

# La simulación de daños de granizo en especies cultivadas

Por: J.M. Durán\*, N. Retamal\*, J. del Hierro\* y Eusebio Rodríguez Almazán\*\*

En los últimos años y por encargo de AGROSEGURO, el Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA) está realizando diversas investigaciones sobre la incidencia del pedrisco en determinadas variedades de girasol cultivadas en España mediante ensayos experimentales de simulación de daños de defoliación controlada.

*El objetivo de estas investigaciones es contrastar una Tabla de Tasación que permita establecer correctamente la pérdida de cosecha tras la peritación de daños.*

A partir de la campaña 1991/1992 y hasta el momento actual, se han llevado a cabo más de 20 ensayos de simulación de daños de granizo realizados en varias localidades de las Comunidades de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Madrid y Murcia (Fig. 1).

## LAS TABLAS DE TASACION

Es sabido que el granizo puede ocasionar daños muy variados según el estado de desarrollo y la morfología en la que se encuentra el cultivo. Con objeto de estimar la pérdida de cosecha que un siniestro de granizo puede ocasionar, los daños que normalmente aparecen sobre el cultivo de girasol pueden agruparse en dos categorías: daños directos e indirectos.

Por daños directos se entienden aquellos que inciden específicamente sobre la cosecha, siendo fácilmente cuantifica-

bles en el momento de la inspección del cultivo. Por el contrario *los daños indirectos afectan a la producción de forma colateral y para estimarlos se precisa de Tablas o Abacos.*

A modo de ejemplo, supongamos un cultivo de girasol que ha sido siniestrado con un granizo de considerable intensidad, hallándose en un estado de desarrollo bastante avanzado. En este caso, tanto los capítulos eliminados como el porcentaje de aquenios perdidos en los capítulos no desprendidos, deben ser considerados como daños directos. Por el contrario, la defoliación, los desgarros de

hojas o las mismas heridas ocasionadas por el granizo sobre los tallos, deben ser considerados como daños indirectos. La estimación de la pérdida de cosecha imputable a este último tipo de daños es lo que hace necesario disponer de unas Tablas de Tasación.

Una Tabla de Tasación (Fig. 2) es un cuadro de doble entrada en el que se relacionan tres aspectos conocidos normalmente con el nombre de variables. Dos de ellas, las que ocupan los ejes horizontal y vertical de la Tabla, contienen información acerca del estado de desarrollo o estado fenológico (EF) en el que se en-



Fig. 1: Localización de los ensayos de simulación de daños de granizo.

(\*) Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. ETSIA. Madrid.

(\*\*) Agroseguro.

contraba el cultivo en el momento del siniestro y algún otro aspecto que el perito estime con motivo de la visita a la parcela siniestrada. Por ejemplo, tratándose de un cultivo de girasol siniestrado por pedrisco dichos aspectos serían el porcentaje de defoliación (PD) y el porcentaje de plantas perdidas o eliminadas (PP) como consecuencia del siniestro. La tercera variable que ocupa la parte central de la Tabla, normalmente representa la pérdida parcial de cosecha que cabe esperar como consecuencia del aspecto que se analiza, en nuestro caso el pedrisco.

Las Tablas de Tasación se elaboran a partir de numerosos ensayos experimentales, en condiciones de cultivo similares a las que se pretenden extrapolar los resultados obtenidos. Dada la aleatoriedad con la que pueden producirse los siniestros naturales, tanto por su intensidad como por el momento de aparición así como por la falta de plantas testigo con las que comparar la cosecha obtenida, la observación y seguimiento normalmente solo tiene un valor orientativo. De ahí la necesidad de acudir a la experimentación y realizar ensayos de simulación de daños de granizo en condiciones controladas.

Por lo que al cultivo de girasol se refiere, existen diversas Tablas de Tasación que, basándose en experiencias realizadas en sus respectivos países, han sido recomendadas y constituyen la base de la tasación empleada por Empresas Aseguradoras, tales como National Crop Insurance Association & Crop Insurance Research Bureau (EE.UU.) y Groupama Assurances (Francia).

### PLANTEAMIENTO DE UN ENSAYO DE SIMULACION DE GRANIZO

Para que un ensayo de simulación de daños de granizo pueda ser utilizado en

la elaboración de una Tabla de Tasación es fundamental que con su planteamiento se reproduzca lo más fielmente posible toda la casuística y la problemática que de modo natural puede producirse.

Una vez definido los objetivos del ensayo, la etapa siguiente es sin duda la más importante. Se trata de elegir la metodología a seguir para intentar reproducir lo más ajustadamente posible a la realidad los daños ocasionados por el granizo. Para su definición habrá que tener en cuenta varios aspectos:

—adaptación del cultivo, de forma que el tipo de daños producidos sea lo más parecido posible a lo que ocurre de forma natural: perforaciones, roturas, desgarros, lesiones, magulladuras, etc., o

dé lugar a deformaciones comparables a las que ocurren de forma natural: ramificaciones y acodos en el caso del girasol. (Fig. 3).

- fácil realización, es decir, que se pueda practicar con comodidad cualquiera que sea la fase de cultivo y la intensidad del daño que se desee simular;
- rapidez, de forma que se pueda aplicar a un número representativo de plantas, en un corto periodo de tiempo;
- fácil de reproducir, para que una misma simulación pueda plantearse cuantas veces sea necesaria;
- respeto al medio ambiente, de forma que solamente se lesionen las plantas que sean estrictamente necesarias para la realización del ensayo, preservando el entorno circundante de cual-



Fig. 3: Aspecto que pueden adoptar las plantas de girasol como consecuencia de un granizo según el momento de aparición y/o la intensidad del mismo: A. Planta ramificada y B. Planta acodada.

		SUNFLOWER DEFOLIATION CHART																								
		26%	27%	28%	29%	30%	31%	32%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%	41%	42%	43%	44%	45%	46%	47%	48%	49%	50%
VE- to V-3 (6 - 26 days)	1/4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
	1/2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3
	3/4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5
V-4 to V-5 (27 - 29 days)	1/4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	
	1/2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	
	3/4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	
V-6 to V-8 (30 - 34 days)	1/4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	
	1/2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	
	3/4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	
		2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	

Fig. 2: Fragmento de una Tabla de Tasación utilizada por la National Crop Insurance Association (NCIA) para el cultivo del girasol.

## CULTIVOS

quier acción que pudiera considerarse agresiva o suponga un deterioro para el medio ambiente.

### Técnicas tradicionales

Los primeros ensayos de simulación de daños por granizo fueron realizados empleando útiles tan sencillos y variados como látigos de alambres (Dungan 1928, 1930), cepillos o peines de púas metálicas (Kiesselbach and Lyness, 1945), tenazas modificadas (Weber and Caldwell, 1966) y taladros (Schelotto, 1978), entre otros. El empleo de estos utensilios presenta serias limitaciones y con frecuencia plantea graves inconvenientes:

- 1.-Aplicación lenta e incómoda en algunos casos.
- 2.-Falta de homogeneidad en las plantas tratadas dentro del mismo tratamiento.
- 3.-Dificultad a la hora de reproducir los tratamientos.
- 4.-Falta de similitud entre los daños provocados y los que normalmente se producen como consecuencia de un granizo.
- 5.-Se realizan en seco, cuando normalmente un siniestro de granizo viene acompañado de una cierta precipitación en forma de lluvia.

No obstante, se llegó a la conclusión de que el principal efecto indirecto que reduce la producción del cultivo es la defoliación, es decir, el porcentaje de superficie foliar que se pierde como consecuencia del siniestro y que, daños tales como magulladuras o desgarros de hojas así como el método seguido para la defoliación tiene una influencia secundaria. A la vista de estos datos se comprende fácilmente porqué en la mayor parte de los ensayos que se realizaron posteriormente las defoliaciones se llevaron a cabo de forma manual o con tijeras, eliminando distintos porcentajes de superficie foliar en cada tratamiento, olvidando otro tipo de daños secundarios como los anteriormente mencionados.

De la bibliografía consultada y de los ensayos realizados en las últimas campañas por el Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la ETSIA, se desprende que la simplificación anteriormente aludida no ha sido suficientemente probada y de ahí, la falta de concordancia que en determinadas ocasiones puede observarse entre los daños reales y los estimados.

Dada la importancia económica y social que el Seguro Agrario del girasol representa en España, así como la necesidad de disponer de Tablas de Tasación ade-

cuadas a las variedades y técnicas de cultivo que se siguen en nuestro país para este cultivo y conscientes de la importancia que la técnica seguida durante la defoliación puede tener sobre los resultados obtenidos, es por lo que

*AGROSEGURO, S.A. a través del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la ETSIA ha puesto a punto una nueva técnica que permite simular daños de granizo mucho mejor ajustados a la realidad que cualquiera de las técnicas utilizadas con el mismo propósito hasta la fecha.*

### Nuevas Técnicas

Esta nueva técnica, utilizada por primera vez en España durante la campaña 1992/1993 en los cultivos de girasol, cebolla y tomate en diversas localidades de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Madrid y Murcia, ha sido desarrollado dentro de un proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D), financiado por el Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y parcialmente subvencionado por el Ministerio de Industria y Energía (MIE).

La técnica desarrollada por el Departamento de Producción Vegetal, tiene por objeto la proyección sobre el cultivo de agua a alta presión (50-100 bar), durante cortos intervalos de tiempo, (0.5-5 s) de forma que la mayor parte de la energía cinética del fluido se emplea en provocar lesiones, aleatoriamente distribuidas, por todas las partes de la planta. Lógicamente el número de pulsos que se suministra depende de tres factores:

- 1.-El tipo de cultivo del que se trate.

- 2.-El estado de desarrollo en el que se encuentre.

- 3.-La intensidad del daño que se desea provocar o el porcentaje de pérdida de superficie foliar que se desea alcanzar.

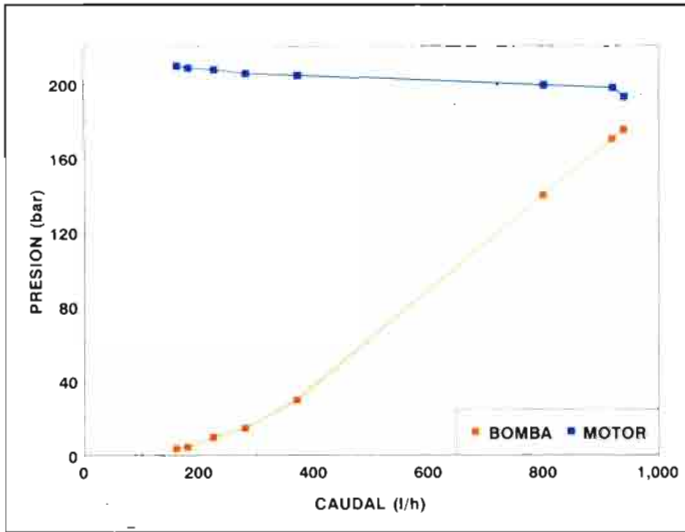
La presión necesaria para impulsar el agua hasta una presión de trabajo comprendida entre 50 y 100 bar, se consigue con un motor Honda (mod. GK34D) de cuatro tiempos, con un cilindro enfriado por aire, cuya potencia nominal a 3.680 rpm es de 8.1 kW (11CV). Dicho motor acciona una bomba de gran presión capaz de alcanzar una presión máxima de servicio de 220 bar. El rendimiento de la bomba, expresado a través de la curva de presión/caudal se indica en la Fig. 4. La bomba tiene una altura de aspiración máxima de 50 cm, lo que en condiciones normales obliga a trabajar con agua a presión sino queremos utilizar un reservorio donde el nivel de líquido quede a menos de 50 cm del punto de aspiración.

Desde la salida de la bomba hasta la boquilla, el agua a presión es conducida a través de una manguera de alta presión. Finalmente, una pistola pulverizadora permite dirigir el chorro del agua hacia la zona a tratar y distribuirla finamente pulverizada gracias a una boquilla rotativa de tres vías. Para facilitar el transporte y el manejo, se utiliza un bastor metálico (Fig. 5).

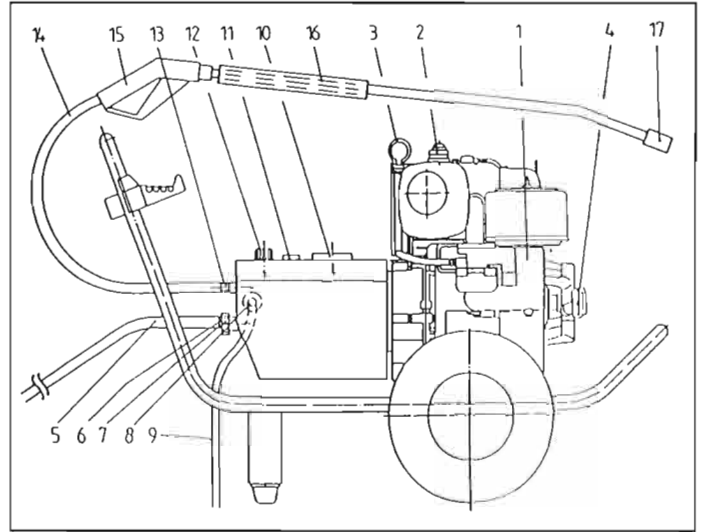
En el caso de que fuera necesario, el equipo anteriormente descrito permite distribuir núcleos de hielo o áridos de pequeño calibre, lo que en determinadas circunstancias puede ser un aliciente más a la hora de mejorar si cabe los bue-



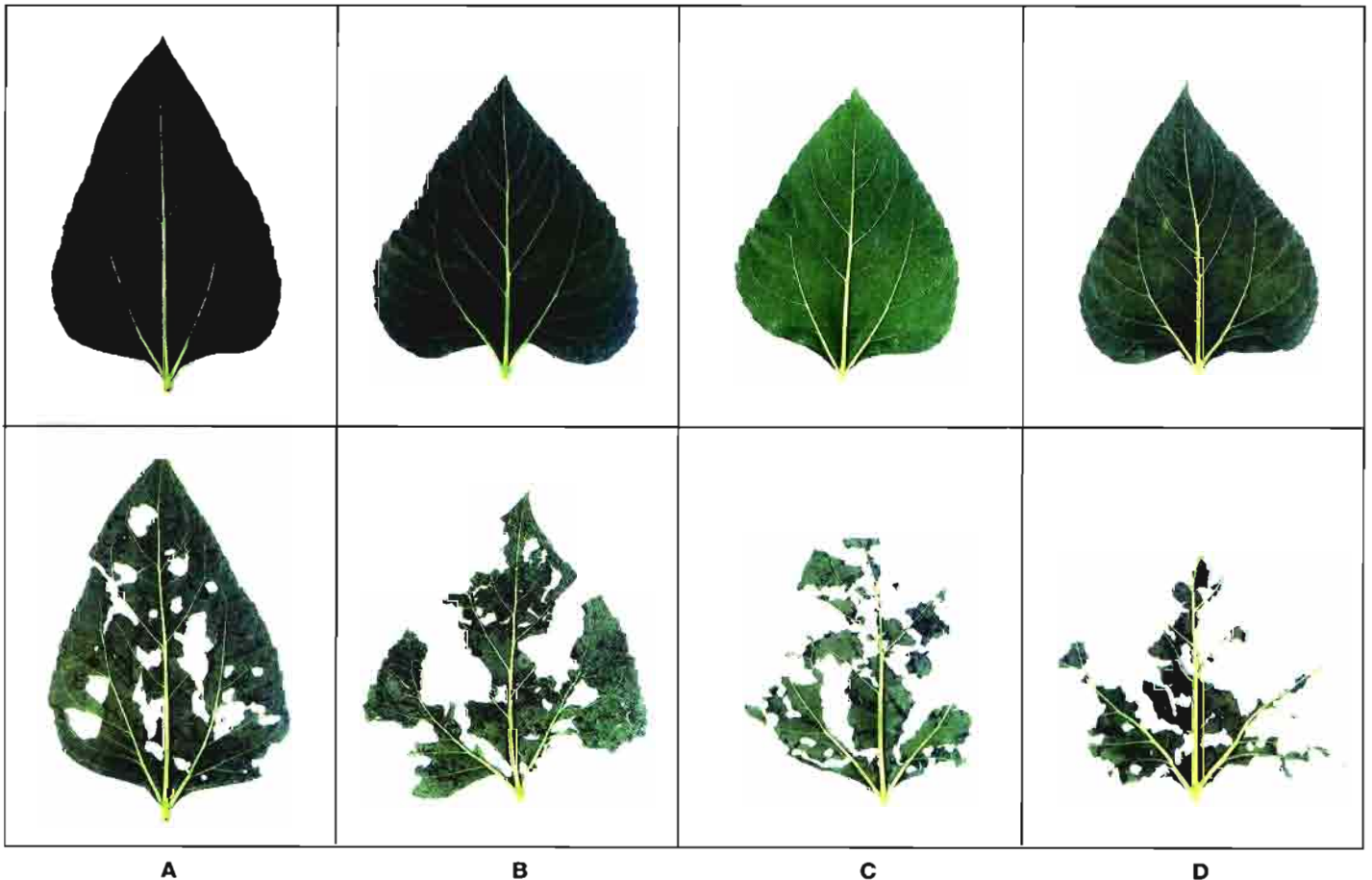
Simulación de daños de granizo en plantas de tomate.



**Fig. 4:** Curva de presión/caudal para una bomba de alta presión acoplada a un motor HONDA (8.1 kW a 3.680 rpm) utilizada para la simulación de daños por granizo.



**Fig. 5:** Esquema del grupo moto-bomba utilizado para la simulación de daños de granizo: 1 motor, 2 depósito de combustible, 3 varilla de nivel de aceite, 4 arrancador reculado, 5 conexión de manguera, 6 conexión de agua, 7 cesta de aspiración, 8 válvula dosificadora de aditivos, 9 manguera de aspiración de aditivos, 10 depósito de aceite, 11 manómetro, 12 conmutador de control de presión/flujo, 13 unión de alta presión, 14 manguera de alta presión, 15 pistola pulverizadora manual, 16 tubo pulverizador y 17 boquilla de tres vías.



**Fig. 6:** Hojas de girasol (*Helianthus annuus* L., cv. Enano) mostrando diferentes porcentajes de pérdida de superficie foliar: A 20%, B 40%, C 60%, y D 80%. La defoliación ha sido realizada pulverizando agua a alta presión (50-100 bar).

## CULTIVOS

nos resultados que normalmente se consiguen con tan solo el empleo de agua a presión.

### RESULTADOS OBTENIDOS

A lo largo de las tres últimas campañas (1991-1993), el equipo anteriormente descrito ha sido utilizado con éxito para simular daños de granizo en los siguientes cultivos: ajo, cebolla, coliflor, girasol, lechuga, maíz, pimiento y tomate.

A modo de ejemplo, la Fig. 6 sirve para mostrar de forma gráfica el tipo e intensidad de las lesiones que se alcanzan al pulverizar agua a alta presión (50-100 bar) sobre las hojas de un cultivo de girasol en fase vegetativa. La medición del área foliar antes y después de la pulverización, ha permitido calcular la superficie

foliar perdida como consecuencia del tratamiento realizado sobre cada hoja.

En los cultivos de ajo, cebolla y maíz, donde las técnicas de defoliación manual con tijera han sido utilizadas la pulverización de agua a alta presión permite también obtener resultados satisfactorios (Fig. 7), lo que pone de manifiesto una vez más la versatilidad del equipo y de la técnica que presentamos.

### CONCLUSION

Frente a los numerosos inconvenientes que presentan las técnicas tradicionales de defoliación manual, con tijera o con utensilios similares, el empleo de un equipo capaz de pulverizar agua a alta presión (50-100 bar), constituye una técnica nueva que puede utilizarse con éxito en la mayor parte de los cultivos en los

que la simulación de daños por granizo sea un objetivo.

Después de tres años de aplicación por parte del Departamento de Producción Vegetal las ventajas que ofrece esta técnica son las siguientes:

- 1.-El tipo y la intensidad de las lesiones producidas son muy similares y, en cualquier caso, comparables a las que se producen con motivo de un siniestro de granizo natural.
- 2.-El equipo puede utilizarse para simular daños de granizo en cualquier cultivo y fase de desarrollo.
- 3.-La simulación es rápida y su coste muy reducido.
- 4.-Permite expresar en términos de energía los inputs empleados para simular cualquier tipo de defoliación.

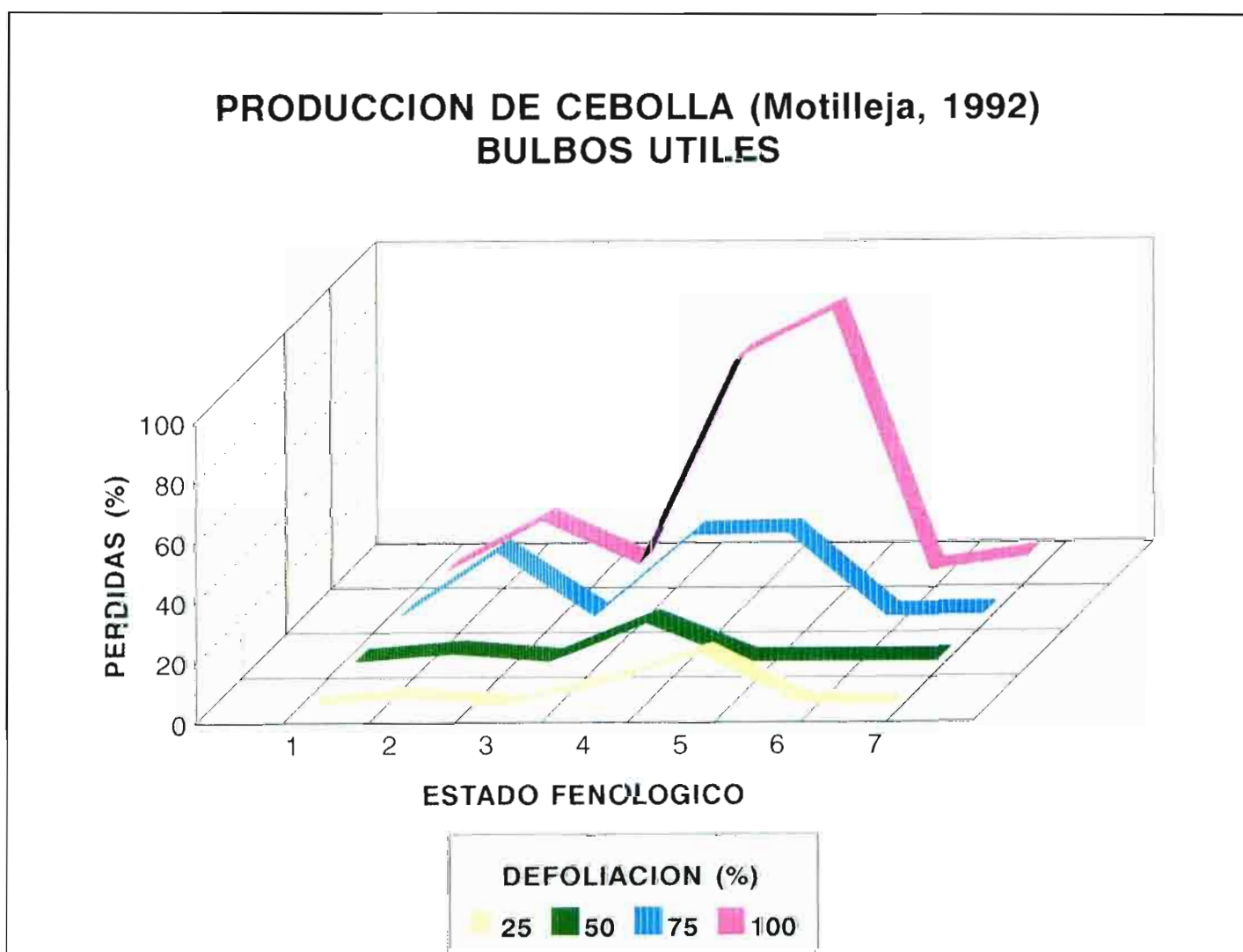


Fig. 7: Pérdidas de cosecha de un cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) como consecuencia de un ensayo de simulación de daños de granizo.