



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**

En este capítulo se incluye, en su primera parte, la maquinaria destinada a la recolección de hortalizas herbáceas, así como el equipo auxiliar de ayuda en la recolección manual de algunas hortalizas en la que no es posible la mecanización integral de la recolección.

Seguidamente se analiza la mecanización de la recolección en cultivos arbustivos y arbóreos en los que resulta posible la mecanización integral de la mecanización para determinadas condiciones de manejo de la plantación, como la viña y el olivar.

La última parte de este capítulo se dedica a la mecanización de la recolección de la fruta en las plantaciones frutales, y especialmente a las plataformas y sistemas de ayuda a la recolección manual en distintas especies vegetales.



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Recolección mecanizada de hortalizas herbáceas

Se conocen como hortalizas a un conjunto de plantas con características morfológicas muy diferentes, pero que ofrecen en común la circunstancia de que su cultivo exige mayores cuidados que en los extensivos, por lo que habitualmente se han cultivado en las conocidas como “huertas”, pequeñas parcelas en las que se dispone de agua de riego para completar los aportes de la lluvia en los periodos críticos.

Estos cultivos de plantas cuyo aprovechamiento se hace por algunos de sus órganos, como pueden ser las raíces, los tallos y las hojas, las flores, los frutos o las semillas, generalmente se destinaban a su consumo en fresco, por lo que cualquier daño exterior producido en el proceso de recolección provoca una pérdida de valor, así que había poco interés en mecanizar esta operación.



Particularidades de la recolección de hortalizas

- **Uniformidad de madurez**
 - **Recolección selectiva**
 - **Variedades adecuadas**
- **Destino de los productos**
 - **Elaboración industrial**
 - **Consumo en fresco**
- **Productividad y coste de la mano de obra**

Recolección manual: 50% costes

La industrialización de la horticultura llevó a la implantación de estos cultivos en grandes parcelas, en las que, junto con el riego mecanizado, se desarrollan sistemas de manejo para la reducción de los costes, incluida la recolección, lo que se intensifica a medida que se reduce la disponibilidad de la mano de obra y aumenta el coste de la misma.

La forma de maduración de estas cosechas puede exigir puntas de trabajo en las que sea difícil encontrar mano de obra suficiente, por lo que hay que buscar sistemas mecánicos que aumenten la productividad de la mano de obra ocupada. Por otra parte, el escalonamiento de la madurez de las cosechas dificulta en muchos casos una mecanización integral, además del aumento de los daños que se producen, en comparación con los derivados de la cosecha manual.

Las soluciones mecánicas no siempre resuelven el problema técnico-económico de la recolección, generalmente porque el aumento de la productividad de la mano de obra no es suficiente para compensar las inversiones en equipo mecánico, y también porque las pérdidas de cosecha aumentan de manera significativa. En consecuencia, los avances en la mecanización de los cultivos hortícolas no son homogéneos, dependen de la situación social y económica del área geográfica considerada, y de la dificultad para desarrollar soluciones mecánicas y fitotécnicas que resuelvan los problemas, para poder llevar al consumidor un producto sin daños y con buen aspecto comercial.



Bases de la recolección mecánica

Principios:

- Arranque
- Tracción
- Corte
- Ordeño
- Trilla
- Sacudida
- Peinado



El análisis de la maquinaria de recolección de hortalizas haya que realizarlo de forma particularizada para cada cultivo, y en función del destino de la cosecha, según se dirija al consumo directo en fresco o para su transformación industrial.

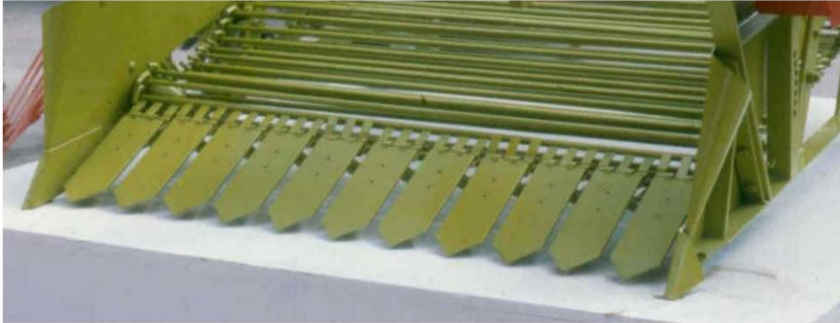
Los principios mecánicos que se utilizan para la recolección pueden ser comunes para especies vegetales botánicamente muy diferentes, pero que ofrecen similitud en la forma y dimensiones de la planta y del producto que se aprovecha, lo que permite desarrollar máquinas con elementos comunes, para reducir los costes de fabricación.

Los principios básicos en los que se basa la recolección mecanizada de las hortalizas se describe a continuación.



Arranque

Rejas arrancadoras



Es el sistema más adecuado para la recolección de plantas que se aprovechan por sus órganos enterrados (tubérculos, bulbos, raíces...). Los principios de funcionamiento son los mismos que se utilizan en la recolección de patatas, aunque hay que adaptar las máquinas a la forma de cultivo.

Antes del arranque puede ser necesaria la eliminación de la parte aérea, troceando o quemando tallos y hojas para que no dificulten la separación de la tierra que acompaña a los órganos enterrados, que son los que se aprovechan. Es importante la adaptación de la reja arrancadora a la posición en el suelo de los productos recolectados.

Las mayores dificultades para la utilización de los sistemas de arranque es la presencia de terrones (y de piedras) en el suelo, que se producen principalmente en los suelos adherentes



Tracción

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Se utiliza el arranque por tracción, ejercida desde la parte aérea de la planta, para extraer las raíces que se encuentran fuertemente unidas a los tallos, como son los rábanos, remolacha de mesa, zanahorias, etc. También para plantas como el apio y los puerros.

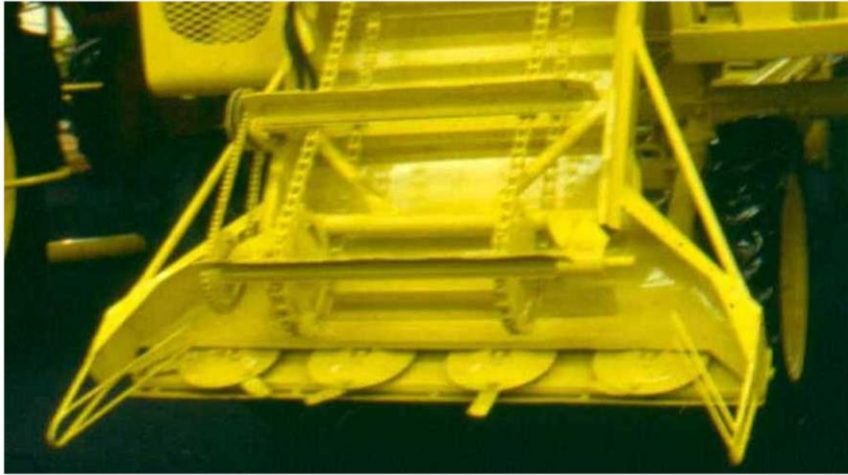
La tracción se efectúa con dos correas trapezoidales, formando ángulo agudo con la superficie del suelo, que se mantiene en contacto elásticamente, entre las cuales entran los tallos de las plantas. La tracción realizada sobre las plantas se regula ajustando el ángulo de las correas con respecto al suelo y la velocidad de las mismas, junto con la velocidad de avance de la máquina.

Generalmente se ayudan mediante una reja que remueve las plantas en su zona radicular; en la zona en la que se produce la descarga, al final del recorrido de las correas trapezoidales, se instalan dispositivos para eliminar la parte aérea no comestible; en algunos casos es la parte aérea la que se aprovecha.



Siega

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



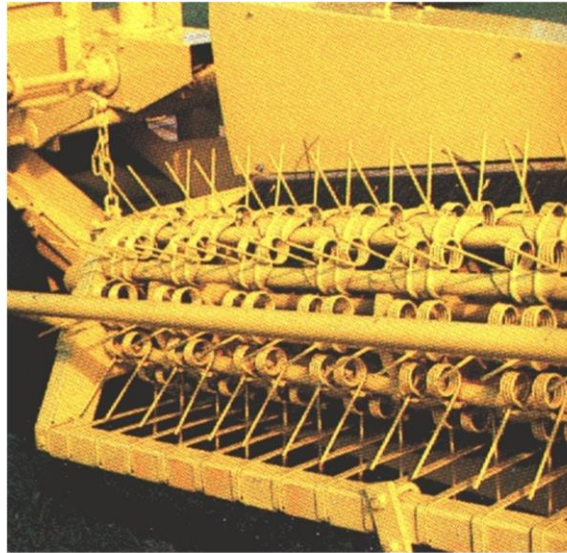
Se utiliza en aquellas plantas en las que se aprovecha toda su parte aérea, especialmente las hojas. El ejemplo más característico es el de las espinacas, pero también se aplican a otras como lechugas, coles, repollos, coles de Bruselas, etc., en las que el manejo posterior es muy diferente y con mano de obra auxiliar.

También se utilizan para la recolección de espárragos verdes (que se desarrollan fuera del caballón), y en cultivos como el azafrán “cupé”. La siega se realiza en muchas ocasiones mediante sierras de cinta que cortan a nivel o ligeramente por debajo de la superficie del suelo.



Peinado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

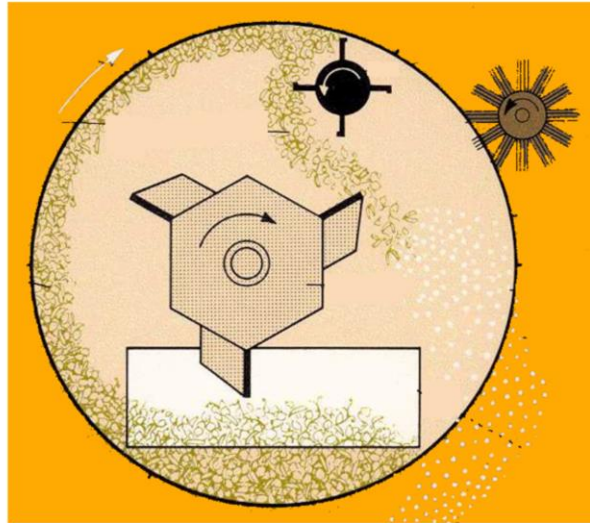


Se utiliza para la recogida mecánica en cultivos en los que se aprovechan por sus vainas o por los frutos, con un tamaño relativamente pequeño, pero que se sitúan sobre los tallos y hojas en una posición en la que es relativamente sencillo su arranque.

Normalmente este arranque se realiza con púas situadas sobre rotores que peinan los tallos para que se desprendan los elementos de mayor tamaño. En el peinado también se desprenden hojas que hay que separar del producto cosechado, lo que normalmente se realiza mediante corrientes de aire generada por ventiladores.



Trilla



El proceso de trilla se utiliza para separar granos y semillas de los elementos que los retienen, como son las inflorescencias o las vainas. El proceso se aplica a la planta previamente arrancada y ofrece gran similitud con el que se emplea para la recolección de granos y semillas.

La diferencia más significativa es que, en algunos cultivos, hay que trillar granos verdes, como guisantes y habas, con baja resistencia mecánica comparada con la que presentan los granos secos, que posteriormente se someten a un proceso industrial o al congelado. En estos casos la trilla se suele realizar con rotores de baja velocidad en los que el material circula por el interior.



Sacudida

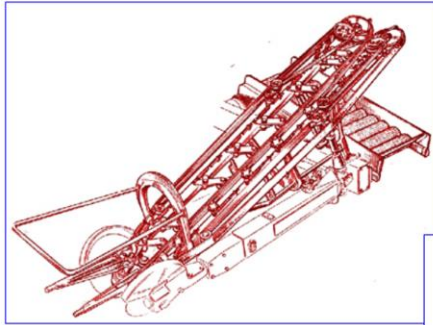


Es una forma de vibración de baja frecuencia que se aplica para la separación de elementos pesados de las plantas a las que van unidos; es el caso de los tomates. Estas vibraciones se generan en sacudidores asociados a cigüeñales, o en mecanismos conocidos como “erizos” que son rotores con púas que giran a saltos.

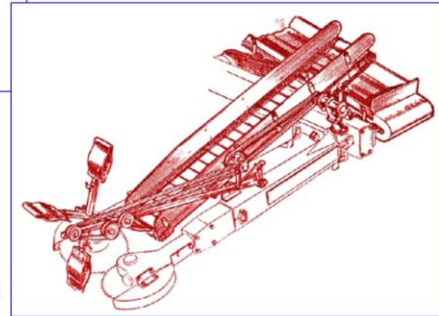
El desprendimiento se produce cuando la aceleración que se provoca en el fruto supera la resistencia del tallo que lo une a la planta. En la bibliografía se indica que para desprender los frutos en especies como el tomate se necesita un esfuerzo de tracción de 3 daN (aproximadamente 3 kg_f), siendo la masa de cada uno variable entre 0.05 y 0.20 kg. Esto obliga a provocar sobre las plantas aceleraciones entre 10 y 60 g.



Bastidores universales



Unidad de arranque



Unidad de siega

Los Institutos de Investigación especializados han hecho propuestas para integrar los elementos de recogida de productos hortícolas sobre una estructura común, de manera que solo se necesitaría cambiar una parte de la máquina para abordar la recolección de diferentes cultivos.

Aunque el sistema no se ha desarrollado de forma homogénea, si ha servido como base para del diseño de algunas máquinas, como son las arrancadoras en especies como la zanahoria, la remolacha, los ajos, etc. En la figura se representa el bastidor universal desarrollado por el NIAE con dos modificaciones posibles, una de ellas para extracción por arranque y otra mediante siega.



Propiedades físicas de las cosechas

Producción unitaria y productividad de la mano de obra

	Producción (t/ha)		Productividad MO (kg/h)		Incidencia MO. de la recolección (%)	
	media	máxima	baja	alta	baja	alta
alcachofa(*)	10	60	100	300	50	70
apio	32	60	100	100	70	70
berenjena	26	40	85	85	65	65
calabacín	26	40	30	80	60	80
cebolla	27	40	80	150	70	90
coliflor	20	30	60	100	40	60
espárrago	5	9	10	10	85	95
guisante verde	7	10	20	50	80	90
hinojo	22	30	70	70	60	60
judía verde	8	14	10	20	90	90
lechuga	17	35	20	60	45	70
melón	24	60	80	150	35	70
pepinillo	30	100	15	20	60	90
pimiento	24	40	60	60	45	45
sandía	15	60	450	450	35	35
tomate	45	100	60	150	60	85
zanahoria	40	100	60	100	70	90

(*) miles de alcachofas y número de alcachofas/hora.

Fuente: Lazzari, M. (mod.)

Los procesos mecánicos utilizados no siempre permiten una recolección mecánica integral, sino que forman parte de máquinas que necesitan la intervención de mano de obra auxiliar en diferente cantidad.

Es necesario definir la forma, las dimensiones, el peso, el volumen, la textura, etc., del material que se va a recolectar, así como su resistencia a golpes, al aplastamiento y a los roces. También es importante conocer la facilidad que ofrece para deslizarse o para rodar, ya que esto condiciona al diseño de los mecanismos de transporte en el interior de la máquina.

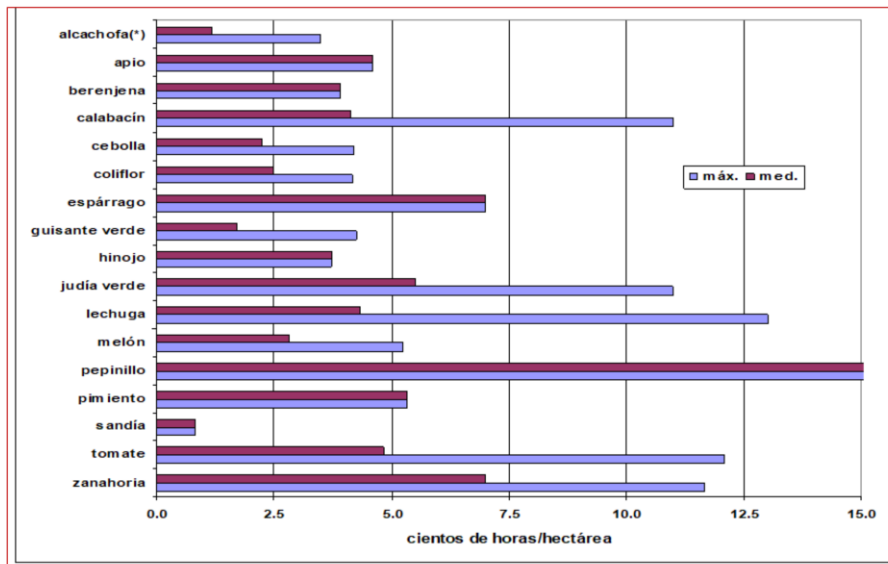
En el cuadro se reflejan los valores de las producciones y de las necesidades de mano de obra para diferentes especies hortícolas. Se puede observar que en cultivos como el espárrago la productividad de la mano de obra es de 10 kg/h, mientras que con el tomate se pasa a valores entre 60 y 150 kg/h, llegando en la sandía a 250 kg/h. En el caso del espárrago el 95% de la mano de obra se necesita para la recolección y ésta exige entre 350 y 600 h/ha de trabajo manual, en un periodo de dos meses con trabajo prácticamente diario.

En este mismo cuadro se incluye el porcentaje de la mano de obra para la recolección representa con respecto al total necesario en el cultivo.



Necesidades de mano de obra para la recolección no mecanizada

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Hay que tener en cuenta la gran variabilidad que se pueden encontrar en función de la variedad, dentro de la especie vegetal considerada, y de la forma de manejo, ya que esto tiene gran influencia en la demanda de mano de obra para la recolección.

A partir de los valores del cuadro anterior, y tomando un valor intermedio entre la media y la máxima de las producciones, se presenta gráficamente las necesidades de mano de obra para la recolección de diferentes cultivos hortícolas, considerando que la productividad de la mano de obra sea alta o baja. Los valores correspondientes al pepinillo para la industria superan la escala del gráfico, ya que la demanda de mano de obra en la recolección manual llegaría a valores entre 3200 y 4000 h/ha, lo que justifica la conveniencia de una recolección mecanizada.



Estado de la técnica

- El estudio de las soluciones para la recolección puede hacerse en función de la parte vegetal que se aprovechan.
- **Cuatro categorías:**
 - Órganos hipogeos (tubérculos, raíces y bulbos)
 - Órganos foliares
 - Órganos florales y yemas
 - Frutos y semillas

En cada solución y cultivo hay que destacar:

- La oferta comercial de máquinas para la recolección, diferenciando entre el aprovechamiento en fresco y para la transformación industrial.
- El incremento de productividad de la mano de obra conseguido con la mecanización.
- Factores que afectan al proceso de mecanización, como son los tecnológicos (versión comercial de máquinas), operativos (técnicas de cultivo que facilitan la mecanización), genéticos (adaptación del cultivo a la mecanización), y económicos o culturales que dificultan la introducción de la tecnología disponible.



Condiciones que impone el ciclo de cultivo

- La **selección del cultivar** en lo que respecta a la maduración simultánea, dimensiones de la planta, geometría del producto, resistencia a la manipulación, etc.
- La **preparación del suelo**, nivelando y conformado correcto del caballón, cuando sea necesario, para facilitar las operaciones de cultivo posteriores hasta la recolección.
- La siembra o el trasplante de precisión que garantizan la **homogeneidad del cultivo**.
- La aplicación uniforme de agroquímicos y del agua de riego para conseguir un **crecimiento uniforme de las plantas**.

Además, hay que contar con sistemas de transporte adecuado en función de las características cualitativas de las cosechas, con un tratamiento en almacén que permita eliminar los problemas generados en el proceso de recolección y transporte, eliminando impurezas y productos con daños al confeccionar el material que pasa a la cadena comercial.



Recolección de órganos hipogeos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Recolección de cebolla



Cultivo	Incremento productividad mecánica/manual
Ajo	10
Cebolla	4
Hinojo	10
Nabo	5
Patata	10
Rábano	200
Remolacha de mesa	5
Zanahoria	10

Fuente: Lazzari, M.

Para los tubérculos, raíces y bulbos se considera que la maduración es simultánea, por lo que se puede extraer la cosecha en una sola pasada. La selección posterior al arranque tiene por objetivo eliminar las impurezas, especialmente piedras, terrones y hojas.

Esto hace que la mecanización de la recolección en estos cultivos esté, en la mayoría de los casos, totalmente resuelta, tanto para el aprovechamiento industrial como para el consumo en fresco, aunque las máquinas utilizadas necesiten la presencia de mano de obra auxiliar para complementar la limpieza y clasificación de la cosecha.

En la tabla se indican los incrementos de productividad que se obtiene en diferentes cultivos frente a la recolección manual de plantas que se aprovechan por sus órganos hipogeos.



Cosechadora de cebollas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La recolección mecánica de la patata es la que ha servido como referencia para desarrollar máquinas adaptadas a cultivos como la cebolla o la zanahoria otoñal (sin hoja).

Se utilizan rejas arrancadoras para cultivos como el ajo seco, la cebolla, la zanahoria de otoño (sin hojas), el apio, el nabo y algunas lechugas.

En algunos casos la máquina se limita arrancar el producto, desenterrándolo para dejarlo acordonado sobre el terreno. Esto es necesario en el caso de la cebolla o del ajo seco, que necesitan un periodo de permanencia en el campo para su secado, utilizándose el sistema de rejas arrancadoras, trabajando en la superficie del suelo, o elevadores tipo “pick-up” para su recogida final.



Arranque por tracción

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Remolacha



Zanahoria con hoja



Se arrancan por tracción el ajo y la cebolla verdes, el puerro, el apio y la berza. El repollo, la remolacha de mesa y el hinojo pueden recolectarse por tracción o con rejas arrancadoras.



Recolección por tracción



Arrancadoras de ajos

Eliminación de las hojas



Envasado del ajo cortado



La mecanización de la recolección de los ajos se realiza mediante el arranque por tracción, aunque el proceso continúa con dos alternativas: el atado de las cabezas en manojos o el corte del tallo de la planta en el punto de intersección con la cabeza utilizando una sierra de discos.

En las máquinas recogedoras-cargadoras se pueden incluir mesas de separación-clasificación, ocupadas por personas que realizan la limpieza complementaria y clasificación de la cosecha.



Recolección de órganos foliares

Cultivo	Incremento productividad mecánica/manual
Apio	10
Espinaca	30
Lechuga	10
Puerro	12
Repollo	20

Fuente: Lazzari, M.

Segadora de coles



Siega mediante sierra de cinta



Segadora de espinacas



Solo para la espinaca y el repollo destinados a la industria se han desarrollado máquinas que permiten la mecanización integral.

Para la recolección de la **espinaca** se utilizan máquinas arrastradas y autopropulsadas que derivan de las segadoras de forraje, con la condición que realicen el corte muy próximo al suelo. Se utilizan barras guadañadoras de doble hoja y segadoras de discos, pero la opción que ofrece más posibilidades es la siega mediante una sierra de cinta que puede trabajar a ras del suelo. Una vez segada la hoja se eleva mediante una cinta transportadora, un tapiz que puede incorporar dedos elásticos, almacenándose el producto en una tolva. Se adapta exclusivamente a la espinaca destinada a su transformación industrial, ya que el daño sobre la hoja es excesivo para la que va al mercado fresco. La mecanización de la recolección exige cultivares de porte erecto con siembras espesas en líneas próximas y con el terreno perfectamente nivelado y sin malezas.

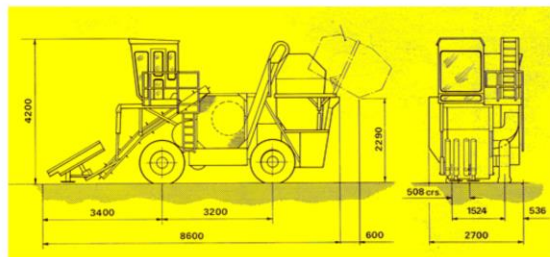
Esta misma tipología de máquinas se puede utilizar en otros cultivos con destino industrial, como el perejil, la albahaca, y otras plantas aromáticas y medicinales.

En el caso del **repollo** destinado a su transformación en "chucrut", en el mercado se ofrecen soluciones para la mecanización integral de la recolección, en algunos casos derivadas de las máquinas que se utilizan en la recolección de la zanahoria primaveral (con hoja). El repollo ofrece una geometría bastante constante y maduración simultánea, lo que facilita la recolección mecánica. Las mayores dificultades se derivan de su tendencia a tumbarse, y la resistencia que opone el tallo a su corte (superando los 25 kg_f).



Recolección de yemas y flores

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Recolección de
coles de Bruselas



Cultivo	Incremento productividad mecánica/manual
Alcachofa	3
Col	7
Col de Bruselas	3
Coliflor	20
Espárrago	25

Fuente: Lazzari, M

Salvo en el caso de la recolección mecanizada de la **col de Bruselas**, que provoca la destrucción de la planta en el proceso de recolección, la mecanización integral de las hortalizas incluidas en este grupo ha tenido pocos avances, especialmente como consecuencia de su maduración escalonada. Para la mayoría de las especies integradas en este grupo se recurre a maquinaria auxiliar que incrementan la productividad de la recolección manual.



Carro auxiliar

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En el diseño de esta maquinaria auxiliar se ofrecen dos alternativas: máquinas con un solo conductor-operador, propulsadas inicialmente con pedales y en la actualidad con motores eléctricos alimentados mediante baterías, o máquinas arrastradas o autopropulsadas con varios puestos de trabajo; en ocasiones las personas que realizan la recogida disponen de asientos desde los que pueden llegar a las plantas cuya cosecha recogen, mientras que en otras caminan por detrás de una cinta transportadora, que se encarga de llevar la cosecha al cuerpo central de la máquina, donde se procede a su clasificación y empaquetado.

En el caso del **espárrago verde** para la transformación han aparecido algunas soluciones para la recolección mecanizada integral, pero su difusión ha sido mínima y se prefieren las plataformas auxiliares monopuesto accionadas como motores eléctricos.



Recolección de frutos y semillas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Recolección de judía grano

Cultivo	Incremento productividad mecánica/manual
Berenjena	-
Calabacín	-
Calabaza	-
Guisante	50
Judía	50
Judía verde	60
Melón	-
Pepino	40
Pimiento	12
Sandía	-
Tomate	8

Fuente: Lazzari, M.

Para los productos incluidos en este grupo, en lo que respecta a la mecanización de la recolección, se pueden hacer diferentes subgrupos:

- Las semillas, todas de leguminosas, se recogen de forma mecánica.
- El tomate y el pepino para la industria y las judías verdes (con vaina) se recogen de forma totalmente mecanizada.
- El resto de los frutos se recogen manualmente en su totalidad.

En el caso de las semillas hay diferentes alternativas. Para las judías secas la recolección se realiza en dos etapas; primero se procede al hilerado y posteriormente a la recogida del cordón y a la trilla.



Recolección judía y guisante fresco

Hilerado previo



Cilindro trillador (trilla interna)

Trilla



Cosechadora de guisante fresco



Para la recolección de la **judía** y el **guisante fresco** destinado a su transformación se suelen utilizar recogedoras desgranadoras que actúan sobre las plantas previamente segadas e hileradas. El sistema de trilla está compuesto por un tambor de grandes dimensiones, giratorio a baja velocidad y con orificios que permiten el paso de los granos, alimentado por uno de sus extremos y que descarga los restos de cosecha por el otro. El grano se desprende por la acción de dos o más rotores que giran en su interior a diferentes velocidades y sentidos que el tambor externo. Esto provoca el desprendimiento de los granos que atraviesan las perforaciones de tambor, los cuales se someten a una corriente de aire para retirar las impurezas y son recogidos por una cinta transportadora situada en la parte baja para luego elevarlos mediante una noria de cangilones hasta la tolva.

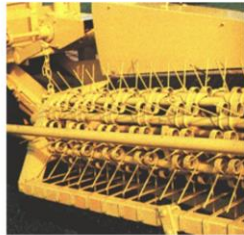


Recolección por peinado

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Peinado (judías verdes)



Para la recolección de la judía verde con vaina, destinada tanto para el consumo fresco como para la industria, se utilizan cabezales peinadores, que son rotores con dedos elásticos, situados transversal o longitudinalmente con respecto a la línea de plantas.

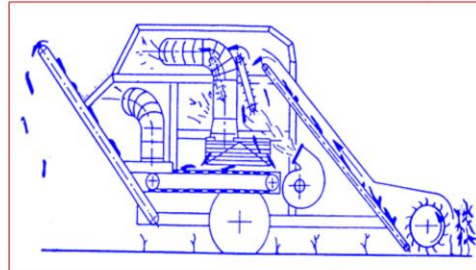


Recolección por peinado

judías verdes (vainas)

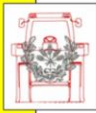


pimiento



Esquema del sistema de separación y limpieza en una "peinadora"

Las cosechadoras dotadas de rotores peinadores situados perpendicularmente a las líneas de plantas también se adaptan a la recolección de otros productos como pueden ser los pimientos. Una vez recogido el producto, este pasa a los sistemas de limpieza que aprovechan las diferencias de densidad de las impurezas, con ventiladores tanto para la impulsión de aire como para la aspiración.



Recolección de tomate para la industria

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

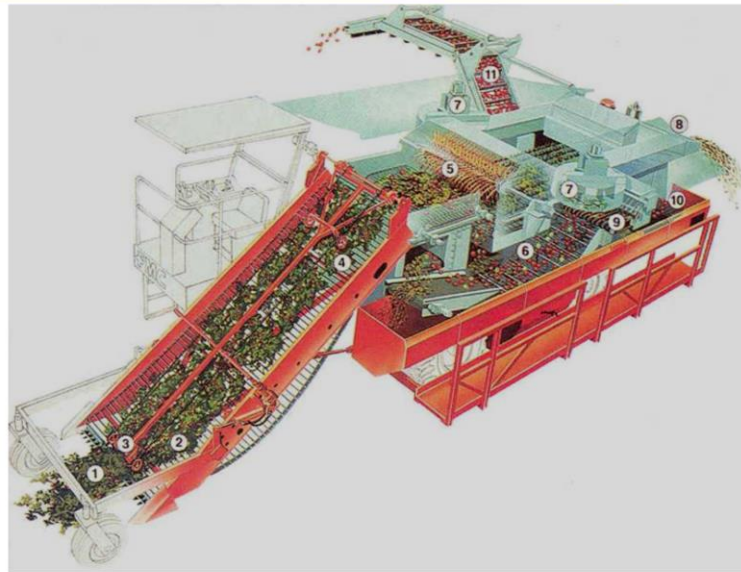


La mecanización de la recolección del tomate para la industria se puede decir que es total, y se ha generalizado como consecuencia de la mejora genética, con la que se han obtenido variedades de maduración uniforme y con una consistencia del fruto que lo hace más resistente a las operaciones mecánicas.



Esquema de una cosechadora de tomate

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Generalmente son máquinas autopropulsadas que trabajan sobre una línea realizando el arranque de la planta completa, cortando el tallo y elevándola, la separación del tomate mediante sacudidas de la mata, la selección del tomate manual o automáticamente mediante análisis de color y la descarga del producto sobre una tolva apropiada que arrastra un tractor que se desplaza en paralelo.

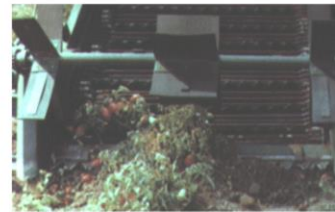
En las máquinas autopropulsadas se utiliza un bastidor estructural que soporta los elementos de separación y selección del tomate, junto con el motor, el puesto de conducción y la plataforma que sería ocupada por los operarios que completan la selección. La transmisión es hidrostática continua. En el frontal, el cabezal, ajustable en altura, dispone de una anchura de corte adaptada una línea de plantas.



Elementos de la cosechadora de tomate

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Arranque de la planta y elevación



Disponen de un cabezal frontal, regulable en altura, con dedos móviles y una cuchilla que realiza el corte por la inserción del tallo con las raíces. La profundidad de corte se regula hidráulicamente desde el puesto de conducción, evitando la entrada de tierra en exceso. Una cinta transportadora con dedos, o con rodillos, eleva el material hasta la mesa de separación.

La separación del tomate de la mata se realiza por correas con dedos, que vibran horizontal y verticalmente, y que permiten la caída del tomate separado sobre un transportador inferior, o bien, utilizando un sistema de radios vibrantes, o de "erizo", basado en dedos asociados a dos masas excéntricas. El efecto de rotación de las masas desencadena la vibración y se puede regular la frecuencia y amplitud para adaptarse al tamaño del tomate.



Peine arrancador

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



La anchura de vía de las cosechadoras autopropulsadas es de 1.50-1.65 m, lo que le permite trabajar en líneas de cultivo con este espaciamiento. La velocidad de avance de la máquina se ajusta en función del estado de la parcela y del tomate.



Separadores - limpiadores

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Por correas



Tipo "erizo"

El proceso de desprendimiento del tomate puede realizarse mediante correas transportadoras o con erizos.



Selector de tomate (color)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las mayores diferencias entre los modelos presentes en el mercado español se encuentran en el dispositivo sacudidor (cadena o dedos) y en el número de selectores electrónicos por color (uno o dos).



Descarga y transporte

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

palots



bañera

Los tomates aceptados pasan otra cinta, generalmente de goma, que los lleva a una mesa de clasificación en la que varios operarios separan los tomates podridos y otras impurezas que no hayan sido eliminados por el detector de color. La descarga del tomate se realiza sobre un remolque-bañera (jugo de tomate concentrado) o sobre palots.

La velocidad teórica de desplazamiento de la máquina puede llegar hasta los 10 km/h (sin escalones), pero la velocidad real en trabajo es mucho más baja, de manera que la capacidad de trabajo efectiva se mantiene entre 0.1 y 0.2 ha/h, lo que equivale a 1.5-2.0 ha/jornada. La potencia de los motores en las máquinas varía entre 80 y 120 kW (100 a 160 CV)



Transporte con agua

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



En la descarga de las bañeras se puede utilizar el transporte mediante agua.



Curso de Maquinaria Agrícola

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

Equipos auxiliares de ayuda

Para analizar la conveniencia de introducir soluciones mecánicas que ayuden en la recolección manual hay que tomar como punto de partida los tiempos de recolección necesarios, que son diferentes en cada región geográfica y para cada tipo de cultivo, y que deben incluir todo el proceso, desde el corte o arranque de la planta, hasta su colocación en unidades comerciales, lo que puede hacerse en el propio campo, o se completa en un almacén con mayor o menor grado de automatización.

Para el Levante español hay una publicación del Ministerio de Agricultura titulada “Equipos mecánicos para la asistencia a la recolección en cultivos hortícolas”, elaborada por el Prof. Gracia y su equipo de la Universidad Politécnica de Valencia, que suministra una información completa sobre los tiempos de operación en la recolección manual de diferentes especies hortícolas.



Especies que se recolectan manualmente

Agrupadas en función de los órganos que se recogen

Hojas o tallos	Flores	Frutos	Raíces, etc.
Lechuga	Alcachofa	Sandía	Cebolla
Col repollo	Coliflor	Melón	Hinojo
Col china	Brócoli	Tomate fresco	
Apio		Berenjena	
Cardo		Pimiento	

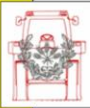
Se establecen cuatro bloques que agrupan los cultivos que se aprovechan por sus hojas o tallos, por sus flores, por sus frutos o por sus raíces, incluyendo en cada grupo las especies indicadas en el cuadro. Hay otro grupo que no se considera, que es el de las hortalizas con fruto en legumbre, ya que el proceso de recolección está totalmente mecanizado.



Operaciones que hay que realizar

- **Corte**, generalmente con cuchillo
- **Pre-acondicionado y despuntado**, con la eliminación de hojas exteriores.
- **Encajado**, colocando el producto en cajas apropiadas.
- **Acondicionado y lavado**, completando el pre-acondicionado hecho en campo.
- **Tría y clasificación**, eliminado el producto de bajo peso y clasificándolo por tamaño.
- **Calibrado**, que se realiza en almacén (con sistemas electrónicos).
- **Embolsado**, manual o automático.
- **Envasado, pesado y etiquetado**, muy variable en función del destino comercial del producto. Puede incluir un pre-enfriamiento.

No todas son necesarias en los diferentes cultivos.



Tiempos de operación (en s/kg)

		(A) corte+pre	(B) envasado	(D) confección
Hojas/tallos	Lechuga	15	5	50
	Col repollo	5	3	10
	Col china	4	3	15
	Apio	24	8	20
	Cardo	4	3	10
Flores	Alcachofa	30	55	
	Coliflor	14	8	18
	Brócoli	7	3	27
Frutos	Sandía	10	7	-
	Melón	muy variable	-	
	Tomate	14	4	-
	Berenjena	9	3	-
	Pimiento	19	6	-
Raíces/bulbos	Cebolla tierna	60	10	80
	Hinojo	10	3	-

Fuente: Gracia *et al.* UPV

Recogida del producto (A), realizado mediante corte o arranque, que se completa con el pre-acondicionado simple eliminado hojas externas y tierra en exceso.

Colocación del producto en envases de campo (B), operación auxiliar que realiza la misma persona que lo recoge (sin asistencia); no es necesaria cuando se incluye la confección del producto en campo.

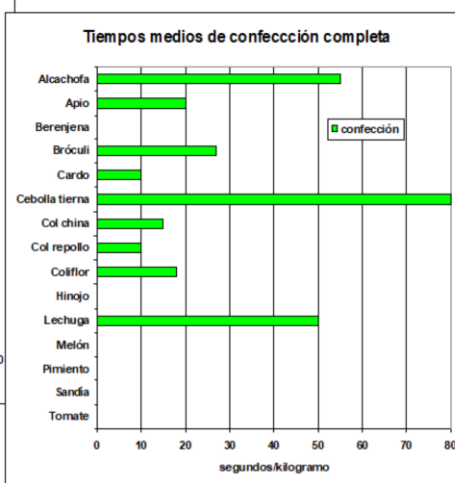
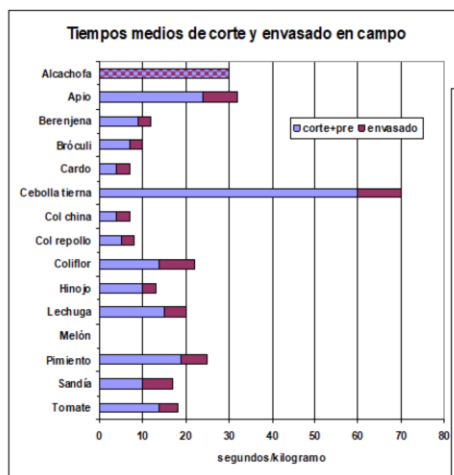
Traslado del producto (C), que se refiere a los tiempos para el desplazamiento en el interior de la parcela, e incluye carga, traslado y descarga, utilizando cajas o a granel (variable en función de la forma y dimensiones de las parcelas).

Acondicionado y confección (D), que incluye todas las operaciones que permiten que el producto alcance su aspecto comercial.



Tiempos de operación en campo y en almacén

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



El tiempo invertido en recoger el producto (corte/arranque), incluido el pre-acondicionado depende principalmente del cultivo y de la variedad y varía entre 5 y 20 s/kg de producto recogido. Depende de la facilidad de separación, de la accesibilidad, de su peso unitario, del adiestramiento del operario, de la organización del trabajo, etc. El tiempo de pre-acondicionado suele ser, como media, la mitad del tiempo de corte.

El tiempo de acondicionado, o confección realizada en campo, es muy variable. No solo hay que evaluarlo en tiempo de trabajo manual, sino considerando la posibilidad de utilizar maquinaria de asistencia. Evita el transporte y almacenamiento de subproductos, dejando en el campo restos que habría que eliminar posteriormente en el almacén de procesado como residuo orgánico.

En el análisis de los tiempos de traslado del material cosechado en el interior de la parcela hasta el exterior de la misma y la carga del vehículo que realiza el transporte del medio recorrido (hasta el almacén o la planta de procesado) hay que distinguir tres opciones: manual, con equipo de carga y con sistemas de trabajo continuo.

El traslado manual con desplazamiento a pie del operador depende del tamaño de la parcela; otros factores como el marco de plantación o el tipo de envase tienen escasa influencia según indican los seguimientos realizados por la UPV. La velocidad de desplazamiento a pie trasladando el producto cosechado está alrededor de 2 km/h (0.6 m/s), transportando unos 18 kg; para la carga y descarga hay que incluir 1 s/kg.



Máquinas y sistemas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Las máquinas auxiliares para la recolección manual suelen ser polivalentes, y en muchas ocasiones modulares, para adaptarse a diferentes cultivos, o incluso a formas de conducción diferentes en un mismo cultivo.

Se pueden establecer dos grandes grupos: los equipos que solo ayudan en la carga, transporte y descarga de los productos recolectados, y otros con capacidad de recepción y almacenamiento, además del traslado del producto en el interior de la parcela; en ocasiones en estos últimos también se puede realizar la confección.

Las plataformas auxiliares multipuesto se adaptan a muchos cultivos como las coles, o las alcachofas, y, en general, a todas las hortalizas para las que resulta difícil una recolección mecanizada integral. Además, permiten realizar la recolección progresiva, sin que la cosecha que queda en el campo sufra ningún daño.

La anchura de las alas sobre las que se deposita la cosecha recogida manualmente puede superar los 10 m, y ofrecen como ventajas, por una parte, la reducción del tiempo dedicado al transporte del producto en la recogida manual, y por otra, una mejora de la organización del trabajo de las cuadrillas que realizan la mecanización.

El transporte de la cosecha se puede hacer de diferente manera: con cintas transportadoras, o colocándolo directamente en cajas que se sustituyen a medida que se van llenando.

El empleo de plataformas auxiliares aumenta la productividad de la mano de obra en 1.5 a 2.5 veces. Por su coste reducido se generaliza su utilización cuando la superficie de cultivo supera las 3-5 ha.



Potencialidad de los sistemas de recolección asistida

- Se consigue una mejora de la productividad de la mano de obra, que se multiplica por 2 ó 3 veces, lo que reduce los costes de recolección.

Las ventajas que aportan:

- Mejora la organización del trabajo.
- Consigue mayor rendimiento y control de las cuadrillas.
- Realiza una manipulación del producto más cuidadosa y uniforme.
- Permite la confección en campo del producto cosechado.

Las características de las plataformas, que se deducen del estudio realizado por la UPV para las condiciones de la horticultura del Levante español, deberían ser las siguientes:

- Autopropulsadas con transmisión hidrostática (preferentemente) o eléctrica.
- Dirección por cuatro ruedas pivotantes.
- Anchura de vía variable con intervalo de variación mínimo de 60 cm.
- Altura sobre el suelo regulable para alcanzar hasta 1 m.
- Velocidad de avance en la parcela entre 50 m/h y 2000 m/h.
- Anchura de trabajo mínima de 3 m.
- Capacidad de almacenamiento mínima de 600 kg por metro de anchura de trabajo.

Una información completa que permite calcular los costes de recolección con diferentes alternativas se encuentra en la publicación del MAGRAMA "Equipos mecánicos de asistencia a la recolección de cultivos hortícolas" (ISBN 84-491-0417-3, año 1999).



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 07.5.-

Maquinaria para la recolección de frutas y hortalizas

**Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo**