



MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

Bases de la recolección mecanizada

Los avances en la mecanización de los cultivos hortícolas no son homogéneos, por lo que el análisis de la maquinaria de recolección de hortalizas hay que realizarlo de forma particularizada para cada cultivo, y en función del destino de la cosecha.

LUIS MÁRQUEZ
MADRID

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 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. La mano de obra barata y abundante en determinadas regiones, y también el aporte de mano de obra familiar, hacía posible la recolección de estas plantas, que, además, generalmente se destinaban a un mercado local.

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.

Hay otro factor que se debe considerar: 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.

Por último, 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 equi-

po 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.

Esto hace que 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.

Bases de la recolección mecánica

La recolección manual de las hortalizas supone, en la mayoría de los cultivos, más del 50% de los costes de producción, generalmente con mano de obra temporal.

En el proceso de recolección, y hasta que el producto llega al consumidor, se producen pérdidas de cosecha y daños, que reducen los beneficios empresariales. Estos pueden incrementarse a medida que aumenta la mecanización del proceso y la distancia entre los centros de

producción y los consumidores, lo que dificulta cualquier intento de mecanización para aquellas cosechas que se van a consumir en fresco. No tanto cuando se procede a una conservación industrial, siendo el propio sector industrial el que la fomenta.

Para poder realizar una recolección parcial o totalmente mecanizada se necesitan variedades apropiadas que faciliten los procesos de recogida, transporte y almacenamiento, con una atención especial a la uniformidad de maduración. Una maduración escalonada obligaría a diseñar una máquina para la recolección selectiva, lo cual, aunque sea técnicamente posible, difícilmente lo será desde la perspectiva económica.

Así, los avances que se realizan para la recolección mecanizada de las hortalizas dependen de la forma de maduración del cultivo, para que no sea necesaria una recolección selectiva, y de la posibilidad de que los daños derivados de la mecanización no devalúen el producto en el proceso de 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 máqui-

nas 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

FIGURA 1.- 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 son la presencia de piedras y de terrones en el suelo, que se producen principalmente en los suelos adherentes.

En algunas ocasiones el proceso de recolección se realiza en dos fases. En la primera la cosecha se deja hilerada en la superficie, para que se seque y se desprenda la tierra húmeda que lleva adherida, y en la segunda se realiza la recogida y carga, utilizando la misma máquina, pero con las rejillas trabajando a nivel de la superficie del suelo.



FIGURA 2.- TRACCIÓN MEDIANTE CORREAS



Tracción

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 la 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.

FIGURA 3.- SIEGA MEDIANTE CUCHILLAS



Siega

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.

FIGURA 4.- PEINADO MEDIANTE PÚAS

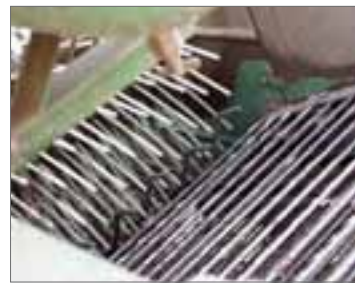


Peinado

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.

FIGURA 6.- SACUDIDAS MEDIANTE 'ERIZO'



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

FIGURA 5.- TRILLA EN EL INTERIOR DEL CILINDRO



para la recolección de granos y semillas.

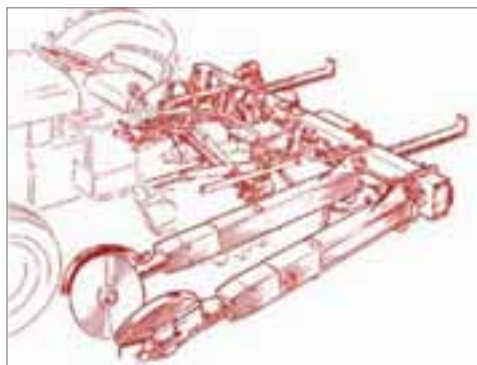
La diferencia más significativa es que, en algunos cultivos, hay que trillar granos verdes, como guisantes y habas, con baja resistencia mecánica comparada con la que presentan los granos secos, que posteriormente se someten a un proceso industrial o al congelado. En estos casos la trilla se suele realizar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

FIGURA 7.- ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA MÁQUINA PARA LA RECOLECCIÓN DE HORTALIZAS (NIAE)



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), 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.

Los sistemas de sacudida también se utilizan para el derribo de frutos en los árboles y arbustos, como son los casos de la viña y del olivar en plantaciones super-intensivas. En otros casos la vibración se produce en los denominados vibradores de troncos y ramas, que originan el derribo de los frutos al suelo o a mallas de recogida.

Bastidores universales

Hace más de 30 años, en los Institutos de Investigación especializados, como el NIAE del Reino Unido, se hicieron 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 las figuras 7, 8 y 9 se representa el bastidor universal desarrollado por el NIAE y dos modificaciones posibles, una de ellas para extracción por arranque y otra mediante siega.

Condicionantes para la recolección mecanizada

En primer lugar hay que considerar las propiedades físicas de los productos que se cosechan, pero también el volumen de la cosecha y la productividad de la mano de obra en la recolección manual.

Propiedades físicas de las cosechas

Los procesos mecánicos utilizados no siempre permi-

ten 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.

Sin una maduración simultánea no es posible abordar la recolección mecánica de un cultivo hortícola, salvo que las pérdidas de cosecha sean inferiores al incremento de costes derivados de la recolección manual.

Productividad de la mano de obra en la recolección manual

En los cultivos en los que la producción es baja y la productividad de la mano de obra es elevada, los costes de recolección manual serían relativamente bajos, por lo que habría poco interés en desarrollar soluciones mecánicas para la recolección. Por el contrario cuando las necesidades de mano de obra son muy elevadas, se buscan soluciones para la mecaniza-

FIGURA 8.- UNIDAD DE ARRANQUE SITUADA SOBRE BASTIDOR UNIVERSAL (NIAE)

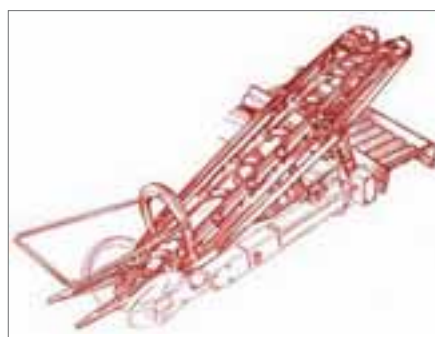


FIGURA 9.- UNIDAD DE SIEGA SITUADA SOBRE BASTIDOR UNIVERSAL (NIAE)



CUADRO 1.- PRODUCCIÓN UNITARIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA RECOLECCIÓN DE DIFERENTES CULTIVOS HORTÍCOLAS (BIONDI ET AL.)

	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.)

ción integral, o al menos para aumentar la productividad de la mano de obra.

En el cuadro 1 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.

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 de-

manda de mano de obra para la recolección. 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.

A partir de estos valores, y tomando un valor intermedio entre la media y la máxima de las producciones indicadas en el cuadro 1, en la figura 9 se presenta gráficamente las necesidades de mano de obra para la recolección de diferentes cul-



tivos 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 3 200 y 4 000 h/ha, lo que justifica la conveniencia de una recolección mecanizada.

El estado de la técnica

El estudio de las soluciones para la recolección mecanizada de los cultivos hortícolas puede hacerse en función de la parte vegetal que se aprovecha, por lo que se establecerían 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,

El estudio de las soluciones para la recolección mecanizada de los cultivos hortícolas puede hacerse en función de la parte vegetal que se aprovecha

- 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), ope-

rativos (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.

Hay que resaltar las grandes diferencias que se pueden encontrar incluso dentro de un país o región.

La introducción de la mecanización de la recolección viene condicionada por las operaciones que se realizan en el ciclo de cultivo, que incluye:

- 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.

En resumen, la recolección mecanizada forma parte de un paquete tecnológico, en algunos casos muy rígido, y generalmente diferente a la tecnología que se utiliza en el cultivo dirigido a una recolección manual. ■

FIGURA 10.- NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA LA RECOLECCIÓN MANUAL EN DIFERENTES CULTIVOS HORTÍCOLAS

