

El uso de un "fruto" electrónico permite localizar el lugar y el momento que en el que se produce el un impacto que daña el fruto.

Daños producidos por las cosechadoras de tomate

**AUTORES: S. ARAZURI,
C. JARÉN, A.B. JUANENA,
F. MARTÍNEZ**

(Univeridad Pública de Navarra)

J.J. PÉREZ DE CIRIZA
(I.T.G.A.)



Introducción

El cultivo del tomate en los últimos años ha adquirido gran importancia debido a la incorporación de este producto en los hábitos alimenticios de gran parte de la población mundial.

Prácticamente la mitad de la producción de la UE se destina a la transformación industrial. El tomate con este destino se reparte del siguiente modo: Italia 57%, Grecia 16%, España 14%, Portugal 8% y Francia 4%.

España es el país de la UE que produce tomate tanto para su

Tomate de excelente calidad, envasado en el punto de venta. Arriba izquierda: Selector electrónico de color.

consumo en fresco (70 %) como para su industrialización (30 %).

Extremadura (especialmente Badajoz), la región del Ebro (principalmente Navarra y, con menor importancia, La Rioja y Zaragoza) y Murcia son las principales áreas productoras de tomate para la transformación. (MAPA, 1997).

La gran diversidad de oferta en el mercado actual hace que los consumidores tiendan a exigir productos de mayor calidad. Esta calidad va a depender en gran medida del sector productivo pri-

mario, ya que en función de las condiciones en que se encuentre la materia prima a transformar, obtendremos un producto de mayor o menor calidad final.

El coste de la recolección y, en muchas ocasiones, la falta de mano de obra ha hecho que, con el paso de los años, la recolección mecánica se haya convertido en una de las principales alternativas para la reducción del precio de producción del tomate.

Recolección mecánica

Dentro de los procesos de

mecanización de los cultivos hortícolas, la mecanización de la recolección es un punto clave porque generalmente es la operación más difícil de mecanizar y condiciona la mecanización de las operaciones anteriores y las técnicas de cultivo que se utilizan (Rodríguez y Ruiz, 1992).

Las operaciones de recolección, transporte y manipulación, producen daños físicos que pueden ser el principal origen de disminución de calidad y vida útil de los frutos. Para reducir estos daños mecánicos debemos estudiar, por un lado, las propiedades mecánicas del tomate y su sensibilidad a daños por impacto, abrasión y/o compresión y, por otro lado, debemos perfeccionar los sistemas de recolección, transporte, embalaje y manipulación.

■ La escasez de mano de obra, reflejada en un alto coste de la misma, ha conducido a la necesidad de introducir la mecanización de la recolección, una importante alternativa para reducir los costes totales de producción

Tabla 1

Valores registrados por el IS-100, probabilidades de impactos y porcentaje de daños

| ZONA | N | Duración ² | MaxG ¹ | DeltaV ² | HalfdelV ² | Prob. imp. | MaxG ² | %Daños |
|------|---------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------|
| 1 | 19.47ns | 2.33* | 118.87* | 1.29* | 0.55* | 83.2% | 364.57 | 25.38% |
| 2 | 19.57 | 2.94 | 97.59 | 1.46 | 0.62 | 16.8% | 316.63 | 4.65% |

(1) MaxG: valor medio de la máxima G registrada en cada impacto.

(2) MaxG: valor máximo de la máxima G Registrada en cada impacto.

(3) Niveles de significación: ns (no existen diferencias significativas), *: existen diferencias significativas. P=0.05.

Tabla 2

Variación de variables DMI, AP, FC y PC en el proceso de recolección mecánica

| VARIABLE | TESTIGO1 | ZONA1 | ZONA2 |
|-----------|----------|--------|--------|
| DMI (mm) | 2.78 | 3.28 | 3.41 |
| AP (g/mm) | 10.11 | 9.81 | 7.88 |
| FC (g) | 1515.33 | 1140 | 993.18 |
| PC (g/mm) | 294.34 | 220.69 | 191.25 |

(1) Los valores del gráfico y de la tabla se corresponden de la siguiente manera: 1= testigo, 2= zona1, 3 = zona 2

Figura 1

Distribución de los impactos en función de G

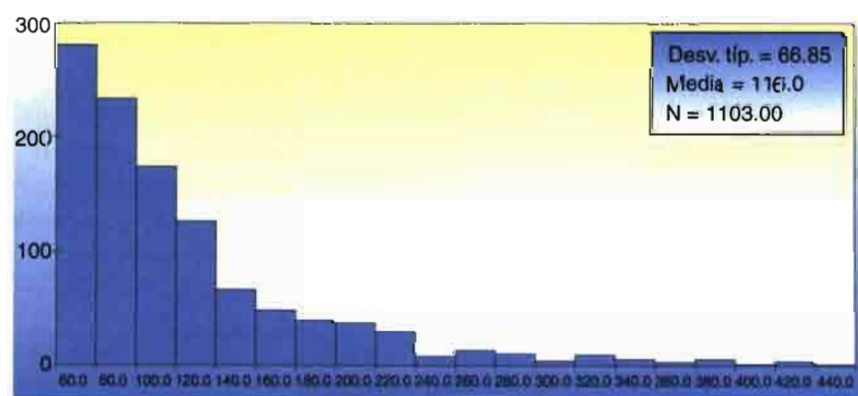
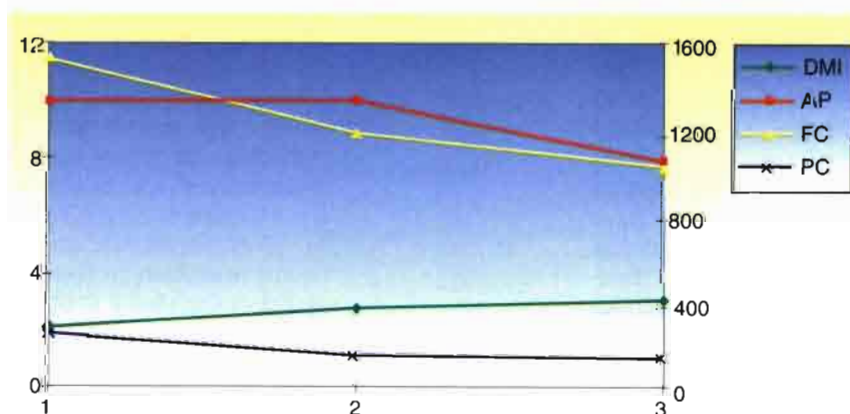


Figura 2

Variación de las variables en la recolección mecánica



A partir de los años 60, se han ido realizando ensayos dirigidos a evaluar los niveles de daños producidos por los distintos elementos de las cosechadoras de tomate (O'Brien *et al.*, 1965; id. 1968; id. 1971; O'Brien, 1971; Angleton *et al.*, 1974; citados por Ruiz Altisent, 1977). Estos ensayos consistían, en primer lugar, en la toma de muestras de tomate en las diferentes partes de la cosechadora para, posteriormente, realizar una clasificación en función del número de frutos enteros, rajados o rotos. Debido a la falta

de tecnología y a la gran cantidad de parámetros que debemos tener en cuenta, hasta ahora no se han realizado ni estudios de la cuantificación objetiva del daño, ni estudios comparativos de las distintas máquinas cosechadoras.

Actualmente, la utilización del fruto electrónico IS-100 en el estudio de las cosechadoras de tomate nos está permitiendo localizar aquellos puntos críticos, donde se producen las roturas en los frutos. De esta manera y una vez localizados dichos puntos críticos, la mejora de la maquinaria nos permitirá su aplicación generalizada al cultivo del tomate.

Material y métodos

El fruto electrónico IS-100 se desarrolló en Estados Unidos por el Michigan Agricultural Experiment Station y el USDA's Agricultural Research Service, y se ha utilizado en la determinación de daños producidos sobre frutos en líneas de manipulación. Como sensor de impacto tiene un acelerómetro triaxial y, además, posee un microprocesador, memoria, reloj y batería interna recargable. El IS-100 permite localizar el lugar y el momento en el que se produce el impacto o la compresión, cuantifica su intensidad y es capaz de identificar la dureza del material sobre el que se ha producido la carga mecánica.

Los frutos electrónicos con los que cuenta el laboratorio de "Mecanización Agraria" de la ETSIA de la Universidad Pública de Navarra y que se van a emplear son IRD (Impact Recording Device) de Techmark, Inc. (figura 1). Están constituidos por un acelerómetro triaxial, un microprocesador con memoria de 32 K, un amplificador, un convertidor A/D, un reloj y una batería interna recargable de Ni-Cd, protegidos por una capa de resina epoxi que les da una forma esférica. Las esferas se diferencian en su tamaño. Así, contamos en la actualidad con esferas de 64, de 70 y de 89 mm de diámetro. El más adecuado para su utilización, en el estudio de daños causados a tomate

Separador de radios vibrantes.



■ **Los daños al impacto dependen por un lado de la energía del impacto y por otro lado del tipo de superficie impactada. Frente a superficies duras, la duración del impacto es corta y la energía involucrada es grande; sobre superficies blandas ocurre lo contrario**

de industria para conservas de tomate entero pelado, es el de 64 mm.

Material vegetal

El tomate ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. En nuestro caso, nos interesan aquellas variedades de tomate para procesamiento industrial que ha sido adaptado a la recolección mecánica.

Las variedades que actualmente se utilizan en Navarra y algunas comunidades limítrofes del valle del Ebro son: H-92-80, Bishop, H-91-44, Soto, Hypeel, Perfectpeel, Soprano, Ercole, 95-83, H-90-36 y Malpica.

Cosechadoras de tomate

En la actualidad, existen varios tipos y modelos de cosechadoras de tomate de industria de diversas casas comerciales, pero sus formas de trabajar son muy parecidas y esencialmente constan de: sistema de corte y elevación de las plantas, sistema de separación de los frutos y bandas de clasificación y carga a remolque. (Ruiz *et al.*, 1995)

El corte de la planta entera se realiza a ras del suelo y se emplean diferentes tipos de sistemas. La planta, con todos sus frutos, se introduce en la máquina mediante un transportador de cadenas.

El sistema separador puede ser bien un vibrador de correas, bien un separador de radios vibrantes. Actualmente es este segundo tipo el que se está utilizando, ya que separa el tomate con una energía menor y ocupa también menos superficie en la máquina.

Todos los frutos separados pasan a unas bandas transportadoras en las que los operarios realizan la separación de los frutos verdes, defectuosos y posibles restos de plantas, en combinación con la selección electrónica por color.

Las máquinas estudiadas son todas autopropulsadas y son: Sandei-FMC SL 150 T, P. Bari-



NUEVO

Centurion® Plus

ANTIGRAMÍNEO

LA OPTIMA UNIÓN ENTRE
UN ANTIGRAMÍNEO DE
EFICACIA CONTRASTADA
Y UN POTENTE MOJANTE

- Extraordinaria eficacia contra gramíneas en cultivos de hoja ancha
- Formulación en concentrado emulsionable (EC)
- Mojante ya incorporado en su formulación
- Mejora en su eficacia y manejo para el usuario
- Excelente fitocompatibilidad
- Perfil ecotoxicológico muy favorable



SOLUCIONES AL DÍA

Bayer 

gelli & B/RP, Pomac COSMO/SR, Guaresi G 8993 y Galignani Polaris.

Diseño del experimento

La toma de muestras se realizó durante la campaña de recolección de tomate del año 1999, entre el 17 de Agosto y el 8 de octubre, siguiendo las indicaciones de la Norma UNE 34-117-81 (IRANOR, 1981) sobre muestreo en frutas y verduras frescas. Se hizo una clasificación en cuatro categorías: (1) Testigo: recogido a mano, (2) Cinta: en la banda de clasificación, (3) Superficie: parte alta del palot una vez lleno y (4) Fondo: parte baja del palot.

Cada una de las categorías se dividió, una vez limpios los frutos, en cuatro según su estado: (E) Enteros: frutos que carecían de daños, (Ra) Rajados: roturas en la piel, (Ro) Rotos: con daños profundos y (O) Otros daños.

Los ensayos realizados so-

*Manipulación de
tomate en la
cooperativa CASI
de Almería.*



SOPARCO-ODENA



Roma

Nuevo



SR



Bajo

**Nuevo:
SMH con mas drenaje**



SM

Contenedores SOPARCO



Rosal 2 litros
12 x 12 x 20 cm

PEDIDO DE CATÁLOGO Y MUESTRAS

Sr / Sra :

Dirección :

Tel :

Fax :

necesita muestras de :

Serie : Volumen :

catálogo ☐

SOPARCO-ODENA

Apdo 131

08400 Granollers (Barcelona)

Tel. 93 849 67 05

Fax 93 849 68 11

e-mail : plasticosodenas@airtel.net



**Fruto electrónico
IRD de Techmark,
INC.**

**Entrada de las
plantas en un
transportador
de cadenas.**

bre la muestra final de frutos enteros fueron: ensayo de impactos, compresión, punción, color, pH, acidez y °Brix. También se determinó el peso y el tamaño de los frutos.

Las pruebas realizadas en las cosechadoras con el fruto electrónico IS-100 consistían en depositar el fruto sobre el peine de la cosechadora, recogerlo justo antes de la entrada al selector de color y volverlo a dejar en la cinta de selección una vez superado éste. Finalmente, se recuperaba en el palot de descarga. Esta operación se repetía como mínimo cinco veces por ensayo.

Los parámetros medidos por la esfera que hemos utilizado en este estudio son:

- N: número de puntos utilizados para el análisis de cada impacto.
- Duration2: duración del impacto.
- MaxG: máxima G o pico

TIGER TAPE

*¿Quiere ver este cambio
biológico en cualquiera
de sus cultivos en el
menor espacio de tiempo?*



Cinta de riego por goteo Tiger Tape®



Con la garantía y seriedad de:

Copersa

Tel: 902 10 33 55

Fax: 937 59 50 08

E-mail: riegos@copersa.com

Web: <http://www.copersa.com>

Más de 35 años de experiencia profesional avalan nuestro servicio serio, responsable e innovador al agro español

La única cinta con emisión controlada de partículas de cobre para reducir el crecimiento de algas y microorganismos. Fabricada de resistentes materiales plásticos que permiten regar más fácilmente con fertilizantes. Cultivos de mayor calidad ahorrando en el consumo de agua y energía. Y ahora, **¡por un coste todavía más económico!** No se quede atrás y únase a la nueva generación. Ésta es la cinta del S-XXI, la cinta del futuro.

de aceleración registrado en cada impacto.

- DeltaV2: cambio de velocidad registrado en cada impacto.
- HalfDelV2: cambio de velocidad registrado desde el comienzo del impacto hasta el punto de máxima G.

El análisis de los datos se hizo con el paquete estadístico SPSS v. 7.5.2S. Se comprobó si los datos seguían o no una distribución normal y, después, se realizaron los análisis de la varianza de las distintas variables estudiadas. El nivel de confianza elegido fue del 95 %, ($p = 0.05$).

■ No se han encontrado diferencias significativas en los daños físicos producidos por los distintos modelos de cosechadoras estudiadas en la presente investigación

Resultados y discusión

Los niveles de impactos dependen, por un lado, de la energía del impacto y, por otro, del tipo de superficie impactada. Para una superficie relativamente dura, la duración del impacto es muy corta y la aceleración muy alta. Para una superficie blanda, la duración del impacto es muy larga y la aceleración es baja. La energía cinética de la esfera cambia durante el impacto desde un máximo hasta cero y, después, o es absorbida por el material (impacto inelástico) o vuelve a la esfera (impacto elástico). En el primer caso, la velocidad de rebote es cero y en el segundo, la velocidad de rebote se iguala a la velocidad del impacto. (Tennes, 1990).

El valor del pico de aceleración (maxG) mínimo que produce daños sobre el tomate no está establecido (Sargent *et*



Tomate proveniente de Almería en un punto de venta alemán.

Los clientes exigen un nivel de calidad que comienza con una cuidadosa cosecha. Obsérvese, no obstante, el pobre etiquetado puesto por el comerciante.

al., 1992), aunque en estudios realizados por Barreiro *et al.* (1995) se establecen para frutos de hueso unos mínimos de 50 G's y para frutos de pepita 70 G's. A partir de estos niveles, se producen daños que hacen que disminuya la calidad de la fruta. Debido a esto, en el presente trabajo hemos establecido que el límite, a partir del cual los impactos que reciben los tomates producen daños, es de 50 G's. En la figura 5, podemos ver cómo los impactos se agrupan en la zona entre 50 y 220 G's. Los que superan estos valores, aunque son de gran importancia, no son tan numerosos.

El siguiente paso será conocer cómo se distribuyen estos impactos en el proceso de recolección. Para ello distinguimos dos zonas: zona 1, correspondiente al peine, el separador y parte de la cinta de selección; zona 2, comprende el final de la cinta de selección (después del selector de color), el elevador y la descarga sobre el palot o bañera. En la ta-

bla 1, vemos reflejados los resultados obtenidos para ambas zonas.

La intensidad de los impactos (según duration2 y maxG) es significativamente superior en la zona 1. Lo mismo ocurre con la probabilidad de que se produzca un impacto en la zona 2, (83.2 %).

Si nos fijamos en el porcentaje de daños (frutos que se han rajado o roto en cada una de las zonas), vemos como la mayor parte de los tomates dañados pertenecen a la zona 1, donde el elemento principal es el separador. Éste será uno de los puntos críticos sobre los que habrá que realizar estudios para reducir daños.

En la tabla 2 y en la figura 6 vamos a ver los resultados obtenidos de los ensayos complementarios realizados en el laboratorio sobre muestras de tomate entero de cada una de las zonas. Con estos ensayos se trata de comprobar la influencia de las cosechadoras sobre las propiedades mecánicas del tomate. De entre las variables

estudiadas, las que resultan más influenciadas son: la deformación máxima en el impacto (DMI), el área de punción (AP), la fuerza de compresión (FC) y la pendiente de la curva fuerza-deformación en el ensayo de compresión (PC).

La variable DMI va disminuyendo. Esta variable representa la deformación elástica y cuanto menor es, más blando es el fruto.

El AP nos va a dar una idea de la resistencia de la piel. Vemos como esta resistencia se va perdiendo en el proceso de la recolección mecánica.

La FC y la PC nos confirman esta tendencia a la pérdida de dureza de los tomates conforme pasan por los distintos elementos de la cosechadora.

Conclusiones

Con los datos recogidos y observando los resultados de los análisis estadísticos realizados se llega a las siguientes conclusiones:

- Las cosechadoras actúan sobre el fruto variando sus propiedades físicas, de forma que se produce una ligera reducción de la firmeza de la pulpa y de la resistencia de la piel. Debido a esto, observamos un ablandamiento del tomate que no se produce en la muestra testigo recogida a mano.

- La mayor cantidad de daños producida sobre la cosecha es debida al efecto de los elementos del sistema de corte y de los sistemas de elevación y separación de las plantas de las cosechadoras, y no de la descarga posterior.

- No se han encontrado diferencias significativas en los valores de las variables enteros, rajados y rotos y, por tanto, de los daños físicos producidos por los distintos modelos de cosechadoras.

- Los niveles de impactos registrados por el IS-100 superan, en gran medida, al límite establecido de 50 G's, a partir del cual aparecería una disminución de la calidad en el tomate.

- Se pueden observar dos zonas bien diferenciadas en la co-

sechadora, en función de la intensidad de los impactos, de la probabilidad de que estos ocurran o de los daños reales que observamos en los tomates. Estas zonas son: 1, correspondiente al peine, el separador y parte de la cinta de selección; 2, final de la cinta de selección (después del selector de color), el elevador y la descarga sobre el palot o bañera.

Bibliografía

■ BARREIRO, P.; RUIZ ALTISENT, M.; STEINMETZ, V. 1995. Modelos de predicción de daños en fruta y sistemática para la evaluación de equipos hortofrutícolas. *Fruticultura Profesional*. Nº 73: 40-53. Septiembre/Octubre.

■ INSTITUTO NACIONAL DE RACIONALIZACION Y NORMALIZACION (IRANOR). 1981. Norma UNE-34-117-81. ISO 874. Frutas y Verduras. Muestreo.

■ MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. 1997. *Anuario de estadística agraria*. Madrid.

■ RODRIGUEZ DEL RINCON, A.; RUIZ DE ALTISENT, M. 1992. Ensayos de recolección mecánica de tomates para industria en Extremadura. *Máquinas y tractores agrícolas*. 10: 32-36.

■ RUIZ ALTISENT, M. 1977. Propiedades físicas de variedades de tomate para la recolección mecánica. *Fundación J. March, Serie Universitaria* nº 46.

■ RUIZ ALTISENT, M.; RODRIGUEZ DEL RINCON, A. 1995. Capítulo 9. Mecanización del cultivo extensivo. *El cultivo del tomate*. Fernando Nuez. 312-349.

■ SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; ZOELLNER, J. J. 1992. Instrumented sphere impact analyses of tomato and Bell Pepper packing lines. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol 8 (1): 76-82. January.

■ TENNES, B. R.; ZAPP, H. R.; MARSHALL, D. E.; ARMSTRONG, P. R. 1990. Apple handling impact data acquisition and analysis with an instrumented sphere. *The British Society for Research in Agricultural Engineering*. 47, 269-276.

RQ-Flex

MERCK

Sistema portátil *ideal para análisis de aguas de riego*: Nitritos, Amonio, Cloro, pH, Hierro, Potasio, Fosfato y hasta un total de 25 parámetros químicos diferentes.

P.V.P.
82.000 pts.



Solicite más información a:
MERCK Eurolab, S.A.
Apdo. 48 - 08100 Mollet del Vallés (Barcelona)
Teléfono: 93 565 55 00 - Fax: 93 544 02 87

Dosifique con exactitud!

DOSIFICADORES
PROPORCIONALES
SIN ELECTRICIDAD

• D 8 R :
500 l/h a 8 m³/h
• DI 16 - DI 150 :
10 l/h a 2,5 m³/h
• D 20 S :
1 m³/h a 20 m³/h

Fertilización
y tratamientos
mediante
el agua de riego

PRECISO

FIABLE

SENCILLO



DOSATRON

ESPADOS S.L. • C/ARZOBISPO FUERO, 46 Bajo Apdo. 42
46110 GODELLA (VALENCIA) • ESPAÑA
Tel. 96 390 07 57 • Fax: 96 363 79 75 • espados@vlc.servicom.es • <http://www.dosatron.com>