

10. AVANCES EN LA MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO PARA PIMENTÓN EN LA COMARCA DE LA VERA (CÁCERES)

*Teresa Bartolomé García
Rocío Velázquez Otero
María de Guía Córdoba Ramos
José Miguel Coletto Martínez*

1. INTRODUCCIÓN

Si analizamos la evolución reciente de la superficie de cultivos hortícolas en Extremadura y en Murcia -las dos comunidades principales productoras de pimiento para pimentón en España- comprobaremos como éste es el cultivo hortícola, de entre los importantes, que mayor descenso de superficie ha sufrido. Dos razones justifican este hecho: por un lado, la fuerte subida del coste de la mano de obra ocurrida a finales de los años setenta, que comprometió la rentabilidad de una producción en la que no se había abordado la mecanización de la recolección y por otro lado, la entrada masiva de pimientos secos procedentes de otras zonas del mundo capaces de producir mucho más barato que los agricultores extremeños y murcianos. Se trata concretamente de Marruecos y Sudáfrica, zonas de alto potencial productivo, que cuentan con la ventaja de disponer de una mano de obra muy barata que hace a sus productos muy competitivos en los mercados internacionales. Esta circunstancia dio lugar a un incremento de las importaciones de pimientos secos que, debido a su bajo precio, proporcionan elevados márgenes de rentabilidad sobre todo a aquellos industriales de las comarcas del norte de Cáceres que basan su producción en la mezcla de éstos con los producidos y secados al modo tradicional, es decir, en secaderos de leña. Las importaciones fueron incrementándose alarmantemente; así en 1978 se importaron en España 400 t de pimientos secos, en 1989 fueron 18.000 t y actualmente rondan las 35.000 t (Bartolomé, 1996; Córdoba et al., 2007). Por razones de diversa índole, el origen de las importaciones se ha ido paulatinamente desplazando desde Marruecos y Sudáfrica a Perú y China; este último país es el que mantiene una tendencia creciente más clara en lo que respecta a sus exportaciones de pimiento seco para pimentón a España (Bartolomé, 2010).

Dado que la recolección manual actualmente practicada supone entre el 30 y el 35% de los gastos totales de cultivo del pimiento para pimentón, la mecanización de esta operación se considera necesaria para la viabilidad de esta producción.

2. ANTECEDENTES DE LA MECANIZACIÓN DEL PIMIENTO PARA PIMENTÓN

Las primeras experiencias de recolección mecanizada de pimiento se realizaron en la Universidad de Georgia (USA) en los años sesenta del pasado siglo, que al final se concretó en una cosechadora de doble hélice de cuatro líneas, con resultados variables según el tipo de cultivo. Seguidamente se propusieron modelos parecidos al anterior pero con las hélices abiertas (Marshall, 1981).

Son numerosos los ensayos realizados modificando cosechadoras comerciales utilizadas en otros cultivos (calabaza, tomate, judía,...), ratificando el hecho de que es muy difícil, por no decir imposible, conseguir una cosechadora universal. Cada zona productora, con variedades y técnicas de cultivo tradicionales, exigirá un tipo de cosechadora (Pérez et al, 2006).

El proceso de implantación de sistemas de recolección mecánica en pimiento en España comienza en los años setenta, sobre la base de cosechadoras de judía verde. Estas cosechadoras requerían plantas con ramas muy cortas y con los frutos agrupados en el espacio tipo "Buketén" (Gutiérrez López et al, 2002).

En los años noventa el Departamento de Mecanización Agraria de la Universidad Politécnica de Madrid realizó diversas experiencias en la comarca de La Vera (Extremadura) adaptando una cosechadora de judía verde ASA LIFT, de eje longitudinal y con capacidad para una sola fila. Posteriormente ensayaron dos prototipos de doble hélice (García et al, 1993). Los resultados no fueron satisfactorios.

También la Universidad Politécnica de Valencia realizó ensayos similares, con las mismas máquinas, en la región de Murcia, realizando modificaciones como la implantación de diversos tipos de dedos peinadores (Torregrosa et al, 1993).

Posteriormente, desarrollaron un prototipo basado en un cabezal de cosechadora de cápsulas de algodón, en la que los elementos peinadores se sustituyeron por cepillos de diferentes materiales, que fue la base de una cosechadora de pimiento pimentonero construida y patentada conjuntamente con Industrias David S.L. de Yecla (Harvester of paprika pepper and other horticultural crops; Spanish Patent nº P9202503, 1992). La cosechadora obtuvo resultados esperanzadores en Murcia, cosechando entre el 89 y el 95 % de los frutos en la variedad "Negral" y entre el 90 y el 93% en la variedad "Ocal". Todos los resultados se han obtenido en las condiciones más favorables para la mecanización (Palau et al, 1997). En la comarca de La Vera los resultados de las pruebas con esta máquina, aún mejorando los proyectos anteriores, tampoco fueron concluyentes.

En el año 1999 se puso en marcha el Proyecto FEDER CICYT sobre "Transferencias de nuevas variedades y técnicas de cultivo del pimiento en Aragón y Navarra" en el marco del cual, el Servicio de Investigación Agroalimentaria del Gobierno de Aragón en colaboración con Talleres Gadea de Tauste (Zaragoza), han puesto a punto una cosechadora de pimiento para pimentón en el Valle del Ebro durante el periodo 1999-2002 (Gutiérrez López et al, 2002). La máquina se basa en el principio de la doble hélice hueca inclinada y contrarrotante, que cepillan de abajo a arriba las matas sin arrancarlas, y funcionó muy bien en las condiciones de cultivo de esa zona productora: es decir, suelos pedregosos, cultivo en líneas separadas 0,73-0,76 m, variedades de tipo "Agridulce", densidades de 70-75.000 plantas/ha, y otras consideraciones particulares referentes al riego, fertilización, uso de defoliantes o desecantes, etc.

Según distintos investigadores (Palau et al, 1997; Gutiérrez López et al, 2002) el avance en la resolución de los problemas mecánicos de la recolección ha sido sustancial, aunque caben

diversas mejoras y adaptaciones mecánicas, pero queda por resolver, a pesar de los avances indudables, muchas cuestiones relacionadas con la forma de cultivo. Recogemos lo que Gutiérrez López y colaboradores indican literalmente: "Todo esto hace que se haya de preparar el cultivo para la cosecha y no al revés, como estamos acostumbrados a ver".

3. LA EXPERIENCIA DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN APLICADA EN HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA (INHORJA) DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA EN LA COMARCA DE LA VERA

En el año 2007, por iniciativa de un grupo de agricultores e industriales acogidos a la D.O.P. "Pimentón de La Vera", se ensayó una nueva máquina con un cabezal de recogida provisto de un doble juego de ejes helicoidales de giro inverso, dos pares delanteros y dos traseros. El prototipo, diseñado por Fabricaciones Vignolles y Automaquinaria Hermanos Alegre C. B., contaba con elementos elásticos de apoyo para desprender los frutos insertados en los ejes, sensores de desplazamiento lateral, que mantienen la alineación con las plantas, y otros para regular la altura del cabezal al suelo.

El Grupo de Investigación Aplicada en Hortofruticultura y Jardinería Aplicadas (INHORJA) de la Universidad de Extremadura aportó sugerencias sobre el planteamiento de estos ensayos preliminares y corroboró sus resultados que pusieron de manifiesto que el prototipo podría ser válido -es el que mejor ha funcionado hasta ahora- pero habría que resolver algunos aspectos que atañen a la adaptación del cultivo a las exigencias de la recolección con esta máquina. (Informe ensayo de recolección mecánica del pimiento para pimentón, campaña 2007, de la Comisión de Seguimiento del Contrato Homologado con DOP "Pimentón de La Vera").

Durante los años 2008, 2009 y 2010, se planificaron y realizaron diversos ensayos de campo que priorizaban la resolución de los condicionantes del cultivo que podrían afectar a la eficiencia del prototipo de cosechadora y a la producción y calidad del producto final. Este diseño experimental que incidía más sobre la adaptación del cultivo que sobre el prototipo de máquina, era la primera vez que se ejecutaba "in situ" en la comarca de La Vera. Asimismo, y como fruto de estos trabajos se acometieron ligeras modificaciones mecánicas en la cosechadora que mejoraron los procesos.

El diseño permitía acometer pruebas analíticas para comparar la calidad del producto final recolectado mecánicamente con la calidad del producto recolectado manualmente.

Los ensayos de campo incidieron sobre las siguientes variables: densidad de plantación, abonado nitrogenado y régimen de riego, planteándose en todos los casos alternativas a las prácticas habituales en La Vera que suponíamos iban a optimizar los gastos de cultivo, especialmente los que atañen a la recolección, pero también, indirectamente al secado de los pimientos. El seguimiento de los ensayos de campo, que se realizó de manera rigurosa, a lo largo de todo el ciclo del cultivo, y los aspectos relacionados con la calidad, requirieron la determinación de algunos de los parámetros, en pimientos frescos, en pimientos secos o en pimentón, que se indican a continuación: número de frutos por planta, porcentaje de frutos rojos (maduros), peso unitario del fruto fresco, relación peso fruto fresco/peso fruto seco (humedad relativa %), porcentaje de carne seca respecto al peso total del fruto seco, color de la carne, colorimetría del pimentón, textura, pH y acidez titulable, sólidos solubles, cenizas, azúcares, carotenoides, compuestos volátiles, compuestos antioxidantes y análisis microbiológico.



FOTO 1: Cosechadora del Departamento de Mecanización Agraria de la Universidad Politécnica de Madrid ensayada en La Vera



FOTO 2: Cosechadora de Industrias David S.L. en una demostración llevada a cabo en La Vera



FOTO 3: Prototipo de cosechadora diseñado por el Servicio de Investigación Agroalimentaria del Gobierno de Aragón en colaboración con Talleres Gadea de Tauste (Zaragoza)

En lo que respecta a la mecanización del proceso, se realizaron los siguientes controles, ajustes y determinaciones: determinación de pérdidas y de frutos dañados, determinación de los rendimientos de la máquina, velocidad de trabajo, y adaptación en altura, del mecanismo de recolección, a las irregularidades del terreno.

Los resultados obtenidos en estas campañas nos permiten realizar las siguientes consideraciones:

1. Sobre los parámetros productivos:

- a) El número y el peso de los frutos maduros por hectárea en los tratamientos de alta densidad (80.000 plantas/ha) fueron, del 35 y 45% respectivamente, superiores a los de los tratamientos de densidad estándar (40.000 plantas/ha). Asimismo, la producción de pimientos secos en las parcelas de alta densidad fue casi un 20% superior a la de las de densidad estándar.
- b) En lo que respecta al abonado nitrogenado, no existieron por el contrario, diferencias significativas sobre la producción, entre los tratamientos que se aplicaron (80, 100 y 120 UF N/ha).

La carencia de diferencias significativas nos indica que la aportación de nitrógeno que hace el agricultor puede reducirse apreciablemente, ya que la rusticidad de las variedades empleadas -que por otra parte es responsable de la singularidad del producto y de la resistencia de la planta frente a factores adversos- impide un uso más eficiente de este nutriente a dosis elevadas. Señalamos también que la buena práctica agronómica del agricultor de la zona, de añadir periódicamente materia orgánica al suelo, probablemente esté enmascarando el efecto del nitrógeno mineral aportado.

Aunque los tratamientos de corte de riego (con el 40, el 60 y el 80% de frutos maduros respectivamente), no afectó significativamente a la producción de pimientos secos, tuvo incidencia en la eficacia del proceso de recolección y en la humedad del pimiento recolectado. Parece por ello adecuado, aconsejar el corte de riego cuando hayan madurado al menos el 60% de los frutos, obteniéndose mayores pesos de los frutos maduros comerciales.

2. Sobre la eficacia de la recolección:

- c) La eficacia de la recolección fue máxima en los tratamientos de alta densidad, oscilando entre el 95 y el 96%; en los ensayos de baja densidad la eficacia se redujo, al 87-90%. Es decir, que por término medio, las pérdidas por materia prima no recolectada es un 6% mayor en los tratamientos de baja densidad aunque sin diferencias significativas.
- d) En los ensayos de riego y fertilización, realizados a densidad estándar, no se han obtenido diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la eficacia de la recolección.
- e) Si consideramos la eficacia de la recolección manual el 100%, la eficacia media de la recolección mecanizada fue del 87,6%, mayor en los tratamientos de alta densidad, aunque, como hemos indicado anteriormente, sin diferencias significativas respecto a los tratamientos a densidades más bajas.

Los rendimientos de la cosechadora oscilaron entre 3.000 y 3.200 kg de fruto fresco/hora con un empleo de mano de obra de: 1 tractorista + 1 ayudante + 2 operarios para completar la limpieza manual del producto y ensaque; en total 4 operarios. El rendimiento de la recolección manual de un equipo similar de 4 operarios fue de 96 kg de fruto fresco/hora; es decir que la productividad de la mano de obra se multiplicó por 33, en la recolección mecanizada, respecto a la recolección manual. En términos económicos, el coste real, incluyendo todos los conceptos (mano de obra, amortizaciones de equipos, beneficio industrial etc.) fue de 0,01 €/kg de fruto fresco, para la recolección mecanizada, frente a 0,20 €/kg de fruto fresco, para la recolección manual. Por ello, la implantación de esta tecnología se revela como imprescindible para asegurar la competitividad del cultivo del pimiento para pimentón en la comarca de La Vera.

- f) No se obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento de la cosechadora entre los diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada.

En el ensayo de riego se obtuvieron diferencias significativas entre los rendimientos de la cosechadora expresados en kg de frutos frescos/hora, aunque estas diferencias desaparecen cuando las expresamos en kg de frutos secos/hora.

3. Sobre la calidad del producto final:

- g) La calidad microbiológica del producto fresco no se vio afectada por las técnicas de cultivo aplicadas. No hay diferencias atribuibles a la densidad de plantación. Respecto al aporte en nitrógeno, el efecto sobre la calidad del producto fresco es poco evidente, si bien los valores de °Brix y algunos carotenoides muestran cierta mejora de la calidad con las dosis de nitrógeno más altas.

En cuanto al riego, la supresión temprana del mismo afecta de manera notable al contenido en humedad y a la calidad del pimiento, obteniéndose con los cortes de riego (40% de frutos maduros), un grado de maduración inferior y una menor concentración de carotenoides.

- h) Los parámetros analíticos analizados no permitieron establecer diferencias significativas entre la calidad de los pimentones procedentes de pimientos recolectados manual y mecánicamente. Los valores encontrados en todos los casos fueron adecuados, por lo que la calidad de los pimientos recolectados mecánicamente puede ser equiparable a la de los recolectados manualmente.

4. REFLEXIÓN CONCLUSIVA

El pimiento para pimentón es un cultivo que ha estado un tanto al margen de la aplicación de innovaciones tecnológicas. Es cierto que se ha beneficiado de nuevas tecnologías implantadas en el cultivo del tabaco como la obtención de plantas de semillero, pero no ha existido un proyecto global, como en el caso del tomate para la industria, que contemplara todos los aspectos de mejora del cultivo, desde los propiamente productivos (mejora genética, nuevas técnicas de fertilización, riego y protección del cultivo, etc.) pasando por los propiamente económicos (mecanización para la reducción de costes de cultivo, mejora de la eficiencia de los procesos



FOTO 4: Prototipo de cosechadora diseñado por Fabricaciones Vignolles y Automaquinaria Hermanos Alegre C. B. de Talayuela (Cáceres) en el campo de ensayo en La Vera



FOTO 5: Cabezal de recogida basado en el principio de doble hélice del prototipo de Fabricaciones Vignolles y Automaquinaria Hermanos Alegre C. B.



FOTO 6: Cosechadora Vignolles - Hermanos Alegre recolectando pimientos de la variedad Bola en el campo de ensayos de La Vera

de secado, etc.) y finalizando por la calidad del producto final. En el tomate, la aplicación concatenada de todas las tecnologías ha conseguido multiplicar los rendimientos por tres y reducir apreciablemente los costos unitarios de cultivo.

Los resultados de los trabajos realizados son concluyentes respecto al hecho de que la mecanización de la recolección no es un proceso que pueda estudiarse de forma separada; es más, se ha puesto de manifiesto que la eficiencia de la mecanización está muy relacionada con la intensificación del cultivo, de manera que la mayor presencia de frutos por unidad de superficie facilita la recolección. Por ello podemos concluir que aunque el prototipo ensayado resuelve favorablemente el aspecto que más condiciona actualmente el cultivo, como es el empleo de gran cantidad de mano de obra, queda abierto un campo para abundar en la experimentación en los próximos años con el objetivo principal de mejorar el sistema de recolección mecanizada de pimiento para pimentón adaptándolo a un cultivo más intensivo y con menores costes unitarios de cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartolomé, T. 1996. "Pimentón de La Vera". Agricultura. 762. Enero, pp. 39-43.
- Bartolomé, T., Coletto, J.M., Velázquez, R. 1999. "The traditional system of drying peppers used in the production of La Vera paprika with a Guarantee of Origin". Ist. International Conference on Alternative and Traditional Use of Paprika. Szeged Hungary.
- Bartolomé, T. 2010. El sector del pimiento para pimentón en Extremadura: "Pimentón de La Vera, una DOP paradigmática". Jornadas nacionales sobre el sector del pimiento para pimentón. Totana (Murcia), noviembre, 2010.
- Cavero, J., Gil Ortega, R., Gutiérrez, M. 2001. Plant density affects yield, yield components and colour of direct – seeded paprika pepper. Hortscience, 36 (1), pp. 76-79.
- Córdoba, M.G., Hernández, A., Bartolomé, T. 2007. La Agricultura y la Ganadería Extremeñas en el año 2006. Cap. IV: "Avances en la autenticación del Pimentón de la Vera". Caja Badajoz. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, y Escuela de Ingenierías Agrarias, de la UEX. Badajoz.
- García Pomar, M., Rodríguez del Rincón, A. 1996. Influencia del momento de corte de riego, el abonado nitrogenado y la densidad de plantación sobre el porcentaje de materia seca al recolectar el fruto del pimiento de pimentón. V Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH, pp. 183-192.
- García Pomar, M. 2003. Influencia de técnicas agronómicas en el comportamiento del pimiento de pimentón (*Capsicum annuum* L.) para recolección única, manual o mecánica. Tesis doctoral. ETSIA de Madrid.
- Gutiérrez López, M., Gil Ortega, R., Gadea, J.L. 2002. Mecanización de la cosecha del pimiento. Jornadas sobre mecanización del cultivo para la industria. Ejea de los Caballeros, pp. 45-57.
- Marshall, D.E., 1981. Performance of an open-helix mechanical harvester in processing peppers, pp. 81-1069. ASAE paper.
- Palau, E., Torregrosa, A. 1997. Mechanical harvesting of paprika peppers in Spain. Journal on Agricultural and Engineering Research 66 (3), pp. 195-201.

- Pérez et al. 2006. Compendio Pimientos nº 16. Namesny, A. coord. Reedición actualizada (2ª Ed.). Ediciones de Horticultura S.L.
- Torregrosa, A., Palau, E. 1993. Mechanical harvesting of peppers in the region of Murcia (Spain). Proceeding of the 4th International Symposium on Fruit, Nut and Vegetables Harvesting mechanization, pp. 251-256. Valencia and Zaragoza, Spain.

