionan hacia el estadio reproductivo, constituyendo los primordios de los órganos florales, bajo la influencia de un conjunto de factores hormonales y ambientales. Cuando la planta ha alcanzado una suficiente madurez y se dan días cortos y temperaturas moderadas, durante un periodo de unas 4-6 semanas, tanto en condiciones naturales como artificiales, se produce la evolución de la yema neutra a yema de flor. La temperatura excesivamente elevada, más de 23° C, en muchas variedades no acelera la inducción floral. Los días cortos parecen favorecer la formación de principios hormonales que detienen el vigor vegetativo y promueven la inducción floral favoreciendo un estado fisiológico muy similar al de las plantas frutales cuando entran en fructificación.

La temperatura ejerce una influencia sensible sobre la intensidad de la diferenciación; cuanto más baja sea, más se reduce el número de inflorescencias que se desarrollarán.

En California, en climas frescos a 36° a 37° de latitud, las variedades adaptadas al clima suave de la zona producen durante 6-8 meses al año, desde febrero a noviembre, y con el descenso de las temperaturas detiene la fructificación.

El fotoperíodo es el principal factor que influye en la diferenciación floral, pero también hay otros que actúan conjuntamente: características de la variedad, estado nutritivo en equilibrio, cumplimiento de las exigencias en frío invernal en la estación anterior, moderada disponibilidad de agua a fines de verano; factores, todos ellos, de los que solamente algunos son controlables por el agricultor, pero que a veces se descuidan,

olvidando que la producción en realidad se decide en otoño, mientras que los siguientes cuidados primaverales pueden proporcionar condiciones adecuadas para llevar a buen fin la floración, mejorar el tamaño y la calidad de los frutos (2).

5.5 Floración y polinización

Las variedades que florecen más en los días largos que en días cortos, en un cierto sentido están fuera del control del fotoperíodo.

Las flores que se abren en el extremo de las inflorescencias, están influenciadas sensiblemente en su sexualidad por las condiciones climáticas y así, según la evolución estacional, se pueden encontrar flores con estambres sin desarrollar o parcialmente desarrollados, flores perfectas y flores parcialmente imperfectas aún en variedades que normalmente tienen flores perfectas.

Las flores principales y las primeras flores abiertas, pueden tener poco polen, a causa de las bajas temperaturas del final del invierno procedente a la antesis, agravado a veces por desequilibrios nutritivos.

La flor de la fresa es polinizada por medio del viento (polinización anemófila) y, o por medio de insectos (polinización entomófila), especialmente abejas. La polinización se ve favorecida por la particular disposición de los estambres insertos periféricamente en el receptáculo en torno a los pistilos. Las variedades que tienen estambres largos se polinizan fácilmente, aún sin la presencia de insectos, mientras que los que tienen estambres muy cortos necesitan más los insectos o la acción de vientos ligeros que sacudan las flores.

La evolución climática durante la floración tiene una influencia notable en la polinización; temperaturas alrededor de 20° C, con la humedad relativa inferior al 60% crean condiciones óptimas. La lluvia actúa negativamente lavando los estigmas e impidiendo con ello la fijación del polen; lluvia y humedad, además de dificultar el vuelo de los insectos polinizadores, favorece el estallido de los granos de polen.

Las temperaturas bajas también obstaculizan la polinización; temperaturas de -2° C impiden el vuelo de las abejas y pueden

producir daños a los pistilos. Las flores que abren con temperaturas bajas y poca intensidad luminosa tienen frecuentemente estambres abortados, lo que sucede muchas veces con las flores invernales, que presentan pétalos casi verdosos.

A la apertura de las anteras el polen es lanzado hacia muchos pistilos próximos, los cuales, si el clima es fresco, pueden permanecer receptivos hasta casi unos 10 días, y de esta forma pueden ser fecundados por flores de apertura más tardía.

Los numerosos ovarios quedarán fecundados únicamente si cada uno de ellos recibe polen fértil. Cuando por falta de polinización no se forma el akenio, la correspondiente área del receptáculo no se desarrolla, quedando deprimida; cuando hay grupos de akenios no desarrollados se producen frutos deformes.

Los pistilos de color verde amarillo al comienzo de la apertura de las flores, a la caída de los pétalos se vuelven oscuros, dando a los receptáculos polinizados un aspecto como si estuviera salpicado de manchas. Este cambio de color, visible a simple vista, del cultivador atento, puede ofrecer la oportunidad de observar la evolución de la polinización y, en su caso, proceder a un aumento de la presencia de colmenas desde el comienzo de la floración (2).

5.6 Fructificación

Una vez sucedida la fecundación, los ovarios se desarrollan originando los akenios, estimulando el desarrollo del receptáculo, que engruesa, se enriquece de agua, azúcares, ácidos, y otros, hasta formar el fruto que madura en 4-5 semanas, según la temperatura, si ésta es inferior a 15° C, la maduración es muy lenta; si es demasiado elevada, se hace demasiado rápida, el fruto se colorea precozmente antes del desarrollo completo y la calidad resulta mediocre.

La duración del desarrollo del fruto parece variar poco entre las diferentes variedades y en las diversas áreas de cultivo, únicamente cuando la temperatura es sensiblemente inferior a 15° C, la duración de la maduración es larga y puede conseguir

una cierta importancia comercial, haciendo la recolección más escalonada.

En la misma planta se dan a la vez frutos de diferentes estados de desarrollo y maduración; pero no parece existir una correlación entre la época de diferenciación de las yemas y la época de diferenciación de los frutos.

El peso del fruto es muy diverso, dependiendo de la variedad y también de la posición de la infrutescencia, oscilando entre unos pocos gramos hasta más de 100 g.

Las variedades reflorescentes producen durante toda la estación vegetativa hasta los primeros fríos.

La calidad de los frutos depende fundamentalmente de las variedades, pero puede mejorar o empeorar según la evolución climática, en especial lluvias y temperaturas durante la maduración. Se considera que el contenido de azúcares sea algo independiente del fotoperíodo y en función de la luminosidad durante el día. El aroma parece estar en relación con los días soleados y las noches frescas, así como las vitaminas y el azúcar parecen aumentar con noches frescas y respiración lenta.

Los días largos y soleados aumentan el contenido de vitamina C, que es mayor al comienzo de la estación cuando las noches son todavía frescas, casi las mismas condiciones que favorecen una buena producción y un buen aroma. El contenido en vitamina C, aunque a veces puede superar los 165 mg por 100 g, es muy parecido al de los cítricos (2).

6 Propagación

En la práctica agrícola, la fresa, como los frutales, no se reproduce por semillas, ya que por esta forma se obtienen plantas con características diversas, heterogéneas, y generalmente distintas a las de la planta madre de la que proceden, debido a la recombinación genética de los caracteres de ésta y los de la planta polinizadora.

La fresa se propaga, pues, por vía agámica, favoreciendo el enraizamiento de partes de la planta seleccionada por diversos métodos: división de la corona, por estolones y por cultivos de ápices caulinares *in vitro* (cultivo de meristemos). La reproducción por semilla, no obstante, se utiliza en los trabajos de mejoramiento

genético para obtener plantas procedentes de hibridaciones y también para propagar ciertos clones de *Fragaria vesca* con nivel elevado de homocigosis (2).

6.1 Por división de la corona

No es muy utilizado ya que se emplea en variedades que no producen estolones o lo hacen escasamente, pero que generalmente producen coronas secundarias. Es posible utilizar plantas madres de más de un año de edad. Cuando se han enraizado las coronas secundarias dan origen a nuevos hijuelos bien formados con buenas raíces que se utilizarán en la nueva plantación.

6.2 Por estolones

Es el método más empleado, consiste en que las plantas madres emitan estolones que enraícen, originando lo que se llama plantas hijas; las plantas madres se colocan a distancias de 1.5 a 2 metros entre filas y 0.80 metros entre plantas, a medida que los estolones avanzan es necesario peinarlos con un rastrillo para permitir que todos enraícen al mismo lado de las filas, y facilitar las labores de cultivo, se eliminan las plantas defectuosas o fuera de tipo.

Una planta madre puede dar 50 hijas útiles, se recomienda con este método dar un máximo desarrollo a las plantas madres para estimular la formación de un mayor número de estolones.

6.3 Producción de plantas libres de virus

La fresa puede ser afectada por muchas y graves enfermedades, provocadas por hongos, bacterias, virus, micoplasmas, así como fitófagos diversos que contribuyen a agravar los efectos de las condiciones ambientales desfavorables para el desarrollo de las plantas, como reducción de tamaño, mortalidad y disminución de la producción.

Para eliminar o reducir la incidencia de los daños, se efectúan trabajos de saneamiento del material vegetal para producir plantas que estarán certificadas exentas de virus, controladas genéticamente, propagadas en viveros según unas normas especiales.

Las ventajas que las plantas sanas ofrecen a los agricultores en relación a las no controladas, pueden resumirse así: mayor vigor de las plantas, mayor producción, disminución de los fallos de plantación y, en el caso de las plantaciones plurianuales, mayor eficacia durante todo el periodo de cultivo, así como seguridad de la autenticidad varietal.

El material que planta el vivero para producir plantas "certificadas" debe ser sano, es decir, exento de hongos parásitos, virus, bacterias, micoplasmas, artrópodos parásitos y nemátodos, y constituidos por plantas madres procedentes de "centros de saneamiento" o de viveros provistos de la tecnología e infraestructura suficiente para obtener plantas de las características citadas.

El esquema de producir plantas de fresa libres de virus y otros parásitos es ligeramente diferente según los países, dependiendo de las condiciones climáticas, importancia del cultivo de fresa, nivel técnico-científico, legislación sobre plantas de vivero, organización del sector productor y viverístico, etc. Algunos estados, entre ellos California, tienen una reglamentación oficial técnica que regula los procesos de producción de plantas de vivero de fresa a fin de garantizar que el agricultor reciba plantas con características especificadas en el mismo reglamento (2).

La producción de plantas libres de virus, en la empresa Lassen Canyon Nursery (distribuidora de planta para los productores de la compañía *Naturipe Berry Growers*) ubicada en Redding, Shastina y Manteca, California EUA, se realiza en seis etapas de aproximadamente un año cada una, de la siguiente forma:

- ✓ La primera etapa es al recibir la planta "madre" de algún proveedor (Ej. la Universidad de California, la Universidad de Oregon, entre otras), estas plantas se introducen en un invernadero, se colocan en un lugar elevado con la finalidad de que desarrolle la raíz colgante y de ahí obtener las primeras plantas hijas.

El suelo en el que se desarrollan las plantas en el invernadero, antes era tratado con bromuro de metilo, sin embargo, al encontrarse próximo a su eliminación del mercado, se ha visto la necesidad de desarrollar nuevas alternativas para

tratar el suelo y evitar la presencia de alguna enfermedad. Ahora tratan el suelo con vapor caliente, y tienen demostrado que la temperatura mínima necesaria para una buena desinfección es vapor a 60° C, sin embargo, en Lassen Canyon, el suelo se somete durante media hora a 82° C, y aseguran que a esta temperatura no sobrevive ningún microorganismo patógeno para las plantas.

La fertilización principal es con triple 14 y micronutrientes, por medio de fertirrigación.

Una vez que crece la raíz, se somete a un tratamiento de temperatura durante seis semanas a 36.1°C por 45 días, haciendo ajustes en la temperatura, ya sea aumentándola o disminuyéndola de acuerdo a la temperatura del ambiente exterior. La finalidad de mantener estas primeras plantas en calor es inducir un desarrollo lento de su base vascular, ya que las guías se desarrollan entre 18.3° C y 26.6° C.

✓ La segunda etapa consiste en trasladar las plantas que se obtienen de la raíz colgante, al laboratorio, donde se mide en el microscopio la coronita; su medida ideal es máximo 1mm, y es preferible que mida menos ya que es más difícil que adquiera alguna enfermedad, aunque por otra parte, también se corre el riesgo de que la planta muera. Estas coronas se desarrollan en una solución de agar en tubos de ensayo dentro del laboratorio, después de seis semanas se sacan de acuerdo al número de raíces presentes, la duración de esta etapa llega a ser de 6 a 8 semanas según la variedad de que se trate. Enseguida, la planta es puesta en contenedores de 10 cm; el riego es por aspersion y sumamente ligero (un segundo cada cinco minutos).

✓ La tercera etapa consiste en trasladar la planta del laboratorio a otro invernadero donde la temperatura es más parecida a la exterior (no totalmente), la planta se coloca en un cajón (contenedor) de plástico más grande (de aproximadamente 1m²) para que desarrolle más plantas "hijas", por cada planta se llegan a producir hasta 150 plantas por contenedor.

El suelo que se utiliza también es tratado con vapor caliente. El proceso en la máquina se hace con aproximadamente 1.2 m³ de tierra, dura aproximadamente 7 minutos en el vapor, y una vez que está limpio se abre de la

parte de abajo dejándolo caer. Esta maquina, al igual que la mayoría de las que usan son elaboradas por ellos mismos.

De aquí, se analiza una planta de cada contenedor para verificar la ausencia de enfermedades y con esto obtener la certificación para venta. Una vez que las plantas pasan por esta evaluación, se lleva a cabo otro proceso de trasplante, de estos contenedores con aproximadamente 150 plantas se seleccionan 100 para ser trasplantadas en un contenedor, en caso de detectar alguna enfermedad durante la evaluación de la planta se recurre al lugar de donde se sacó para eliminar estas plantas.

- ✓ En la cuarta etapa se sacan las plantas a campo por primera vez y son plantadas en sitios con diferente altitud: a un lugar elevado 1219 msnm, en Shastina, California, y después se traslada a nivel del mar en Manteca, California. Hasta aquí la planta no se vende, es material exclusivo de esta compañía.
- ✓ La quinta etapa consiste en plantar nuevamente en campos experimentales registrados, con buen cuidado y protección de la tierra. A partir de esta etapa la planta es vendida a otros países, por ejemplo a Canadá, donde mantienen la planta durante un año más y la venden a Florida.
- ✓ En la sexta etapa nuevamente la planta es llevada a un sitio elevado, por ejemplo en Shastina, donde al finalizar este periodo se poda, remueve y lleva a Redding California, para su selección y empaque.

Al llegar la planta a Redding, se introduce a un cuarto de enfriamiento a 0.5° C, permanece por tiempo indefinido, ya que su estancia depende de la demanda de plantas que hay en el momento.

Las plantas obtenidas por este procedimiento, deben ir amparadas por la etiqueta oficial correspondiente, certificando los procesos de producción, tratamientos fitosanitarios, origen del material, entre otros.

6.4 Propagación por meristemo

La técnica normal de propagación en campo, se sustituye, en ocasiones, por la propagación "in vitro" en laboratorio, en contenedores y en ambiente estéril, con material obtenido de tejidos meristemáticos y adyacentes -propagación de ápices meristemáticos- tejidos formados por células en multiplicación activa de los que se toman porciones casi microscópicas, conocida como micropropagación.

Para la propagación por meristemas se pueden usar todos los tejidos de la planta con activa capacidad de proliferación; en el caso de la fresa se prefiere utilizar ápices meristemáticos de los estolones o de la corona de las plantas. Debe de ser sana o saneada y de características varietales conforme a la variedad elegida. En poco tiempo se obtendrá un elevado número de plantitas genéticamente iguales a la planta madre.

La propagación de meristemo se realiza en ambiente esterilizado, reduciendo el riesgo de infecciones por virus y otros patógenos, si se parte de material sano. Para realizar este tipo de propagación, se requieren laboratorios preparados para trabajar en condiciones de esterilidad, dotados de autoclave, cámara de flujo laminar, estereomicroscopio, cámara de cultivo, etc., cuya instalación y manejo suele estar fuera de las posibilidades de los pequeños viveros (2, 12).

6.5 Cuidados en el vivero

El vivero está sujeto a las labores de cultivo normales; las malas hierbas se controlan de forma total mediante desinfección en preplantación, si es necesario, con tratamiento de herbicidas durante el cultivo.

El vivero debe contar con una buena distribución de agua para el riego, mediante mangueras o aspersión en el caso de viveros sobre sustrato (2).

6.6 Frigoconservación de las plantas

Para obtener las plantas de otoño se requiere disponer de plantas bastante avanzada en la estructuración (octubre-noviembre), en el mismo periodo en el que normalmente se

dispone de plantas bien enraizadas y "maduras" (en latencia). Las plantaciones de verano anticipan las necesidades de plantas a junio-agosto, cuando en los viveros hay disponibilidad muy limitada de plantas adecuadas. Para poder satisfacer estas necesidades, se estudió y se puso a punto la conservación en frigoríficos hasta el momento de la plantación de las plantas extraídas en otoño.

Los agricultores pueden así disponer de plantas a punto para la plantación en el momento más oportuno según las variedades y clima y provistas de un buen sistema radicular y bien desarrollado. Los viveristas, a su vez, pueden obtener del vivero la máxima productividad en cantidad y calidad de plantas y efectuar la extracción en el periodo más oportuno.

Los estolones se extraen generalmente en noviembre-diciembre, cuando ya han recibido el suficiente número de horas frío, con peciolo cortos y hojas pequeñas y rojizas, típico aspecto de latencia. Las plantas están en condiciones que favorecen la conservación y, plantadas en su momento, manifestarán una verdadera explosión vegetativa cuya intensidad estará en correlación con el contenido en sustancias de reserva.

Después de la extracción, que en los grandes viveros se realiza mecánicamente, las plantas se limpian de los residuos de tierra adheridos a las raíces. A continuación se cortan todas las hojas, cuya presencia dificultaría la frigoconservación.

La eliminación de las hojas no influye negativamente en el comportamiento de las plantas en el cultivo, es favorable para la conservación en frigorífico y reduce notablemente el volumen ocupado. Por el contrario, el sistema radicular se debe dejar intacto en la medida de lo posible para aprovechar las sustancias de reserva que contienen.

La conservación en frigorífico, además de mantener en buen estado las plantas, permite satisfacer sus necesidades de frío, y crear condiciones, durante muchas semanas, favorables a la floración (2).

7 Requerimientos edafoclimáticos

7.1 El suelo

El cultivo de fresa prefiere suelos, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados y con cierta capacidad de retención de agua.

El equilibrio químico de los elementos nutritivos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos.

Niveles bajos de patógenos son igualmente deseables para el cultivo.

La mezcla óptima de un suelo para el cultivo de la fresa aproximadamente es:

- 50% de arena silíceo
- 20% de arcilla
- 15% de calizas
- 5% de materia orgánica

En definitiva, un suelo catalogado como arenoso o franco-arenoso y homogéneamente profundo se acercaría al ideal.

En cuanto a las características físico-químicas que debe reunir el suelo para este cultivo se tienen:

- pH: La fresa soporta bien valores entre 6 y 7. Situándose el óptimo en torno a 6,5 e incluso menor.
- Materia orgánica: Serían deseables niveles del 2 al 3%.
- Relación Carbono/ Nitrógeno: Se considera un valor adecuado 10 para la relación carbono / nitrógeno, con ello se asegura una buena evolución de la materia orgánica aplicada al suelo.
- Sales totales: Evitar suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividades eléctricas en extracto saturado, superiores a 1 mmhos /cm³. ya que se registra disminución en la producción de fruta.

- Caliza activa: La fresa es muy sensible a la presencia de caliza activa, sobre todo a niveles superiores al 5%. Valores superiores provocan el bloqueo del Hierro y la clorosis consecuente (22).

7.2 Exigencias hídricas

La fresa es un cultivo muy exigente tanto en las cantidades de agua, muy repartidas y suficientes a lo largo del cultivo, como en la calidad que presente ésta.

El cultivo se resiente, disminuyendo su rendimiento, con concentraciones de sales en el agua superiores a 0.8 mmhos/cm³.

En un año de climatología normal, esto es, con pluviometría del orden de 500 ó 600 mm y en suelos francos, se estima que son necesarios aplicar unos 350 mm desde noviembre hasta junio, repartidos en un centenar de riegos (22).

El uso de goteros quedó desde el principio relegado por las cintas perforadas o de exudación. Éstas, a pesar de su menor duración, permiten controlar mejor los riegos, distribuyen el agua más uniformemente a lo largo de la línea, creando un bulbo húmedo más continuo, al tiempo que resultan más económicas que los goteros (22, 24).

7.3 Exigencias climáticas

El enfriamiento de las plantas de fresa durante seis a siete meses a 2° C antes de la plantación, produce la máxima fructificación y respuesta en el crecimiento (10).

La fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -20 °C, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores inferiores a 0 °C. Al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de 55° C (22).

La fresa, aun teniendo una capacidad notable de adaptación, proporciona los mejores resultados en zonas donde la temperatura media oscila en torno a los 23 y 25° C.

Descensos de temperaturas de -2° a -4° C, durante la floración, puede producir necrosis hasta la muerte de todos los pistilos, impidiendo la fructificación, o si son de duración corta, causan daños parciales, obteniendo fruta deforme de escaso valor comercial. En tanto que un tiempo muy caluroso puede originar una maduración y coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización.

Como en todas las plantas, en la fresa el fotoperíodo también es determinante, tanto para la diferenciación foral como para el crecimiento vegetativo. Los días con fotoperíodo corto, que se presentan en invierno principalmente y un poco menos en la primavera, favorecen, la formación inicial de yemas florales, en contraste con el fotoperíodo largo en verano, la planta tiende a formar más estolones (22).

El crecimiento en la fresa se ve afectado en forma determinante por el fotoperíodo, por tal razón los días largos promueven la formación e incremento del tamaño de las hojas y estolones, en los días cortos se presenta un efecto contrario.

Durante una exposición prolongada a condiciones de día corto la planta entra en reposo, se disminuye o suspende la formación de estolones, y las hojas se forman de un tamaño pequeño; con la acumulación de frío se rompe el reposo y las plantas producen hojas grandes y estolones, aún en días cortos.

Con relación a la altitud, la fresa se adapta, para cultivos comerciales, tanto en las llanuras como a las colinas bajas, medias y altas (11).

7.4 Lugares

En la elección de fincas y parcelas, especialmente en colinas, se prefieren las exposiciones soleadas, donde se anticipa la maduración y se reduce el peligro y daño por las heladas, ya que en caso de descensos grandes de temperatura, con ausencia de viento, el aire frío se acumula en las zonas bajas (2). La fresa está expuesta a sufrir las mínimas térmicas más que los árboles frutales, por su proximidad al suelo.

8 Manejo del cultivo

8.1 Preparación y desinfección del suelo

Desde el punto de vista biológico, el suelo puede representar riesgo para el cultivo por la presencia de hongos patógenos, nemátodos parásitos, ácaros, insectos y malas hierbas. Es por ello que se hace necesaria la desinfección del suelo antes de la plantación de las fresas, ésta consiste en la aplicación directa al suelo de un agente biocida de naturaleza física o química, con el que se eliminan total o parcialmente los agentes negativos antes mencionados (22).

En la región de la Costa Central de California, dicha preparación de suelo para el trasplante es muy similar en todos los campos; en el caso de la variedad Camarosa esta etapa inicia en el mes de agosto, para en el mes de octubre proceder a la plantación; y en el caso de la variedad Diamante las labores de preparación deben concluir en noviembre para iniciar con la plantación.

Primero se da un paso con subsuelo y arado de discos, después se riega aproximadamente 8 horas por aspersión, en el caso de suelos arenosos; seis días después se incorpora composta y cal agrícola (la dosis es determinada de acuerdo a las necesidades del suelo) y se remueve una vez más la tierra. Estas labores se realizan con la finalidad de estimular la germinación de las semillas de malas hierbas presentes en el suelo, para obtener mejores resultados después de la fumigación, la cual se lleva a cabo por distintos métodos, uno de ellos es mediante la aplicación de bromuro de metilo (380 Kg/ha aproximadamente), en este caso, el terreno debe cumplir 24 horas rigurosas de permeabilidad absoluta, sin embargo dura ocho días cubierto.

Transcurrido este tiempo se riega nuevamente el suelo durante 4 horas. Al paso de unos días entra la maquinaria a surcar, cada cama se hace de 122.92 cm. aproximadamente, se aplica el fertilizante (N, P, K, dosificado según la necesidad del suelo para el cultivo) y se coloca la manguera para el riego por goteo. Enseguida se instalan las líneas principales para el abastecimiento del agua, de acuerdo a la topografía del predio y a la ubicación de la fuente abastecedora de agua.

En el caso de la fumigación "en línea" las labores son similares, en el paso de la primera maquinaria de rastra y arado de discos, se hacen las camas, se les coloca la manguera para el riego por goteo, se hace el acolchado cuidando que quede sellado sin rasgaduras ni rupturas, y así se asegura el adecuado funcionamiento del agroquímico. Este método se realiza dependiendo de la cantidad de agua disponible en el predio.

La aplicación del agroquímico seleccionado se realiza, una vez conectado el equipo de la empresa fumigadora, al suministro principal de agua en el predio, se inyecta aire a presión a los tanques del gas sacándolo y enviándolo al sistema que recibe el agua (constituido por varias válvulas, controladores de presión, indicadores y una mezcladora); enseguida se envía esta mezcla por las líneas de riego. Una de las cosas que destacan de este proceso son: Uso de trajes y mascarillas adecuados, válvulas "Check" (de seguridad) para regular el gas, uso de letreros suficientes para indicar que el predio está fumigado y que el agroquímico está en el agua de riego, así como la recomendación de seis días como mínimo de aislamiento para entrar al lugar.

Una vez transcurrido el tiempo se riega de 6 a 8 horas para eliminar los residuos de pesticida en el sistema de riego. Una semana después se riega ligeramente para proceder a la plantación.

Para el calendario productivo 2003, en la Costa Central de California, hubo productores que no fumigaron con bromuro de metilo, ya que buscan las mejores alternativas para sustituirlo, dado que desde 1991, un acuerdo internacional llamado "Protocolo de Montreal" determinó una serie de reducciones anuales para el uso del bromuro de metilo, estableciendo su eliminación total en el 2005 en los países desarrollados y en el 2015 en los países en desarrollo, lo anterior por los daños que ocasiona en bromuro de metilo al medio ambiente (7, 30).

El acuerdo establecido en el Protocolo de Montreal es eliminar su uso a partir del 1 de enero de 2005, y sólo se usaría en algunos casos donde no hay alternativas, pero la administración federal quiere ampliar la definición de excepciones para incluir otros productos (8).

Hoy en día, son muchos los productos que existen en el mercado con características biocidas que son empleados en diversos cultivos (9, 30), los productos de mayor uso son:

- a) Metam-sodio: Formulado líquido, que se aplica al suelo con el riego o mediante inyección. La dosis de aplicación es amplia de 600 a 1400 l/ha, pero para que tenga buena acción herbicida son necesarias dosis más elevadas.
- b) 1,3 dicloropropeno: Se inyecta en el suelo con dosis de 400 a 1000 l/ha. Es un buen nematicida, pero es tóxico e irritante. En el mercado existen productos comerciales en los que el dicloropropeno se asocia con otros productos como el dicloropropano, con lo que su espectro de actividad se amplía bastante.
- c) Cloropicrina de 17 y 35%: Es muy eficaz contra hongos y algunos insectos, pero poco eficaz contra nemátodos y malas hierbas. Se inyecta en el suelo y se cubre con una lámina plástica. Es bastante tóxico.

8.2 Plantación

8.2.1 Sistemas de plantación

La plantación de las fresas se efectúa de diferentes formas según el medio ambiente y el tipo de suelo. Todos los sistemas, que requieren diversas técnicas culturales, pueden ser agrupados de la siguiente manera:

- Según la sistematización del terreno en plantación puede ser: En llano o en caballones (surcado y aplanado); en los terrenos con pendiente sensible inclinados o en curva de nivel.
- Según la disposición de las filas puede ser: Filas simples o filas múltiples (dobles, triples, etc).
- Según las plantas: En grupos, aisladas en fila continua o en filas múltiples en tapiz (2).

8.2.2 *Marcos y densidad de plantación*

En la Costa Central de California, la distancia más común entre camas es de 1.22 m.

Las plantas generalmente se colocan en "zig-zag", el ancho de las camas es de aproximadamente 0.80 a 1.20 m, la distancia entre plantas es de 38 cm y la densidad de plantación es de 40,500 plantas por hectárea.

8.2.3 *Época de plantación*

La plantación de la fresa puede realizarse en otoño y en verano, con tal que sea posible el riego. En California, donde el clima es muy suave, las plantaciones se realizan durante un largo periodo, distribuyéndolas de modo que la recolección se pueda efectuar en distintas épocas (2).

En California las plantaciones de invierno, difundidas prácticamente en la Costa Central, se realizan desde finales de octubre hasta noviembre, con plantas frescas procedentes de viveros instalados en el Norte de California. Debido al clima suave, las plantas se desarrollan durante el invierno, con producciones que desde febrero van aumentando en los meses sucesivos.

8.2.4 *Selección de plantas y transplante*

En la selección de cada planta se tendrá presente que el grosor de éstas y el calibre del cuello, no parece influir sensiblemente en el futuro comportamiento, sin embargo, tanto para las plantaciones de verano como de otoño, es preferible utilizar las plantas de mayor calibre. Se debe considerar la selección de plantas con sistema radicular sano y bien desarrollado así como su plantación a la profundidad correcta (4).

Un día antes de realizar el transplante, se riega aproximadamente una hora y media por goteo y otra hora y media por aspersión; el día del transplante, se marca el lugar en el que debe ir la planta; la marcación se realiza por diferentes métodos, a criterio del productor, por ejemplo usando un implemento llamado "perforadora"

(haciendo agujeros de aproximadamente 12 cm de profundidad), entre otros.

La planta se debe introducir cuidando que no quede ni muy superficial ni muy profunda, pero sí con las raíces perfectamente extendidas (4). Acto seguido se comprime la tierra a su alrededor y se da un riego abundante para asegurar el arraigo de la planta.

8.3 Acolchado

Consiste en extender sobre el suelo un material plástico, generalmente polietileno, de forma que la planta va alojada en orificios elaborados sobre dichas láminas.

La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua.

El sistema contribuye a incrementar la precocidad de la cosecha y la temperatura media de la zona donde se sitúan las raíces de la planta (22, 24).

Los plásticos más comunes usados en la Costa Central de California, para el año productivo 2003 son:

✓ Plástico negro

Ventajas: Con este plástico se controla la maleza, la planta y el fruto crecen más rápido.

Desventaja: Si hace mucho calor se corre el riesgo de que se quemé la fruta.

✓ Plástico blanco

Ventajas: Aumenta 80% más de producción y mayor tamaño.

Desventaja: No controla la maleza.

✓ Plástico azul

Ventajas: Aumenta la producción, y tamaño de la fresa.

Desventaja: no controla la maleza y no proporciona visibilidad para su control (es intermedio el control de maleza entre el blanco y el negro).

✓ Plástico verde

Ventajas: Este plástico se usa para control de maleza, la planta y el fruto crecen más rápido. A diferencia del negro este es menos caliente.

8.4 Fertilización

8.4.1 Importancia

La fertilización equilibrada en fresa es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento de fruto. Los análisis de suelo y foliares, por regla general, son de las mejores herramientas para detectar qué nutrientes y en qué cantidad hay que aplicarlos para lograr el máximo potencial productivo del sistema (13, 26).

8.4.2 Principales elementos

Para plantas en etapa de floración/producción el contenido o rango de nutrientes adecuado en cultivo de fresa (muestra constituida por 25 hojas maduras) es el siguiente:

MACRONUTRIENTES %		MICRONUTRIENTES ppm	
N	2.50- 4.00	Fe	50 - 250
P	0.25- 1.00	Mn	30 - 350
K	1.25- 3.00	B	20 - 75
Ca	1.00- 2.50	Cu	6 - 100
Mg	0.25- 1.00	Zn	20 - 250
S	0.13- 0.48	Mo	0.25 - 0.50
		Cl (%)	0.10 - 0.50

ELEMENTOS NO ESCENCIALES ppm	
Na	00 - 2000
Al	00 - 250

La dosis de nitrógeno puede variar ampliamente, dependiendo de la variedad y edad de la fresa, de las prácticas culturales, localidad y potencial de rendimiento.

En riego por goteo, se recomienda incorporar de 20 a 40% de N y K_2O y todo el P_2O_5 y micronutrientes en la cama. Así como aplicar el resto de N y K_2O a través de los tubos de goteo de acuerdo a la velocidad de crecimiento y desarrollo del cultivo.

En sistemas de acolchado o sistemas de riego por sub-superficie, se sugiere incorporar de 10 a 20% del N y K_2O , además todo el fósforo y microelementos en la cama. Aplicar el resto de N y K_2O en bandas en 15 a 25 cm del surco.

Para sistemas de acolchado con riego sobre la superficie, se puede incorporar todo el N, P_2O_5 , K_2O y micronutrientes en la cama antes de la colocación del acolchado (26).

8.4.3 *Aportación de los principales elementos*

El nitrógeno

Este es la base de la nutrición de la planta y uno de los componentes más importantes de toda materia orgánica. Si se aporta en la preparación de tierras, antes de la plantación, el estiércol necesario para que durante la permanencia de la planta en el suelo se mantenga por cierto tiempo después de mineralizada la fuente natural nitrogenada, y las raíces de la planta puedan absorberlo y asimilarlo en sus formas nítricas, ello contribuirá en gran manera a la eficacia de los fertilizantes químicos.

De aplicarse los abonos nitrogenados con exceso, y carecer el suelo de materia orgánica, fósforo y potasio en las proporciones requeridas por la planta, ésta podrá ofrecer de momento un inusitado desarrollo, pero a pesar de su inmejorable aspecto vegetativo carecerá de resistencia y vigor, lo que será motivo en la planta de fresa para que reduzca la producción y con ello el tamaño y la calidad del fruto, causando la degeneración de la planta, y, a la llegada de los fuertes calores será causa de abatimiento, caída y resecamiento de las hojas y paralización de su estado vegetativo, que reaccionará muy difícilmente a la entrada de otoño, para detenerse por completo a la llegada de bajas temperaturas de invierno (1, 40).

El fósforo

Uno de los elementos base e imprescindibles en todo vegetal, y muy particularmente en la fresa es el fósforo, por ser necesario para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Por lo general el fósforo se encuentra en notables cantidades en el suelo, y en las formas más complejas, como material de reserva y más o menos disponible y asimilable para las plantas, según sea la reacción del suelo, contenido de materia orgánica, y actividad de las microbacterias.

Por su elevado poder de fijación en el suelo, es muy difícil que pueda ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego, cuyo poder aumenta a medida que se eleva el valor de pH de aquél, encontrándose las plantas con grandes dificultades para que pueda ser absorbido y asimilado en tierras alcalinas.

La acción del fósforo en la fresa, tiene una gran influencia para precipitar la maduración del fruto, maduración que quedaría retardada con su ausencia (1).

El potasio

Es un elemento indispensable para la vida, crecimiento y desarrollo de las plantas, el cual debe aplicarse en su justa medida, pues su exceso además de resultar fitotóxico para la planta, alteraría fácilmente el equilibrio nutritivo, y ello también se produciría con su carencia.

La fijación del potasio en el suelo casi presenta el mismo problema que el fósforo, y por ser uno de los elementos base para formación de la materia orgánica se hace imprescindible en el cultivo de fresa, pues su carencia se traduce en enfermedades, falta de resistencia y desarrollo de la planta.

Su asimilación no está sujeta a la acción microbiana del suelo, y una gran parte de sus reacciones es muy relativa, pero contribuye a dar una importante resistencia a los tejidos vegetales haciendo que la planta sea mas vigorosa, resista mejor al ataque de insectos y parásitos y sea menos sensible a la sequía y bajas temperaturas.

La absorción y asimilación de potasio por parte de la planta es más intensa en los climas templados y de fuerte luminosidad que en los nublados (1).

El calcio

Este, en sus diversas formas de carbonatos, sulfatos, cloruros, fosfatos, etc., se encuentra en todas las tierras de cultivo en proporciones muy dispares.

Aunque la fresa requiera más bien tierras de naturaleza ácida para su desarrollo, las plantas carentes de calcio no pueden vegetar normalmente, desarrollándose con dificultad.

Su carencia se traduce, en la planta de fresa, en el engrosamiento del pecíolo y del folíolo, reducción de los tallos y acortamiento de los estolones y raíces, hasta el punto de atrofiarse en sus extremidades ocasionando en ciertos casos la muerte de la planta.

Parece que el calcio ejerce una cierta influencia en la movilización de los carbohidratos que se forman en la materia orgánica de la planta, resultando imprescindibles para mantener su equilibrio fisiológico como neutralizadores de los ácidos orgánicos.

Las reservas de calcio tienden a disminuir en el suelo debido al consumo que hacen las plantas y a causa de ser arrastrado por las aguas una vez transformados sus carbonatos en bicarbonatos (1).

El magnesio

Un suelo carente de magnesio resulta totalmente estéril, siendo muy importante la influencia que ejerce sobre las plantas, particularmente para la formación de clorofila, acusándose su presencia en un porcentaje muy notable de su compuesto específico.

De existir carencia de magnesio en el suelo, las aplicaciones de este elemento en forma de sulfato o cloruro amónico, superfosfato de cal y nitratos modifican sus bases, y en ciertos casos, se convierten en sulfatos, cloruros o nitratos de magnesio, que son las formas en que las plantas asimilan este elemento (1):

El hierro

Es un elemento que es utilizado como fertilizante por favorecer la formación de clorofila y por ser también uno de los catalizadores más enérgicos. Debido a su carencia las plantas pierden parte de su clorofila y sufren verdaderamente clorosis, dificultando el proceso de la fotosíntesis, hasta ocasionar la muerte.

La abundancia de calcio en el suelo, y así mismo de manganeso, provocan el bloqueo del hierro y entonces éste puede ser asimilado muy difícilmente por las plantas dando lugar a la clorosis férrica.

El exceso de hierro resulta tóxico para las plantas y debe ser aplicado con cierta prudencia, particularmente en las tierras ácidas, siendo siempre necesario en las alcalinas. Como fertilizante complementario de la nutrición de las plantas, el sulfato ferroso es el compuesto más indicado (1).

El manganeso

Este elemento se encuentra en proporciones reducidas en todos los suelos, en sus formas de peróxido o hidróxido, dependiendo su asimilación del estado de acidez o alcalinidad del suelo.

En manganeso ejerce una notable influencia en el proceso de la fotosíntesis por fomentar la actividad de ciertos complejos oxidantes del organismo de la planta, actuando también como antídoto en la toxicidad del hierro en sus aportaciones normales, ya que de ser excesivas resultan fitotóxicas para las plantas.

La carencia de manganeso se manifiesta en la fresa por una clorosis parecida a la del hierro, haciéndose más necesario en las tierras alcalinas y ligeras que en las ácidas. Puede aplicarse en sus formas de sulfato (1).

El boro

Por lo regular, la carencia del boro únicamente se registra en el cultivo de fresa en tierras alcalinas de elevado valor de pH, por disminuir el calcio gran parte de su solubilidad.

Su carencia en la fresa, se manifiesta por el engrosamiento de pecíolos y tallos y por la reducción total de su desarrollo y el matiz rojizo en los bordes foliares (1).

El cobre

Es uno de los micronutrientes más importantes para la formación y elaboración de la materia vegetal, y en su ausencia difícilmente pueden las plantas desarrollarse.

Por su elevado poder antiséptico y desinfectante del suelo resulta un eficaz elemento correctivo de las tierras turbosas y húmedas, evitando ciertas enfermedades patológicas y parasitarias que afectan particularmente a las raíces.

Se considera al cobre como el antídoto más eficaz para evitar intoxicaciones ocasionadas por el hierro y el manganeso en todas sus formas y reacciones.

En los suelos ácidos y de bajo pH es necesaria una mayor aportación de cobre que en los neutros y alcalinos. Puede aplicarse en sus formas de sulfato, convenientemente pulverizado (1).

El zinc

Este es un elemento muy difundido en todas las tierras cultivadas, siendo más o menos asimilable por las plantas según el valor de pH del suelo. Tiene una cierta analogía con el cobre, aumentando su asimilación a medida que aumenta la alcalinidad del suelo.

El zinc juega un importante papel en la formación de clorofila, influyendo también en su acción la intensidad de los rayos solares, ya que éstos provocan un mayor consumo de dicho elemento.

Su carencia se manifiesta en la planta de fresa por las manchas pardas que aparecen en las hojas y por la necrosis de sus bordes. Las aplicaciones de zinc en el suelo, pueden hacerse en sus formas de sulfato (1).

8.4.4 Programa de fertilización

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 Kg/m², que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrará con las labores de preparación del suelo. En caso de cultivarse en suelos excesivamente calizos, es recomendable un aporte adicional de turba de naturaleza ácida a razón de unos 2 Kg/m², que se mezclará en la capa superficial del suelo. Se deben evitar los abonos orgánicos muy fuertes como la gallinaza, la palomina, entre otros.

Como fertilizante de fondo se pueden aportar alrededor de 100 g/m² de complejo 15-15-15 (22).

En riego por gravedad, el fertilizante de cobertura puede realizarse de la siguiente forma: al comienzo de la floración, cada tercer riego se fertiliza con una mezcla de 15 g/m² de sulfato amónico y 10 g/m² de sulfato potásico, o bien, con 15 g/m² de nitrato potásico, añadiendo en cada una de estas aplicaciones 5 cc/m² de ácido fosfórico. De este modo, las aplicaciones de N-P-K serán las siguientes:

- 20 g/m² de nitrógeno (N)
- 10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅)
- 15 g/m² de óxido de potasa (K₂O)

Posteriormente, aproximadamente 15 días antes de la recolección, debe interrumpirse la fertilización. En fertirrigación, el aporte de fertilizantes puede seguir la siguiente programación:

Aplicar en fertilizantes de fondo unos 100 g/m² de fertilizante complejo 15-15-15. Regar abundantemente en la plantación.

A continuación y hasta el inicio de la floración, regar tres veces por semana, aportando las siguientes cantidades de fertilizante en cada riego:

- 0.25 g/m² de nitrógeno (N)
- 0.20 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅)
- 0.15 g/m² de óxido de potasa (K₂O)
- 0.10 g/m² de óxido de magnesio (MgO), en caso necesario.

A partir de la floración y hasta el final de la recolección, regar diariamente, fertilizando tres veces por semana con las siguientes cantidades:

- 0.30 g/m² de nitrógeno (N)
- 0.30 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Dos veces por semana se aportará fósforo, a razón de 0.25 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

En caso de escasez de magnesio en el suelo, aplicar una vez por semana 0.10 g/m² de óxido de magnesio (MgO) (22).

9 Principales plagas y enfermedades

9.1 Enfermedades producidas por hongos

- **PUDRICIÓN ROJA DE LA RAÍZ: *Phytophthora fragariae***
Produce un marchitamiento generalizado de la planta durante la época seca, especialmente el segundo año de la plantación, lo que se debe a que todo el sistema radicular se ve afectado, coincidiendo con la época de producción de frutas, en la cual la regeneración de raicillas es más lenta. Esta enfermedad es muy frecuente en terrenos mal drenados y con temperaturas bajas. Dentro de los síntomas destacan las hojas nuevas de un color verde pálido y las hojas adultas de color amarillo rojizas. Sus raíces se presentan de un color oscuro y al hacer un corte longitudinal en ellas se verá el interior rojo. Su control es muy difícil por lo tanto se debe evitar plantar en terrenos mal drenados, arcillosos o que hayan sido cultivados anteriormente con un huésped susceptible (3, 14, 22).

- **VERTICILOSIS: *Verticillium alboatrum***, hongo que sobrevive en el suelo por 8-12 años, produce un marchitamiento rápido de la planta en época seca, comenzando por las hojas periféricas, daño que generalmente ocurre en el primer año de la plantación. La enfermedad se observa en sectores aislados del plantel y muchas veces es confundida con falta de agua, porque en realidad es enfermedad vascular. Al igual que en el caso anterior, es mejor prevenir (3, 22).
- **MANCHA PÚRPURA (*Mycosphaerella fragariae*)**
Aparece como una mancha circular de 2 a 3 mm de diámetro sobre la hoja. Se dispersa por medio de ascosporas y de esporas, con temperaturas suaves y alta humedad relativa (3, 22).
- **MOHO GRIS (PODEDUMBRE GRIS): *Botrytis cinerea*** es un hongo que daña el fruto produciendo una pudrición blanda, y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infectados. Cualquier factor que tienda a producir daños como magulladuras o exceso de manipuleo en la cosecha, favorece la propagación de la enfermedad. Su control puede ser preventivo, evitando el crecimiento muy abundante del follaje y con aplicaciones de benomyl (benlate) y captan, varias veces en la temporada de producción. La fruta debe ser enfriada lo antes posible. El uso de plástico sobre la cama de plantación disminuye la incidencia de la enfermedad al evitar el contacto de la fruta con la tierra y el agua (3, 22).
- **PECA: *Ramularia tunasneii*** presente en las zonas con altas temperaturas y neblinas o lluvias. Las hojas se ven manchadas con lesiones de color púrpura que van creciendo. Hay reducción del crecimiento total y bajas en la producción. Su control se puede hacer con Ferbam (aunque este ocasiona manchas en la planta y fruta), Captan, etc., al comienzo de las primeras lluvias (3, 22).
- **CENICILLA: *Sphaerotheca masularis*** es un hongo muy común en áreas de gran humedad ambiental y frío. Los órganos más afectados son las hojas, cáliz de las flores y

frutos. El síntoma más característico es el curvamiento de los márgenes de las hojas hacia arriba, acompañado de un velo blanquecino. Si el ataque es muy severo, el envés de las hojas adquiere un color rojizo. Se recomiendan aplicaciones de fungicidas sistémicos al comienzo del verano (3, 22).

Hay otros hongos que atacan el fruto después de la cosecha como: *Rhizopus sp*, *Rhizoctonia sp*, *Fusarium sp*, *Aspergillus niger*, *Sclerotinia*, *Penicillium expansum*, etc. La mayoría de los patógenos se pueden evitar, cosechando y almacenando a bajas temperaturas rápidamente (3, 22).

9.2 Enfermedades por virus

Reducen el vigor, rendimiento y calidad de los frutos. En general, los síntomas son difíciles de determinar, para lo cual se recurre a una técnica especial llamada "indexado" que consiste en injertar una planta sospechosa en variedades sensibles, que demuestran claramente síntomas.

El control de estas enfermedades debe empezar en el vivero, propagando solo material obtenido de meristemos, evitando los vectores (pulgones) y ubicándose lejos de plantaciones comerciales de fruta.

Las virosis más conocidas son: Clorosis del borde de la hoja, moteado, encarrujamiento de la hoja, virus de curvamiento de la hoja y clorosis intervenal.

9.3 Enfermedades por nemátodos

Diversos nemátodos atacan la fresa dañando todos sus órganos:

Las plantas parasitadas evidencian un decaimiento total con poca fructificación y hojas que la mayoría de las veces manifiestan enrollamientos del pecíolo y abultamientos entre las nervaciones. Los parásitos por lo general son identificables únicamente mediante análisis de laboratorio. Los más difundidos son los siguientes:

- *Aphelencoides fragariae* Christie, causa el "enanismo primaveral". Estos nemátodos cumplen su ciclo de vida en dos semanas, viven en las yemas (entre las hojas más tiernas); es decir, es un ectoparásito. Lesiona el primordio

de las hojas y a las hojas más tiernas de la planta, mientras se encuentran plegadas dentro de la yema. Las plantas afectadas presentan hojas abollonadas, peciolo cortos y frágiles y, a veces, manchas anulares parduzcas. La producción es escasa, de mala calidad; las plantas tienen poco desarrollo. El parásito se difunde por medio de los estolones.

- *Ditylenchus dipsaci* Khun, produce enanismo y necrosis. Las hojas se deforman, son pequeñas con peciolo cortos y retorcidos y tienden a secarse.

- *Prathylenchus pratensis* Filippiev, causa lesiones a las raíces en las que se puede encontrar el parásito en todos los estados de desarrollo. Las plantas adquieren poco desarrollo, ligeramente cloróticas y poco productivas.

- Nemátodos formadores de agallas (*Meloydogine* sp.) producen agallas radicales, que se forman por hipertrofia del tejido cortical. Las plantas afectadas mueren generalmente en el curso de su periodo vegetativo (2, 3).

Control Cultural

- * Recolectar frecuentemente plantas con síntomas de infestación y quemado de todo este material.

- * Uso de variedades resistentes.

- * Propagar solamente material sano.

- * Usar suelo desinfectado y envases limpios, ya que este nematodo pasa parte de su vida en el suelo.

- * Tratar con agua caliente, sumergiendo los renuevos de las plantas en agua a una temperatura de 47° C durante diez minutos o 46° C durante 15 minutos, seguido de inmersión en agua fría (25).

9.4 Insectos parásitos

Chinches opacas (*Lygus hesperus*)

En el oeste de los EUA, las fresas son atacadas por la chinche opaca de las plantas, *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae), y en el resto del país por la especie estrechamente relacionada *L. lineolaris* (Palisot de Beauvois). Ambas especies son nativas y polífagas, y se alimentan de varias malezas. Parece que los adultos son nómadas y se mueven de una planta a la otra a medida que cada planta comienza a florecer.

En la Costa Central de California, *L. hesperus* pasa el invierno como adulto en malas hierbas. En la primavera, cuando cesan las lluvias y las malezas se secan, los adultos rápidamente colonizan las fresas. Aunque las fresas no son un hospedero preferido de *Lygus* en California, la ausencia de otras plantas más atractivas a finales de la primavera tal vez es la base de la extensa colonización de las fresas. En esta área se desarrollan al menos dos generaciones entre abril y agosto.

Los adultos de *Lygus* miden como unos 6 mm de largo y son de color variable. Se caracterizan por presentar una 'V' conspicua sobre el escutelo, de color amarillo o verde pálido. Las hembras insertan los huevos en los tejidos de las plantas hospederas y a menudo, externamente, solo se ve el opérculo y, por tanto, los huevos no son fáciles de detectar. El primero y el segundo instares son de color verde pálido con un segmento antenal terminal claramente rojo. Los instares tercero a quinto son verdes y tienen cinco puntos negros en el dorso.

La alimentación de los cinco estados ninfales y los adultos causa distorsiones de las fresas, conocidas como arrugamiento "cara de gato", el cual hace que las frutas sean inaceptables para la venta en mercados de fruta fresca. La distorsión de las fresas ocurre porque al alimentarse *Lygus* destruye los embriones en desarrollo en los aquenios (semillas) durante el desarrollo temprano de la fruta, impidiendo el crecimiento del tejido de los frutos por debajo y alrededor de los aquenios dañados. La densidad de población de las ninfas de *Lygus* se estima golpeando las plantas sobre una superficie limpia y limitada tal como un platón blanco. Como los adultos son muy

móviles, su número se estima mejor succionándolos de las plantas usando una sopladora de hojas modificada para succionar como una aspiradora. El daño económico ocurre cuando hay 1 o 2 *Lygus* por cada 20 plantas.

Control Químico: Los insecticidas disponibles para uso en fresas son más efectivos contra los primeros instares y por tanto las aplicaciones deben programarse poco después de la eclosión de los huevos. Los adultos de *Lygus* migran a las plantas de fresa desde las malezas cuando comienza la floración y por tanto debe monitorearse las plantas en la primavera para determinar la primera aparición de los adultos de *Lygus*.

La eclosión de los huevos se puede estimar usando el modelo de los días de desarrollo (días-grado- DG). Usando una temperatura base de 54 °F (12 °C) se estima que los huevos eclosionan a los 252 °F (122.1° C) DG, y en la Costa Central de California esto se traduce en aproximadamente 3 - 4 semanas en las condiciones frías de las temperaturas de primavera.

Los insecticidas disponibles para uso en fresas incluyen los organofosforados, malathion y naled, el carbamato metomilo y los piretroides fenpropatrín y bifentrín. Los piretroides dan control por períodos prolongados pero hay preocupación por su impacto negativo sobre los enemigos naturales existentes.

Control biológico: Los predadores de ocurrencia natural en riesgo incluyen las chinches de ojos anchos, *Geocoris* spp., las chinches piratas diminutas, *Orius* spp., las crisofas verde y marrón, *Chrysoperla* y *Hemerobius* spp., las chinches damiselas, *Nabis* spp., la mariquita convergente, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville y varias especies de arañas, las cuales se alimentan de áfidos, moscas blancas y lepidópteros plagas además de comerse las ninfas y los huevos de *Lygus*.

Los predadores de ocurrencia natural mencionados se alimentan de los huevos y ninfas de *Lygus* pero no mantienen sus poblaciones por debajo del nivel de daño económico. *L. hesperus* y *L. lineolaris* son nativos y son atacados por unos pocos parasitoides nativos incluyendo el parasitoide de huevos, *Anaphes iole* Girault (Hymenoptera: Mymaridae), y los

parasitoides ninfales braconidos *Leiophron uniformis*, *Peristenus pallipes* y *P. pseudopallipes*, los cuales están presentes en números bajos en diferentes regiones en los EEUU, sin embargo, en condiciones no manipuladas, no dan control adecuado de *Lygus*.

Control cultural: Los esfuerzos para suprimir las poblaciones de *Lygus* mediante métodos alternativos a las aplicaciones de insecticidas involucra el uso de artefactos aspiradores montados en tractores, como la BugVac. Estos aparatos remueven los adultos pero tienen un impacto limitado sobre los primeros estados. Los adultos de *Lygus* son móviles y después de pasar la aspiradora, rápidamente vuelven a migrar hacia las fresas. Además, el uso frecuente de la BugVac, lo cual es necesario para un control efectivo, lo convierte en una estrategia costosa.

Una estrategia que ha sido probada en algodónero y ahora está siendo probada en fresas es el uso de cultivos trampa. Como los adultos de *Lygus* no prefieren las fresas, puede ser posible atraparlos en cultivos preferidos sembrados al lado de las fresas, reduciendo de este modo el número de *Lygus* en las fresas. Las medidas de control se pueden concentrar en el cultivo trampa (21).

- ***Thrips occidental de las flores* (*Frankliniella occidentalis*)**
El Thrips occidental de las flores, frecuentemente se encuentran comiendo en las flores de fresa, pero usualmente no causan un daño significativo. Dañan con su estilete las flores y los frutos, llegando a deformarlos como reacción a su saliva tóxica. Debe prevenirse su ataque atendiendo al número de formas móviles por flor, suelen aparecer con tiempo seco, aumentando su población con la elevación de las temperaturas. Se conocen efectivos depredadores naturales de Thrips, como son *Orius* sp y *Aléothrips intermedius* (21).

- ***Moscas Blancas***
La mosca blanca de la fresa (*Trialeurodes packardi*), la mosca blanca de los invernaderos, (*T. vaporariorum*), y la mosca blanca del iris, (*Aleyrodes spiroeoides* Quaintance - Homoptera: Aleyrodidae) atacan las fresas especialmente cuando las plantas

están en condiciones de estrés. Los adultos son de color blanco polvoso y miden unos 2 mm de largo. Los huevos son blancos y son puestos verticalmente sobre la superficie inferior de las hojas. Las ninfas son aplanadas y de color amarillo pálido. Las ninfas chupan los jugos de las plantas y secretan una melaza pegajosa en la cual crece el hongo de la fumagina.

Las poblaciones de mosca blanca usualmente son mantenidas bajo control por la presencia de avispas parasitoides y predadores generales de ocurrencia natural. Sin embargo, el control químico de otras plagas tales como la chinche opaca de las plantas o del ácaro bimaclado puede tener un impacto negativo sobre los enemigos naturales, lo cual lleva a explosiones de población de la mosca blanca. La remoción y destrucción de hojas viejas reducirá las poblaciones de mosca blanca y esto puede facilitar el aumento de las poblaciones de enemigos naturales. El control químico de la mosca blanca en fresas no se recomienda (21).

- **Áfidos**

Varias especies de áfidos, incluyendo los áfidos de la fresa, *Chaetosiphon fragaefolii* y *C. thomasi* Hille RisLambers, el áfido del algodnero / melón, *Aphis gossypii* Glover, el áfido de la papa *Macrosiphon euphorbiae* y el áfido verde del duraznero, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) atacan las fresas en California. Los inmaduros chupan los jugos de las plantas y depositan melaza sobre los frutos lo cual permite el desarrollo de fumagina. Las plantas de fresa pueden tolerar altas poblaciones de áfidos sin que les cause daño directo. Los coccinélidos, las larvas de alas de encaje y otros predadores generales y parasitoides atacan a los áfidos y evitan que las poblaciones lleguen a niveles dañinos (21).

- **Gusanos de la mazorca, gusanos cortadores, gusanos soldados**

Ocasionalmente las fresas son atacadas por plagas lepidópteras tales como el gusano de la mazorca, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) que pueden causar serios daños ya que las orugas perforan la fruta muy pronto después de salir del huevo y se alimentan dentro de ella. Es necesario aplicar medidas de control antes que las orugas entren en las frutas y por tanto es crítico el monitoreo de los adultos. Los adultos son

nocturnos y por tanto se pueden monitorear mejor con trampas de feromonas.

Los gusanos cortadores, *Agrotis ipsilon* y *Athetis mindara*, y el gusano soldado de la remolacha *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) pueden causar considerable daño en áreas localizadas de los campos de fresa. Las larvas se alimentan vorazmente durante la noche pero se esconden durante el día usualmente bajo la superficie del suelo. Atacan las coronas de las plantas jóvenes pero son más dañinas cuando se alimentan de las frutas. El control de las larvas del gusano soldado se puede lograr con el insecticida microbial *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. *kurstaki*, mientras que contra los gusanos cortadores se puede usar cebos envenenados (21).

- **Picudos de las raíces**

El picudo de las raíces de la fresa, *Otiorhynchus ovatus* y otros picudos tales como *Nemocestes incomptus* y *Asynonychus godmani* Crotch (Coleoptera: Curculionidae) son plagas menores en California. Los adultos son de color gris o negro, de menos de 1 cm de longitud con un pico curvo y antenas acodadas. El daño es causado por las larvas, las cuales son blancas o rosadas, tienen forma de C y carecen de patas. Se alimentan en las coronas y las raíces de las plantas de fresa causando que las plantas se marchiten y mueran. Las larvas pasan el invierno en el suelo y son destruidas por la fumigación del suelo y por tanto los picudos de la raíz usualmente no son un problema en California (21).

9.5 Ácaros

- **Ácaro bimaçulado (con dos manchas)**

El ácaro bimaçulado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una grave plaga de las fresas en todas las áreas de producción de California. Los ácaros viven en un amplio rango de cultivos y malezas, y son transportados por el viento de cultivo a cultivo. En fresas los ácaros se pueden detectar principalmente en el lado inferior de las hojas.

Los adultos miden menos de 0.5 mm, son de color amarillo o verde pálido y tienen dos grandes manchas oscuras, una a cada lado del abdomen. Los inmaduros son de menor tamaño pero de apariencia similar, aunque las manchas oscuras pueden estar

ausentes en el primer estadio. Los huevos, que ponen sobre las hojas, son esféricos y translúcidos y son visibles con una lupa.

Los ácaros bimaclados atacan plantaciones nuevas de fresas en el otoño y sus poblaciones aumentan rápidamente. Los adultos y los inmaduros succionan los jugos de la planta y la alimentación de los ácaros hace que las plantas pierdan vigor lo cual resulta en una reducción del tamaño y el rendimiento de las frutas. Cuando las infestaciones son severas y los ácaros no son controlados, las plantas mueren. La detección temprana es crítica y por tanto las plantas necesitan ser monitoreadas con regularidad examinando las hojas con lupas. Además, las poblaciones de ácaros se pueden estimar usando cepillos para ácaros. El umbral económico es 5-10 ácaros activos por folíolo.

Control Químico: Como los ácaros se encuentran principalmente en el lado inferior de las hojas, para que el control químico sea efectivo, es necesario que el cubrimiento del lado inferior de las hojas sea bueno. Sin embargo, las opciones de control químico son limitadas. En 1995 la avermectina era el único acaricida disponible. En los últimos dos años, los piretroides fenpropatrín y bifentrín han sido registrados para uso en fresas. Estos piretroides también están registrados para control de *L. hesperus* pero a concentraciones más altas de las requeridas para control de ácaros. Aunque los piretroides son efectivos, se recomienda que se usen muy poco debido al impacto negativo que tienen sobre los benéficos que hay en el sistema.

Control Biológico: En fresas, el ácaro bimaclado se puede eliminar con liberaciones continuas del ácaro predator introducido, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *P. persimilis* está disponible comercialmente en diferentes fuentes, bien sea mezclado con vermiculita o sobre plantas de frijol que se colocan entre las plantas de fresa. Los ácaros predadores liberados a razón de 25-50.000 por hectárea a comienzos de la estación, cuando las poblaciones de ácaros son bajas, dan un control efectivo. Las liberaciones de *P. persimilis* son una opción de control económicamente razonable debido al número limitado de opciones con pesticidas. También, con el aumento de la demanda, el precio de *P. persimilis* se ha reducido en más del 50% en los últimos 10 años (21).

- **Ácaro del Cyclamen**

Ocasionalmente las fresas son dañadas por el ácaro del Cyclamen, *Phytonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae). El ácaro del Cyclamen es extremadamente pequeño y ni siquiera es visible con una lupa manual. Los estados inmaduros son translúcidos mientras que los ácaros maduros son rosados y brillantes. Se les encuentra en la vena media de hojas no abiertas y bajo el cáliz de los botones florales que están emergiendo.

Las altas infestaciones impiden el crecimiento y causan distorsiones en las plantas y los frutos. Al principio, y hasta que logran altas densidades, las infestaciones generalmente son localizadas; por tanto, es muy benéfica la detección temprana. Los ácaros del Cyclamen fueron un problema serio a finales de los años cincuenta cuando las plantas de fresa se mantenían durante varios años, pero ahora que se ha cambiado a las plantaciones anuales son un problema menor (21).

9.6 Enfermedades no infecciosas

En ellas no hay un organismo patógeno causal, y pueden deberse a factores fisiológicos, físicos o genéticos. Dentro de ellas podemos mencionar:

- Cara de gato o deformidad del fruto.
- Daño por heladas que afecta a flores y frutos.
- Deformidad en el fruto que se debe a características varietales acentuadas por condiciones climáticas adversas, durante los periodos secos.
- Fruta deformada por daño de herbicidas (2-4D), deficiencias de microelementos, exceso de Nitrógeno, ataque de hongos o insectos que dañan físicamente a la flor, no permitiendo su normal fecundación.
- Albinismo, la fruta se presenta moteada rosada y blanca, la causa se cree puede ser un rápido crecimiento anormal por un exceso de Nitrógeno, problemas climáticos.
- Sequía, la pérdida normal de agua a través de las hojas durante la época seca, combinada con vientos secantes o altas temperaturas, pueden producir un stress y debilitamiento total de la planta, disminución del tamaño del fruto o desecamiento de ellos, dejándolos como pasas.

- Daño por exceso de sales, ya sea en el suelo o en el agua de riego, produce fitotoxicidad notoria en los márgenes de hojas y disminución en el crecimiento.
- Deficiencias nutricionales.

10 Recolección

La recolección se realiza cuando el fruto ha adquirido el color típico de la variedad, al menos en 2/3 a 3/4 de la superficie, dependiendo del destino o mercado, de tal manera que pueda resistir el transporte.

La cosecha se efectúa en numerosos cortes por la plantación. Se eligen los frutos de acuerdo al mercado, para consumo en fresco o en congelado (19).

10.1 Recolección para consumo en fresco

Para el caso de mercado en fresco, se realiza con cuidados especiales, lo que le hace más costoso.

En California, la cosecha se efectúa manualmente. El operario arranca el fruto, tomando el pedúnculo entre los dedos índice y pulgar ejerciendo una ligera presión y efectuando un rápido movimiento de torsión y corte, los frutos se colocan en canastillas plásticas, dentro de las cajas comerciales que los operarios llevan en carritos (de altura de acuerdo a la de la cama) delante de ellos, mismas que luego de llenarlas son llevadas a los sitios de acopio en el campo.

10.1.1 Rendimiento de la recolección

Para el año productivo 2003, en la Costa Central de California, se obtuvo rendimiento promedio de 76 ton/ha, en la variedad Diamante, y 54.3 ton/ha para la variedad Camarosa.

10.2 Recolección para industrialización

Para el caso de recolección para procesamiento, es menos delicado y la fruta queda sin el cáliz. Se acepta la fruta madura, suave, ligeramente deforme, y de todos los tamaños; sin embargo se debe evitar la fruta dañada por algún patógeno, (podrida, con insectos, entre otros) y la fruta que registre residuos de plaguicidas.

11 Manejo poscosecha

11.1 Características fisiológicas de la fresa que inciden en su manipulación poscosecha

Fisiológicamente, la recolección equivale a un trauma, debido a la dolorosa separación del fruto de la planta, sometiéndole a un estrés que determina cambios esenciales en el metabolismo y por ende a cambios bioquímicos y fisiológicos, reflejados en las características del producto.

El fruto alcanza su máximo grado de desarrollo cuando llega a su tamaño definitivo, una vez terminado el crecimiento en tamaño y en el número de sus células constituyentes. Una característica importante de las frutas y hortalizas en general es el hecho que respiran tomando Oxígeno (O_2) y desprendiendo dióxido de carbono (CO_2), siendo este proceso la base biológica del aporte energético necesario para la realización de los procesos metabólicos que permiten el desarrollo de la vida. También transpiran, es decir pierden agua.

Estos procesos continúan tras la recolección, sin la compensación que se observa mientras los vegetales se encuentran unidos a la planta, pues dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua, esto conlleva a un continuo gasto de estos materiales de reserva, produciéndose cambios en su composición interna, por lo que se inicia el deterioro, modificándose su estructura hasta su destrucción completa.

La respiración es un proceso metabólico fundamental en el producto recolectado como en el vegetativo, puede describirse como la degradación oxidativa de productos complejos de los vegetales, como el almidón, azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía.

La velocidad a que transcurre la respiración, es normalmente proporcional a la producción de CO_2 y constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y una guía útil de su vida comercial, es decir del periodo de tiempo durante el cual el producto puede conservarse en condiciones aceptables para su conservación hasta su consumo.

La fresa es un fruto no climatérico, en el que se da un paulatino descenso en la producción de etileno durante su desarrollo, y la carencia del pico climatérico en la respiración. La fresa tiene un desarrollo en el que se presentan las fases de división celular, desarrollo y senescencia en forma continua. Una vez alcanzado el color rojo, la fruta se encamina hacia la senescencia.

La medida de producción de CO₂ por el fruto se utiliza para definir la velocidad de respiración (mg CO₂/Kg/h) y la energía liberada en el proceso respiratorio se conoce como calor de respiración o calor vital del fruto (Kcal/1000 Kg/24 h).

El contenido de agua de la fresa recolectada en contacto con corriente de aire, va a entrar en equilibrio con el contenido del agua del aire a expensas del agua del fruto, ocasionando la pérdida de peso del fruto. Pérdidas del orden del 5% bastan para arrugar y marchitar a la fruta. Para evitar o minimizar las pérdidas de agua debe incrementarse la humedad relativa del aire, dependiendo de la temperatura. A medida que ésta desciende la cantidad de agua necesaria para saturar el mismo volumen de aire también disminuye. Para evitar la pérdida de agua del fruto debe incrementarse la humedad del aire del entorno, tomando en cuenta la temperatura.

Sin embargo la utilización de altas humedades, cercanas al 100% tiene el inconveniente de favorecer el crecimiento de los hongos. La mayoría de patógenos no se desarrollan si la humedad relativa está por debajo del 90% y muy pocos logran desarrollarse en humedades del 85%.

De lo expresado anteriormente se concluye que la recolección y manipulación delicadas garantizarán en gran medida el tiempo de vida de la fresa; el enfriamiento tras la cosecha entre la temperatura de 2 °C y 5° C influye en la calidad y la humedad relativa del aire que lo rodea evitará la pérdida de peso.

11.2 Problemas poscosecha de la fresa

Las pérdidas que pueden producirse en la fresa una vez recolectada pueden depender de varios factores. En la recolección de las frutas y posterior manipulación, pueden producirse lesiones físicas o mecánicas, debido a golpes, rozaduras, aplastamiento, que pueden provocar defectos y favorecer la invasión de microorganismos patógenos como el hongo *Botrytis*, el más importante de la fresa. Al

ser el fruto de piel fina y de pulpa blanda, es más susceptible que otros frutos para que se produzcan magulladuras o lesiones blandas, que junto a la inclusión de la suciedad del campo agravan este problema.

Otro factor importante sobre el deterioro del producto, puede ser la falta de una adecuada preselección. Además durante el almacenamiento temporal en el campo, el producto puede sobrecalentarse y deteriorarse rápidamente.

Manipulaciones poco cuidadosas y transporte terrestre por carreteras de forma irregular provocan lesiones mecánicas. Además el transporte sin condiciones adecuadas de temperatura provoca un sobrecalentamiento del producto y pérdida de agua. Un embalaje inadecuado da como resultado daños físicos por abrasión debido al movimiento de la fruta.

Es importante considerar que la fresa tiene una de las más altas tasas respiratoria de todos los frutos frescos, y debido a su piel fina, es un fruto con una transpiración muy elevada, razón por la cual es importante el medio de almacenamiento (19).

11.3 Procedimientos de poscosecha para consumo en fresco

El manejo poscosecha de los frutos de la fresa involucra varias operaciones y procedimientos para que el producto llegue al destino final en las mejores condiciones.

En el caso de la comercializadora de fresa *Naturipe Berry Growers*, el programa de Buenas Prácticas Agrícolas señala, entre otras cosas, una primera revisión de calidad en campo, ésta es aleatoria para verificar que la fruta presente las características cualitativas y cuantitativas requeridas, así como evitar la presencia de fruta con defectos. Llamamos defectos a las fresas que tienen las siguientes características:

- Subdesarrollada: Significa que la fresa no adquirió una forma simétrica y tuvo problemas de desarrollo por exposición a bajas temperaturas, falta de polinización, presencia de insectos, entre otras causas.

- Daños serios: Comprende cualquier defecto que afecte la apariencia, calidad comestible o de transportación de las Fresas. Algunos casos de daños serios son:
 - Fresas suaves
 - Fresas deformes
 - Fresas dañadas por exceso de humedad
 - Fresas con tierra
 - Fresas decoloradas

La clasificación por tamaño en las fresas es un parámetro subjetivo ya que está sujeto a la variedad, clima y distrito, entre otros factores.

Antes de introducir las fresas en el primer cuarto de enfriamiento, la fruta se examina para otorgarle un grado de calidad. Los grados considerados incluyen: Excelente (XF), Bueno (HF), Aceptable (ST o Estándar) y no aceptable o rechazada (RF).

Los grados antes mencionados se basan en el porcentaje de defectos en el fruto, considerando para el grado XF de 0 a 12.9%, 13.0 a 14.99% para HF, 15 a 19.9% en el grado ST y más del 20% en la calidad no aceptable.

Para eliminar el calor de campo de los frutos, se realiza una práctica de preenfriamiento, que consiste en someter a las fresas ya clasificadas a temperaturas de 0° C en cuartos refrigerados, durante un periodo de tiempo razonable, que dependerá de las condiciones climáticas de la zona de producción.

Una vez preenfriados los frutos, se trasladan a cuartos de mantenimiento y se conservan a temperaturas de 1.6° C.

El almacenamiento de fresas para consumo fresco incluye el empleo de atmósferas modificadas, inyectando niveles de 2% de anhídrido carbónico y un 15 a 20% de oxígeno con temperaturas que van de 0 a 2° C. Estas condiciones permiten una vida de anaquel de hasta 30 días.

La fruta se transporta empleando camiones equipados con contenedores refrigerados, en los que las plataformas que

contienen las cajas con la fresa son acomodadas apropiadamente evitando la unión entre las cajas, paredes y piso para evitar daños durante el transporte, y dando espacio permitiendo la circulación del aire.

11.4 Procedimientos de poscosecha para industrialización

En las plantaciones comerciales este acondicionamiento o tratamiento poscosecha se realiza de la siguiente manera:

➤ **Recepción de la fruta**

La fresa procedente del campo es recibida en el área correspondiente para registrar el peso neto de la fruta, la labor se la realiza con una báscula con capacidad de 500 kg. En esta primera labor se efectúa la primera revisión o chequeo de la fruta que es enviada del campo; para así poder dar las recomendaciones que permitan mejorar la operación de la cosecha.

➤ **Distribución de la fruta**

La fruta pesada es depositada en mesas de madera debidamente acondicionadas para que la fruta se distribuya uniformemente para su enfriamiento. Posteriormente si la fruta va a ser destinada para el consumo en fresco es seleccionada por su tamaño y condiciones sanitarias, para que luego pase a ser empacada en pequeñas cajitas plásticas con un contenido individual de 250 gramos, las que luego se sellan herméticamente con papel celofán y se etiquetan.

Se empacan estas canastillas en cajas más grandes con un contenido de 2.5 kg, es decir con 10 pequeñas cestitas, luego de lo cual están listas para el envío a las bodegas o al mercado.

➤ **Procesamiento**

Una vez que la fruta está en el interior de la procesadora, primeramente se efectúa un lavado inicial mediante su inmersión en un tanque incorporado a la maquinaria de proceso, luego el producto es transportado por un elevador de cangilones para nuevamente ser lavados con pequeños chorros de agua a presión, luego pasan por un transportador a una zona de escurrimiento de agua para el siguiente trabajo.

- Selección

En esta fase, luego del escurrimiento la fruta es transportada por una banda de selección, este es un proceso continuo para que los operadores localizados a los dos lados de las cintas o mesas de selección procedan a seleccionar los frutos eliminando aquellos que tienen defectos o presenten daños mecánicos o patógenos.

Luego la fruta es conducida por un nuevo transportador para entrar a la siguiente fase.
- Homogeneización de la fruta

De acuerdo al destino del pedido, el producto ingresa a ser tratado y homogeneizado, agregarles azúcar en una preparación de 4 partes de fruta y una de azúcar.
- Empacado

El producto que ha pasado por toda la línea de proceso entra finalmente por la tolva de descarga de la homogenizadora para proceder al llenado de los envases plásticos con contenidos de 20 kg y 110 kg, dependiendo del mercado. Una vez llenos y pesados, se procede a sellarlos a presión utilizando un martillo de caucho, luego es llevado a la zona de etiquetado del producto con la correspondiente información.
- Congelamiento y almacenamiento

Se realiza en el interior de una cámara especial de congelamiento, cuya temperatura es -30° C.
- Transporte

De acuerdo con los convenios y pedidos, previa a la confirmación de embarque de la fruta puede ser transportada al puerto de embarque utilizando camiones equipados con contenedores refrigerados, en los que los mismos envases que contienen el producto son bien acomodados para evitar daños por golpes durante el transporte (19).

12 Comercialización

12.1 Formas de comercialización de fresa

Las formas de comercialización de la fresa en México no todas son similares, de hecho guardan diferencias que van desde la zona productora de la que se esté hablando, pasando por el mercado al que

se destina el producto (nacional o internacional) y llegando hasta el tipo de consumo de la fresa (fresca, congelada, para la agroindustria, industria secundaria, etc.).

Precisamente en estos diversos espacios se marcan las diferencias en los canales, en los agentes que intervienen e incluso en los márgenes de comercialización. A partir de esto, se describen los principales canales de comercialización que son más frecuentes, y dentro de los cuales es posible encontrar algunos rasgos comunes de las diversas zonas productoras.

1. Cuando la fresa tiene como destino la venta en fresco, es posible distinguir dos canales dependiendo del mercado-destino, que en este caso puede ser nacional o internacional.

Para el caso del primero, el productor puede entregar su producto al intermediario local y/o regional, al comisionista de la central de abastos, de manera particular a la central de abasto, o bien si cuenta con alguna organización a través de ésta. Posteriormente se pasa al comerciante mayorista de la central de abasto, en algunas ocasiones al medio mayorista, al medio mayorista de otras centrales, al detallista de algunas industrias y de ahí al consumidor final.

Si el producto es de exportación, la primera etapa de acopio de los volúmenes es muy similar a la anterior, intermediario local y/o regional, de manera particular, o a través de las organizaciones. Lo característico de este canal de comercialización es que ahora aparecen dos figuras que juegan un papel fundamental y que podríamos afirmar están presentes en todas las regiones que se dedican a la exportación. Estas son, la empaçadora, donde se realizan las actividades de selección de la fruta de calidad así como el empaque requerido para los diversos mercados; y el broker, el cual es el enlace con los mercados terminales a donde es enviada esta hortaliza.

2. Si el producto que se comercializa es congelado, la primera etapa de acopio de volúmenes es muy similar, seguido de las congeladoras, las cuales se convierten en el centro de este tipo de comercialización, ya que es aquí donde se realiza la actividad que busca conservar la calidad intrínseca del producto, para su posterior distribución, a través del congelamiento. De aquí puede pasar al mercado nacional para su distribución o bien utilizar el canal de broker si es que el producto es de exportación.

3. Para el caso en que la fresa sea utilizada para la agroindustria, que puede incluir la producción de mermelada, refrescos, néctares, yogurt, etc., se da la primera etapa de acopio ya señalada, con la diferencia de que en algunos casos las industrias se dirigen a las zonas productoras con el fin de establecer directamente el canal de comercialización. La industria, ya realizado su producto, lo enviará al mercado nacional a través de sus distribuidores a los diversos comercios detallistas (23).

12.2 Normas de calidad

Calidad

Algunas frutas llevan una etiqueta o sello que certifica que su grado de calidad satisface los requisitos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Americanos (USDA, por sus siglas en inglés, *United States Department of Agriculture*) pero es posible juzgar bastante bien la calidad de la mayoría de las frutas por su apariencia exterior.

Categorías de calidad de las frutas frescas

El USDA ha establecido una normativa para la mayoría de las frutas frescas. La clasificación por grados de calidad se usa extensamente como referencia en el comercio entre productores, distribuidores, mayoristas y minoristas. Esta clasificación por grados se usa de manera limitada en la venta de frutas del comerciante minorista al consumidor (37).

El uso de la clasificación por grados de calidad vigente en EUA es voluntario. Sin embargo, en la mayoría de los casos hay programas de comercialización a nivel federal y estatal que exigen la clasificación por grado de algunas frutas, y su inclusión en la etiqueta.

Algunos empacadores clasifican las frutas por grado de calidad y lo indican en el envase o bolsa que se vende al consumidor. Si el envase o bolsa tiene el grado impreso, el empacador está obligado por ley a conformar el contenido de ese envase o bolsa con los requisitos para las frutas de esa categoría. Algunos distribuidores, empacadores y comerciantes mayoristas utilizan el servicio de clasificación por grado que proporciona el USDA o el gobierno estatal (37).

Hay otras frutas que a veces llevan la marca de su categoría.

Fancy: Las frutas marcadas "Fancy" son las de más alta calidad. Hay solo un pequeño porcentaje de frutas de esta categoría a la venta.

No. 1: Las frutas grado 1 son de buena calidad y es el grado de calidad de la mayoría de las frutas a la venta.

No. 2 y No. 3: Las frutas de segunda categoría a la venta en EUA son superiores a las de tercera categoría, que es el grado más bajo de frutas que resulta práctico empacar bajo condiciones normales del comercio (37).

12.3 Normas Oficiales Mexicanas

Las fresas se aprovechan cuando los frutos maduran, lo que ocurre a lo largo del año. Se recolectan y se consumen en fresco, se elaboran jaleas o mermeladas o se elaboran aguas frescas. El aprovechamiento no es regulado por ninguna norma, debido quizá a su aprovechamiento marginal, sin embargo este recurso representa un recurso genético con potencial para el mejoramiento de las variedades mejoradas, por lo que tal vez se debe seguir la NORMA Oficial Mexicana NOM-007-RECNAT-1997, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas (27).

13 Valor nutricional

El contenido nutritivo de una porción de fresa con un peso de 147 g es la siguiente:

Calorías	45
Calorías de grasas saturadas	0
Colesterol	0 %
Sodio	0 %
Total de carbohidratos	4 %
Fibra	18 %
Azúcares	8 g.
Proteínas A	0 %
Vitamina C	18 %
Calcio	2 %
Hierro	4 %

14 Bibliografía

1. Juscafresa Buadilio, 1977. Como Cultivar Fresas, Fresones y Tomates. Segunda edición. Editorial Biblioteca Agrícola Aedos. Páginas consultadas 56-73, 87.
2. Branzanti Edoardo C., 1989. La Fresa. Primera edición. Editorial Ediciones Mundi- Prensa. Páginas consultadas 64-76, 83- 89, 94-99, 123, 136- 143, 261- 265.
3. Mass J. L., 1998. Compendium of Strawberry Diseases. Segunda edición. Sociedad Americana de Fitopatología. Editorial APS PRESS. Páginas consultadas 17, 18, 35.
4. Alsina Grau, 1970. Cultivo de Fresas y Fresones. Primera edición. Editorial Selecta Enciclopedia Práctica. Páginas consultadas 93- 96.
5. Montes Luis M., 1979. Las Fresas. Primera edición. Editorial E. Albatros, SRL. Páginas consultadas 7- 54, 61, 90.
6. Feder Ernest., 1981. El Imperialismo Fresa. Tercera edición. Editorial Nueva Sociología. Páginas consultadas 12, 23-26.
7. Castronovo Francesco, 1999. "La implementación del Protocolo de Montreal en México; como se relaciona con la eliminación gradual del Bromuro de Metilo en países tanto desarrollados como en vías de desarrollo". Memorias V Congreso Internacional de nuevas Tecnologías Agrícolas, Puerto Vallarta Jalisco. Páginas consultadas 17-25.
8. González Conrado, 1999. "Perspectivas de los agricultores sobre el Bromuro de Metilo". Memorias V Congreso Internacional de nuevas Tecnologías Agrícolas, Puerto Vallarta Jalisco. Páginas consultadas 27-29.
9. Webb Robert, 1999., "Una alternativa al uso del Bromuro de Metilo en la producción de fresa en California". Memorias V Congreso Internacional de nuevas Tecnologías

Agrícolas, Puerto Vallarta Jalisco. Páginas consultadas 31-35.

10. INEGI, 1997., "Cultivos Anuales de México". VII Censo Agropecuario. INEGI, Páginas consultadas 189, 190 y 191.
11. Hernández Lozano Gustavo A., 1994. "Comportamiento en vivero de tres variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) la concentración radical de carbohidratos en el municipio de Zamora Michoacán". Tesis de licenciatura. Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
12. Gutiérrez Jiménez Salvador, 1983. "Micropropagación de la fresa a partir de meristemo". Tesis de licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
13. Cuellar Hernández Oscar, 1978. "Fertilización en fresa". Tesis de licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
14. Mendoza Moncayo Francisco, 1993. "Revisión Bibliográfica de las principales enfermedades de cultivos de importancia socioeconómica". Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. Páginas consultadas 97- 100.
15. Vázquez B. Juan M., 1992. "Monografía del cultivo de fresa (*fragaria spp*)". Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara.
16. Villanueva G. Felipe A., 1977. "Cultivo de la fresa". Tesis de licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
17. Mendoza G.Catarino, 1981. "Análisis de la situación actual de los productores de fresa en el estado de Guanajuato". Tesis de licenciatura. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara

18. Agrios G. N., 2002. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Uthea/ Noriega Editores. Páginas consultadas 394, 310, 312, 355, 367, 420, 423, 723, 724.
19. http://www.proexant.org.ec/Manual_Fresa.html
Fecha de consulta 06-02-2004
20. http://www.lassencanyonnursery.com/comm_varieties.htm
Fecha de consulta 10-03-2004
21. <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/RaoSp.htm>
Fecha de consulta 18-11-2003
22. <http://www.irapuato.gob.mx/boletines/Fresa.pdf>
Fecha de consulta 01-03-2004
23. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/055/ca055.pdf> Fecha de consulta 26-02-2004
24. http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresa_s4.asp Fecha de consulta 18-11-2003
25. <http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd60/nemfrut.html> Fecha de consulta 02-03-2004
26. [http://www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Fresa/Fertilizacion en Suelo.pdf](http://www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Fresa/Fertilizacion_en_Suelo.pdf) Fecha de consulta 02-03-2004
27. <http://148.233.168.204/pfnm/FragariaMexicana.html>
Fecha de consulta 06-02-2004
28. <http://www.contactopyme.gob.mx/agrupamientos/Documentos/Capitulos/MIC01C6.DOC> Fecha de consulta 06-02-2004
29. <http://www.cci.org.co/publicaciones/Precios%20internacionales/PRECIOS%2041.pdf> Fecha de consulta 26-02-2004
30. <http://www.sarep.ucdavis.edu/mebralt/> Fecha de consulta 02-03-2004

31. <http://148.233.168.204/michoacan/ubicacion.shtml> Fecha de consulta 06-02-2004
32. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdetagr1.html Fecha de consulta 06-02-2004
33. http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publici_biosfera/flora/fresa/fresa2.htm Fecha de consulta 10-02-2004
34. <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/20/1/art65-69.pdf> Fecha de consulta 02-03-2004
35. <http://www.zoetecnocampo.com/foro/Forum23/HTML/000016.html> Fecha de consulta 02-03-2004
36. http://intranet.inifap.gob.mx/cgi-bin/Página_web/cons_infoteca.cgi?nomcir2=CENTRO# Fecha de consulta 02-03-2004
37. <http://www.ams.usda.gov/spanish/Fruitspan.htm> Fecha de consulta 03-03-2004
38. <http://www.usda.gov/> Fecha de consulta 03-03-2004
39. Moreno Nancy P., 1984. Glosario botánico ilustrado. Primera edición. Editorial Continental, S. A. de C. V. Páginas consultadas 151, 152.