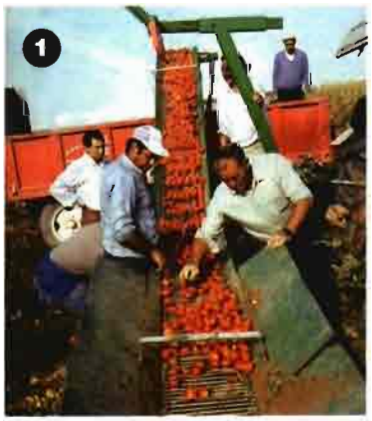
Un estudio de la Universidad de Navarra en colaboración con el Instituto Técnico de Gestión Agraria y financiado por el Gobierno de Navarra y el proyecto CICYT

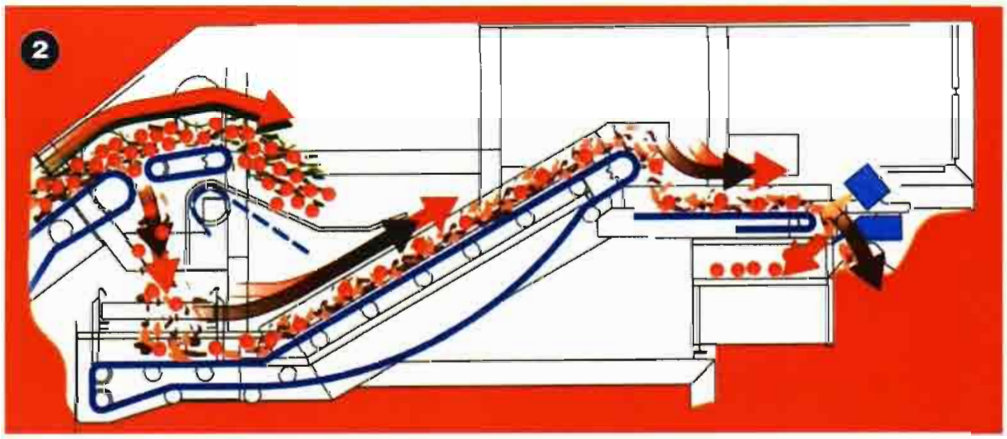
Recolección mecánica de tomate

CARMEN JARÉN, SILVIA ARAZURI, PEDRO ARNAL E IGNACIO ARANA

Dpto. Proyectos e Ingeniería Rural. Universidad Pública de Navarra. cjaren@unavarra.es

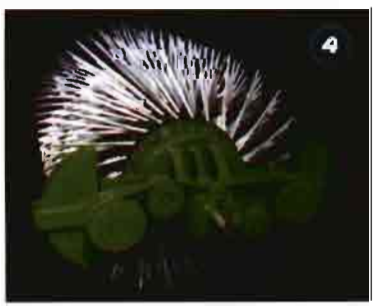


Parrilla para la limpieza, transporte y elevación del tomate para su descarga sobre remolque.





Sobre estas líneas, eliminador de tierra y sistema de corte por discos giratorios. Foto: Catálogo Sandei-FMC



Vibrador rotativo de radios vibrantes o erizo. Foto: Catalogo Guaresi

Evolución de la mecanización de la recolección

Las primeras cosechadoras de tomate para industria se desarrollan en los 60 en California y rápidamente se extienden por todo el país. Hoy día, prácticamente todo el tomate de industria producido en EE.UU. se recoge con cosechadora. Europa sigue esta tendencia, y, en las últimas décadas, ha mecanizado gran parte de la recolección de este producto, incluso el destinado para entero y pelado.

Se distinguen varias fases: una primera en la que se siguen los pasos de EE.UU., importando sus cosechadoras, demasiado grandes y caras, no adaptándose bien a las condiciones de cultivo en Europa.

Una segunda, donde se diseñan máquinas sencillas, mejor adaptadas y más económicas. La recolección se realiza con equipos descompuestos formados por una arrancadora suspendida y una limpiadora + cargadora arrastrada. Los operarios recogían las matas a mano y las batían sobre la parrilla que limpiaba y transportaba el tomate hasta un elevador que lo descargaba sobre remolque (Foto 1).

El corte se podía hacer unos días antes de recoger el tomate para evitar los tratamientos de aceleración del proceso de maduración y coloración.

En la siguiente fase, se incorporan verdaderas cosechadoras que realizan el corte, separación, limpia y descargae. Eran máquinas arrastradas y de accionamiento hidráulico mediante bomba conectada a la toma de fuerza del tractor. La selección se realizaba a mano. Pero tenían poco rendimiento, alto coste de mantenimiento, escasa maniobrabilidad y producían demasiados daños al tomate.

Por ello surgen las actuales cosechadoras autopropulsadas que incorporan sistemas de selección automáticos y los avances técnicos precisos para reducir los daños.

Se están consiguiendo buenos rendimientos y calidad final, lo que permite que parte del tomate para industria se envase como conservas de tomate entero pela-

do, mejor pagado que el destinado a concentrado o triturado.

En España, las zonas pioneras en el uso de este tipo de maquinaria son Extremadura, Cataluña y la zona del Valle del Ebro, principales productores de tomate de industria. La mecanización de la recolección se ha visto favorecida por factores como la disminución de renta agrícola, la escasez de mano de obra especializada y la mejora tecnológica. Por otra parte, todos los cultivos hortícolas dependen de mano de obra, especialmente durante la recolección, y no siempre se encuentra disponible, menos aún si se trata de mano de obra especializada.

Aunque la maquinaria no permite de momento prescindir totalmente de mano de obra, sí mejora las condiciones de trabajo y conlleva una menor necesidad de operarios. Además, el rendimiento es muy superior.

Cosechadoras modernas

Las cosechadoras integrales de tomate son máquinas autopropulsadas con motores de 88-160 kW, entre 7-10 t de peso y con régimen de trabajo en torno a las 1800 r/min. En los últimos años, en el Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural de la Universidad Pública de Navarra, en colaboración con el Instituto Técnico de Gestión Agrario (ITGA) se ha venido haciendo un seguimiento de las principales marcas de cosechadoras que trabajan en Navarra: Sandei - FMC SL 350 T, Guaresi - G-89-93, Gallignani Polaris, Pomac - COSMO/SR y Barigelli - B/RP.

Ls mayores diferencias entre cada una de estas máquinas aparece en los sistemas de separación de la planta y la disposición de las cintas de la mesa de selección, así como en la forma del elevador y en las soluciones empleadas para evitar que el tomate se caiga durante la descarga. El estudio pretende establecer mejoras que permitan reducir el nivel de daños mecánicos producidos en el proceso de recolección mecánica.

Todas las cosechadoras estudiadas son autopropulsadas y de recolección integral; la planta entera entra en la cosechadora, donde se produce la separación del tomate. Aunque su funcionamiento es muy similar, son las características particulares de cada máquina las que permitan la mejor o peor adaptación a la zona.

El proceso de recolección consta de 4 fases donde operan los



Tomate 2004, el Salón del Tomate y la Tecnología Aplicada

La principal novedad de la XVI edición de Agroexpo, celebrada el pasado mes de enero en Extremadura, España, ha sido el Salón del Tomate y la Tecnología Aplicada, "Tomatec 2004, donde se han presentado los más modernos avances tecnológicos y servicios para la transformación de este producto, así como la maquinaria y equipamiento para su producción.

Tomatec 2004 ha incluido actividades complementarias, entre ellas las jornadas técnicas sobre temas como planes de trazabilidad para el control de virus o el desacoplamiento de la producción de las ayudas de la PAC.

Se de una importante incorporación dentro del certamen, debido a la especial incidencia que tiene el sector del tomate en Extremadura por sus altos índices de producción y calidad. Durante la mesa redonda sobre "Perspectivas y Futuro del Tomate", AMITOM presentó las cifras obtenidas por Extremadura, España y otros países en cuanto a la producción de tomate durante la pasada campaña: 1.400.000, 1.700.000 y más de 12 millones de toneladas respectivamente. Domingo Fernández, presidente de Agroexpo, destaca que el Salón del Tomate aporta a la feria nueva tecnología para el sector productor y transformador.

Tomatec 2004 ha servido además como marco para la reunión del Grupo de Trabajo de Tomate para Industrias de la Confederación de Cooperativas Agrarias de España, y como catalizador de la propuesta de Gerardo García, funcionario de la Comisión Europea, para la realización de un proyecto de campaña de promoción para el consumo de este producto desde la CCA.

Antonio Cabezas, director general de la PAC de la Junta de Extremadura, explica que el sector del tomate concentrado ha recibido una media de 33 millones de euros en ayudas. En cuanto a los umbrales a nivel de la UE, señala que España e Italia poseen un porcentaje del 52% y 15% respectivamente. De los más de ocho millones de toneladas en el umbral de la UE, España se sitúa en casi 1.127.000 t de tomate concentrado y 111.612 de pelado. La superficie cultivada de tomate para transformación de 2003/04 ha sido de más de 23.901 ha.

Agroexpo, Feria Internacional del Suroeste Ibérico, ha reunido este año a 430 expositores y más de 75.000 visitantes en un total de 35.000 m² en las instalaciones de Feval, Institución Ferial de Extremadura, en Don Benito (Badajoz). Ha dado una vez más cabida a empresas y profesionales de los sectores de maquinaria, riego, semillas y fitosanitarios, entre otros.

■ La mayoría de las cosechadoras de tomate se fabrican en Italia, país líder en producción de este tipo de maquinaria dada la importancia de esta hortaliza en su sector agrícola

Cuadro 1:

Características técnicas de los cinco modelos de cosechadoras estudiados

MARCA	BARIGELLI B/RP	POMAC COSMO /SR	SANDEI-FMC SL 350 T	GALLIGNANI POLARIS	GUARESI G-89-93 32"
Motor	Iveco-Aifo-Diesel	Fiat-Iveco-Diesel	Diesel	Iveco	Iveco-Aifo-Diesel
Potencia	129 kW	115 kW	136 kW	121 kW	121 kW
Velocidad de trabajo	7,5 km/h	9 km/h	10 km/h	6 km/h	9 km/h
Velocidad de desplazamiento	30 km/h	24 km/h	20 km/h	22 km/h	27 km/h
Frenos	Disco en baño de aceite	Hidráulicos	Servo-freno	Hidráulicos	Hidráulicos. Discos en baño de aceite
Transmisión	Hidrostática	Hidrostática	Hidrostática	Hidrostática	Hidrostática
Radio de giro	4 m	4,5 m			3,2 m
Dimensiones (m)	10,2*2,8*3,4	9*2,5*3,3	9,8*3,18*3,25	9,45*2,49*3,5	10,9*2,55*3,7
Paso	3 m	2,7 m	2,75 m	2,75 m	2,5 m
Anchura vía	1,65 m	1,5 m	1,5 m	1,57 m	1,56 m
Peso	8.800 kg	7.800 kg	9.000 kg	9.000 kg	9.100 kg
Capacidad de trabajo	1,5 ha/día	2 ha/día	2 ha/día	1,5 ha/día	2 ha/día 32 t/h
Alt. máx. carga	3,25 m	3,6 m	3,4 m	3,2 m	3,4 m

principales órganos de trabajo de la máquina: cabezal de corte, zona de separación, zona de selección y zona de descarga.

Cabezal de corte

En la parte anterior de la máquina, el cabezal de corte se encarga de levantar la planta, cortarla e introducirla en la máquina. Consta del sistema de corte y del sistema de elevación de la planta.

El sistema de corte se compone de unos dedos metálicos móviles que levantan las plantas permitiendo que los elementos de corte, situados debajo, realicen su trabajo. Los elementos de corte pueden ser de dos tipos: un conjunto de dos discos giratorios o una barra segadora de doble cuchilla alternativa. Algunas marcas ofrecen la alternativa de montar una u otra opción.

Los discos giratorios (Foto 2) producen el corte de la planta y facilitan su entrada en las cadenas de elevación y el avance de la cosecha. Las barras de corte constan de pletina móvil en la que van sujetas las cuchillas y dedos fijos unidos al bastidor del cabezal.

La barra de corte puede disponer de un sistema de nivelación automático transversal y longitudinal capaz de prevenir roturas por presencia de piedras. La profundidad a la que trabaja este sistema se regula hidráulicamente. Según las condiciones de la parcela, irá más o menos enterrado.

En los extremos del cabezal van los divisores que delimitan la anchura de trabajo de la máquina. Lo más habitual es encontrar cosechadoras de una o dos líneas.

Detrás de los elementos de corte hay una cinta transportadora que lleva la planta hasta la zona

Condiciones de las variedades para una buena adaptación a la mecanización

Las variedades de tomate adecuadas, además de ser variedades adaptadas al suelo y al clima, de alta producción, resistentes a plagas y enfermedades, de buena calidad industrial, etc, deben adaptarse a la recolección mecanizada. Las condiciones para ello son las siguientes:

- La planta debe ser de porte compacto y crecimiento determinado.
- La maduración debe estar concentrada. Puede ser interesante que las variedades permitan un retraso en la recolección. En este caso, destaca el comportamiento de las variedades H9665 y H9553.
- El fruto debe desprenderse fácilmente de la mata sin pedúnculo ni cáliz y debe tener una firmeza adecuada para resistir las acciones mecánicas durante la recolección. La piel también debe ser resistente al raspado y a la punción.
- La presión de turgencia no debe ser excesiva para evitar que los tomates "estallen". Para ello es importante el momento del corte de riego.
- Las variedades destinadas a concentrado deben ser preferentemente redondos-ovales de superficie lisa. Entre las más productivas en el Valle del Ebro destacan H9144, Premium, Perfectpeel, H9553, H9665 y H9036. Las dos últimas, junto con Peralta, han demostrado adaptarse muy bien a la recolección mecanizada.
- Las variedades destinadas a entero pelado deben ser alargados como Oxford, Ercole, Galeon, Coimbra, Peralta, Pull, PS1595, y Hypeel 244. Estudios realizados sobre las tres últimas no muestran diferencias entre los frutos recogidos de forma manual o mecánica.
- Las variedades Soto, Malpica y Pulsar destacan por ser multiuso y bien adaptadas a la recolección mecanizada.





Breves

■ La firma italiana FMC Sandei vende cada año unas 100 cosechadoras SL 150 T y SL 350 T. Cuentan con un motor de 185 caballos, tracción hidrostática con punto diferencial, cuatro ruedas motrices y frenos sobre todas ellas. Incorpora el Color Sorter, sistema de selección de tomate en función del color. Maquinaria Sánchez López, expositora en Agroexpo, comercializa en España estas máquinas.

■ Riegos Montero, empresa especializada en sistemas de riego y transplantadoras principalmente de la marca italiana Checchi-Magli, ha presentado en Tomatec 2004 sus dispositivos de riego, transplantadoras, sembradoras de siembra directa y rotavatos de tomate.

■ Elmex, empresa extremeña especializada en ingeniería para la industria de la alimentación, ofrece lo último en tecnología para sistemas de control de calidad de entrada de materia prima de la industria de transformación del tomate. Acelera el ritmo de trabajo y reduce la posibilidad de error. Produce un incremento de las muestras, que se traduce en una mayor calidad del fruto resultante.

■ Alsat, empresa especializada en la producción industrial de concentrado de tomate, amplía su fábrica durante este año para incluir una nueva línea de proceso. Su factoría, ubicada en Don Benito, produce más de 18.000 t de concentrado de tomate de alta calidad.

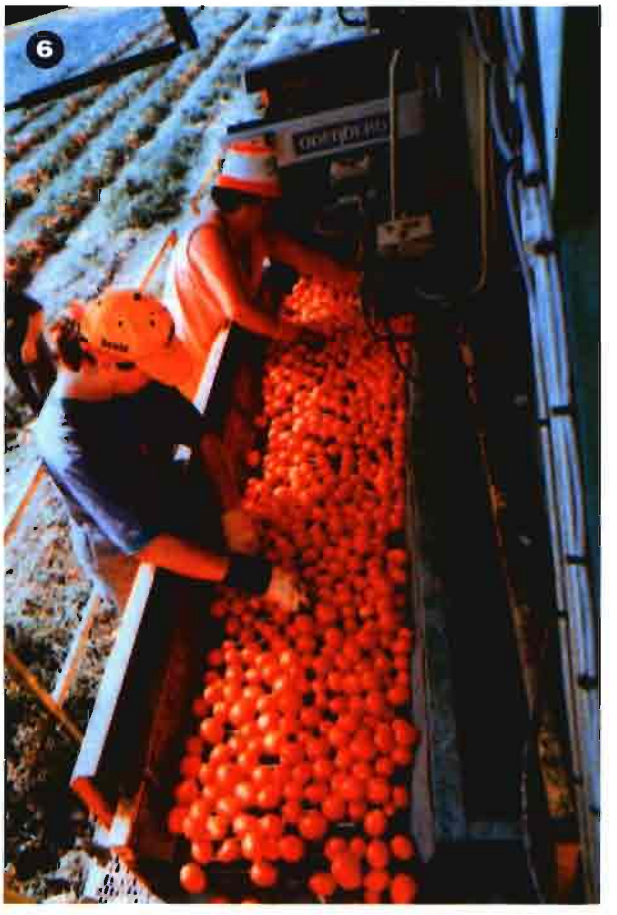
■ En Navarra, la recolección mecánica se introduce en 1998. En la actualidad, ya hay censadas más de 40 cosechadoras que recogen prácticamente la totalidad del tomate destinado a industria

de separación. En modelos como Guaresi o Barigelli, unos rodillos mueven una cinta que favorece la subida de la planta por el elevador.

En zonas en las que la cosecha entra excesivamente sucia, se puede incorporar un eliminador de tierra, que posteriormente recupera los tomates caídos con las impurezas. El tomate recuperado lo incorpora al final de la zona de selección (Foto 3). De aquí, la planta pasa a la zona de separación mediante varillas vibradoras, sin rodillos de goma, para permitir la recolección en terrenos pesados y húmedos. Estos elementos son totalmente regulables y la velocidad de trabajo ha de ajustarse en función de la velocidad de avance.

Zona de separación

En el sistema separador se encuentran las mayores diferencias entre cosechadoras. Podemos encontrar dos tipos de separadores: el vibrador de correas y el sacudidor rotativo con dedos vibrantes o "erizo".



Detalle del tercer selector (Foto: Catálogo Pomac) y última cinta de selección antes de la descarga (Foto: Catálogo Gallignani).

El primero, en las cosechadoras FMC y Pomac, consiste en una serie de correas con dedos que provocan vibraciones en la planta, favoreciendo la separación de los tomates. La separación entre correas permite que el tomate caiga sobre una cinta transportadora para que continúe el proceso de selección y la mata es elimina-



Palots para la recolección del tomate destinado a entero.

da por la parte posterior.

El sistema se controla desde el cuadro de mando en el puesto de conducción. Se puede regular la velocidad de vibración del sacudidor y la velocidad de la cinta de descarga que elimina las plantas.

El sacudidor rotativo con dedos vibrantes, en las cosechadoras Barigelli, Gallignani y Guaresi, consiste en un rotor cilíndrico sobre el que están colocados unos anillos de goma con una serie de barras de material flexible y equidistantes; el conjunto toma la forma que se observa en la Foto 4.

Durante la rotación, un motor mueve dos masas excéntricas a ambos lados de la unidad. Estas masas basculan alrededor de dos ejes paralelos y equidistantes del eje de rotación central. La rotación del motor produce la rotación de las masas y el efecto de vibración en la planta.

Gallignani añade un segundo rotor en la parte trasera. Las vibraciones de éste son de menor amplitud y alta frecuencia lo que permite que los frutos que no se han separado al atravesar el primer "erizo" lo hagan en el segundo.

Igual que en el vibrador de correas, una vez separados los tomates caen sobre una cinta. Las matas también son transportadas hasta la parte posterior de la máquina y, con ayuda de unos potentes, ventiladores son desechadas.

El número de anillos y la velocidad del "erizo", así como la vibración del separador de correas, se pueden modificar para que la recolección se adapte lo mejor posible a las condiciones de la parcela.

Últimamente se tiende a incorporar el separador de "erizo" de radios vibrantes frente al vibrador de correas, ya que ocupa

■ En el sistema separador se encuentran las mayores diferencias entre cosechadoras. Existen dos tipos de separadores: el vibrador de correas y el sacudidor rotativo. Algunas máquinas ofrecen la alternativa de colocar uno u otro sistema



menos espacio, utiliza menos energía para separar el tomate, produce menos vibraciones y es más silencioso.

Zona de selección

Una vez separado el fruto, pasa al proceso de selección para su comercialización y eliminación de restos. Este proceso se realiza sobre cintas transportadoras. La primera cinta transporta el tomate hasta el selector electrónico de color, donde un operario elimina los restos de matas, terrones y piedras. Generalmente es una cinta de varillas metálicas entre las que se intercalan bandas separadoras de goma para que los tomates no lleguen amontonados al selector.

El selector electrónico de color elimina todo lo que no sea rojo. Está formado por el detector y por una serie de elementos plásticos en forma de dedos que se mueven tirando al suelo los desechos. Estos selectores ópticos - neumáticos pueden "ver" a cualquier hora del día.

En la actualidad, hay cosechadoras que incorporan dos selectores de color. El primero elimina los tomates verdes y el segundo los terrones de tierra, las piedras o lo que deseemos en función del color seleccionado. El número de canales varía entre 30 y 40 según marcas y modelos. Podemos encontrar un tercer selector para tomate recuperado de la zona de elevación de plantas (Foto 5).

Los tomates que pasan por el selector caen sobre una segunda cinta y de ésta al último tramo, donde se eliminan los tomates podridos que hayan podido pasar por el selector. De este proceso depende la calidad del producto





Descarga de tomate en bañera y tractor con arremangadora arrastrada.



que llega a la industria (Foto 6). El número de operarios se suele reducir en las cosechadoras con más de un selector.

Zona de descarga

El elevador, que transporta el tomate hasta la descarga, está formado por cintas de varillas metálicas entre las que se intercalan paletas de goma o metal. La descarga (Fotos 7 y 8) en los remolques se puede realizar en bañera o palots sobre remolques.

Cuando el tomate se descarga en bañera, su destino suele ser el concentrado, ya que la presión sobre los tomates del fondo es mayor que en los palots. La recolección se ve condicionada por la capacidad de las industrias de procesar el producto que va llegando.

Control y sistemas hidráulicos

La mayoría de los elementos se mueven mediante transmisiones hidráulicas y el manejo se realiza desde la cabina, donde se encuentran los mandos de control de:

- ***Movimiento de avance:*** acelerador, freno, cambio de marchas.
- ***Cuadro indicador*** de revoluciones, luces, depósito de gasoil...
- ***Control de posición*** del cabezal o sistema de corte.
- ***Regulación del sacudidor:*** longitud del movimiento horizontal e intensidad del golpe en el vibrador de correas y velocidad de giro en el de radios vibrantes.

- ***Cinta de salida*** o descarga del tomate en cajones o bañeras.
- ***Otros reguladores*** de las cintas cercanas a la cabina.

El control de la velocidad de las cintas de selección la pueden realizar los operarios; según la cantidad de tomate que entre en la máquina, podrán aumentar o disminuir la velocidad de las cintas mejorando la calidad de selección.

Condiciones del terreno y del cultivo

Estas máquinas pueden adaptarse prácticamente a todos los tipos de terrenos gracias a su evolucionado diseño. Con el sistema de autonivelado se puede cosechar en parcelas irregulares. El terreno que forma las mesetas debe estar bien preparado para evitar que entren terrones en la cosechadora.

En el mercado hay modelos de cosechadoras que recogen una o dos mesetas separadas entre 1,10 y 1,60 m. En cada meseta puede

■ Algunas cosechadoras incorporan dos selectores de color. El primero elimina los tomates verdes y el segundo los terrones de tierra, piedras o lo que deseemos en función del color seleccionado. El número de canales varía entre 30 y 40 según modelos



¡ Fácil manipulación con buenos resultados !

El JIFFY POT-PACK facilita el trabajo en los cultivos:

- Bandejas de polistireno de 0,2 a 0,8 mm de espesor
- Con orificio en la base que garantiza una circulación adecuada del agua y del aire
- Producto respetuoso con el medio ambiente
- Disponible en 9 tamaños diferentes
- Adecuado para JIFFY-POTS (macetas de turba sueltas) y para JIFFY-STRIPS (macetas de turba unidas formando una bandeja).



Clause-Tezier Ibérica S.A.
Ctra. de la Cañada - Pla del Pou, km. 10 • 46980 Paterna (Valencia)
Tel.: (34) 96 132 27 05 • Fax: (34) 96 132 31 77
E-mail: informacion@clause-tezier.es • Web: http://www.jiffypot.com

Jiffy

haber una o dos líneas. En el momento de la recolección, toda la producción debe estar encima de la meseta. Si la mata se ha salido durante el cultivo, puede colocarse correctamente con la ayuda de máquinas arremangadoras (Foto 9). De este modo se evitan las podredumbres producidas por encontrarse el fruto en el fondo del surco, con más humedad. Durante la recolección, la suma de tomates verdes, sobremaduros y afectados por podredumbres debe ser mínima.

La mecanización de la recolección del tomate ha provocado no sólo una evolución en la tecnología utilizada sino también la adaptación tanto de las variedades de tomate como de los sistemas de cultivo empleados.

Gracias a que los agricultores han adaptado los sistemas de cultivo, a la introducción de nuevas variedades de tomate y a los avances tecnológicos en la construcción y diseño de las cosechadoras, se está resolviendo uno de los principales problemas de la recolección mecánica: la disminución de la calidad por efecto de los daños que sufre el tomate durante la recolección.

Manejo de la máquina

Para mejorar el rendimiento de la máquina, el conductor ha de controlar una serie de parámetros:

- ***Velocidad de avance***: según condiciones de la parcela y del tomate. Cuanto más deprisa va la cosechadora, menos mejor cosecha.

- ***Velocidad de las cintas:*** según cantidad y calidad del tomate. Velocidades altas pueden hacer que los selectores de color dejen pasar más tomates o residuos de los recomendables para mantener la calidad final del tomate. Velocidades bajas provocarán la acumulación de tomate dentro de la máquina.

- ***Velocidad del sacudidor:*** Hay que evitar en lo posible los daños mecánicos para reducir el número de tomates rotos o con hendiduras.

- ***Intensidad y orientación de los ventiladores:*** donde se pueden producir atascos que hagan que parte de la planta se incorpore a las cintas de selección interfiriendo en el trabajo del selector de color y reduciendo la calidad final.

- ***Velocidad y altura de la cinta de salida*** o elevador: el conductor ha de estar atento al nivel de tomate en los cajones o bañeras de recogida; así se controla que la caída en estos recipientes no sea tan fuerte que rompa el tomate.

El cálculo de los costes de recolección mecanizada de tomate, tanto el procedimiento para determinarlos como los precios en sí de cada una de las variables, se encuentra detallado en la versión completa de este artículo, en www.horticom.com?56991

