



Universidad Politécnica de Cartagena
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Examen Tecnología de la Producción hortofrutícola

Cartagena 2015

Jorge Cerezo Martínez



Ref. CA. 3.02

Historial del documento

Fecha	Descripción	Rtdo.	Rvdo.	Apdo.

Junio 2014

Parte I: Tecnología de la producción hortícola

1. Explica qué propiedades ópticas debe reunir un plástico utilizado como cobertura hortícola
2. Explica qué es el polietileno. Tipos de PE tratados explicando sus ventajas respecto del PE normal
3. Explica en qué consiste la técnica del acolchado del suelo y qué efectos tiene sobre el suelo y el cultivo según el tipo de plástico empleado.
4. Objetivos del cultivo bajo invernadero. Ventajas e inconvenientes de las estructuras de madera frente a las estructuras metálicas
5. Explica los dos métodos directos más utilizados para la protección contra las altas temperaturas en el interior de un invernadero.
6. Definición de turba y tipos de turba
7. Explica en qué consisten los cultivos sin suelo y qué ventajas tienen respecto al cultivo tradicional. Explica dos sistemas diferentes de cultivo sin suelo.

Parte II: Tecnología de la producción frutícola

1. Clasificación de las distintas yemas presentes en un árbol: Por su contenido y, por su comportamiento en el tiempo.
2. Explica el ciclo vegetativo de un árbol frutal de zona templada
3. Explica qué es la inducción y la diferenciación floral. Qué hechos demostrados favorecen o inhiben la inducción floral.
4. Explica los distintos tipos de fructificación que se pueden producir en un árbol frutal.
5. Explica las fases del proceso de desarrollo del fruto y cómo son las curvas del desarrollo acumulado de los frutos.
6. Explica qué es la resistencia específica al frío y los efectos de las heladas invernales en los diversos elementos presentes en el árbol frutal
7. Ventajas e inconvenientes de la propagación vegetativa. Explica cuales son los factores que influyen en la capacidad rizogenética de las estacas.
8. Explica en qué consiste la propagación por estaca y acodo. Explica las dos técnicas que se utilizan para favorecer el enraizamiento de las estacas herbáceas y leñosas.

Junio 2014

Parte I: Tecnología de la producción hortícola

1. Explica qué propiedades ópticas debe reunir un plástico utilizado como cobertura hortícola

- Transmisión global de luz visible o transparencia lo más elevada posible, el plástico debe reducir al máximo la cantidad de luz reflejada y absorbida
- El plástico debe resultar lo más impermeable posible a la radiación ultravioleta
- Que la transmisión de la radiación infrarroja de onda larga nocturna sea lo más baja posible

2. Explica qué es el polietileno. Tipos de PE tratados explicando sus ventajas respecto del PE normal

Polietileno: Es el material plástico más utilizado. Es un polímero del etileno (C_2H_4) que reacciona con otras moléculas igual a ella formando cadenas. Puede tener estructura lineal o ramificada y podemos encontrarlo de alta o baja densidad. Tipos de polietileno:

- Polietileno de larga duración: Tratado con fotoestabilizantes (Niquel-Quencher y Hals)
- Polietileno térmico: Proporciona mayor impermeabilidad al IRL (Aditivos inorgánicos, mica, sílice, caolín.)
- Láminas extrusionadas (Polietileno-EVA): Aumenta el efecto invernadero. Copolímero de etileno y acetato de vinilo, etilen-vinil-acetato. Es más duradero y se fija menos polvo que en polietileno solo.
- Láminas de polietileno metalizadas: Evita temperaturas excesivas. Cara superior metalizada con aluminio y también evita las malas hierbas.

3. Explica en qué consiste la técnica del acolchado del suelo y qué efectos tiene sobre el suelo y el cultivo según el tipo de plástico empleado.

Acolchado: Técnica de semiforzado más extendida a nivel mundial. Consiste en la utilización de plástico para crear una capa protectora para defender los cultivos y el suelo de agentes atmosféricos. Tiene los siguientes efectos:

- Efecto sobre la humedad del suelo: El plástico impermeable al vapor de agua limita las pérdidas del suelo y esas reservas hídricas se mantienen a disposición de la planta. El plástico negro u opaco evita el desarrollo de las malas hierbas.
- Efecto sobre la temperatura del suelo. Modifica el balance de energía del suelo, disminuyen la radiación incidente, las pérdidas por conducción/convección, calor latente de vaporización y pérdidas nocturnas por radiación infrarroja de onda larga. Por otra parte se incrementa la temperatura del suelo formando la precocidad.
- Efecto sobre la estructura del suelo: Protege de los agentes atmosféricos. Mayor desarrollo del sistema radicular, raíces más numerosas y más largas en sentido horizontal.
- Efecto sobre la fertilidad del suelo: La actividad microbiana aumenta, se aceleran los procesos de transformación de la materia orgánica (humificación y mineralización). Mayor contenido de nitrógeno mineral y mayor producción de CO_2
- Efecto sobre el crecimiento de malas hierbas: Con los opacos evitan el crecimiento, con los permeables a la radiación visible crecen pero terminan muriendo por asfixia.

- Efecto sobre la protección de frutos: Evita putrefacciones, ataques de insectos y enfermedades criptogámicas.

Cultivos según el plástico utilizado:

- Fresón: Plástico transparente o negro
- Tomate: Acolchado negro o marrón
- Pimiento: Acolchado negro o transparente
- Sandía: Acolchado transparente

4. Objetivos del cultivo bajo invernadero. Ventajas e inconvenientes de las estructuras de madera frente a las estructuras metálicas

Tanto con métodos directos como indirectos se pretende:

- Controlar la temperatura, con diferentes sistemas para favorecer la conservación de la temperatura en invierno y refrigerar en verano.
- Controlar la insolación con el sombreado de mallas plásticas más o menos tupidas u otro material para evitar la incidencia directa de la radiación.
- Racionalizar el consumo de agua, sobre todo en las épocas más calurosas
- No ser tan dependiente del clima exterior para producir

Las ventajas e inconvenientes de las estructuras de madera frente a las metálicas son:

- Las estructuras de madera son muy económicas frente a las metálicas
- Las estructuras de madera tienen una conductividad térmica muy baja y son buenos aislantes frente a las metálicas (las de madera evitan perder más calor) que no lo son. Derivada de esta característica, las estructuras metálicas reducen la vida de los plásticos porque se calientan mucho durante el día, y mientras que en las de madera se evita la condensación en las de metal se favorece.
- En las estructuras de madera la ventilación es difícil de instalar e insuficiente mientras que en las metálicas es más fácil y racional y se puede controlar.
- Las de madera son poco herméticas frente a las metálicas
- Las de madera procuran exceso de sombreado frente a las metálicas
- En las metálicas la superficie libre interior es mayor que en las de madera, facilitando la labor.

5. Explica los dos métodos directos más utilizados para la protección contra las altas temperaturas en el interior de un invernadero.

- Niebla a alta presión (high Pressure Fogs): Consiste en una serie de conducciones situadas a unos 2 m de altura que atraviesan longitudinalmente al invernadero, conducciones metálicas, normalmente galvanizadas, con una turbina a alta presión (15-20 atm) que produce agua nebulizada, a través de difusores situados a lo largo de los tubos metálicos. El control del sistema se hace a través de un termostato de un humidostato.
- Cooling system: El fundamento de este sistema consiste en que si la temperatura en un invernadero se eleva demasiado, se hace penetrar dentro del mismo una corriente de aire cargada de agua, que al evaporarse enfría a la corriente de agua que al barrer el invernadero disminuye su temperatura.

6. Definición de turba y tipos de turba

Turba: Restos de materia orgánica vegetal disgregada, no totalmente descompuesta, procedente de la antigua vegetación de áreas pantanosas, en los que debido a la falta de oxígeno y el exceso de agua la materia orgánica se descompone sólo parcialmente, depositándose en estratos sucesivos sobre el terreno. Existen tres tipos de turbas:

- Turberas altas: Son las turbas rubias. Aparecen en zonas frías y lluviosas sobre terrenos ácidos, pobres en bases y elementos nutritivos, se sitúan en los sustratos más superficiales y provienen de la descomposición más reciente (7000-8000) de restos vegetales como *Sphagnum*, *Polytrichum*, *Eriophorum* y plantas briófitas como musgos.
- Turberas bajas: Son turbas negras. Estas turberas se han formado en zonas calizas sobre terrenos llanos, con aguas estancadas, en suelos con cal y nutrientes. La descomposición de las especies vegetales ha sido más antigua, aproximadamente 12.000 años. Principalmente formadas por juncáceas y ciperáceas como *Carex* y *Juncus*, y leñosas *Salix* y *Alnus*.
- Turberas de transición: Situaciones intermedias, por ejemplo cuando en las turberas bajas el suministro de agua y nutrientes es intermitente. Dan lugar a turberas marrones, de características intermedias entre los dos tipos anteriores.

7. Explica en qué consisten los cultivos sin suelo y qué ventajas tienen respecto al cultivo tradicional. Explica dos sistemas diferentes de cultivo sin suelo.

Cultivos sin suelo: Cualquier sistema que no emplea el suelo para su desarrollo, pudiéndose cultivar una solución nutritiva, o sobre cualquier sustrato con adición de solución nutriente. Tiene las siguientes ventajas:

- Sistema radicular más homogéneo
- Homogeneidad del sustrato
- Exentos de problemas fitopatológicos relacionados con el suelo
- Abaratamiento de las labores culturales comunes
- Simplifica o suprime las labores preparatorias
- No existe estrés hídrico y existe un alto grado de eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes
- Control completo de la nutrición

Dos métodos de cultivo sin suelo:

- Floating system (Sistema hidropónico flotante): Las plantas están soportadas sobre placas de material plástico ligero (poliestireno expandido), flotando sobre la solución nutritiva. Las dimensiones son de 60 cm de ancho, 30 de profundidad y longitud variable, estas unidades básicas se disponen unas junto a otras. La solución nutritiva es recirculada con control de aireación periódica.
- Cultivo en arena: La solución nutritiva se suele aportar por subirrigación, regando de 2 a 5 veces al día. A veces, hay deficiencias en el transporte lateral de la solución nutritiva ya que la arena es menos porosa que la grava. Para evitar el exceso de sales, cada 1-2 semanas se procede al lavado de la arena. Actualmente, es bastante frecuente utilizar el uso de sistemas de riego localizado para el transporte de la solución nutritiva.

Parte II: Tecnología de la producción frutícola

1. Clasificación de las distintas yemas presentes en un árbol: Por su contenido y, por su comportamiento en el tiempo.

Por su contenido:

- Yemas de madera o vegetativas: En su desarrollo dan lugar a un brote.
- Yemas de flor: En su desarrollo dan lugar a una flor o inflorescencia.
- Yemas mixtas: Dan origen a brotes y flores.

Por su comportamiento en el tiempo:

- Yemas normales o invernales: Se desarrollan en el año siguiente al de su formación. Se crean en el PV (x-1), durante el invierno están en latencia $L(x-1, x)$, se desarrollan en el PV (x)
- Yemas activas o brotes anticipados: Se desarrollan en el mismo año de su formación. Creación y desarrollo en el PV (x-1).
- Yemas laterales o durmientes: Permanecen latentes en la madera durante varios años. Se crean en el PV (x-1), se desarrollan en periodos posteriores a PV (x).

2. Explica el ciclo vegetativo de un árbol frutal de zona templada

Comienza con el desborre de las yemas de madera. En ocho o diez días las escamas y brácteas se separan completamente y se produce la aparición de las hojas en crecimiento y del tallo inicial, consecuencia del crecimiento en longitud del meristemo gemular. Este estado fenológico se llama brotación

El crecimiento de los brotes no es regular a lo largo del periodo de actividad vegetativa, ya que normalmente hay dos flujos de crecimiento activo con una parada intermedia. La primera brotación ocurre en la primavera. Las fechas no coinciden para distintas especies, variedades, latitudes y años. Los principales factores que intervienen son las condiciones de nutrición, humedad y temperatura, que debe superar un cierto umbral para que comience la brotación.

En primavera, debido a las temperaturas en ascenso, la mayor insolación y, en general, condiciones ambientales idóneas, el crecimiento en longitud de los brotes, la aparición y desarrollo de hojas y la formación de yemas axilares se acelera, en un proceso que dura toda la primavera y aún parte del verano, y en el que los brotes alcanzan del 60 al 70% de su longitud característica. Este proceso se llama crecimiento de primavera, y normalmente termina cuando las temperaturas alcanzan en pleno verano valores muy altos (35-40°C), superiores al umbral máximo de crecimiento; en este momento, el crecimiento en longitud del brote se detiene y se dice que el árbol está en parada vegetativa.

Esta parada de verano puede producirse no sólo por las altas temperaturas, sino también por la falta de agua en zonas de pluviometría escasa y cultivos en secano. La parada de verano puede ser inapreciable en determinadas zonas y para algunas especies considerándose un solo flujo de crecimiento en el periodo vegetativo del árbol.

Esta parada de crecimiento de los brotes coincide, más o menos, con la diferenciación de las yemas de flor, debido a una oposición entre ambos procesos.

Al finalizar el verano, las condiciones ambientales vuelven a ser adecuadas para el crecimiento y se produce la brotación de otoño o rebrote. Esta nueva brotación se alarga hasta los primeros fríos otoñales y da origen al crecimiento de otoño o segundo crecimiento, la intensidad de éste suele ser menor que la del de primavera y termina con la parada otoñal.

A partir de este momento, la intensidad de los procesos fotosintéticos disminuye, mientras que la traslocación de reservas y lignificación de la madera se incrementa y progresivamente el árbol inicia su reposo invernal de nuevo. Este reposo, en las especies caducifolias, se considera que comienza con la caída de la hoja. En las especies de hoja perenne se considera la misma fecha que para las especies caducifolias próximas.

Como norma general, el ciclo de actividad radicular dura más tiempo que el de la parte aérea.

3. Explica qué es la inducción y la diferenciación floral. Qué hechos demostrados favorecen o inhiben la inducción floral.

Se llama inducción floral al cambio fisiológico que se produce en un determinado momento en una yema, y que condiciona su evolución a yema de flor. Este cambio fisiológico señala el comienzo del ciclo de fructificación que, en las especies arbóreas cultivadas, termina al cabo de varios meses con la maduración y recolección de los frutos.

La inducción floral consta, a su vez, de dos fases fundamentales: una reversible, durante la cual la interrupción de los factores inductores anula la programación reproductiva de las yemas, y una irreversible, en la que la evolución florígena de las yemas prosigue tal y como se había programado.

Después de la inducción floral, y tras un corto periodo de tiempo (semanas), empieza la diferenciación morfológica del ápice que conduce a la aparición de primordios florales (sépalos, pétalos, etc.). Este cambio morfológico se denomina diferenciación floral.

- La inducción floral se favorece por la presencia de una gran superficie foliar. Si se lleva a cabo la defoliación de una rama entera antes de que la inducción floral sea irreversible, las yemas se desarrollan en sentido vegetativo; si por el contrario se hace cuando la inducción es ya irreversible o cuando ya ha comenzado la diferenciación morfológica, las yemas que se encuentran en estos estados se desarrollan en sentido reproductivo.
- La presencia de frutos y un intenso crecimiento vegetativo ejercen una inhibición correlativa de la inducción floral. Esta inhibición no parece ser debida sólo a la competencia nutritiva ejercida por dichos órganos sino al aumento de concentración de las giberelinas, hormona con efecto antiflorígeno, sintetizadas en las semillas de los frutos y en los ápices de crecimiento.
- La inducción floral parece requerir un nivel elevado de sustancias de reserva acumuladas, es decir un valor elevado de la relación C/N. Un valor bajo de la relación C/N, a causa por ejemplo de un exceso de fertilización nitrogenada, comporta una dominancia de la evolución en sentido vegetativo de las yemas.

En definitiva, la inducción floral es un mecanismo fisiológico bastante complejo, en el que intervienen a la vez factores hormonales y nutricionales.

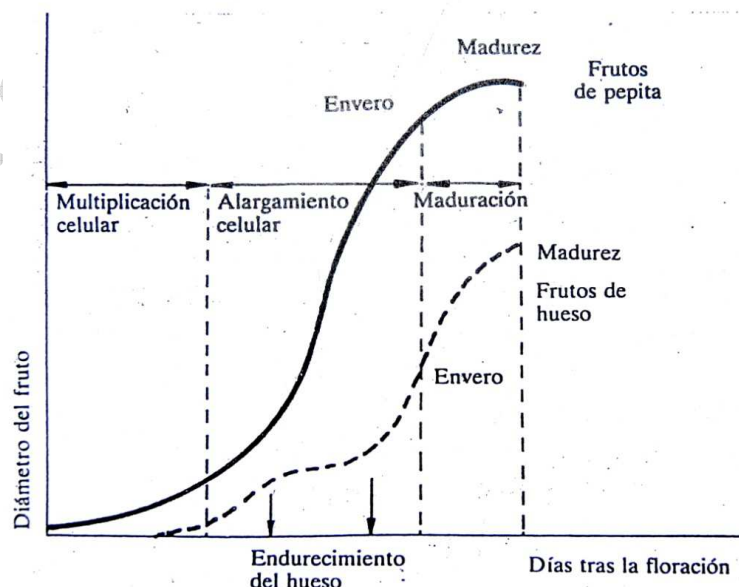
4. Explica los distintos tipos de fructificación que se pueden producir en un árbol frutal

Podemos encontrar dos clases de fructificación:

- Vegetativas
 - Chupón: Ramo excesivamente desarrollado (1-3 m de longitud y diámetro basal mayor a 3 cm). Todas las yemas de madera con crecimiento vertical o casi vertical.
 - Ramo de madera: Ramo de gran vigor (0,5-1m de longitud y diámetro basal de 1 a 2 cm). Todas las yemas de madera.
 - Brindilla: Ramo de vigor medio (longitud inferior a 40 cm y diámetro basal inferior a 1 cm). Flexible, se rompe con facilidad. Normalmente todas sus yemas son de madera. Frecuentemente en frutales de pepita.
 - Dardo: Ramo muy corto de poco vigor (5 cm) con yema terminal de madera. Frecuentemente en frutales de pepita.

- Fructíferas
 - Ramo mixto: Similar al ramo de madera, pero con algunas yemas laterales de flor. Frecuente en frutales de hueso.
 - Brindilla coronada: Es una brindilla con yema terminal de flor. Típica en frutales de pepita.
 - Chifona: Ramo morfológicamente similar a la brindilla, con yemas laterales de flor y terminal de madera.
 - Dardo coronado: Dardo con la yema terminal de flor
 - Lamburda: Dardo alargado (10 cm) por crecimiento de dos o más años. Con la yema terminal transformada en yema de flor. Típica de frutales de pepita.
 - Ramillete de mayo: Ramo corto (menos de 10 cm) con yema terminal de madera y el resto de flor. Frecuente en frutales de hueso.

5. Explica las fases del proceso de desarrollo del fruto y cómo son las curvas del desarrollo acumulado de los frutos



El proceso sigue las siguientes fases:

- **Multiplicación celular o citoquinesis:** Se produce una intensa división celular, que proporciona casi el nº total de células que va a tener el fruto, pero sin apenas aumento de éste. Esta fase suele durar de 10 días a 2 meses.
- **Engrosamiento celular o distensión celular:** Se acumulan en las células agua y sustancias hidrocarbonadas, lo que dará lugar al aumento de volumen y peso del fruto, hasta alcanzar casi el tamaño normal y característico de éste. Suele oscilar entre 30-90 días.
- **Maduración:** Se produce una secuencia de cambios físico-químicos en el interior del fruto que determinan que éste llegue a tener un color, sabor y una determinada textura que lo hacen apto.

En frutales de hueso tienen un crecimiento particular llamado "curva en S doble", caracterizado por una parada en el crecimiento del fruto durante el engrosamiento celular, 2-3 semanas mientras se forma el hueso con la lignificación del endocarpio y el crecimiento del embrión.

6. Explica qué es la resistencia específica al frío y los efectos de las heladas invernales en los diversos elementos presentes en el árbol frutal

Resistencia específica al frío: Es una característica genética de cada especie y variedad sobre la que influyen factores nutricionales, fisiológicos y ambientales. Es distinto para cada uno de los elementos del árbol como para éste en conjunto. No es una constante en el árbol sino que se alcanza progresivamente a través de un proceso de adaptación anual que tiene dos fases:

- **Maduración de la madera:** Tiene lugar en otoño (Desencadenado por el acortamiento de los días y el descenso de las temperaturas). Durante esta fase se acumulan carbohidratos en el citoplasma de las células aumentando su concentración salina, lo que hace que el agua celular disminuya su punto de congelación.
- **Endurecimiento de la madera:** Finales de otoño, principios de invierno. Se produce un incremento de la permeabilidad celular y consecuentemente la pérdida de agua aumenta, con nueva acumulación de carbohidratos. Las paredes celulares se lignifican. Todas estas transformaciones fisiológicas y celulares van provocando en los árboles una progresiva adaptación al frío.

Las heladas invernales pueden afectar a diversos elementos del árbol como:

- **Sistema radicular:** Es la parte con menos resistencia al frío, temperaturas de -10°C a -5°C ocasionan congelación celular con la consiguiente necrosis vascular interna. No produce sintomatología externa hasta la brotación en primavera que se hace a expensas de las reservas del árbol, cuando estas se acaban, la brotación se marchita y el árbol muere.
- **Yemas (principalmente de flor):** Al igual que las raíces tienen poca resistencia a las heladas, temperaturas de -10°C pueden ocasionar daños mortales.
- **Ramos y ramas jóvenes:** Pueden verse afectados por la bajada de las temperaturas o porque se produzcan antes de que la madera se haya endurecido, no obstante, estos elementos son bastante resistentes y este tipo de daño es poco frecuente.
- **Ramas gruesas y tronco:** Son partes que alcanzan la resistencia al frío de forma lenta, de tal forma que el endurecimiento del leño sólo se produce al terminar los procesos de traslocación vascular. Es más frecuente que se produzcan daños en la corteza, zona cambial y en los puntos de inserción de las ramas madres o secundarias, produciendo la muerte de placas de corteza y tejido subyacentes o fisuras longitudinales en la corteza, casi siempre en la parte sur.

Los daños en las yemas de flor como en los ramos del año pueden considerarse como poco importantes y tratarse con una poda adecuada y una fertilización posterior de recuperación; por contra, los daños en maderas estructurales requieren un tratamiento quirúrgico

7. Ventajas e inconvenientes de la propagación vegetativa. Explica cuales son los factores que influyen en la capacidad rizogenética de las estacas.

Las plantas no pasan por la etapa juvenil y tiene una fructificación más precoz y las descendencias son más homogéneas entre sí e idénticas a la planta madre, pero puede transmitirse virus y microplasmias. Influyen en la capacidad rizogenética de las estacas:

- Estructura de la corteza: Tejidos esclerenquimáticos organizados en grupos de fibras tienen alta capacidad; mientras que tienen baja capacidad los tejidos esclerenquimáticos organizados en anillos continuos.
- Estructura del leño: Mayor tejido parenquimático, mayor capacidad rizogenética.
- Posición de la estaca: Las raíces se forman siempre en la base de las estacas, las auxinas son promotoras de la diferenciación de los indicadores radiculares.
- Contenido hormonal de la estaca: Equilibrio entre auxinas, giberelinas y etileno, eliminar el ácido abscisión por inmersión en agua.
- Estado nutricional de la estaca
- Edad de la estaca: Se recomienda herbáceas porque enraízan con mayor facilidad pero son más exigentes en condiciones ambientales.
- Condiciones fisiológicas de la planta madre: Estacas recogidas en otoño tienen mayor capacidad rizogenética que las recogidas en invierno.
- Edad de la planta madre: Plantas jóvenes tienen mayor capacidad rizogenética.

8. Explica en qué consiste la propagación por estaca y acodo. Explica las dos técnicas que se utilizan para favorecer el enraizamiento de las estacas herbáceas y leñosas.

Propagación por estaca: Se seleccionan porciones separadas de la planta provista de yemas vegetativas para el desarrollo de un nuevo ejemplar.

Propagación por acodo: Consiste en la formación de raíces sobre brotes o ramos todavía unidos a la planta madre.

Para favorecer el enraizamiento:

- Estimulación de la rizogénesis: Compuestos comerciales con fitorreguladores (auxinas).
- Técnica de calentamiento basal: Para estacas leñosas. El sustrato se calienta para acelerar la formación de raíces.
- Técnica de nebulización: Para estacas herbáceas y semileñosas. Mantener el ambiente saturado de humedad para reducir transpiración.