

# Sistemas de plantación 2D.

**Una novedad en almendro  
una realidad en frutales.  
Hacia una alta eficiencia**

*(Parte I)*

**Dr. Ignasi Iglesias**

2D Technical Manager. Agromillora Group



### Introducción

Las especies de fruta dulce ocupan en España alrededor de 210.000 ha, con una producción media anual de 2.700.000 t, destacando el melocotonero, el manzano y el peral por volumen productivo. Otra especie de fruta seca con una importancia creciente es el almendro. Es la más importante y cuenta con una superficie de 661.000 de las cuales unas 60.000 ha son de regadío, con una producción de almendra estimada para el año 2018 de 61.100 t.

Si se analiza la innovación tecnológica de las últimas cinco décadas, es evidente que en todas las especies se ha debido mayoritariamente a dos factores: la innovación varietal y la mejora en la tecnología del cultivo. La innovación varietal ha sido muy variable entre especies, ya sean de fruta dulce o de fruta seca. En fruta dulce, ha sido especialmente importante en melocotonero, cerezo, albaricoquero y manzano. En cuanto a la tecnología del cultivo, la innovación ha sido múltiple, destacando en todas las especies la transición continuada hacia sistemas de plantación intensivos, con árboles más pequeños de copa bidimensional (2D), enfrente a copas de mayor volumen (3D), y por tanto más accesible tanto a las labores manuales como a las máquinas. Importante ha sido también el cambio en los sistemas producción con la adopción generalizada de la producción integrada y en algunos casos de la producción ecológica, con un uso más eficiente de inputs. Ello supone en definitiva, una gestión más eficiente de los sistemas productivos frutícolas y una mayor sostenibilidad ambiental, aunque no siempre

económica de los mismos. En las especies de frutos secos la situación ha sido tradicionalmente y sigue siendo muy diferente. Destaca el almendro como principal especie cultivada en España, la mayor parte en secano, por lo que habitualmente ha sido considerada como marginal, con unos cuidados mínimos dado que su rentabilidad también era mínima. Sin embargo, la situación desde el año 2010 es bien diferente, debido a varios factores como un contexto mundial de demanda creciente superior a la oferta, acompañada de precios interesantes para los productores.

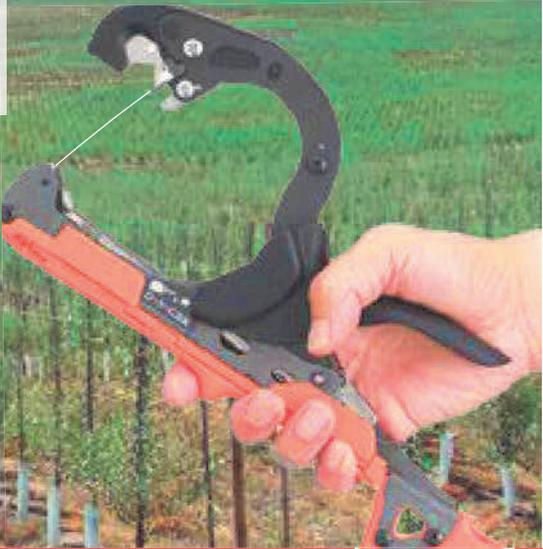
El principal motor de la innovación en la última década ha sido una vez más la innovación varietal, unido a la mejora de la tecnología de producción. Ambos factores, han relanzado su interés por el incremento de la rentabilidad que han supuesto. La innovación varietal se ha basado en la introducción a escala comercial de nuevas variedades de floración tardía, mayoritariamente autofértiles. En cuanto a la tecnología de producción la innovación ha llegado de la mano de plantaciones modernas y cada vez más eficientes en base a la propuesta de diferentes modelos productivos como el intensivo o el superintensivo, y por supuesto en regadío o con riego de soporte.

Una vez situada la importancia de diferentes especies frutícolas en España y su evolución tecnológica, se analizan en el presente artículo aspectos claves para su rentabilidad como son los costes de producción, la mano de obra y su disponibilidad, la evolución de los



**Soluciones para el atado**





**NUEVA ATADORA HT-R1**

- 50% MENOS ESFUERZO.
- MÁS LIGERA, sólo pesa 20 gramos.
- Mejora sistema carga cinta, fácil y sin roturas.
- Nuevo sistema carga grapas frontal, evita pérdidas.

Somos especialistas en sistemas de fijación de las plantas al tutor  
 ¡ Consúltenos sin compromiso, somos fabricantes !

✉ bovi@bovi.com    🌐 www.bovi.com    ☎ +34 973 24 96 00



sistemas de formación y el porqué de la mayor eficiencia de las plantaciones intensivas en las principales especies frutales.

### Los costes de producción

Tanto en fruta dulce como fruta seca, la mayor parte de la producción se comercializa como producto "commodity", por lo que es más difícil añadir valor y que a la vez éste repercuta en el productor. Además, si se analiza la evolución de precios percibidos por los productores de fruta dulce en las últimas tres décadas, la tendencia general es claramente bajista mientras que la de los costes es alcista. Ante este escenario de ingresos-costes tan ajustado y al igual que en otros sectores de la economía, la reducción de los costes de producción constituye el factor más importante para la competitividad de las empresas frutícolas, debido a la dificultad de poder influir de forma decisiva en los precios de venta del producto por la complejidad de la cadena de valor y de la formación de los precios, en particular en la fruta dulce. En fruta seca, la complejidad tanto de la cadena de valor como de la formación de precios es menos compleja.

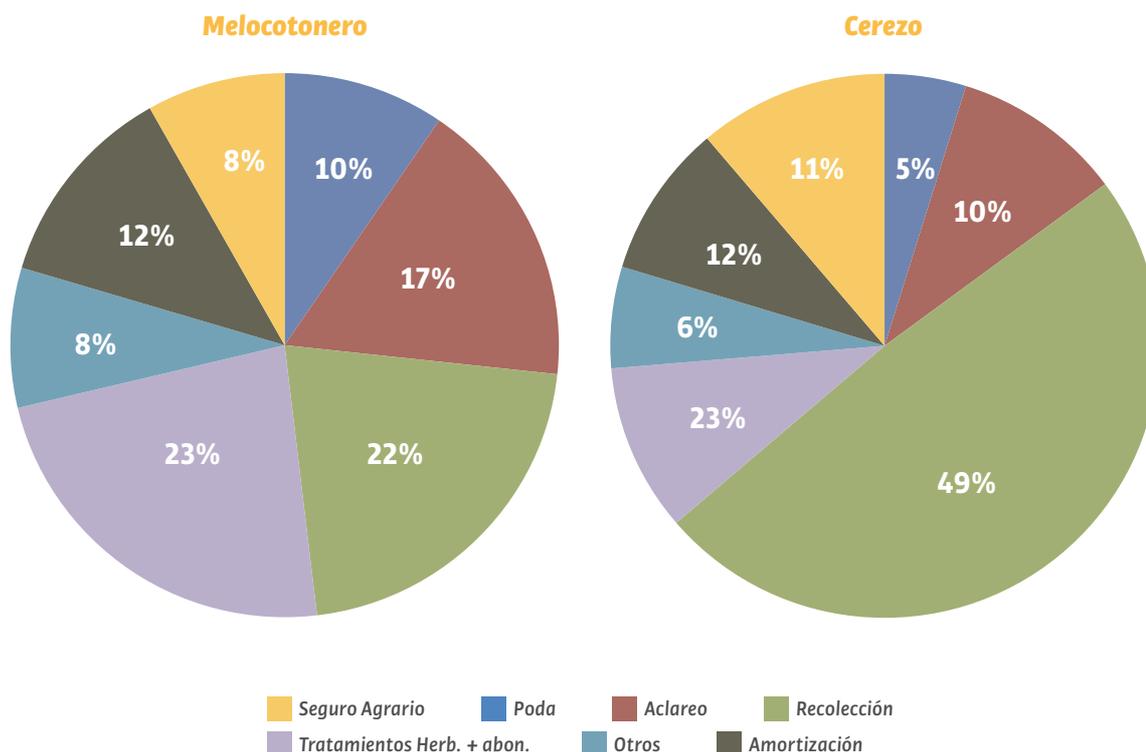
El coste de producción incluye varios conceptos como son inputs, seguros, amortizaciones, intereses del capital, dirección empresarial y mano de obra, entre otros, tal y como se observa en la Figura 1, donde se han expuesto como ejemplo los costes de producción correspondientes al año 2017 para el melocotonero y cerezo. Se han considerado variedades

de media estación y producciones de 40 y 12 t/ha, respectivamente. De la partición de costes expuestos en la **Figura 1**, puede observarse que la mano de obra es el más importante, dado que supone entre el 49 (melocotonero) y el 64% (cerezo) del coste total. Por labores, la más importante es la recolección, que en el cerezo supone la mitad del coste de producción, seguido por el aclareo y la poda. Del resto de costes (tratamientos fitosanitarios, riego, abonos etc.) en fruta dulce se ha realizado un importante esfuerzo de reducción gracias a la racionalización y eficiencia en el uso de inputs (pesticidas, fungicidas, fertilizantes, etc.) con la implementación generalizada de la producción integrada.

### La mano de obra

La producción de fruta dulce está intrínsecamente ligada a la disponibilidad de mano de obra siendo altamente dependiente de la misma, en particular para la poda, la recolección y aclareo de frutos, lo que la diferencia de la fruta seca. La menor disponibilidad de la mano de obra y su escasa especialización, supone en la mayoría de países un problema creciente, que se acentúa aún más en grandes explotaciones, donde los requerimientos son mayores con respecto a las explotaciones familiares, en las que una parte de la mano de obra es propia y no supone un pago directo. Manejar un elevado número de trabajadores poco especializados se complica todavía más en frutas de epidermis frágil o perecedoras como el albaricoquero

**Figura 1.** Partición del coste de producción de una variedad de melocotonero (0,34 €/kg) (Izquierda) y una de cerezo (0,90 €/kg), ambas de media estación, en el Valle del Ebro en el año 2017 (derecha). La mano de obra es el coste más importante.



# AGROSAN



Plantaciones  
llave en  
mano



Plantaciones  
de Almendro  
y Olivar



Vivero propio



Estudio  
económico previo  
y asesoramiento  
integral



Confíe en la mayor  
experiencia  
del sector del almendro

Oficina Central & Almacén  
Avda. de la Torrecilla, 23  
14013 Córdoba (Spain)  
Info: +34 957 296 700  
[www.agrosan.com](http://www.agrosan.com)

o el cerezo o en zonas donde hay alternativas más atractivas para los trabajadores como la agroindustria, la industria, el turismo o la construcción.

En un contexto global de menor disponibilidad de mano de obra para la agricultura y del incremento continuado del resto de costes de producción (energía, fertilizantes, fitosanitarios, etc.), su reducción pasa ineludiblemente por disminuir las labores que precisan mano de obra, mejorar su eficiencia cuando está sea precisa, favoreciendo la mecanización y por supuesto mejorando la productividad de las plantaciones.

La reducción del coste de la mano de obra en la producción de fruta, pasa forzosamente por la sustitución total o parcial por las máquinas en aquellas labores susceptibles de serlo como la poda, el aclareo o la recolección. Por lo tanto, deberá adaptarse progresivamente la forma de la copa de los árboles a las máquinas para que su accesibilidad y eficiencia sean mejores. Estas formas planas, posibilitan además una mayor accesibilidad la mano de obra y consecuentemente mejoran su eficiencia.

La mano de obra, su coste creciente, la menor disponibilidad y la falta de especialización, constituyen un problema estructural en la mayoría de países de los cinco continentes. Ello afecta en particular a la fruta dulce y a la horticultura, ambas mucho más exigentes en su utilización y altamente dependientes de la misma, especialmente en la recolección. Por supuesto que la situación es muy variable entre países, regiones y cultivos. En la **Tabla 1** se indican precios orientativos para la recolección de fruta dulce en diferentes países

del mundo y se observa que las diferencias muy importantes y de hasta 10 veces. En determinados países de la Unión Europea (Francia, Italia, Bélgica, etc..) y en Estados Unidos, es donde es más escasa y a un mayor coste. Aún y así, en países con un bajo coste, como los de Europa del este, del norte de África, o con un coste mayor (USA, etc.), el problema radica en la baja disponibilidad, dado que la mano de obra disponible prefiere si es posible trabajar en otros sectores que no son la agricultura, por percibir mayores precios y estar, en general, menos expuesta a la intemperie y requerir menos esfuerzo físico.

En cualquier caso y para la mayoría de los países del mundo, es evidente que la disponibilidad de mano de obra para la realización de labores agrícolas es cada vez menor y su precio más elevado, lo que ha resultado en un incremento constante a lo largo de las dos últimas décadas. Este incremento ha ido acompañado en muchas frutas con un descenso continuado de los precios percibidos por el agricultor, por ejemplo en melocotonero. Y todo ello acentuado por la complejidad creciente de los flujos migratorios y las causas geopolíticas que los ocasionan.

### Evolución de los sistemas de plantación/ formación por especies

Si analizamos la evolución de los sistemas de plantación y de formación en las principales especies frutícolas, la tendencia de las últimas décadas, tanto en nuestro país como en las principales áreas mundiales de producción, es hacia una progresiva intensificación de las

| PAIS                          | COSTE HORARIO (€/H) | COSTE HORARIO (€/DIA) 8H     |
|-------------------------------|---------------------|------------------------------|
| FRANCIA                       | 12,5                | 100                          |
| ITALIA (Emilia Romagna)       | 10,5                | 84                           |
| ESPAÑA                        | 7,5                 | 60                           |
| GRECIA                        | 3,5                 | 28                           |
| SERBIA                        | 2,4                 | 19                           |
| POLONIA                       | 2,2                 | 20                           |
| CHILE                         | 2,5                 | 20 (Fijo)                    |
|                               | 6,2                 | 50 (Temporal + Cereza)       |
| USA (Washington / California) | 15,0 — 17,0         | 120 — 136                    |
| ARGENTINA                     | 5,3                 | 55 (Temporal) / (30 al 2008) |
| ARMENIA                       | 2,4                 | 19                           |
| GEORGIA                       | 2,2                 | 20                           |
| RUSIA MERIDIONAL              | 2,4                 | 22                           |
| BULGARIA                      | 1,5                 | 14                           |
| RUMANÍA                       | 1,4                 | 13                           |
| UCRANIA                       | 1,2                 | 11                           |
| TURQUÍA                       | 1,7 — 2,2           | 15 — 20                      |
| MARRUECOS                     | 0,8 — 1,3           | 7 — 12                       |
| TÚNEZ                         | 0,7                 | 5 — 6                        |

**Tabla 1**  
Coste horario de la mano de obra para la recolección de fruta en diferentes países del mundo en el año 2017 (Fuente: Bravetti e Iglesias, 2017).

plantaciones. Ello ha supuesto un tránsito continuado desde formas en volumen (3D) hacia formas planas (2D). Ello implica árboles de volumen más reducido y en general adoptando sistemas de formación más planos y consecuentemente más accesibles tanto a la mano de obra como a las máquinas. Esta tendencia permite una mayor eficiencia de los inputs productivos, en particular de la mano de obra, mejorando el beneficio empresarial, pero también mejora la eficiencia de los tratamientos fitosanitarios. En algunos frutales de hueso esta tendencia es casi una imposición y se debe fundamentalmente a la necesidad de reducción de los costes de producción, que en gran medida dependen del precio de la mano de obra. A pesar de ello, las diferencias son importantes entre especies y países, debido fundamentalmente al nivel de tecnificación del cultivo y al coste de la mano de obra en cada país.

El proceso de intensificación ha variado según especies y ha sido liderado por el manzano y el peral, gracias a la disponibilidad de patrones enanizantes del tipo M.9 en manzano o del membrillero en peral. En ambos casos, confieren menor vigor y permiten la reducción de la copa del árbol haciéndola más accesible. La reducción del vigor ha sido paralela al incremento de las densidades de plantación, a una ocupación del espacio más rápida y a una reducción del período improductivo. Ello además se ha visto mejorado en las últimas décadas por la utilización de planta preformada en vivero, muy común en manzano y peral. Como contrapartida del mayor número de árboles, el coste de plantación se incrementa, tanto por la mayor densidad de plantación como por la necesidad de una estructura

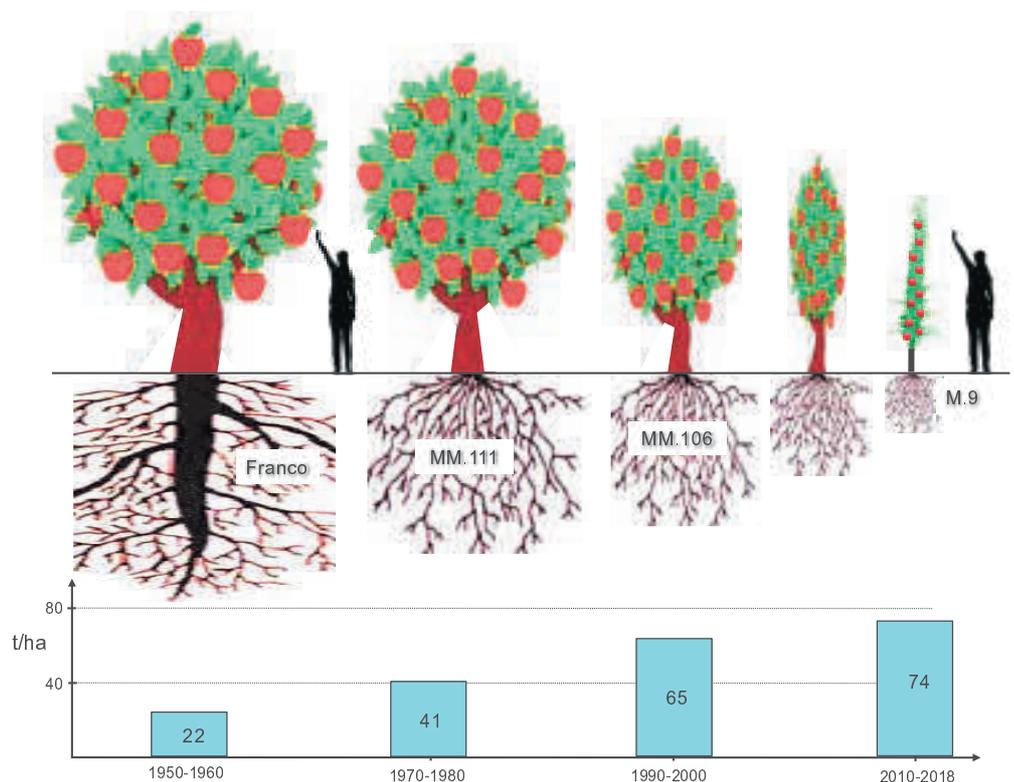
de soporte que posibilita a la vez el uso de redes antigranizo cuando es necesario.

El factor clave en la evolución hacia sistemas de plantación más intensivos y con menor volumen de copa, ha sido la disponibilidad de patrones de menor vigor o enanizantes. Es por ello que la especie de referencia ha sido el manzano, por haberse seleccionado a principios del siglo XX de diversos patrones de la serie East Malling (EM.27, EM.9, EM.26....) de bajo vigor que se introdujeron a escala comercial a partir de 1950 y con un impacto significativo a escala global a partir de 1970. En la actualidad más del 90% de la producción mundial se basa en el EM.9 o sus selecciones libres de virus, con plantaciones en eje central, más a menos intensivas dependiendo de los países. La **Figura 2** sirve como ejemplo para ilustrar la reducción del volumen de la copa de una misma variedad de manzana, por efecto de la reducción del vigor conferido por el patrón.

También muestra como el proceso de intensificación, gracias al uso de patrones como el M.9, unido a la mejora de la tecnología de producción (poda, tratamientos, abonado, etc.) ha supuesto una mejora de la producción, pasando de 22 a 74 t en el período 1950-2018. Un proceso similar se ha dado en otras especies como el peral, el melocotonero, el ciruelo, el cerezo y más recientemente en el almendro. Es decir árboles de menor volumen, pero más eficientes produciendo.

En **peral** el progreso ha sido también considerable y en la mayoría de países del mundo con inviernos no muy fríos, el uso de patrones de membrillero (EM-C, Adams, Sydo, EM.A, BA.29) se ha generalizado, por aportar un mejor control del vigor, mejor calibre y mayor

**Figura 2**  
Reducción progresiva del volumen de copa, formas más bidimensionales y evolución de las producciones a lo largo del período 1950-2018 en el Surtirol (Italia), gracias a la disponibilidad de patrones clonales enanizantes de manzano (M.9, M.26...), introducidos a partir de 1970, y a la mejora de la tecnología de producción. (Adaptado de Werth, 2017. Com. personal).



eficiencia productiva. Las plantaciones intensivas en eje central y M.C constituyen la base en las principales zonas productoras del norte de Europa. En el sur, los patrones más utilizados son el M.A y el BA.29 y los sistemas de formación el eje central, el doble y el triple eje.

En **melocotonero**, sin embargo, la situación es muy diferente debido principalmente a la poca disponibilidad de patrones de vigor medio-bajo adaptados a suelos con condiciones limitantes como la asfixia, el contenido de caliza activa, la salinidad o la replantación. Es por ello que los patrones de vigor medio-alto (GF.677, Garnem,...) y los sistemas de formación en vaso de mayor o menor volumen según el país, siguen siendo los más utilizados.

En nuestro país el vaso español a catalán o de verano, es un buen ejemplo de como un sistema de formación particular se ha adaptado a los condicionantes de suelos y del cultivo de la mayoría de zonas productoras, con un buen compromiso entre coste de plantación, entrada en producción, posibilidad de mecanización y producción, a pesar de estar condicionado a la aplicación generalizada del paclobutrazol.

A pesar de ello, optimizar la mecanización y aumentar la productividad, requiere de formas planas para las cuales ya se dispone de varios patrones de vigor medio a bajo (selecciones de ciruelos, híbridos interespecíficos, y en los últimos años diversos patrones como RootPAC®20 o RootPAC®40).

Estos patrones posibilitan plantaciones más intensivas y sostenibles de cara al futuro, basadas en sistemas de formación axiales y sin la utilización de reguladores de crecimiento.

En **cerezo**, si bien patrones como P. Mahaleb SL-64 se han utilizado ampliamente, en la actualidad

Adara®, con un nivel de vigor conferido medio-alto, aporta ventajas adicionales. La intensificación pasa por patrones de menor vigor como los de la serie Gisela, pero su adaptación a climas y suelos mediterráneos no es en general la deseada. Donde estos patrones se adaptan bien, la tendencia global es también hacia formas axiales y plantaciones intensivas que permitan optimizar la calidad y reducir el coste de producción. Nuevos patrones enanizantes están en fase de estudio en diversos países de Europa.

En **albaricoquero**, diversos patrones francos de la misma especie, así como otros de melocotonero son los más utilizados junto a diversos híbridos interespecíficos, algunos de obtención más reciente y de menor vigor.

Dentro de los frutos secos, ha sido en el **almendro** donde el avance tecnológico en los últimos años ha sido más destacable en lo referente a variedades y sistemas de formación. Esta innovación ha sido motivada por los mayores precios percibidos, que han cambiado la realidad de ésta especie al pasar de marginal a frutal, con la inversión y los cuidados que ello comporta. De los patrones francos de la misma especie, se pasó a los híbridos GF.677 y Garnem®, ambos de vigor elevado, que son los más utilizados en la actualidad para el sistema intensivo. En los últimos años, y en base al modelo superintensivo del olivo, se está desarrollando como uno de los modelos de producción las plantaciones superintensivas o SHD (en inglés), 2D (bidimensionales) o SES (Super Efficient System), con densidades de plantación de entre 2.000 y 3000 árboles/ha. Para ello se han utilizado tanto patrones vigorosos (GF.677, Garnem®), como otros de menor vigor principalmente el RootPAC®20. Este patrón de Agromillora, de la serie RootPAC®, induce un vigor entre un 50-60% menos



Fotografía en el Chelan Lake (WA-USA), muestra claramente el proceso de intensificación del manzano en el último siglo gracias a la obtención e implantación a escala comercial de los patrones enanizantes de las series EM y MM

con respecto a Garnem® o GF.677, de forma similar a lo ocurrido por ejemplo en manzano con el patrón M.9 con respecto al MM.111.

Fue dicho patrón el que posibilitó el cambio hacia plantaciones intensivas hace más de 5 décadas. Este control natural del vigor permite plantear plantaciones donde no se requiere del uso de reguladores de crecimiento, tampoco disponibles en almendro, y producir de una forma sostenible en el tiempo.

Es interesante destacar que en ésta especie, comparado con lo ocurrido con el manzano o el peral, el tránsito desde la baja a la super alta densidad en plantaciones comerciales se ha dado a una velocidad de vértigo.

Al igual que paso con el olivo hace ya más de dos décadas, ello requiere un aprendizaje técnico y un ajuste continuado del sistema a lo largo de los próximos años, a medida que se disponga de referencias en parcelas situadas en condiciones edafo-climáticas diversas.



*Dos sistemas de plantación en manzano que han convivido en las principales zonas productoras de manzana de España y que muestran la evolución hacia sistemas intensivos. A la izquierda, plantación extensiva en vaso de la variedad 'Belleza de Roma'/MM.111 y a la derecha 'Golden'/M.9 en eje central.*

*El disponer de árboles más pequeños, gracias a la disponibilidad en manzano de patrones enanizantes, supone una mejora muy importante de la eficiencia tanto de la mano de obra (poda, recolección, etc.) como de las máquinas, con la consecuente reducción de los costes de producción, de hasta el 30%*



En manzano, los sistemas de formación en eje central o axiales, se han desarrollado y generalizado a lo largo de los últimos 40 años, siendo el solaxe uno de los más comunes, constituido por 9-12 ramas portadoras complejas y una forma cilíndrica-cónica del árbol.



La disminución de las distancias de plantación, unido a la posibilidad de utilizar el doble eje, o incluso en eje central, posibilita ramas más cortas y menor coste para el arqueamiento de la mismas, a la vez que resulta en formas más planas y accesibles a las máquinas y a las labores manuales.



En peral la transición hacia árboles más pequeños y sistemas de formación axiales más bidimensionales, ha sido similar a la experimentada en manzano gracias a la utilización de patrones de membrillero con diferente vigor.

# *Adelanta y mejora la entrada en producción de tus plantones*



**AGROMÉTODOS, S.A.**

C/ Dublín, 1 (Edificio Sevilla) • 28232 LAS ROZAS (Madrid)  
Tel. 91 352 43 96 • Fax 91 352 40 70 • [agrometodos@agrometodos.com](mailto:agrometodos@agrometodos.com)

Síguenos en:





Al igual que en manzano, la utilización de dos o más ejes en peral posibilita un mejor control del vigor y la disponibilidad de formas planas o 2D, más accesibles a las labores manuales y a la mecanización.



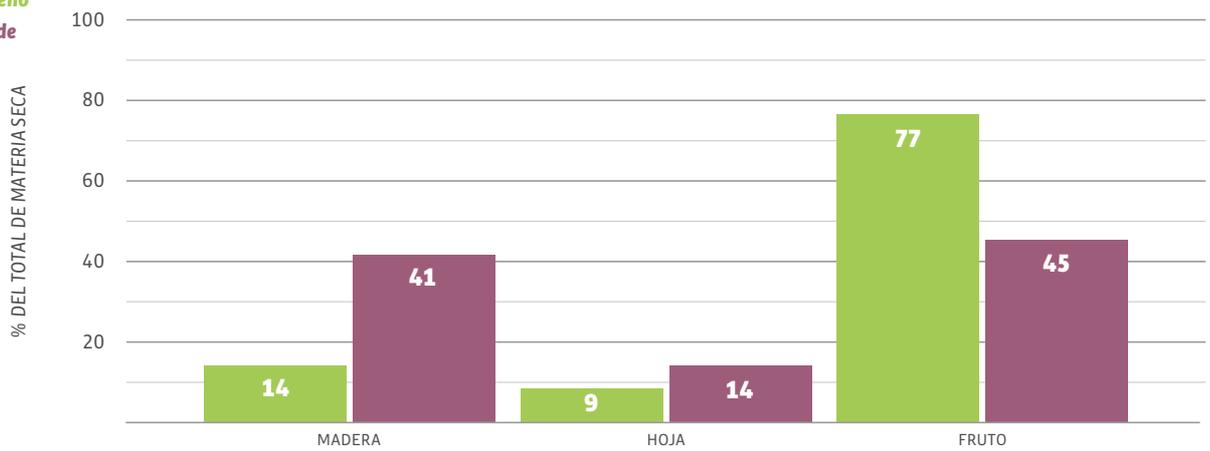
La utilización de máquinas como plataformas o discos supone una ayuda para labores como la poda o la recolección en plantaciones de mayor altura.



Las formas planas suponen una mejora en la eficiencia de los tratamientos fitosanitarios por una mejor cobertura de la vegetación y una reducción de los volúmenes aplicados. Además estas formas planas, permiten una mejor aireación de la copa y una menor incidencia de enfermedades como el moteado o la monilia.

**TAMAÑO DEL ÁRBOL QUE AFECTA A LA REPARTICIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS** Forshey et al, 1978

■ **Árbol pequeño**  
 ■ **Árbol grande**



■ **Área bien expuesta a la luz**  
 (Recibe 70-98% de luz)

■ **Área medianamente expuesta a la luz**  
 (Recibe 35% de luz)

■ **Área sombreada**  
 (Recibe <30-98% de luz)

