

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

SIMULACIÓN DE DAÑOS POR PEDRISCO EN BERENJENA

presentado por

EDITH VALDIVIESO JURÍOk

aurkeztua

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA EN HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA
*NEKAZARITZAKO INGENIARI TEKNIKOA BARATZEZAINZA, FRUTAGINTZA ETA
LOREZAINZA BEREZITASUNA*

Febrero, 2011 / 2011, *Otsaila*

1.- INTRODUCCIÓN.....	5
2.- ANTECEDENTES.....	6
2.1- ASPECTOS BÁSICOS DE LA PLANTA DE BERENJENA.....	6
2.1.1- Taxonomía.....	6
2.1.2- Historia.....	6
2.1.3- Morfología.....	7
2.1.4- Ecología.....	8
2.1.5- Fisiología y desarrollo.....	8
2.2- ESTADOS FENOLÓGICOS.....	9
2.3- NORMAS DE CALIDAD PARA BERENJENA DE CONSUMO.....	12
2.4- PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN DE BERENJENA DE CONSUMO....	12
2.4.1- Producción mundial de berenjena.....	12
2.4.2- Extensión del cultivo de berenjena en España.....	13
2.5- CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	13
2.5.1- Recolección y comercialización.....	13
2.5.1.1- Momento de recolección.....	14
2.5.1.2- Pre-refrigeración.....	14
2.5.1.3- Manipulación.....	14
2.5.1.4- Envasado.....	15
2.5.1.5- Conservación frigorífica.....	15
2.5.1.6- Transporte.....	15
2.5.1.7- Comercialización.....	16
2.6- EL SEGURO DE LA BERENJENA.....	16
2.6.1- Características.....	16
2.6.2- La simulación de daños por granizo en especies cultivadas.....	16
2.6.3- Antecedentes en la obtención de tablas de tasación de daños debidos al granizo en especies cultivadas.....	18
2.6.3.1- ETSIA de la Universidad Politécnica de Madrid.....	18
2.6.3.2- Trabajos previos en la ETSIA de la UPNA.....	19
3.- OBJETIVOS.....	22

4. – MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
4.1- PARCELAS DE ENSAYO.....	23
4.1.1- Situación.....	23
4.1.2- Características climatológicas.....	24
4.2- VARIEDAD UTILIZADA.....	24
4.3- PLANTACIÓN.....	24
4.4- FERTILIZACIÓN.....	25
4.5- TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.....	25
4.6- DISEÑO DE LOS ENSAYOS Y TRATAMIENTOS APLICADOS.....	25
4.7- MÉTODO DE DEFOLIACIÓN POR APLICACIÓN DE AGUA A PRESIÓN Y ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE DEFOLIACIÓN..	27
4.7.1- Método de defoliación por aplicación de agua a presión.....	27
4.7.2- Estimación del porcentaje de defoliación.....	28
4.8- RECOLECCIÓN.....	31
4.8.1- Fechas de recolección.....	31
4.8.2- Datos cogidos en recolección.....	31
4.9- MATERIAL GRÁFICO.....	32
5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1- INTEGRALES TÉRMICAS.....	33
5.2- ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE FOLIAR ELIMINADA EN CADA UNA DE LAS DEFOLIACIONES REALIZADAS CON AGUA A PRESIÓN.....	33
5.3- INFLUENCIA DEL GRADO Y MOMENTOS DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN.....	33
5.3.1- Producción total de las plantas defoliadas.....	34
5.3.2- Producción comercial de las plantas defoliadas.....	35
5.3.3- Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas.....	36
5.3.3.1- Obtención de curvas de reducción de cosecha en función del porcentaje de defoliación y el momento de aplicación de los daños.	36

5.3.3.2- Curvas de reducción de cosecha en función del porcentaje de defoliación y el momento de aplicación de los daños, en el ensayo realizado en 2006.....	39
5.3.4- Número de frutos por planta.....	42
5.3.5- Diámetro de los frutos, según daño aplicado y momento de aplicación	42
5.3.6- Longitud de los frutos, según daño aplicado y momento de intervención.....	43
6.- CONCLUSIONES.....	45
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	46
RESÚMEN.....	48
ANEXOS- DATOS EN CD	

- ANEXO 1. Material gráfico.
- ANEXO 2. Datos para el posterior cálculo del porcentaje de defoliación aplicado en el ensayo de defoliación mediante agua a presión.
- ANEXO 3. Cosecha. Nº de frutos, diámetro y longitud.
- ANEXO 4. Cosecha. Producción comercial y total.
- ANEXO 5. Cálculo defoliación real. Defoliación mediante agua a presión.
- ANEXO 6. Cálculo defoliación real. Defoliación manual.

1.- INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin de Carrera, forma parte de la línea de investigación del Departamento de Producción Agraria de la E.T.S.I.A de la U.P.N.A, dirigida por el Dr. D. Julio Muro Erreguerena, que analiza los daños producidos por el pedrisco en diferentes especies agrícolas. En este caso, se ha analizado el daño que el pedrisco produce en las plantas de berenjena.

El Departamento de Producción Agraria de la E.T.S.I.A de la U.P.N.A colabora desde hace años con la empresa AGROSEGURO en la investigación de los daños que produce el pedrisco en diferentes especies hortícolas. El fin de dichos estudios, es poder valorar de la forma más objetiva posible la pérdida de cosecha que conlleva el nombrado fenómeno meteorológico. Actualmente, la empresa AGROSEGURO cuenta con tablas de diferentes cultivos de equivalencia entre los daños generados por el pedrisco en las distintas fases vegetativas y las pérdidas de cosecha que este genera. De esta manera, los agricultores asegurados que vean la producción de sus cultivos afectada por causa del pedrisco, serán indemnizados de manera objetiva.

La investigación se centra en la acción defoliadora que produce el pedrisco y en la merma de cosecha producida como consecuencia de dicha defoliación.

El trabajo de investigación se ha desarrollado en una parcela de Peralta (Ribera de Navarra). Anteriormente, ya se había realizado este estudio en la nombrada localidad, pero con diferente variedad. En este caso, la variedad utilizada es la variedad Nilo (casa Rijkson).

Decidí hacer este trabajo porque siempre me ha gustado el trabajo en campo. Además me parece realmente importante que haya unas tablas objetivas con las que poder indemnizar a los agricultores que vean afectada su cosecha debido a los daños ocasionados por un accidente meteorológico, en este caso el pedrisco.

2.- ANTECEDENTES.

2.1- ASPECTOS BÁSICOS DE LA PLANTA DE BERENJENA.

2.1.1- Taxonomía.

- Reino: *Plantae*.
- División: *Magnoliophyta*.
- Clase: *Magnoliopsida*.
- Orden: *Solanales*.
- Familia: *Solanaceae*.
- Género: *Solanum*.
- Especie: *Solanum melongena*, L.

2.1.2- Historia.

Según Lester y Hasan (1991) estudios de variación a nivel morfológico y molecular indican que la berenjena probablemente se domesticó en la región indo birmana a partir de la especie silvestre *Solanum incanum* L.

La berenjena se menciona en varios textos sánscritos de varios siglos antes de Cristo, utilizando además diversos nombres para referirse a la planta, lo cual indica que para aquella época ya existía una amplia variación (De Candolle , 1883)

Dentro del mundo musulmán la berenjena adquirió gran importancia como cultivo hortícola, quedando fuertemente arraigada en la cultura gastronómica (Prohens y Nuez, 2001). Los árabes fueron quienes la introdujeron en la península ibérica, antes del siglo X. Posteriormente, se fue extendiendo su cultivo a otros países europeos, apareciendo en Italia las primeras referencias al cultivo en el siglo XIV, y en Francia en el XVII (Daunay,1996).

La berenjena tardó en expandirse ya que era considerada tóxica. De hecho, hace tan sólo dos siglos, Boutelou y Boutelou (1801) señalaban que en los países nórdicos era poco popular, por la preocupación de ser una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas, entre cuyas especies se encuentran muchas venenosas y nocivas.

Hoy en día, la berenjena es un cultivo económicamente importante para la horticultura española, y es común en nuestra cultura culinaria. Según los datos del Anuario de Estadística Agroalimentaria del año 2007, en España se cultivaron 3.435 ha de berenjena en el año 2006.

2.1.3- Morfología.

Planta herbácea aunque con tejidos lignificados, que le pueden dar un aspecto arbustivo.

Se suele utilizar como planta anual pero, por naturaleza, puede rebrotar un segundo año, aunque la cantidad y la calidad de los frutos será notablemente menor.

Sistema radicular formado por raíces fibrosas y blanquecinas.

El tallo, que tiene insertadas ramificaciones, es de unos 45 centímetros de altura, algo rojizo y queda cubierto de una borra blanquecina que se separa fácilmente.

Las hojas, insertas de forma alterna en el tallo, son grandes, enteras, de color verde y con nerviaciones que presentan espinas. El envés queda cubierto por una vellosidad grisácea.

Las flores aparecen agrupadas en ramilletes de tres a cinco flores en la parte opuesta a las hojas. Únicamente una de ellas, hermafrodita y de pedúnculo corto y continuo, dará lugar al fruto comercial el resto abortarán, o darán un fruto pequeño y de peor calidad comercial. (Infoagro.com)

El cáliz es espinoso y permanente, aunque actualmente se tiende a cultivar variedades de cáliz no espinoso. El número de pétalos, sépalos y estambres oscila entre 6 y 9. Los estambres tienen anteras de color amarillo, muy desarrolladas, que se sitúan por debajo del estigma dificultando así la fecundación directa.

La fecundación es autógama, aunque también se suele dar la fecundación por parte de flores de distintas plantas, o de la misma. Una vez fecundado, el cáliz perdura y crece junto al fruto, envolviéndolo por su parte inferior.

El fruto es una baya rellena de pulpa. Según la variedad, será alargado (Larga morada, Larga negra), semi alargado, oval (Murciana), oval alargado (Listada de Gandía), o redondo (Redonda Verde, Redonda acostillada). En cuanto al color, será morado (Larga morada, Redonda morada), verde (Redonda verde), negro (Larga negra) o blanco (Prohens y Nuez.2001).



Figura 1. Detalle de planta de berenjena con frutos.

2.1.4- Ecología.

La berenjena es la especie cultivada de la familia de las Solanáceas de mayor requerimiento térmico; la temperatura óptima de desarrollo está en torno a los 20-25°C durante el día. A su vez, su desarrollo se ve favorecido por temperaturas nocturnas suaves, entre 15-18°C.

El cero vegetativo ocurre con temperaturas de 9-10°C, paralizándose el crecimiento de la planta y causando caída de flores y deformaciones en frutos.

La planta se hiela con temperaturas por debajo de los 0°C.

La temperatura máxima biológica es de 35°C y la máxima letal de 45°C.

El rango de temperaturas óptimas para la germinación es de 24-32°C, siendo el mínimo 15,5°C y el máximo 35°C (Nonnecke, 1989).

La berenjena es sensible a niveles de humedad ambiental elevados, produciéndose amarilleamiento de la planta y problemas de cuajado en los frutos. El nivel de humedad relativa óptimo es de 60-80%.

Está encuadrada dentro de las especies de día largo. Florece cuando el día tiene, al menos, 10-12 horas de luz. Necesita intensidad luminosa, si no, se ve dificultada la fecundación y los frutos suelen presentar deformaciones y la pulpa de éstos suele resultar esponjosa.

El suelo ha de ser rico, profundo y bien drenado. En cuanto a la salinidad, la berenjena tolera un nivel medio. El pH adecuado para la planta es de 5.5 a 8.

Es una planta de altas necesidades hídricas y nutritivas.

2.1.5- Fisiología y desarrollo.

La berenjena se reproduce por semilla. Las semillas son de color amarillento, y conservan su poder germinativo entre 4 y 6 años.

En 1 gramo de semillas hay unas 250-300 unidades.

La temperatura óptima para que germinen las semillas es de 24-32°C; a los 10-15 días de sembrar, emergen las plantas. Se formarán en primer lugar los dos cotiledones. Después, debido a la dominancia apical, aparecerá un brote, que irá desarrollándose, ramificándose y creciendo en longitud y grosor (crecimiento vegetativo).

La siguiente fase es la de floración, que dará paso a la fecundación, formándose como consecuencia los frutos. Éstos, desarrollarán y madurarán, produciéndose en su interior las semillas. La última fase es la de senescencia.

2.2- ESTADOS FENOLÓGICOS.

La codificación BBCH de los estados fenológicos de desarrollo de la berenjena, según Féller *et al.* (1995), es la siguiente;

Tabla 1. Estadio principal 0. Germinación.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
00	000	Semilla seca
01	001	Comienzo de la imbibición de la semilla
03	003	Imbibición de la semilla, terminada.
05	005	La radícula (raíz embrional) sale de la semilla
07	007	El hipocotilo con cotiledones rompiendo el tegumento seminal.
09	009	Emergencia: los cotiledones rompen la superficie del suelo.

Durante el estadio de Germinación, la semilla seca se imbibes, la radícula sale, y el hipocotilo y los cotiledones rompen el tegumento de la semilla. El estadio concluye con la emergencia de los cotiledones a la superficie.

Tabla 2. Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal).

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
10	100	Cotiledones, desplegados completamente.
11	101	La 1ª hoja verdadera del tallo principal, desplegada completamente.
12	102	La 2ª hoja verdadera del tallo principal, desplegada.
13	103	La 3ª hoja verdadera del tallo principal, desplegada.
1.	10.	Los estadios continúan hasta..
19	109	9 o más hojas del tallo principal, desplegadas.

Al comienzo del estadio de desarrollo de las hojas, los cotiledones se encuentran desplegados por completo. Poco a poco van desplegándose sucesivamente las hojas verdaderas hasta llegar a tener al menos 9 hojas verdaderas al concluir el estadio.

Tabla 3. Estadio principal 2. Formación de brotes laterales.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
21	201	1 ^{er} brote apical lateral primario, visible
22	202	2 ^o brote apical lateral primario, visible
23	203	3 ^{er} brote apical lateral primario, visible
2.	20.	Los estadios continúan hasta..
29	209	9 o más brotes apicales laterales, visibles
	221	1 ^{er} brote apical lateral secundario, visible
	22.	Los estadios continúan hasta..
	229	9 ^o brote apical lateral secundario, visible
	231	1 ^{er} brote apical lateral terciario, visible
	23.	Los estadios continúan hasta..
	2NX	X brote apical lateral N- orden, visible

A lo largo del estadio de formación de brotes laterales, se pueden ir viendo en primer lugar los brotes apicales laterales primarios (hasta 9 o más), después los brotes apicales laterales secundarios, después los brotes apicales laterales terciarios, y así sucesivamente.

Tabla 4. Estadio principal 5. Aparición del órgano floral.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
51	501	1 ^{er} botón floral, visible
52	502	2 ^o botón floral, visible
53	503	3 ^o botón floral, visible
5.	50.	Los estadios continúan hasta..
59	509	9 o más inflorescencias, visibles (código 2 dígitos)
		9 ^o botón floral visible (código 3 dígitos)
	510	10 ^o botón floral visible
	51.	Los estadios continúan hasta..
	519	19 ^o botón floral visible

El estadio aparición del órgano floral comienza con la aparición de los botones florales y concluye cuando es visible el 19^o botón floral.

Tabla 5. Estadio principal 6. Floración.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
61	601	1 ^a flor abierta
62	602	2 ^a flor abierta
63	603	3 ^a flor abierta
6.	60.	Los estadios continúan hasta..
69	609	9 o más flores abiertas (código 2 dígitos)
		9 ^a flor abierta
	610	10 ^a flor abierta
	61.	Los estadios continúan hasta..
	619	19 ^a flor abierta

El sexto estadio empieza cuando se abre la 1^o flor, y van abriéndose flores hasta que al abrirse la 19^o termina el estadio.

Tabla 6. Estadio principal 7. Formación del fruto.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
71	701	1 ^{er} fruto alcanza la forma y el tamaño típico
72	702	2 ^o fruto alcanza la forma y el tamaño típico
73	703	3 ^o fruto alcanza la forma y el tamaño típico
7.	70.	Los estadios continúan hasta..
79	709	9 ^o fruto alcanza la forma y el tamaño típico
	710	10 ^o fruto alcanza la forma y el tamaño típico
	71.	Los estadios continúan hasta..
	719	19 ^o fruto alcanza la forma y el tamaño típico

El estadio formación del fruto comienza cuando el 1er fruto alcanza la forma y el tamaño típico. Los frutos van alcanzando la forma y el tamaño típicos, hasta que concluye el estadio con el 19^o fruto, cuando éste alcanza la forma y tamaño típico.

Tabla 7. Estadio principal 8. Maduración de frutos y semillas.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
81	801	El 10% de los frutos muestra el color típico de madurez.
82	802	El 20% de los frutos muestra el color típico de madurez.
83	803	El 30% de los frutos muestra el color típico de madurez.
84	804	El 40% de los frutos muestra el color típico de madurez.
85	805	El 50% de los frutos muestra el color típico de madurez.
86	806	El 60% de los frutos muestra el color típico de madurez.
87	807	El 70% de los frutos muestra el color típico de madurez.
88	808	El 80% de los frutos muestra el color típico de madurez.
89	809	Madurez completa: los frutos tienen el color típico de madurez.

El estadio de maduración de frutos y semillas avanza conforme lo hace el porcentaje de frutos que han alcanzado el color típico de madurez. A lo último, todos los frutos de la planta tendrán el color típico de madurez.

Tabla 8. Estadio principal 9. Senescencia.

Código 2- dígitos	Código 3- dígitos	Descripción
97	907	Plantas muertas
99	909	Partes cosechadas

El último estadio fenológico, de senescencia, ocurre cuando las plantas mueren.

2.3- NORMAS DE CALIDAD PARA BERENJENA DE CONSUMO.

La comercialización de la berenjena de consumo se rige por la serie de normas UNE 155 001 “Frutas y hortalizas para consumo en fresco. Producción controlada de cultivos protegidos”, concretamente en la parte 7 de la citada serie de normas.

En 1996, AENOR crea una serie de normas con el fin de establecer los Requisitos Generales aplicables a todos los cultivos y una norma específica para cada uno de los nueve productos contemplados, entre los que se encuentra la berenjena (UNE 155 001- 7). La norma entiende por cultivos protegidos los que se desarrollan, al menos una parte del ciclo, bajo plástico, malla o cristal, y tiene como objeto realizar la normalización de las frutas y hortalizas no transformadas, destinadas al consumo en su estado natural. Los objetivos básicos son tres:

- La protección del consumidor.
- El respeto medioambiental.
- La seguridad y la salud de los productores.

2.4- PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN DE BERENJENA DE CONSUMO.

2.4.1- Producción mundial de berenjena.

China es el principal productor de berenjena, seguido de India, detrás, con una producción mucho menor se sitúan Turquía, Japón, Italia, Indonesia, Filipinas, Emiratos Árabes Unidos, España y República Árabe de Siria (Tabla 9).

Tabla 9. Principales productores de berenjena a nivel mundial.

Países	Toneladas de berenjena producidas en 2002.
China	15.430.099
India	6.400.000
Turquía	970.000
Japón	448.000
Italia	357.769
Indonesia	300.000
Filipinas	165.000
Emiratos Árabes Unidos	140.894
España	135.000
República Árabe Siria	123.670

Fuente: F.A.O.

España es el 9º país que produce mayor cantidad de berenjena de consumo.

2.4.2- Extensión del cultivo de berenjena en España.

Según el M.A.P.A (2008), en el año 2008 se cultivaron un total de 940 ha de berenjena, de éstas, 508 ha se cultivaron en regadío y 432 ha en invernadero.

Tabla 10. Superficies cultivadas de berenjena (ha) en el año 2008, por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Secano (ha)	Regadío (ha)	Invernadero (ha)	Total (ha)
Galicia	-	-	-	-
Asturias	-	-	-	-
Cantabria	-	-	-	-
País Vasco	-	-	-	-
Navarra	-	9	-	9
La Rioja	-	-	-	-
Aragón	-	211	-	211
Cataluña	-	20	1	21
Islas Baleares	-	2	1	3
Castilla y León	-	-	-	-
Madrid	-	-	-	-
Castilla la mancha	-	-	-	-
Comunidad Valenciana	-	151	43	194
Murcia	-	-	-	-
Extremadura	-	59	-	59
Andalucía	-	56	357	413
Islas Canarias	-	-	30	30
TOTAL	-	508	432	940

Fuente M.A.P.A, 2008. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos de España. (Datos elaborados).

Por comunidades autónomas, Andalucía es la que mayor superficie de berenjena cultiva, con un total de 413 ha. En segundo lugar está Aragón con 211 ha y en tercer lugar la Comunidad valenciana con 194 ha.

En Navarra, se cultivaron 9 ha de berenjena en 2008; todas ellas en regadío al aire libre.

2.5- CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.

En lo que a alternativas se refiere, no debe seguir a cultivos de tomate ni de pimiento, sin embargo, va bien detrás de habas, judías, guisantes, patatas y coliflores (Amorós y Amorós, 1980).

2.5.1- Recolección y comercialización.

2.5.1.1- Momento de recolección.

La berenjena es un cultivo de recolección escalonada el tiempo transcurrido entre dos recogidas consecutivas suele ser entre 5 y 10 días.

El momento idóneo viene determinado por el desarrollo global del fruto, relacionado con la forma típica del cultivar o la variedad. Para berenjenas de forma alargada el calibre mínimo es de 40 mm, mientras que para las de forma globosa es de 70 mm.

En el momento óptimo de recolección la berenjena todavía no ha terminado de madurar (ha alcanzado 2/3 de su desarrollo) por lo que la pulpa es firme y el color de la piel brillante. El retraso en el momento de la recolección, conlleva la disminución del brillo de fondo, la aparición de fibrosidad en la pulpa, un excesivo desarrollo de las semillas y una consistencia esponjosa.

Es recomendable realizar la recolección por la mañana para evitar coger los frutos calientes, pero habrá que esperar a que el rocío desaparezca para evitar problemas por humedad.

2.5.1.2- Pre-refrigeración.

Los frutos recién recolectados deben llevarse cuanto antes a la nave de manipulación. Allí, serán metidos en túneles o almacenes de pre-refrigeración. El objetivo es bajar la temperatura que los frutos tienen al ser cosechados en el campo. Lo ideal es poder bajar dicha temperatura en unas 2 horas mediante aire dinámico frío (succión cooling), a 12-15°C para poder conservar todas sus características de calidad.

No se debe utilizar el método de pre-refrigeración por agua (hidro cooling) ya que aparecen muchas manchas en la piel del fruto como consecuencia del agua (manchas hidrópicas) (Giambanco de Ena, 1998).

2.5.1.3- Manipulación.

En primer lugar los frutos deben ser triados o seleccionados, separando aquellos que presenten defectos no tolerados.

Después hay que diferenciar entre dos categorías: I y II. (Giambanco de Ena, 1998).

La categoría II englobará los siguientes frutos:

- Frutos con ligeros defectos de forma.
- Frutos con ligera coloración de base.
- Frutos con ligeras magulladuras o heridas cicatrizadas con una superficie inferior a 3 cm².
- Frutos exentos de quemaduras por el sol.

Los frutos, ya sean de categoría I o II, serán nuevamente separados. Esta vez, se calibrarán por peso:

Tabla 11. Calibrado de berenjena más utilizado, por peso.

Denominación o código	Calibre Peso en gramos	Diferencia en peso gramos	Diferencia en diámetro mm
Pequeño "P"	100-300	75	20 larga 25 globosa
Mediano "M"	300-500	100	20 larga 25 globosa
Grande "G"	>500	250	20 larga 25 globosa

2.5.1.4- Envasado

Los frutos pueden ser envasados en cajas para la posterior venta a granel, o pueden ser envasados individualmente en bolsas de plástico transparentes (forma de presentación de las berenjenas en supermercados).

Si son envasadas en cajas, las berenjenas de variedades globosas se colocarán en una sola capa. Para separar los frutos entre sí, puede utilizarse papel de seda formando compartimentos, o lana de propileno virutado.

2.5.1.5- Conservación frigorífica.

La temperatura óptima de conservación es de 10-12°C, a temperaturas menores, se produce el pardeamiento del fruto por frío. Además, los frutos enfriados son sensibles a sufrir daño por *Alternaria* cuando son sacados de la cámara de refrigeración.

La humedad relativa no debe ser inferior al 90%, para evitar desecación y pérdida de turgencia.

El periodo de conservación es de 2-3 semanas, aunque en algunas variedades podría prolongarse hasta un mes.

El uso de atmósferas controladas o modificadas no ha dado buen resultado en la conservación de berenjenas.

2.5.1.6- Transporte.

La temperatura no debe subir de 10-12°C.

El etileno provoca la sobremaduración de la berenjena, por lo que deberán evitarse camiones isotermos o frigoríficos con cargas mixtas de productos que liberen este gas como, por ejemplo, manzanas y naranjas. La absorción de etileno puede hacerse mediante pequeños sacos que contengan absorbentes de este gas, como el permanganato potásico.

2.5.1.7- Comercialización.

En España las variedades preferidas para el mercado son las globosas de color violeta.

En lo que a la exportación se refiere, los mercados suelen preferir la alargada o semiglobosa, pero siempre de color violeta o negro.

España exporta aproximadamente el 50% de lo que produce.

2.6- EL SEGURO DE LA BERENJENA.

2.6.1- Características.

El anexo llamado “Condiciones especiales del seguro general combinado de hortalizas” del Plan de Seguros Agrarios del 2008 de la Dirección General de Seguros, detalla los daños que se consideran especiales, y explica lo siguiente:

- Primera- Objeto:

- “Con el límite del capital asegurado, se cubren los daños en cantidad y en calidad que sufran las producciones de hortalizas en cada parcela, por los riesgos que para cada cultivo, provincia y opción figuran en los anexos.”
- “Para cada cultivo se establecen las opciones de aseguramiento según provincias, áreas, ciclos de producción, riesgos, y fechas límites de garantía..”

También en el apartado “Primera- Objeto”, se puede ver que se considera pedrisco:

- “Precipitación atmosférica de agua congelada, en forma sólida y amorfa, que por efecto de impacto, ocasiona pérdidas sobre el producto asegurado, como consecuencia de daños traumáticos.”

Para la provincia de Navarra y el cultivo de berenjena, el anexo citado indica que el seguro cubre todas las áreas de Navarra del daño de pedrisco. La fecha límite es el 30 de Octubre, y el número máximo de meses de cultivo es de 6.

2.6.2- La simulación de daños por granizo en especies cultivadas.

Entre 1991 y 1993, el Departamento de Producción Vegetal de la E.T.S.I.A de la Universidad Politécnica de Madrid realizó más de 20 ensayos de simulación de daños por granizo en diversas variedades de girasol por encargo de AGROSEGURO (Durán *et al.* 1994).

Antes de realizar los ensayos, se eligió la metodología a seguir en éstos, con el fin de reproducir lo más fielmente posible los daños que el granizo ocasiona. Para ello, diferencian dos tipos de daños como consecuencia del granizo; por una parte los directos, fácilmente cuantificables en el momento de inspección del cultivo, y por otra los indirectos, que afectan a la producción de forma colateral y necesitan ábacos o tablas para su estimación. Entre los

daños indirectos, incluyen la defoliación, los desgarros de las hojas y las heridas producidas por el granizo en los tallos, entre otros.

A la hora de elegir la metodología a seguir en los ensayos, deciden:

- Que el tipo de daños producido sea lo más parecido posible a lo que ocurre de forma natural.
- Que el ensayo sea de fácil realización, para que se pueda practicar en todas las fases del cultivo y con cualquier tipo de intensidad.
- Que el ensayo sea rápido, para poder aplicarlo a un número representativo de plantas en un corto periodo de tiempo.
- Que sea fácil de reproducir, propiciando tantas repeticiones como sean necesarias.
- Que sea respetuoso con el Medio Ambiente.

Por todo ello, deciden rechazar los objetos que se habían utilizado hasta entonces para simular los daños de granizo:

- Látigos de alambres (Dungan 1928, 1930).
- Cepillos o peines de púas metálicas (Kiesselbach y Lyness, 1945).
- Tenazas modificadas (Weber y Caldwell, 1966).

Además, todos ellos representan el inconveniente de realizarse en seco, cuando normalmente un siniestro de granizo va acompañado de cierta precipitación en forma de lluvia.

Teniendo en cuenta que el principal efecto indirecto que reduce la producción del cultivo es la defoliación, llevan a cabo los primeros ensayos defoliando, manualmente o con tijeras, las plantas, eliminando para ello distintos porcentajes de superficie foliar durante distintos estadios del cultivo, y despreciando otro tipo de daños secundarios.

En la campaña 1992-1993 se comienza a utilizar una técnica que no se había utilizado en España con anterioridad; la proyección sobre el cultivo de agua a alta presión (50-100 bar), durante cortos intervalos de tiempo (0,5-5s), de forma que se provocan lesiones distribuidas aleatoriamente por todas las partes de la planta.

El número de pasadas y la intensidad de las mismas, depende del cultivo que se trate, del estado de desarrollo en el que se encuentre y de la intensidad del daño que se desea provocar o el porcentaje de pérdida de superficie foliar que se desea alcanzar.

El mecanismo de producción de agua a alta presión es el siguiente; el agua sale a presión de la bomba y es conducida por una manguera que finaliza en una pistola pulverizadora que permite dirigir el chorro de agua hacia la zona a tratar y distribuirla pulverizada, a través de una boquilla rotativa de tres vías.

Después de realizar diversos ensayos mediante esta técnica de simulación de daños de granizo, encuentran estas ventajas:

- 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.

- El equipo puede utilizarse para simular daños de granizo en cualquier cultivo y fase de desarrollo.
- La simulación es rápida y su coste muy reducido
- Permite expresar en términos de energía los *inputs* empleados para simular cualquier tipo de defoliación.

2.6.3- Antecedentes en la obtención de tablas de tasación de daños debidos al granizo en especies cultivadas.

2.6.3.1- ETSIA de la Universidad Politécnica de Madrid.

Diversos autores (Vasillas y Seif, 1985; Shapiro *et al.*, 1986; Muro, 1987) criticaron en la década de los 80 el uso de tablas de tasación de daños de granizo en ambientes distintos de los que se habían obtenido. Cuando una planta resulta dañada por granizo, activa sus mecanismos de recuperación y deben tenerse en cuenta tanto los factores intrínsecos como los extrínsecos en este proceso. Al utilizar tablas de tasación correspondientes a lugares distintos al del accidente, no se tienen en cuenta factores tan importantes como diferencias varietales, técnicas culturales, climatología y presencia de patógenos. Por ello, coincidieron en que lo más recomendable era contrastar los datos de las tablas de tasación con ensayos de simulación de granizo realizados en cada zona y utilizando unas condiciones de cultivo lo más parecidas posible a las que comúnmente se emplean en el lugar.

Durante las campañas de 1992 y 1993 el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid llevó a cabo 5 ensayos de simulación mecánica de daños de granizo, mediante la técnica descrita por Durán (1994). Los ensayos se realizaron por encargo de AGROSEGURO y tenían como objetivo conseguir tablas de tasación para el cultivo de girasol, en las condiciones españolas de cultivo. Los ensayos consistían en aplicar 8 intensidades distintas de daños sobre girasol, aplicadas en 8 estados fenológicos del cultivo. El lugar de realización de los ensayos fue en la finca de prácticas de la ETSIA de Madrid, y en parcelas de agricultores seleccionados por AGROSEGURO que representaban el prototipo de agricultor que cultiva girasol. Los datos obtenidos, fueron sometidos a análisis estadísticos, con el objetivo de obtener una tabla de tasación. Una vez obtenida ésta, vieron que para defoliaciones del 100%, la tabla de tasación propuesta por la National Insurance Association (NCIA, 1983), se aproximaba más que la recomendada por Común d'Expertises des Mutuelles d'Assurance Grêle (OCEMAG, 1985). La conclusión que obtuvieron, fue que el intervalo más crítico para sufrir granizo era el comprendido entre los estadios fenológicos R2 (aparición del botón floral) y R5 (floración) ya que en estos estadios, defoliaciones del 100% ocasionaron pérdidas de rendimiento casi totales. Sin embargo, en el mismo periodo, cuando las defoliaciones estaban por debajo del 40% llegaba incluso a aumentar el rendimiento del cultivo. Este efecto ya fue observado con anterioridad por otros autores (Schneiter *et al.*, 1987), que lo explicaron diciendo que el efecto podía ser debido a que la eliminación de hojas disminuye la transpiración del cultivo y esto contribuiría a un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

2.6.3.2- Trabajos previos en la ETSIA de la UPNA.

En Diciembre de 2006, el Departamento de Producción Agraria hace un informe para AGROSEGURO; “Efecto de defoliaciones provocadas por aplicación de agua a presión en berenjena” escrito por Nekane Huarte, y con la dirección de D. Julio Muro Erreguerena. Este informe, es el primero que trata las defoliaciones que provoca el granizo en plantas de berenjena en la Comunidad Foral de Navarra.

Las parcelas experimentales utilizadas para realizar los ensayos al igual que las de este ensayo, se localizan el municipio de Peralta (Navarra). El marco de plantación es de 1,75m x 0,35m y la variedad de berenjena (*Solanum melongena*) utilizada es París, de Ramiro Arnedo (anteriormente la variedad se llamaba Calanda).

La plantación se realiza el 26 de Abril de 2006, se hacen los ensayos en dos parcelas diferenciadas. En la primera se hace el ensayo con defoliaciones manuales y en la segunda mediante una máquina de agua a presión (Karcher). El diseño experimental es de parcelas subdivididas (*split-plot*). El tratamiento principal es el momento de defoliación (Tabla 12) y el secundario el nivel de defoliación (Testigo, Leve, Medio, Alto). Cada ensayo cuenta con 4 repeticiones. Las subparcelas están formadas por 6 plantas.

Tabla 12. Momentos de defoliación en los dos ensayos.

Momento	Días desde plantación	BBCH (*)	Estado fenológico
1	33	52	Segundo botón floral visible
2	50	62	Segunda flor abierta
3	68	81	10% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos
4	82	83	30% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos
5	112	86	60% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos
6	131	88	80% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos

(*) Números según el sistema de codificación de estadios BBCH.

El tratamiento secundario es diferente en los dos ensayos. En el ensayo de defoliación manual el tratamiento Testigo corresponde a un 0% de defoliación, Leve a un 33% de defoliación, Medio a 66% de defoliación y Alto a 100% de defoliación. Los porcentajes de defoliación del ensayo de defoliación mediante agua a presión pueden verse en la Tabla 13.

Tabla 13. Porcentajes de defoliación correspondientes al ensayo de agua a presión.

Tratamientos	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Testigo	0	0	0	0	0	0
Leve	30	13	32	37	15	29
Medio	50	60	50	62	24	52
Alto	92	97	95	95	92	93

En los dos ensayos, aparte de realizar las defoliaciones pertinentes, en todos los momentos se hacen daños a todos los frutos de la planta. Para ello, se utiliza un martillo con punta de roma de 8 mm de diámetro. Se dan 2 golpes de martillo para el tratamiento Leve, 3 para el Medio, 4 para el Alto y ninguno para el Testigo.

La recolección se hace en varios pases debido a la naturaleza de la planta, comenzando en Julio y prolongándose hasta Septiembre. El criterio de recolección es que la semilla esté negra y el color de la piel mate. En la Tabla 14 se muestran los días transcurridos desde la plantación en el momento de realizar cada pase de recolección.

Tabla 14. Pases de recolección. Días desde plantación.

Pase	Días desde plantación
1°	70
2°	96
3°	117
4°	147

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- En el ensayo de defoliación manual, la pérdida de cosecha aumenta progresivamente hasta alcanzar el máximo en el momento 4. A partir de este momento las pérdidas comienzan a disminuir.
- En el ensayo de defoliación mediante agua a presión la máxima pérdida de cosecha se produce en el momento 3, disminuyendo progresivamente las pérdidas en los momentos posteriores.
- En los momentos 1 y 6 la defoliación no afecta prácticamente a la producción en el ensayo de defoliación mediante agua a presión. Sin embargo, sí afecta a la producción en el ensayo de defoliación manual.
- No se puede deducir ninguna relación entre el tiempo que pasa desde la defoliación hasta la recolección y la disminución de cosecha producida.

Las mayores pérdidas de cosecha en el ensayo de defoliación manual coinciden con el momento 4, momento que corresponde al estado fenológico “primer fruto llega a su tamaño típico”. Al defoliar las plantas en ese estado fenológico, algunos frutos quedan sin alcanzar el tamaño normal o incluso quedan sin formarse por completo.

En cuanto al ensayo de defoliación mediante agua a presión, las mayores pérdidas se dan en el momento 3, que corresponde con el estado fenológico “primera flor abierta”. Por lo tanto, muchas flores no llegan a convertirse en fruto, y esto provoca una disminución de la producción. En el ensayo de defoliación manual por el contrario, no se produce tanto daño en este estado fenológico, ya que las flores no son dañadas directamente, sino que se ven afectadas por la defoliación producida con anterioridad.

En los momentos 1 y 6, se da el caso de que son mayores las pérdidas en el ensayo de defoliación manual que en el de agua a presión. Esto se debe a que la defoliación producida mediante agua a presión es algo menor que la producida manualmente, como puede verse en la Tabla 13 de este apartado.

3- OBJETIVOS

- Simular los efectos del pedrisco en plantas de berenjena, mediante dos métodos diferentes: defoliación manual, con tijeras, y defoliación con agua a presión.
- Obtener datos de reducción de cosecha en las plantas defoliadas.
- Obtener ecuaciones de regresión que relacionen el porcentaje de defoliación con el de pérdida de cosecha en diferentes estadios fenológicos.
- Obtener los datos elaborados para facilitar la acción de tasación a realizar por los técnicos del seguro agrario.

4 – MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1- PARCELAS DE ENSAYO.

4.1.1- Situación.

Las parcelas en las que se realizaron los ensayos de defoliación están localizadas en término del municipio de Peralta, localidad situada al sur de Navarra.

Las 2 parcelas de ensayo, se encuentran en el paraje “La Serna”, en el polígono 4, parcela 368 y pertenecen a la S.A.T “Huerta de Peralta”.

Dentro de la parcela 368, se escogió la zona más homogénea de un cultivo preestablecido de berenjena para llevar a cabo los ensayos. Una vez seleccionada y marcada la zona, se diferenciaron dos parcelas. En cada una de ellas, se llevó a cabo un método distinto de defoliación; defoliación manual, con tijeras, y defoliación mediante máquina de agua a presión (Karcher).

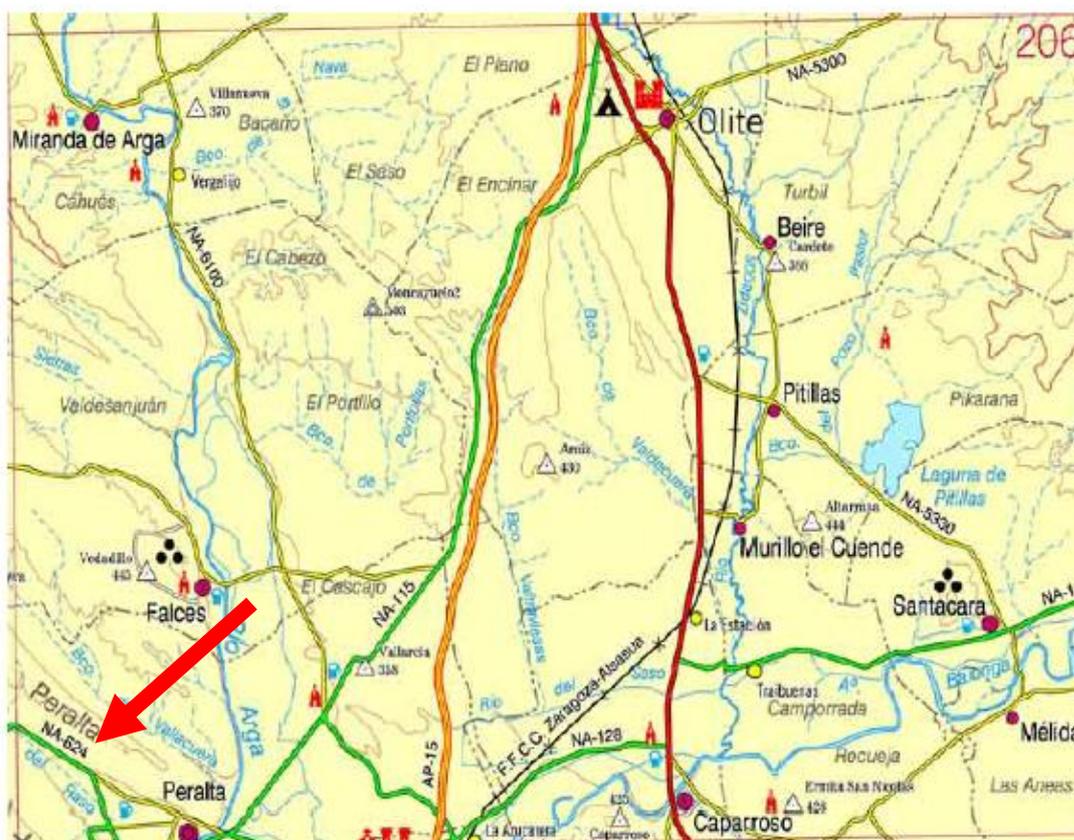


Figura 2. Localización de las parcelas de ensayo.

4.1.2- Características climatológicas.

La zona de realización del ensayo está situada al sur de Navarra y tiene un clima Mediterráneo templado, que se caracteriza por tener;

- Veranos secos.
- Grandes oscilaciones anuales de temperatura.
- Lluvias poco frecuentes e irregulares. (menos de 500mm anuales).

Otra cuestión importante a tener en cuenta es el viento dominante, que en esta zona es el viento de dirección NO-SE, denominado Cierzo.

La zona es especialmente árida en verano, con temperaturas muy altas y lluvias escasas. En esta estación es habitual la presencia de vientos secos de componente S o SE.

Las horas de sol anuales son entre 2300 y 2800 h., siendo una de las zonas más soleadas de Navarra.

En la tabla 15, se muestran los datos climatológicos recogidos en la estación manual de Falces durante el ciclo del cultivo, a lo largo del cual se realizó el ensayo (de mayo a septiembre de 2007).

Tabla 15. Datos climatológicos de la estación de Falces, durante el ciclo del cultivo.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precip. (l/m ²)	32,3	17,9	0	5,8	17,9
temperatura máx.(°C)	20,8	26,7	28,1	28	24,5
temperatura mín.(°C)	11,2	12,9	17,1	14,6	12,8
temperatura med.(°C)	16,2	19,8	22	20,9	18
HR. Med. (%)	69	62,2	54,2	58,1	63,3

www.meteonavarra.es. Datos elaborados.

4.2- VARIEDAD UTILIZADA.

La variedad utilizada fue “Nilo”, perteneciente a la casa Rijkson.

4.3- PLANTACIÓN.

El 13 de Mayo, se realizó la plantación.

Para el ensayo se tomaron 8 líneas con una separación entre sí de 1,65 m. Cada línea, estaba formada por 120 plantas distanciadas 0,373 m unas de otras.

4.4- FERTILIZACIÓN.

En primer lugar se aportó estiércol como abonado de fondo.

Se realizó un segundo abonado después de la plantación, aplicando mediante fertirrigación, solución nitrogenada N32 y abono líquido complejo de equilibrio 8:4:12.

4.5- TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.

Se emplearon dos insecticidas: DECIS (deltametrina, 2,8 % p/v) y RELDAN (clorpirifos metil, 43,2 % p/p).

También se aplicó el fungicida mancozeb (80 % p/p).

4.6- DISEÑO DE LOS ENSAYOS Y TRATAMIENTOS APLICADOS.

Los dos ensayos, se hicieron en dos parcelas contiguas. Cada ensayo, simuló las defoliaciones que produce el pedrisco de manera distinta: en una de ellas se realizó la defoliación mediante tijeras (cortando las hojas) y en la otra, se realizó mediante una máquina Kärcher que aplica agua a presión.

Los dos ensayos están diseñados en split-plot (parcelas subdivididas). La distribución de las parcelas y subparcelas fue la misma en los dos ensayos. La distribución de ambas puede verse en la Figura 4 y la Figura 5.

El tratamiento principal fue el momento en el que se llevaron a cabo las defoliaciones (6 momentos para cada ensayo). En la tabla 16 quedan reflejados los 6 momentos de defoliación. Para cada momento se apuntó la fecha de defoliación, y el estadio fenológico en el que se encontraban las plantas en dicho momento.

Tabla 16. Momentos de defoliación en ambos ensayos.

Momento	Fecha	Días desde plantación	BBCH (*)	Estado fenológico
1	29/05/2007	16	29	9 o más hojas totalmente desplegadas
2	12/06/2007	30	51	Primer botón floral visible
3	03/07/2007	51	61	Primera flor abierta
4	20/07/2007	68	71	Primer fruto llega a su tamaño típico
5	31/07/2007	79	83	30% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos
6	24/08/2007	103	86	60% de los frutos han alcanzado el tamaño, forma y color típicos

* Número de clasificación según el código de estadios fenológicos del BBCH.

El tratamiento secundario fue el grado de intensidad de la defoliación (testigo, leve, medio y alto).

Cada ensayo, tuvo 4 repeticiones.

Cada línea de plantas, tenía 6 parcelas de 20 plantas, 6 momentos, que a su vez contaban con 4 subparcelas que se correspondían con 4 grados de intensidad de la defoliación: Testigo, daño Leve, daño Medio y daño Alto y de 5 plantas cada una.

El tratamiento secundario fue distinto en los dos ensayos. En el ensayo de defoliación manual se utilizaron modelos visuales sobre fotocopia de hojas. En éstas, se marcaron las líneas que determinaban el porcentaje de eliminación de la hoja; 0% en Testigo, 33% en daño Leve, 66% en daño Medio y 100% en daño Alto.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, se establecieron las mismas categorías que en el de defoliación manual (Testigo, Leve, Medio y Alto), pero los porcentajes correspondientes al grado de defoliación fueron distintos (tal y como se explica en el siguiente apartado). Estos porcentajes, se calculan mediante el analizador de imágenes WINDIAS de DELTA-T.

Por otra parte, en ambos ensayos hubo que realizar algunas de las defoliaciones cuando la planta ya tenía frutos. En estos casos se ocasionaron pequeñas perforaciones de 8 mm en los frutos. Para ello, se utilizó un martillo de punta roma. Se hicieron 3 perforaciones en los frutos de las plantas de tratamiento Leve, 4 en las de Medio y 5 en las de Alto.

REPETICIÓN I	REPETICIÓN II	REPETICIÓN III	REPETICIÓN IV
M4	M1	M4	M1
M6	M6	M5	M2
M1	M5	M1	M3
M3	M4	M3	M6
M5	M2	M2	M4
M2	M3	M6	M5

M_x	ALTO MEDIO LEVE TESTIGO
-------	----------------------------------

Figura 3. Distribución de las parcelas, momentos, y las subparcelas, repeticiones, mediante el diseño split-split y distribución de cada subparcela, dividida en los 4 tratamientos aplicados.

4.7- MÉTODO DE DEFOLIACIÓN POR APLICACIÓN DE AGUA A PRESIÓN Y ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE DEFOLIACIÓN.

4.7.1- Método de defoliación por aplicación de agua a presión.

Para simular la defoliación que sufren las plantas debido al pedrisco, se utilizó una máquina proyectora de agua a presión tipo Karcher, modelo K 3300 GS. Ésta máquina, es una motobomba conectada a una lanza (modelo 4.763- 184) mediante una manguera de 15 m de longitud. Al final de la lanza, lleva una boquilla rotatoria cuya proyección simula con mayor exactitud el efecto del pedrisco. Las características de esta máquina son las siguientes:

- Marca: Karcher.
- Modelo: K 3300 GS.
- Modelo de la lanza: 4.763- 184.
- Potencia: 1375 W.
- Caudal de agua: 7.5 l/ min.
- Presión de trabajo: 110 bares.
- Peso: 14 kg.
- Dimensiones: 700x 360 x 910.

La simulación del pedrisco consiste en aplicar ráfagas de agua a presión a las plantas. Para conseguir estas ráfagas, se hacen aplicaciones en intervalos cortos de tiempo. Además al ser la boquilla de la lanza rotatoria, el efecto conseguido por el agua proyectada es muy similar al del pedrisco.

Los distintos niveles de daño en las plantas, se consiguen realizando más pasadas cuanto mayor sea el daño que se debe hacer. Es importante establecer el número de pasadas que se va a realizar para la simulación de cada daño.

Los demás factores como son la presión con la que sale el agua, la distancia de la boquilla a la planta y la velocidad de pase, se mantienen constantes en todo el ensayo.

Hay que tener en cuenta que la máquina necesita agua en todo momento. En los momentos iniciales cuando las plantas todavía son pequeñas, puede ser suficiente llevar hasta el lugar de los ensayos un par de garrafas de 30 litros llenas de agua. Conforme vayan creciendo las plantas, la cantidad de agua necesaria para simular el pedrisco será mayor y será necesario acudir a algún lugar cercano a rellenar dichas garrafas.

4.7.2 Estimación del porcentaje de defoliación.

Al utilizar agua a presión para simular el pedrisco, resulta imposible defoliar un porcentaje exacto de hoja de la planta. Por ello, se utilizó una parcela de control, apartada de los dos ensayos. En esta parcela, se defoliaron 120 plantas; 5 plantas de cada daño (Testigo, Leve, Medio y Alto) por cada momento (6 momentos).

Al realizar las defoliaciones en el ensayo, se aplicó el mismo tratamiento en estas plantas fuera de él. En cada momento, fueron defoliadas 5 plantas de cada daño y posteriormente fueron llevadas a laboratorio para estimar el porcentaje de defoliación que había sido producido. Dicha estimación se realizó de la siguiente manera:

- Se limpiaron las plantas y se eliminaron las raíces cortándolas al nivel del cuello del tallo.
- Se clasificó el estadio de cada planta según el código de clasificación de estadios del BBCH para diferentes solanáceas, entre ellas la berenjena.
- Se pesó cada planta con una balanza de precisión.
- Se arrancaron las hojas cuidadosamente, sin romperlas.
- Se pesaron por separado las hojas, el tallo y los frutos (en los momentos que había) con una balanza de precisión.

- Se estableció una tabla para cada daño y momento, como queda reflejado en las Tablas 1, 2, 3, 4,5 y 6 del Anexo 1.
- Para cada daño y momento, se seleccionó una planta representativa de entre las que se pesaban. (Figura 6).
- Se realizó el cálculo de superficie de las plantas seleccionadas utilizando el analizador de imagen WINDIAS de DELTA-T. (Figuras 7 y 8).



Momento 3. Testigo.



Momento 3. Daño Leve.



Momento 3. Daño Medio.



Momento 3. Daño Alto.

Figura 4. Plantas del momento 3 defoliadas mediante agua a presión, según los distintos tratamientos.

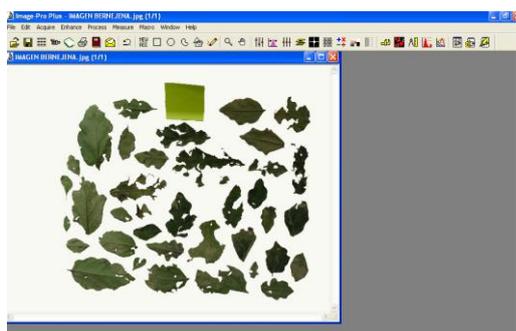


Figura 5. Foto de hojas defoliadas mediante agua a presión (con el programa WINDIAS de DELTA- T, se calcula el porcentaje defoliado).

$$\% \text{ defoliación} = [(T - \text{DAÑO})/T] * 100$$

Siendo “T” la superficie fotosintetizante de las plantas testigo y “DAÑO” la superficie fotosintetizante total para cada nivel de defoliación y momento.

En el apartado resultados y discusiones se muestran los porcentajes de defoliación calculados para cada momento.

4.8- RECOLECCIÓN

4.8.1- Fechas de recolección

La berenjena es una planta de crecimiento indeterminado, lo que significa que una vez que emite las primeras flores, no para de florecer. Esto implica que hasta el final del cultivo, coincidan en la planta flores, frutos inmaduros y frutos maduros. Por lo tanto, se hacen varias recolecciones con el fin de dejar madurar el mayor número de frutos posible.

En el ensayo se realizaron 3 pases de recolección. El criterio de recolección fue que la epidermis estuviera negra, y el brillo de ésta fuera mate.

El primer pase de recolección, tuvo lugar el 27 de julio, a 74 días de la plantación. En esta primera cosecha, se recolectaron alrededor del 27% de los frutos totales.

El segundo pase, se realizó el 16 de agosto, a 94 días de la plantación. Se cosecharon el 48% de los frutos totales.

El tercer y último pase, se hizo el día 11 de septiembre a 120 días de la plantación y se cosecharon los frutos restantes.

4.8.2- Datos cogidos en recolección.

En cada recolección se tomaron los siguientes datos para cada planta, haciendo distinción según si la planta había sido defoliada manualmente o mediante agua a presión y según el momento (I, II, III, IV, V, VI), el tratamiento (Testigo, leve, Medio, Alto) y la repetición (4 plantas de cada momento y tratamiento). Los datos tomados fueron:

- Número de frutos por planta.
- Diámetro en milímetros de un fruto representativo de cada planta.
- Longitud en milímetros de un fruto representativo de cada planta.
- Peso total en gramos del total de frutos de cada planta.
- Peso comercial en gramos del total de frutos de cada planta.
- Peso no comercial en gramos del total de frutos de cada planta.

4.9- MATERIAL GRÁFICO

En el anexo electrónico de este TFC pueden verse las fotografías tomadas en campo, donde se muestran las plantas tras aplicarles los distintos tratamientos, en los distintos momentos de intervención.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1- INTEGRALES TÉRMICAS.

Se han calculado los grados-día de los seis momentos de intervención, así como los de los tres pases de recolección. La temperatura mínima biológica del cultivo es de 11° C y la plantación se realizó el día 13 de Mayo de 2007. Los resultados pueden verse en la Tabla 17.

Tabla 17. Integrales térmicas.

	Fecha	Días desde plantación	Integral térmica (grados-día)
Momento 1	29/05/2007	16	99,6
Momento 2	12/06/2007	30	215,3
Momento 3	03/07/2007	51	408,1
Momento 4	20/07/2007	68	597,1
Momento 5	31/07/2007	79	735,6
Momento 6	24/08/2007	103	973,2
Recolección 1 ^a	27/07/2007	74	668,0
Recolección 2 ^a	16/08/2007	94	906,3
Recolección 3 ^a	11/09/2007	120	1140,4

5.2- ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE FOLIAR ELIMINADA EN CADA UNA DE LAS DEFOLIACIONES REALIZADAS CON AGUA A PRESIÓN.

Partiendo de los datos que se recogen en el Anexo 1, y tal y como se explica en el Apartado de “Materiales y Métodos” de este trabajo, se calculó el porcentaje de defoliación para cada momento; el resultado obtenido se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Porcentajes de defoliación en el ensayo de agua a presión en los 6 momentos de intervención.

Tratamientos	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Testigo	0	0	0	0	0	0
Leve	16,2	23,5	30,8	22,5	21,9	35,6
Medio	43,8	39,9	49,6	49,2	55,6	67,6
Alto	62,2	75,0	73,3	78,5	72,0	81,3

Los porcentajes de defoliación del ensayo de defoliación manual fueron los mismos para todos los momentos: Testigo 0%, Leve 33%, Medio 66% y Alto 100%.

5.3 - INFLUENCIA DEL GRADO Y MOMENTOS DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN.

En los apartados siguientes se muestran los datos de manera que puedan ser analizados los siguientes parámetros:

- Producción total de las plantas defoliadas.
- Producción comercial de las plantas defoliadas.

- Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas.
- Número de frutos por planta, según daño aplicado y momento de aplicación.
- Diámetro de los frutos, según daño aplicado y momento de aplicación.
- Longitud de los frutos, según daño aplicado y momento de intervención.

En el análisis estadístico de los datos de producción, número de frutos, longitud y diámetro de frutos no se ha observado interacción significativa entre el nivel de defoliación y el estado fenológico en ninguno de los dos ensayos. Por lo tanto, se puede concluir acerca de los dos factores por separado.

5.3.1- Producción total de las plantas defoliadas.

En las Tablas 19 y 20 pueden verse las producciones totales dependiendo del tratamiento aplicado y del momento de aplicación del mismo.

Tabla 19. Producción total (t/ha) dependiendo del tratamiento aplicado y del momento de aplicación. Ensayo de defoliación manual.

TRATAMIENTO	MOMENTO						
	1	2	3	4	5	6	MEDIA
TESTIGO	30,81	36,06	24,31	26,52	30,19	31,61	29,92a
LEVE	36,25	36,58	33,77	26,47	31,96	32,38	33,24a
MEDIO	32,79	32,24	29,15	26,03	27,26	28,51	29,40a
ALTO	27,02	26,24	15,33	14,46	16,98	24,49	20,42b
MEDIA ¹	31,07ab	32,78a	25,10ab	23,37b	26,59ab	29,25ab	

Tabla 20. Producción total (t/ha) dependiendo del tratamiento aplicado y del momento de aplicación. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

TRATAMIENTO	MOMENTO						
	1	2	3	4	5	6	MEDIA
TESTIGO	24,72	26,55	23,53	23,24	26,33	23,84	24,70a
LEVE	28,39	35,57	22,00	23,85	26,06	34,82	28,78a
MEDIO	31,05	22,76	23,58	25,95	24,68	27,30	25,89a
ALTO	27,38	23,05	16,81	16,02	24,81	23,00	21,85a
MEDIA ¹	27,89a	26,95a	21,48a	22,27a	25,47a	27,24a	

¹ Según el test de Student-Newman-Keuls, las medias de los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el ensayo de defoliación manual, se observaron diferencias significativas en la producción total de las plantas defoliadas a nivel Alto, respecto al resto de niveles de defoliación. En lo que al momento de aplicación del daño respecta, el momento 4 fue el que menores producciones totales presentó, con diferencias significativas respecto al momento 2, que fue a su vez el que mayores producciones presentó.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, no se observaron diferencias significativas ni en los daños aplicados a las plantas, ni en el momento de aplicación de los mismos, si bien puede decirse que las plantas defoliadas a nivel Alto, resultaron ser nuevamente las menos productivas. En cuanto al momento de aplicación de los daños, los momentos 3 y 4 resultaron ser los más perjudiciales.

5.3.2- Producción comercial de las plantas defoliadas.

En la recolección se han separado los frutos comerciales de los que no lo son, con el fin de estimar las pérdidas reales que ocasionaría el pedrisco. En las Tablas 21 y 22 pueden verse las producciones comerciales obtenidas en el ensayo, expresadas en T/ha.

Tabla 21. Producción comercial según tratamiento aplicado y momento de aplicación en el ensayo de defoliación manual (t/ha).

TRATAMIENTO	MOMENTO						MEDIA
	1	2	3	4	5	6	
TESTIGO	30,81	36,06	24,31	26,52	30,19	31,61	29,92a
LEVE	36,25	36,58	33,77	24,92	29,16	30,60	31,45a
MEDIO	32,79	32,24	29,15	23,86	25,06	13,40	27,24a
ALTO	27,02	26,24	15,33	11,47	15,19	8,76	18,2b
MEDIA ¹	31,0ab	32,78a	25,10abc	21,69c	24,90abc	23,20bc	

Tabla 22. Producción comercial según tratamiento aplicado y momento de aplicación en el ensayo de defoliación mediante agua a presión (t/ha).

TRATAMIENTO	MOMENTO						MEDIA
	1	2	3	4	5	6	
TESTIGO	24,72	26,55	23,53	23,24	26,33	23,84	24,70a
LEVE	28,39	35,57	22,00	21,85	23,96	32,32	26,48a
MEDIO	31,05	22,76	23,58	23,93	24,68	24,92	25,32a
ALTO	27,38	23,05	16,81	13,83	21,81	20,99	20,52a
MEDIA ¹	27,89a	26,95a	21,48a	20,71a	24,16a	24,80a	

¹ Según el test de Student-Newman-Keuls, las medias de los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el ensayo de defoliación manual, se observaron diferencias significativas en la producción de las plantas defoliadas a nivel alto respecto al resto de niveles de defoliación. En cuanto a los momentos fenológicos, las plantas defoliadas en el momento 4 mostraron las producciones menores con diferencias significativas respecto a los momentos 1 y 2. Las plantas defoliadas en el momento 2 mostraron las mayores producciones con diferencias significativas respecto a los momentos 4 y 6.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, no se observaron diferencias significativas entre los niveles de defoliación. En cuanto a los momentos fenológicos, tampoco se observaron diferencias significativas en la producción comercial, aunque igual que en el ensayo de defoliación manual, el momento 4 mostró los menores valores de producción.

5.3.3- Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas.

5.3.3.1- Obtención de curvas de reducción de cosecha en función del porcentaje de defoliación y el momento de aplicación de los daños.

Partiendo de los datos de producción para cada momento y daño aplicado, se ha calculado el porcentaje de reducción de cosecha. Para ello, se ha comparado la producción obtenida con la producción esperada (Testigo) mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción} = \frac{(\text{Producción subparcela Testigo} - \text{Producción subparcela daño})}{\text{Producción subparcela Testigo}} \times 100$$

Para cada momento se han obtenido 16 pares de valores que indican % de reducción de cosecha comercial respecto a % de defoliación aplicado. Partiendo de dichos valores se han calculado las ecuaciones de regresión lineal y cuadrática. En la tabla 23 se recogen las ecuaciones de regresiones lineales y cuadráticas correspondientes al ensayo de defoliación manual y en la tabla 24 las correspondientes al ensayo de defoliación mediante agua a presión.

Tabla 23. Ecuaciones de regresión lineales y cuadráticas correspondientes al ensayo de defoliación manual, con sus coeficientes de ajuste (R^2) y significación. X representa % de defoliación aplicado e Y % de disminución de producción comercial.

Momento	Ecuación lineal	R^2	significación	Ecuación cuadrática	R^2	Significación
M1	$y = -0,002x$	0	ns	$y = 0,009x^2 - 0,771x$	0,184	ns
M2	$y = -0,002x$	0	ns	$y = 0,01x^2 - 0,858x$	0,349	ns
M3	$y = 0,312x$	0,353	*	$y = 0,014x^2 - 0,85x$	0,605	*
M4	$y = 0,524x$	0,737	***	$y = 0,005x^2 + 0,096x$	0,765	***
M5	$y = 0,395x$	0,75	***	$y = 0,007x^2 - 0,188x$	0,845	***
M6	$y = 0,693x$	0,728	**	$y = 0,005x^2 + 0,244x$	0,746	**

Tabla 24. Ecuaciones de regresión lineales y cuadráticas correspondientes al ensayo de defoliación mediante agua a presión, con sus coeficientes de ajuste (R^2). X representa % de defoliación aplicado e Y % de disminución de producción comercial.

Momento	Ecuación lineal	R^2	significación	Ecuación cuadrática	R^2	Significación
M1	$y = -0,338x$	0,179	ns	$y = 0,019x^2 - 1,382x$	0,257	ns
M2	$y = -0,031x$	0,002	ns	$y = 0,016x^2 - 1,050x$	0,204	ns
M3	$y = 0,330x$	0,166	ns	$y = 0,007x^2 - 0,081x$	0,181	ns
M4	$y = 0,495x$	0,454	**	$y = 0,005x^2 + 0,172x$	0,466	*
M5	$y = 0,152x$	0,159	ns	$y = 0,006x^2 - 0,260x$	0,198	ns
M6	$y = 0,041x$	0,004	ns	$y = 0,006x^2 - 0,232x$	0,211	ns

Las ecuaciones de regresión cuadrática han resultado ajustarse mejor que las lineales a los resultados obtenidos. Por lo tanto, éstas han sido las utilizadas para las próximas estimaciones realizadas. Se han obtenido valores de reducción de cosecha para defoliaciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100%. Para ello, se han metido estos valores en la variante X de las ecuaciones de regresión cuadrática correspondientes a cada momento de aplicación del daño. En las Tablas 25 y 26 pueden verse las reducciones de cosecha estimadas según la defoliación producida.

Tabla 25. Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas. Ensayo de defoliación manual.

% defoliación	días desde plantación					
	16	30	51	68	79	103
20	-11,82	-13,16	-11,40	3,92	-0,96	6,88
40	-16,44	-18,32	-11,60	11,84	3,68	17,76
60	-13,86	-15,48	-0,60	23,76	13,92	32,64
80	-4,08	-4,64	21,60	39,68	29,76	51,52
100	12,90	14,20	55,00	59,60	51,20	74,40

Tabla 26. Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

% defoliación	días desde plantación					
	16	30	51	68	79	103
20	-20,04	-14,60	1,18	5,44	-2,80	-2,24
40	-24,88	-16,40	7,96	14,88	-0,80	0,32
60	-14,52	-5,40	20,34	28,32	6,00	7,68
80	11,04	18,40	38,32	45,76	17,60	19,84
100	51,80	55,00	61,90	67,20	34,00	36,80

Los valores obtenidos pueden verse gráficamente en las Figuras 7 y 8. El eje de abscisas indica los 6 momentos de defoliación (días desde la plantación) y el eje de ordenadas la disminución de producción que se produce en cada momento.

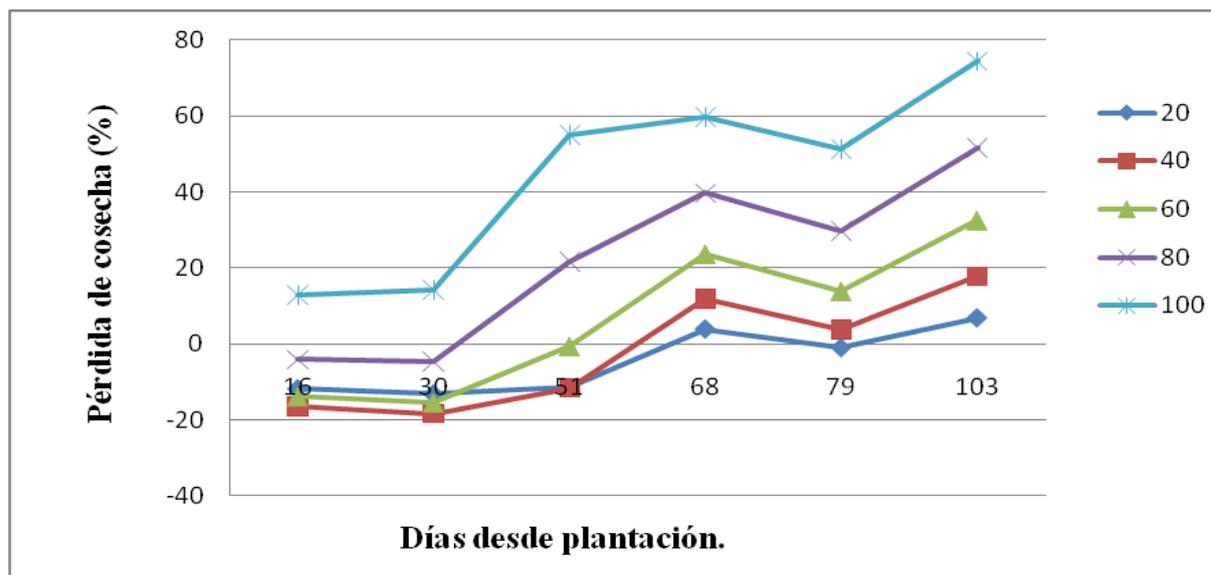


Figura 7. Disminución de cosecha según los porcentajes de defoliación aplicados. Ensayo de defoliación manual.

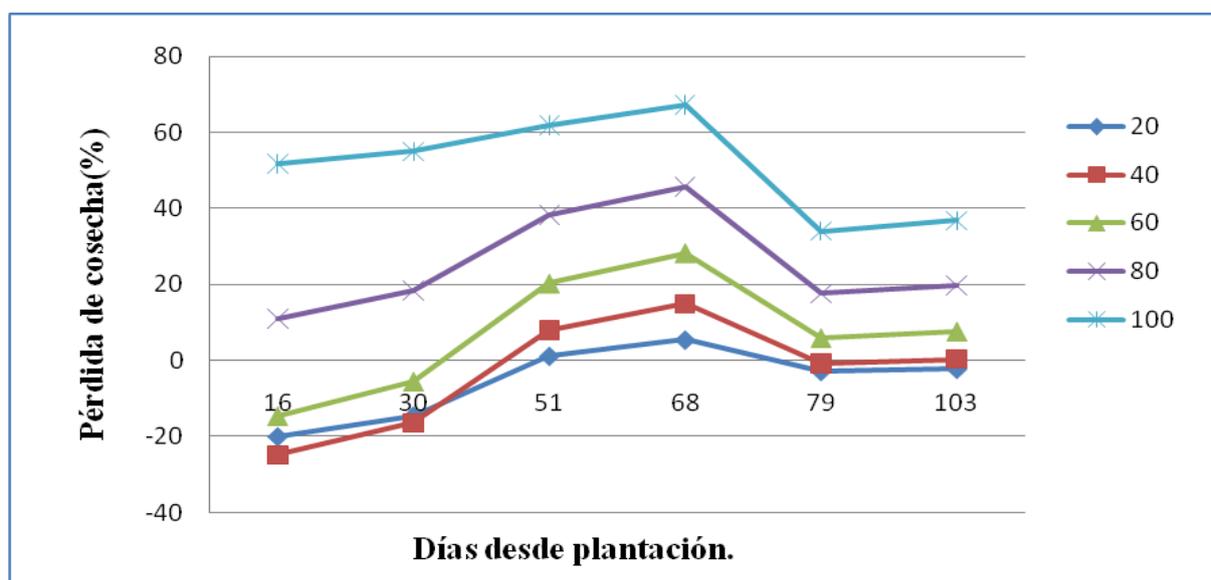


Figura 8. Disminución de cosecha según los porcentajes de defoliación aplicados. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

En el ensayo de defoliación manual (Figura 7), se ha observado que defoliaciones de entre el 20% y el 60% en los tres primeros momentos de intervención, no solo no producen pérdidas sino que producen un aumento de la cosecha. En los siguientes momentos de intervención, dichas defoliaciones producen pérdidas. Por otro lado, defoliaciones del 80% producen pequeñas ganancias en los dos primeros momentos de intervención, produciendo después pérdidas. En cuanto a defoliaciones del 100% se ha observado que producen pérdidas en todos los momentos de intervención. Las mayores pérdidas se han dado en el momento de intervención VI, para todos los niveles de defoliación.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión (Figura 8), defoliaciones de entre el 20% y el 60% han producido ganancias en los dos primeros momentos de intervención. A partir

del momento III defoliaciones del 20% apenas han influido en la cosecha, y defoliaciones de entre el 40% y el 60% han producido pérdidas, siendo éstas máximas en el momento IV. Respecto a defoliaciones de entre el 80% y el 100%, han producido reducción de cosecha en todos los momentos de intervención, siendo la reducción máxima en el momento de intervención IV.

5.3.3.2- Curvas de reducción de cosecha en función del porcentaje de defoliación y el momento de aplicación de los daños, en el ensayo realizado en 2006.

En el ensayo “Efecto de defoliaciones provocadas por aplicación de agua a presión en berenjena” realizado en 2006, las curvas de reducción de la producción según porcentaje de defoliación se realizaron utilizando las ecuaciones de regresión lineal. En las Tablas 27 y 28 pueden verse las ecuaciones de regresión lineal obtenidas en el ensayo de defoliación manual y en el de agua a presión respectivamente. En las tablas 29 y 30 se muestra la reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación aplicado, para ambos ensayos. En las Figuras 9 y 10, pueden verse las curvas de reducción de cosecha, para ambos ensayos.

Tabla 27. Ecuaciones de regresión lineal correspondientes al ensayo de defoliación manual, con sus coeficientes de ajuste (R^2). X representa % de defoliación aplicado e Y % de disminución de producción comercial.

Momento	Ecuación lineal	R^2
M1	$y = 0,2303x$	0,2622
M2	$y = 0,4186x$	0,5079
M3	$y = 0,3706x$	0,2986
M4	$y = 0,6392x$	0,9004
M5	$y = 0,3092x$	0,746
M6	$y = 0,2986x$	0,6363

Tabla 28. Ecuaciones de regresión lineal correspondientes al ensayo de defoliación mediante agua a presión, con sus coeficientes de ajuste (R^2). X representa % de defoliación aplicado e Y % de disminución de producción comercial.

Momento	Ecuación lineal	R^2
M1	$y = 0,074x$	0,0417
M2	$y = 0,476x$	0,0927
M3	$y = 0,6013x$	0,5227
M4	$y = 0,5963x$	0,9182
M5	$y = 0,6506x$	0,4951
M6	$y = 0,1385x$	0,0933

Tabla 29. Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas. Ensayo de defoliación manual.

% defoliación	días desde plantación					
	33	50	68	82	112	131
20	4,606	8,372	7,412	12,784	6,184	5,972
40	9,212	16,744	14,824	25,568	12,368	11,944
60	13,818	25,116	22,236	38,352	18,552	17,916
80	18,424	33,488	29,648	51,136	24,736	23,888
100	23,03	41,86	37,06	63,92	30,92	29,86

Tabla 30. Reducción de cosecha estimada según el porcentaje de defoliación de las plantas. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

	días desde plantación					
	33	50	68	82	112	131
20	1,48	9,52	12,026	11,926	13,012	2,77
40	2,96	19,04	24,052	23,852	26,024	5,54
60	4,44	28,56	36,078	35,778	39,036	8,31
80	5,92	38,08	48,104	47,704	52,048	11,08
100	7,4	47,6	60,13	59,63	65,06	13,85

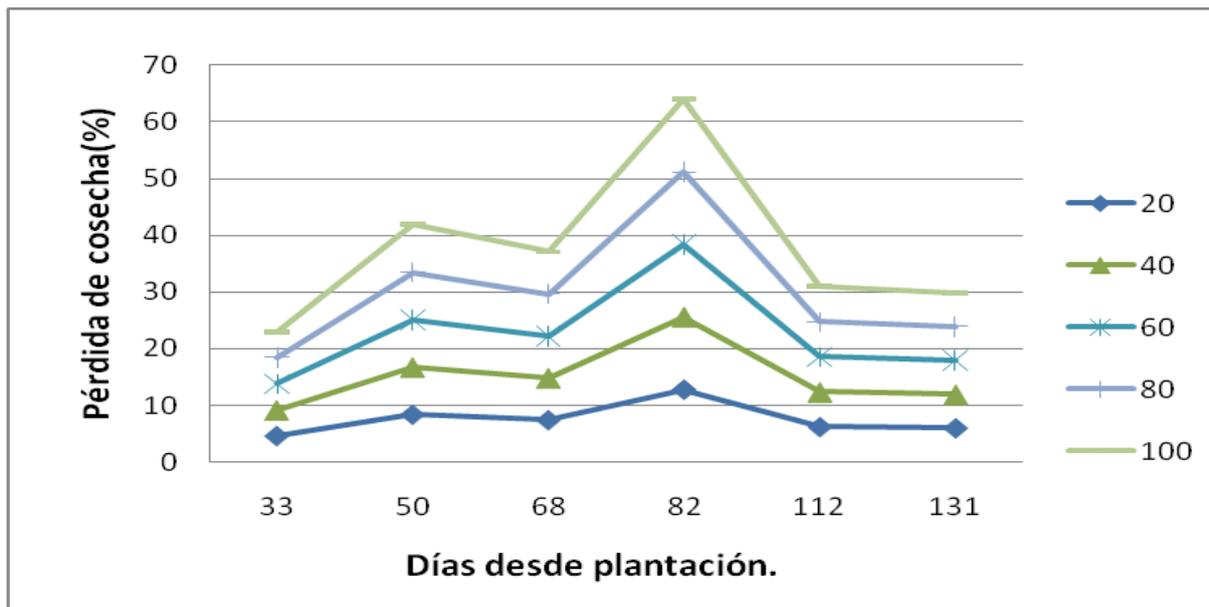


Figura 9. Disminución de cosecha según los porcentajes de defoliación aplicados. Ensayo de defoliación manual

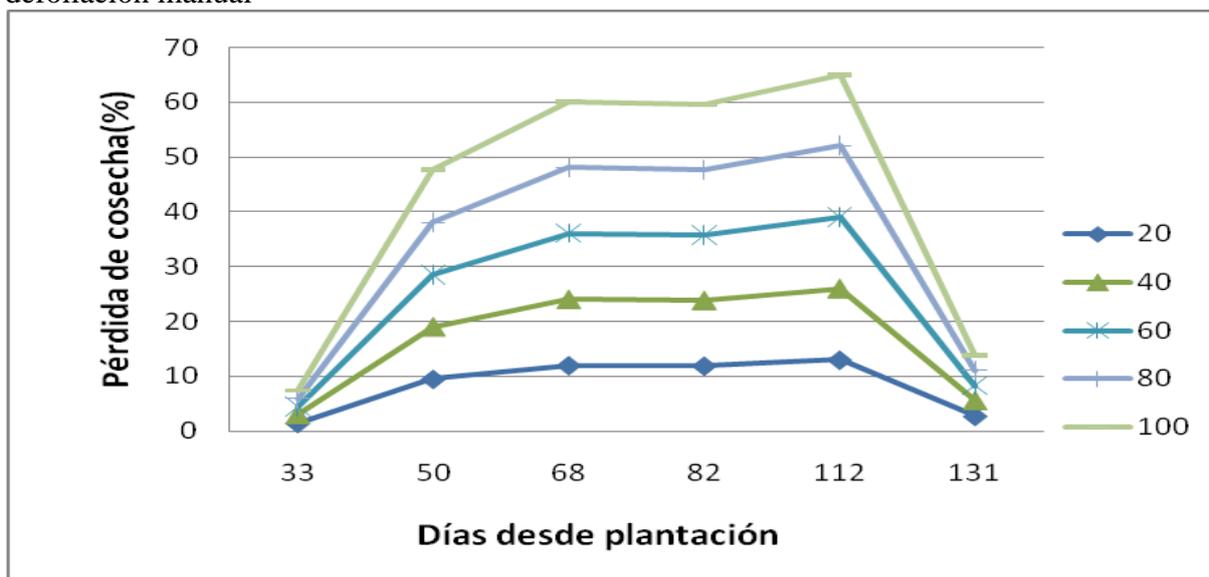


Figura 10. Disminución de cosecha según los porcentajes de defoliación aplicados. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

En el ensayo de defoliación manual (Figura 9), se observó que las pérdidas aumentaron conforme aumentó el porcentaje de defoliación de las plantas, hasta alcanzar su máximo en el momento 4. A partir de dicho momento, las pérdidas comenzaron a descender.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, las distintas defoliaciones apenas afectaron a la producción en los momentos 1 y 6. Las mayores pérdidas se dieron en el momento 5.

5.3.4- Número de frutos por planta.

En el ensayo se han analizado otros aspectos aparte de la producción (total y comercial). Uno de ellos es el número de frutos por planta, según la defoliación aplicada y el momento de aplicación. El resultado queda reflejado en las Tablas 31 y 32.

Tabla 31. Número de frutos por planta, según tratamiento aplicado y momento de aplicación. Ensayo de defoliación manual.

TRATAMIENTO	MOMENTO						MEDIA
	1	2	3	4	5	6	
TESTIGO	15	16	12	13	14	13	14a
LEVE	13	16	14	13	15	13	14a
MEDIO	16	14	13	13	13	12	13a
ALTO	13	12	9	8	9	13	11b
MEDIA ¹	14a	14a	12a	12a	13a	13a	

Tabla 32. Número de frutos por planta, según tratamiento aplicado y momento de aplicación. Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

TRATAMIENTO	MOMENTO						MEDIA
	1	2	3	4	5	6	
TESTIGO	13	14	12	12	13	11	12a
LEVE	13	15	11	12	13	14	13a
MEDIO	14	12	10	13	15	14	13a
ALTO	13	12	9	9	12	13	12a
MEDIA ¹	13a	13a	11a	11a	13a	13a	

¹ Según el test de Student-Newman-Keuls, las medias de los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el ensayo de defoliación manual, se observaron diferencias significativas en las plantas que sufrieron daño alto, respecto al resto de niveles de defoliación. En cuanto a los distintos momentos de intervención, no se observaron diferencias significativas.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, no se han encontrado diferencias significativas ni entre los distintos momentos de intervención ni entre los diferentes daños aplicados.

5.3.5- Diámetro de los frutos, según daño aplicado y momento de aplicación.

El diámetro es un factor a tener en cuenta entre los requisitos que los frutos deben cumplir para poder comercializarse. Por ello se ha analizado el efecto que han tenido las defoliaciones aplicadas sobre el diámetro de los frutos. Se han recogido los datos obtenidos en las Tablas 33 y 34.

Tabla 33. Diámetro de los frutos según tratamiento aplicado (promedio, en mm). Ensayo de defoliación manual.

TRATAMIENTO	MOMENTO						
	1	2	3	4	5	6	MEDIA
TESTIGO	53,48	53,59	53,45	52,98	55,27	46,52	52,55a
LEVE	53,81	54,59	50,41	54,49	54,26	53,76	53,55a
MEDIO	55,25	53,00	50,15	52,34	50,85	43,83	50,90a
ALTO	49,72	48,90	44,99	49,63	51,68	49,26	49,03a
MEDIA ¹	53,06a	52,52a	49,75a	52,36a	53,01a	48,34a	

Tabla 34. Diámetro de los frutos según tratamiento aplicado (promedio, en mm). Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

TRATAMIENTO	MOMENTO						
	1	2	3	4	5	6	MEDIA
TESTIGO	50,08	55,50	51,17	46,75	51,92	52,08	51,18a
LEVE	53,50	50,33	50,67	53,67	51,25	53,33	52,11a
MEDIO	54,42	51,50	51,50	52,25	52,42	57,50	53,22a
ALTO	52,92	48,00	54,83	51,83	51,92	50,17	51,57a
MEDIA ¹	52,70a	51,26a	52,02a	51,06a	51,87a	53,20a	

¹ Según el test de Student-Newman-Keuls, las medias de los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

En ninguno de los dos ensayos se han encontrado diferencias significativas, ni en el momento de intervención, ni en el nivel de daño aplicado.

5.3.6- Longitud de los frutos, según daño aplicado y momento de intervención.

La longitud de los frutos es uno de los factores a tener en cuenta para poder comercializarlos. En las Tablas 35 y 36 se muestran los resultados obtenidos en ambos ensayos, según el daño aplicado a las plantas y el momento de aplicación del mismo.

Tabla 35. Longitud de los frutos (mm). Ensayo de defoliación manual.

TRATAMIENTO	MOMENTO						
	1	2	3	4	5	6	MEDIA
TESTIGO	194,67	204,83	167,38	191,92	187,08	165,33	189,18a
LEVE	192,71	184,49	186,77	189,58	359,50	198,00	222,61a
MEDIO	194,50	199,58	202,92	159,04	188,25	152,08	188,86a
ALTO	189,00	165,00	171,75	197,33	181,58	188,08	180,93a
MEDIA ¹	192,72a	188,48a	182,20a	184,47a	229,10a	175,88a	

Tabla 36. Longitud de los frutos (mm). Ensayo de defoliación mediante agua a presión.

TRATAMIENTO	MOMENTO						MEDIA
	1	2	3	4	5	6	
TESTIGO	194,50	210,58	188,50	185,17	196,17	190,42	194,22a
LEVE	183,17	189,50	179,33	193,83	197,50	185,08	188,07a
MEDIO	190,58	192,67	193,58	209,25	210,92	192,58	198,26a
ALTO	198,83	174,67	180,17	181,83	192,00	187,00	185,75a
MEDIA ¹	191,77a	191,85a	185,40a	192,52a	199,15a	188,77a	

¹ Según el test de Student-Newman-Keuls, las medias de los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$).

En ambos ensayos se ha obtenido como resultado de los análisis estadísticos, que no hay diferencias significativas ni en el momento de intervención ni en el nivel de daño aplicado.

6.- CONCLUSIONES

En el ensayo de defoliación manual, en los dos primeros momentos de intervención se ha observado un aumento de cosecha para todos los niveles de defoliación, excepto para el de 100%, en el que se han observado pequeñas pérdidas (menores del 20%).

A partir del momento de intervención III, el nivel de defoliación de las plantas tiene mayor influencia en las pérdidas de cosecha, siendo mayores las pérdidas a mayores niveles de defoliación.

El momento de intervención más crítico ha sido el momento VI.

En el ensayo de defoliación manual realizado en 2006, se obtuvieron pérdidas para todas las defoliaciones y en todos los momentos de intervención. El momento de intervención que mayores pérdidas registró fue el momento 4.

En el ensayo de defoliación manual de 2007, las pérdidas fueron aumentando progresivamente durante todo el ensayo. En cambio en el de 2006, a partir del momento 4 las pérdidas fueron disminuyendo.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión, defoliaciones de hasta el 60%, han producido pequeñas ganancias en los dos primeros momentos de intervención.

Defoliaciones de hasta el 20%, apenas influyen en la cosecha, independientemente del momento de intervención.

El resto de niveles de defoliación, han producido pérdidas en todos los momentos de intervención, registrándose las pérdidas máximas en el momento IV (momento en el que alcanza el primer fruto su tamaño típico) para disminuir después.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión realizado en 2006, las defoliaciones producidas en los momentos 1 y 6, apenas incidieron en la producción. En el resto de momentos se registraron pérdidas.

En el ensayo de defoliación mediante agua a presión realizado en 2006, el momento 5 fue el que más crítico resultó.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- AENOR, 1996. Resumen de la UNE 155001: "Producción controlada de cultivos protegidos. Parte 7. Berenjena". Ed. AENOR.
- Boutelou, C.; Boutelou, E. 1801. Tratado de la huerta. Ed. Extramuros Edición. Madrid.
- Daunay, M.C. 1996. Aubergine? Aubergines!. PHM Revue Horticole. 374: 48-49.
- De Candolle, A. 1883. Origen de las plantas cultivadas. (2ªed.) Ed. París.
- Dungan, G. H. 1928. Effect of hail injury on the development of the corn plant. Jour. Amer. Soc. Agron. 20: 51-54.
- Dungan, G. H. 1930. Relation of blade injury to the yielding ability of corn plants. Jour. Amer. Soc. Agron. 22: 164-170.
- Durán, J.M.; Retamal, N.; del Hierro, J.; Rodríguez Almazán, E. 1994. La simulación de daños de granizo en especies cultivadas. Agricultura. 740: 214-218.
- Huarte, N. Efecto de defoliaciones provocadas por aplicación de agua a presión en berenjena (*Solanum melongena* L.). 2006. Informe para Agroseguro de la Universidad Pública de Navarra.
- F.A.O (Food and Agriculture Organization). 2003. Producción mundial de berenjena.
- Feller *et al.* 1995. Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las solanáceas.
- Giambanco de Ena, H. 1998. Manipulación de la berenjena. Horticultura Internacional. Nº extra 2: 66-72.
- Kiesselbach, T.A.; Lyness, W. E. 1945. Simulated hail injury of corn. Nebraska Sta. Bul. 377, 22 p.
- Lester R.N y Hasan S.M.Z. 1991. Origin and domestication of the brinjal egg plant, *Solanum melongena*, from *S. incanum*, in Africa and Asia: 369-387. Ed. The Linnean Society of London. Londres.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2007. Anuario de Estadística Agroalimentaria.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2008. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos en España.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2008. Plan de seguros agrarios. B.O.E: nº 4 de 4 de Enero: 941-948.
- Muro, J. 1987. Efectos de simulación de daños de pedrisco en maíz (*Zea mays* L.). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- NCIA (National Insurance Association). 1983. Tabla de tasación. Documento interno.
- Nonnecke, I.L. 1989. Vegetable Production. 240-247. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York.
- OCEMAG (Común d'Expertises des Mutuelles d'Assurance Grêle. 1985. Tabla de tasación. Documento interno.
- Prohens, J y Nuez, F. 2001. Variedades tradicionales de berenjena en España. Vida Rural. 130: 46-50.
- Shapiro, C. A.; Peterson, T. A.; Flowerday, A. D. 1986. Yield Loss Due to Simulated Hail Damage on Corn: A Comparison of Actual and Predicted Values. Agron J 78:585-589.

- Schneiter, A.A.; Jones, J.M.; Hammond, J.J. 1987. Simulated hail research in sunflower: Defoliation. *Agron. J.* 79:431–434.
- Vasilas, B.L., and R.D. Seif. 1985. Pre-anthesis defoliation effects on six corn inbreds. *Agron. J.* 77:831-835.
- Weber, C. R.; Caldwell, B. E. 1966. Effects of Defoliation and Stem Bruising on Soybeans. *Crop Science Society of America.*6: 25-27.

- RESÚMEN

Este Trabajo Fin de Carrera forma parte de la línea de investigación del Departamento de Producción Agraria de la E.T.S.I.A de la U.P.N.A, dirigida por el Dr. D. Julio Muro Erreguerena, que investiga los daños producidos por el pedrisco en diferentes especies agrícolas en colaboración con la empresa AGROSEGURO, con el fin de poder elaborar tablas de tasación objetivas.

La investigación se centra en la acción defoliadora que produce el pedrisco y en la merma de cosecha producida como consecuencia de dicha defoliación.

Se llevaron a cabo dos ensayos diferentes en dos parcelas contiguas de Peralta, donde se plantaron berenjenas de la variedad Nilo (casa Rijkson). En uno de los ensayos se defoliaron las plantas de manera manual (mediante tijera) y en el otro mediante agua a presión (utilizando una máquina denominada “Kärcher”). Los dos ensayos fueron diseñados en split-plot (parcelas subdivididas) y la distribución de las parcelas y subparcelas fue la misma en ambos. El tratamiento principal fue el momento en el que se llevaron a cabo las defoliaciones (6 momentos para cada ensayo). El tratamiento secundario fue el grado de intensidad de la defoliación (Testigo, Leve, Medio y Alto) y fue distinto en los dos ensayos. En el de defoliación manual se utilizaron modelos visuales sobre fotocopia de hojas y se defolió el 0% en Testigo, 33% en daño Leve, 66% en daño Medio y 100% en daño Alto. En el de agua a presión, se establecieron las mismas categorías que en el de defoliación manual (Testigo, Leve, Medio y Alto), pero los porcentajes correspondientes al grado de defoliación fueron distintos y se calcularon después mediante el analizador de imágenes WINDIAS de DELTA-T. En ambos ensayos hubo que realizar algunas de las defoliaciones cuando la planta ya tenía frutos. En estos casos se ocasionaron pequeñas perforaciones de 8 mm en los frutos, utilizando un martillo de punta roma. Se hicieron 3 perforaciones en los frutos de las plantas de tratamiento Leve, 4 en las de Medio y 5 en las de Alto.

En el ensayo se realizaron 3 pases de recolección, recogiendo los datos de peso total de las plantas, peso comercial, peso no comercial, número de frutos por planta, diámetro de los frutos y longitud de los frutos.

Se analizaron estadísticamente los datos obtenidos en la cosecha y se calculó utilizando la producción comercial, la reducción de cosecha estimada para diferentes niveles de defoliación (20%, 40%, 60%, 80% y 100%). Posteriormente, se obtuvieron las curvas de reducción de cosecha en función del porcentaje de defoliación y el momento de aplicación de los daños.

Los datos obtenidos se compararon con los del ensayo “Efecto de defoliaciones provocadas por aplicación de agua a presión en berenjena” realizado en 2006 por el Departamento de Producción Agraria de la U.P.N.A, utilizando una variedad de berenjena diferente a la utilizada en este T.F.C.