UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SIEMBRA DIRECTA DEL PIMIENTO

Tesis Doctoral

Presentada por:

D. José Cavero Campo

Ingeniero Agrónomo

Tutor:

D. José Alagarda Pardo
Profesor Titular
E.T.S.I.A. (Valencia)

Codirigida por:

- D. Ramiro Gil Ortega
  Dr. Ingeniero Agrónomo
  S.I.A. (Zaragoza)
- D. Carlos Zaragoza Larios
  Dr. Ingeniero Agrónomo
  S.I.A. (Zaragoza)

ENERO 1993

DIPUTACION GENERAL DE ARAGON

Departamento de Agricultura Ganadería y Montes

D. Ramiro Gil Ortega, Dr. Ingeniero Agrónomo, jefe de la Unidad de Tecnología en Producción Vegetal del Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza y D. Carlos Zaragoza Larios, Dr. Ingeniero Agrónomo, jefe de la Unidad de Sanidad Vegetal del citado centro,

EXPONEN:

Que de acuerdo con la resolución del Consejo Docente del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia de fecha 22/12/89, han actuado como directores de la Tesis "Factores que influyen en la siembra directa del pimiento", realizada por el Ingeniero Agrónomo D. José Cavero Campo, y por la presente

AUTORIZAN

La presentación de la Memoria adjunta a los efectos académicos oportunos.

Zaragoza a veintinueve de Diciembre de mil novecientos noventa y dos.

Fdo. D. Ramiro Gil Ortega

Fdo. D. Carlos Zaragoza Larios

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
VEGETAL
E. T. S. INGENIEROS AGRONOMOS

Universidad Politécnica
Camino de Vera 14
46020 VALENCIA

UNIVERSIDAD POLITECNICA
DE VALENCIA
Dpto. DE PRODUCCION VEGETAL
REGISTRO DE Salida
NUM. 8 FECHA 8-1-93.

D. José Alagarda Pardo, Dr. Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular de Cultivos Herbáceos del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia,

EXPONE:

Que de acuerdo con la resolución de la Comisión de Investigación 3er ciclo del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia de fecha 11/7/91, ha actuado como Tutor de la Tesis "Factores que influyen en la siembra directa del pimiento", realizada por el Ingeniero Agrónomo D. José Cavero Campo, y por la presente

AUTORIZA

La presentación de la Memoria adjunta a los efectos académicos oportunos.

Valencia a siete de Enero de mil novecientos noventa y tres.

J. Alagarda

Fdo: D. José Alagarda Pardo

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
VEGETAL
E. T. S. INGENIEROS AGRONOMOS

Universidad Politécnica
Camino de Vera, 14
46020 VALENCIA

Salida
8/1/93

JOSE VICENTE MAROTO BORREGO, DIRECTOR DEL DEPARTAMENIO DE PRODUCCION VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

INFORMA:

Que a la vista de la solicitud presentada por D. JOSE CAVERO CAMPO para la lectura de su Tesis Doctoral cuyo Título: "FACIORES QUE INFLUYEN EN LA SIEMBRA DIRECIA DEL PIMIENTO". fué aprobado por la Comisión de Investigación y Tercer Ciclo de este Dpto. con fecha 22 de diciembre de 1.989. Para su presentación y admisión a trámite de lectura.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo la presente en Valencia a siete de enero de mil novecientos noventa y tres.

A mi padre

AGRADECIMIENTOS

A D. Carlos Zaragoza Larios y D. Ramiro Gil Ortega, directores de esta tesis, por su constante apoyo, estímulo y colaboración en la realización del presente trabajo.

A D. José Alagarda Pardo, tutor de la tesis, por su interés y sus aportaciones críticas a la misma.

A Dña. María Luisa Suso Martínez de Bujo y D. Alfonso Pardo Iglesias, por su ayuda y colaboración en todo momento.

A D. Fernando Villa, por su colaboración en la realización de los ensayos y sus consejos.

A D. Fernando Arrieta, Dña. Pilar Andreu, D. Mariano Fernando, D. Miguel Cardona, D. Félix Millán, Dña. Mª Carmen Uriol y Dña. Azucena Esteban de la Unidad de Sanidad Vegetal y a D. Jesús Pallarés, Dña. Rita Navarro, Dña. Elisa Fuertes, D. Pascual Orús, D. Ernesto Escota y D. Angél Marcén de la Unidad de Horticultura del Servicio de Investigación Agraria, por su colaboración en la realización de los ensayos.

A D. Patricio Arce y D. Angel Rodríguez del Rincón por proporcionarme las semillas utilizadas en los ensayos.

A D. Miguel Gutierrez y D. Juan Ignacio Macua por la información suministrada.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias por la concesión de una beca que me ha permitido realizar el presente trabajo.

Al Servicio de Investigación Agraria del Gobierno de Aragón, dónde se ha desarrollado esta tesis, por todas las facilidades dadas para la realización de la misma.

A Mari Luz y a mi familia por su apoyo y ánimo.

I N D I C E G E N E R A L

Pág.

RESUMEN 1

SUMMARY 3

I - INTRODUCCION GENERAL 5

I.1 - Introducción. 6

I.2 - El pimiento. 7
I.2.1 - Generalidades. 7
I.2.2 - Taxonomía. Descripción botánica. 7
I.2.3 - Cultivo en el mundo. 9
I.2.4 - Cultivo en España. 10

I.3 - La germinación y la emergencia en el pimiento. 14
I.3.1 - Introducción. 14
I.3.2 - La germinación. 15
I.3.2.1 - Introducción. Latencia. 15
I.3.2.2 - La semilla de pimiento. 16
I.3.2.3 - Influencia de la temperatura. 17
I.3.2.4 - Influencia del genotipo. Capacidad de germinación a baja temperatura. 19
I.3.2.5 - Influencia de la madurez del fruto. 20
I.3.2.6 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. 21
I.3.2.7 - Influencia del método de extracción de la semilla. 21
I.3.2.8 - Influencia del tamaño y del peso de la semilla. 22
I.3.2.9 - Influencia de las condiciones de conservación. 22
I.3.2.10 - Control hormonal de la germinación. 23
I.3.2.11 - Otros factores que influyen en la germinación. 24
I.3.3 - La emergencia. 25
I.3.3.1 - Introducción. 25
I.3.3.2 - Influencia de la temperatura. 25
I.3.3.3 - Influencia del tipo de suelo. 26
I.3.3.4 - Influencia de la profundidad de siembra. 27
I.3.3.5 - Influencia del tamaño y peso de la semilla. 27
I.3.3.6 - Capacidad de emergencia a baja temperatura. Selección. 28
I.3.4 - Influencia de los tratamientos con sustancias químicas y pesticidas en la germinación y la emergencia 29
I.3.4.1 - Introducción. 29
I.3.4.2 - Imbibición. Pregerminación. 29
I.3.4.3 - Acondicionamiento osmótico. 30
I.3.4.4 - Pildorado. 32
I.3.4.5 - Pesticidas. 33
I.3.5 - Test de germinación. Análisis de datos de germinación. 33
I.3.5.1 - Test de germinación. 33
I.3.5.2 - Análisis de los datos de germinación. 35

I.4 - Tecnología de la siembra directa. 39
I.4.1 - Introducción 39
I.4.2 - Influencia de la temperatura en la siembra directa del pimiento. Fecha de siembra. 40
I.4.3 - Influencia de las características del suelo. Encostramiento. Manejo. 41
I.4.4 - Acondicionamiento del suelo con sustancias químicas. 43
I.4.5 - Influencia de la profundidad de siembra. 43
I.4.6 - Técnicas de siembra directa. 43
I.4.7 - Influencia de la siembra directa en el desarrollo vegetativo y la producción de las plantas de pimiento. Efecto de la densidad de plantación en la producción. 48

I.5 - Control de malas hierbas en pimiento. 51
I.5.1 - La competencia de las malas hierbas con el pimiento. 51
I.5.2 - Cultivo de transplante. 52
I.5.2.1 - Herbicidas de pretransplante. 52
I.5.2.2 - Herbicidas de postransplante. 54
I.5.3 - Cultivo de siembra directa. 57
I.5.3.1 - Herbicidas de preemergencia. 57
I.5.3.2 - Herbicidas de postemergencia. 58
I.5.4 - Comportamiento de herbicidas bajo acolchado plástico. 58

II - OBJETIVOS 60

III - LA SEMILLA. ESTUDIO DE DIVERSOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACION. 62

III.1 - Material y métodos. 63
III.1.1 - Aspectos generales. 63
III.1.1.1 - Variedades. Obtención de la semilla. 63
III.1.1.2 - Ensayo de germinación. 64
III.1.1.3 - Análisis de los datos de germinación. 66
III.1.2 - Variables estudiadas. 68
III.1.2.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. 68
III.1.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta. 69
III.1.2.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. 69
III.1.2.4 - Influencia del método de extracción de la semilla. 69
III.1.2.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico. 79
III.1.2.6 - Influencia del peso de la semilla. 71
III.1.2.7 - Influencia del método de conservación. 71
III.1.2.8 - Influencia de la desinfección con tiram. 72
III.1.2.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos. 72

III.2 - Resultados. 73
III.2.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. 73

III.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta. 86
III.2.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. 91
III.2.4 - Influencia del método de extracción de la semilla. 97
III.2.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico. 103
III.2.6 - Influencia del peso de la semilla. 107
III.2.7 - Influencia del método de conservación. 113
III.2.8 - Influencia de la desinfección con tiram. 120
III.2.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos. 125

III.3 - Discusión. 128
III.3.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. 128
III.3.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta. 129
III.3.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. 130
III.3.4 - Influencia del método de extracción de la semilla. 130
III.3.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico. 131
III.3.6 - Influencia del peso de la semilla. 132
III.3.7 - Influencia del método de conservación. 133
III.3.8 - Influencia de la desinfección con tiram. 134
III.3.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos. 134

IV - FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN A LA GERMINACION Y A LA EMERGENCIA 136

IV.1 - Material y métodos. 137
IV.1.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura. 137
IV.1.2 - Selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen. 138
IV.1.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón. 139

IV.2 - Resultados. 141
IV.2.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura. 141
IV.2.2 - Primeros resultados de la selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen. 161
IV.2.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón. 162

IV.3 - Discusión. 170
IV.3.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura. 170
IV.3.2 - Primeros resultados de la selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen. 172
IV.3.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón. 173

V - TECNOLOGIA DE LA SIEMBRA. 175

V.1 - Material y métodos. 176
V.1.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia. 176
V.1.1.1 - Ensayos preliminares. 176
V.1.1.2 - Siembra bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo. 178
V.1.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la produccion. 186
V.1.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico. 188

V.2 - Resultados. 189
V.2.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia. 189
V.2.1.1 - Ensayos preliminares. 189
V.2.1.2 - Siembra bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo. 191
V.2.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la produccion. 232
V.2.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico. 238

V.3 - Discusión. 242
V.3.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia. 242
V.3.1.1 - Ensayos preliminares. 242
V.3.1.2 - Siembra bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo. 243
V.3.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la produccion. 247
V.3.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico. 250

VI - CONTROL DE MALAS HIERBAS. 251

VI.1 - Material y métodos. 252
VI.1.1 - Ensayos preliminares. 252
VI.1.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel). 254
VI.1.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia. 257

VI.2 - Resultados. 260
VI.2.1 - Ensayos preliminares. 260
VI.2.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel). 262
VI.2.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia. 277

VI.3 - Discusión. 290
VI.3.1 - Ensayos preliminares. 290
VI.3.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel). 290
VI.3.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia. 292

VII - COMPARACION ECONOMICA Y DE NECESIDAD DE MANO DE OBRA DE LA SIEMBRA DIRECTA FRENTE AL TRANSPLANTE. 294

VIII - DISCUSION GENERAL. 299

VIII.1 - Factores que afectan a la germinación y la emergencia del pimiento en condiciones controladas. 300
VIII.2 - Influencia de la técnica de siembra en la nascencia al aire libre, el ciclo y la producción del pimiento. 302
VIII.3 - Control de malas hierbas. 306
VIII.4 - Aspectos económicos y de necesidades de mano de obra en la siembra directa y el transplante. 308

IX - CONCLUSIONES. 309

IX.1 - Factores que afectan a la germinación y la emergencia del pimiento en condiciones controladas. 310
IX.2 - Influencia de la técnica de siembra en la nascencia al aire libre, el ciclo y la producción del pimiento. 312
IX.3 - Control de malas hierbas. 313
IX.4 - Aspectos económicos y de necesidades de mano de obra en la siembra directa y el transplante. 314

BIBLIOGRAFIA 315

I N D I C E D E F I G U R A S

Pág.

III.2.1.1 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 25 y 13 ºC. var. Piquillo. Ajuste de las curvas a los datos. 79

III.2.1.2 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 25 y 13 ºC. var. Pico. Ajuste de las curvas a los datos. 80

III.2.1.3 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 25 y 13 ºC. var. Pico 90. Ajuste de las curvas a los datos. 81

III.2.1.4 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 82

III.2.1.5 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 83

III.2.1.6 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla. var. Pico 90. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 84

III.2.1.7 - Influencia de la maduración y de la pasificación de frutos recogidos entreverados. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 85

III.2.2.1 - Influencia de la posición del fruto en la planta. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 89

III.2.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 90

III.2.3.1 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 94

III.2.3.2 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 95

III.2.3.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta. var. Buketen. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 96

III.2.4.1 - Influencia del método de extracción de la semilla. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 101

III.2.4.2 - Influencia del método de extracción de la semilla. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 102

III.2.5.1 - Efecto del uso de ClH y del tiempo de tratamiento. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 105

III.2.5.2 - Efecto del uso de ClH y del tiempo de tratamiento. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 106

III.2.6.1 - Influencia del peso de la semilla. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 110

III.2.6.2 - Influencia del peso de la semilla. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 111

III.2.6.3 - Influencia del peso de la semilla. var. Buketen . Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 112

III.2.7.1 - Influencia del método de conservación de las semillas. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 117

III.2.7.2 - Influencia del método de conservación de las semillas. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 118

III.2.7.3 - Influencia del método de conservación de las semillas. var. Buketen. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 119

III.2.8.1 - Influencia de la desinfección con tiram. var. Piquillo. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 123

III.2.8.2 - Influencia de la desinfección con tiram. var. Pico. Curvas medias de germinación a 25 y 13 ºC. 124

IV.2.1.1 - Efecto de la temperatura en la germinación. var. Piquillo y Pico. Curvas medias de germinación. 149

IV.2.1.2 - Efecto de la temperatura en la germinación. var. Buketen. Curvas medias de germinación. 150

IV.2.1.3 - Curvas medias de germinación de Piquillo, Pico y Buketen a 13, 19, 25 y 31 ºC. 151

IV.2.1.4 - Curvas medias de emergencia de Piquillo, Pico y Buketen a 13, 19, 25 y 31 ºC. 152

IV.2.1.5 - Efecto de la temperatura en el porcentaje final de germinación y emergencia de tres variedades. 153

IV.2.1.6 - Efecto de la temperatura en el comienzo de la germinación y la emergencia de tres variedades. 154

IV.2.1.7 - Efecto de la temperatura en el tiempo en que se alcanza el 50 % de la germinación y de la emergencia de tres variedades. 155

IV.2.1.8 - Efecto de la temperatura en la velocidad máxima de germinación y de emergencia de tres variedades. 156

IV.2.1.9 - Efecto de la temperatura en la velocidad media relativa de germinación y de emergencia acumulada de tres variedades. 157

IV.2.1.10 - Efecto de la temperatura en la uniformidad de la germinación y la emergencia de tres variedades. 158

IV.2.1.11 - Efecto de la temperatura en la emergencia. var. Piquillo y Pico. Curvas medias de emergencia. 159

IV.2.1.12 - Efecto de la temperatura en la emergencia. var. Buketen. Curvas medias de emergencia. 160

IV.2.1.13 - Efecto de la temperatura en la diferencia entre el T50 de la emergencia y el T50 de la germinación en tres variedades. 160

IV.2.3.1 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 25 ºC. var. Piquillo y Pico. Curvas medias de emergencia. 166

IV.2.3.2 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 25 ºC. var. Buketen. Curvas medias de emergencia. 167

IV.2.3.3 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 13 ºC. var. Piquillo y Pico. Curvas medias de emergencia. 168

IV.2.3.4 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 13 ºC. var. Buketen. Curvas medias de emergencia. 169

V.2.1.2.1 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura del aire. 193

V.2.1.2.2 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura media del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 194

V.2.1.2.3 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura máxima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 195

V.2.1.2.4 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura mínima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 196

V.2.1.2.5 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura media del suelo en mesa y llano. 197

V.2.1.2.6 - Ensayo 1. Alfranca, 1990. Evolución de la temperatura máxima y mínima del suelo en mesa y llano. 198

V.2.1.2.7 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Relación entre la emergencia según la fecha de siembra y la temperatura. 203

V.2.1.2.8 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Relación entre la emergencia según el sistema de siembra y la temperatura. 204

V.2.1.2.9 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura media en la mesa según la orientación de la línea de siembra. 206

V.2.1.2.10 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura máxima y mínima en la mesa según la orientación de la línea de siembra. 207

V.2.1.2.11 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Relación entre la emergencia según la orientación de la línea de siembra y la temperatura. 208

V.2.1.2.12 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Evolución de la temperatura del aire. 216

V.2.1.2.13 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Evolución de la temperatura media del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 217

V.2.1.2.14 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Evolución de la temperatura mínima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 218

V.2.1.2.15 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Evolución de la temperatura máxima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 219

V.2.1.2.16 - Ensayos 2 y 3. Montañana, 1991 y 1992. Relación entre la temperatura media del aire y la temperatura media del suelo bajo acolchado. 220

V.2.1.2.17 - Ensayos 2 y 3. Montañana, 1991 y 1992. Relación entre la temperatura mínima del aire y la temperatura media del suelo bajo acolchado. 221

V.2.1.2.18 - Ensayos 2 y 3. Montañana, 1991 y 1992. Relación entre la temperatura máxima del aire y la temperatura media del suelo bajo acolchado. 222

V.2.1.2.19 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Temperatura media del suelo en mesa y llano bajo acolchado plástico. 223

V.2.1.2.20 - Ensayo 2. Montañana, 1991. Temperatura máxima y mínima del suelo en mesa y llano bajo acolchado plástico. 224

V.2.1.2.21 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura del aire. 225

V.2.1.2.22 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura media del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 226

V.2.1.2.23 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura mínima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 227

V.2.1.2.24 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura máxima del aire y del suelo desnudo y con acolchado. 228

V.2.1.2.25 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura media en mesa y llano bajo acolchado plástico. 229

V.2.1.2.26 - Ensayo 3. Montañana, 1992. Evolución de la temperatura máxima y mínima en mesa y llano bajo acolchado plástico. 230

V.2.3.1 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes según la fecha de siembra. var. Piquillo. 239

V.2.3.2 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes según la fecha de siembra. var. Pico. 240

V.2.3.3 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes según la fecha de siembra. var. Morrón Luesia. 240

VI.2.2.1 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Piquillo. 274

VI.2.2.2 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Pico. 274

VI.2.2.3 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Buketen. 275

VI.2.2.4 - Ensayo preemergencia 3. Montañana, 1992. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Piquillo. 276

VI.2.2.5 - Ensayo preemergencia 3. Montañana, 1992. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Pico. 276

VI.2.3.1 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Piquillo. 287

VI.2.3.2 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Pico. 287

VI.2.3.3 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Buketen. 288

VI.2.3.4 - Ensayo postemergencia 3. Montañana, 1992. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Piquillo. 289

VI.2.3.5 - Ensayo postemergencia 3. Montañana, 1992. Efecto del tratamiento herbicida en la distribución en porcentaje de frutos según su madurez. var. Pico. 289

I N D I C E D E T A B L A S

Pág.

I.2.3.1 - Cultivo del pimiento en el mundo. 9

I.2.4.1 - Hortalizas más importantes en España en 1989. 11

I.2.4.2 - Cultivo del pimiento en España. 12

I.2.4.3 - Pimiento: serie histórica de la superficie, producción y exportaciones. 13

I.2.4.4 - Pimiento para pimentón: serie histórica de la superficie, producción y exportaciones. 13

I.5.2.1.1 - Herbicidas autorizados en España en pretransplante de pimiento. 53

I.5.2.2.1 - Herbicidas autorizados en España en postransplante de pimiento. 55

III.2.1.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de las semillas en la germinación a 13 ºC. 76

III.2.1.2 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de las semillas en la germinación a 25 ºC. 77

III.2.1.3 - Influencia de la maduración y pasificación de frutos recogidos entreverados en la germinación a 13 y 25 ºC. 78

III.2.2.1 - Influencia de la posición del fruto en la planta en la germinación a 13 ºC. 87

III.2.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta en la germinación a 25 ºC. 88

III.2.3.1 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta en la germinación a 13 ºC. 92

III.2.3.2 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta en la germinación a 25 ºC. 93

III.2.4.1 - Influencia del método de extracción de la semilla en la germinación a 13 ºC. 99

III.2.4.2 - Influencia del método de extracción de la semilla en la germinación a 25 ºC. 100

III.2.5.1 - Influencia del tiempo de tratamiento con ClH en la germinación a 13 ºC. 104

III.2.5.2 - Influencia del tiempo de tratamiento con ClH en la germinación a 25 ºC. 104

III.2.6.1 - Influencia del peso de la semilla en la germinación a 13 ºC. 108

III.2.6.2 - Influencia del peso de la semilla en la germinación a 25 ºC. 109

III.2.7.1 - Influencia del método de conservación en la germinación a 13 ºC. 115

III.2.7.2 - Influencia del método de conservación en la germinación a 25 ºC. 116

III.2.8.1 - Influencia de la desinfección con tiram en la germinación a 13 ºC. 121

III.2.8.2 - Influencia de la desinfección con tiram en la germinación a 25 ºC. 122

III.2.9.1 - Valores de los distintos índices correspondientes a la germinación de distintos lotes de semillas de la variedad Piquillo. 126

III.2.9.2 - Valores de los distintos índices correspondientes a la germinación de distintos lotes de semillas de la variedad Pico. 127

IV.1.3.1 - Características de tres suelos típicos de Aragón. 140

IV.2.1.1 - Influencia de la temperatura en la germinación. Valores medios correspondientes a los distintos índices. 145

IV.2.1.2 - Influencia de la temperatura en la germinación. Significación de los distintos efectos en los distintos índices. 146

IV.2.1.3 - Influencia de la temperatura en la emergencia. Valores medios correspondientes a los distintos índices. 147

IV.2.1.4 - Influencia de la temperatura en la emergencia . Significación de los distintos efectos en los distintos índices. 148

IV.2.2.1 - Valores medios de los distintos índices. 161

IV.2.2.2 - Análisis de correlaciones. 162

IV.2.3.1 - Influencia del tipo de suelo en la emergencia a 25 ºC. 164

IV.2.3.2 - Influencia del tipo de suelo en la emergencia a 13 ºC. 165

V.1.1.1.1 - Características de los suelos de los ensayos preliminares. 178

V.1.1.2.1 - Características de los suelos de los ensayos 1, 2 y 3. 185

V.2.1.1.1 - Ensayo preliminar 1, siembra realizada el 18/4/90. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según la variedad y los días desde la siembra. 189

V.2.1.1.2 - Ensayo preliminar 1, siembra realizada el 11/5/90. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según la profundidad y densidad de siembra y los días desde la siembra. 190

V.2.1.1.3 - Ensayo preliminar 2, siembra realizada el 15/5/90. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según el sistema de siembra y los días desde la siembra. 191

V.2.1.2.1 - Ensayo 1. Porcentajes de emergencia medios bajo polietileno transparente según el sistema y profundidad de siembra. 192

V.2.1.2.2 - Ensayo 1. Precipitaciones diarias registradas en Montañana. 199

V.2.1.2.3 - Ensayo 2, año 1991. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas según la fecha de siembra y los días tras la siembra. 200

V.2.1.2.4 - Ensayo 2, año 1991. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas según el sistema de siembra y los días tras la siembra. 200

V.2.1.2.5 - Ensayo 2, año 1991. Precipitaciones diarias registradas en Montañana. 205

V.2.1.2.6 - Ensayo 3, año 1992. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas según la orientación de las líneas de siembra y los días tras la siembra. 209

V.2.1.2.7 - Ensayo 3, año 1992. Precipitaciones diarias registradas en Montañana. 209

V.2.1.2.8 - Ensayo 2, año 1991. Diferencias medias de temperatura y desviaciones típicas durante distintos periodos entre las temperaturas del aire, el suelo desnudo y el suelo bajo acolchado plástico con microtúnel. 210

V.2.1.2.9 - Ensayo 3, año 1992. Diferencias medias de temperatura y desviaciones típicas durante distintos periodos entre las temperaturas del aire, el suelo desnudo y el suelo bajo acolchado plástico con microtúnel. 213

V.2.1.2.10 - Valores medios de las temperaturas medias, mínimas y máximas diarias del aire desde 1982 a 1991 en Montañana (Zaragoza). 231

V.2.2.1 - Ensayo 1, año 1991. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total según la densidad de plantas. 234

V.2.2.2 - Ensayo 1, año 1991. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total según el sistema de siembra. 234

V.2.2.3 - Ensayo 1, año 1991. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según la densidad del cultivo en la recolección temprana y total. 235

V.2.2.4 - Ensayo 1, año 1991. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según el sistema de cultivo en la recolección temprana y total. 235

V.2.2.5 - Ensayo 2, año 1992. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total según la densidad de plantación y el sistema de siembra. 236

V.2.2.6 - Ensayo 2, año 1992. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según la densidad de plantas y el sistema de cultivo en la recolección temprana y total. 237

V.2.3.1 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes en la var. Piquillo según la fecha de siembra. 241

V.2.3.2 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes en las var. Pico, Morrón Luesia y Buketen. 242

VI.1.1.1 - Escala de eficacia y fitotoxicidad del Grupo de Trabajo de Herbicidas de los Servicios de Sanidad Vegetal de las Comunidades Autónomas. 253

VI.1.1.2 - Características del suelo del ensayo preliminar de herbicidas 2. 254

VI.1.2.1 - Características del suelo del ensayo de preemergencia 2. 256

VI.1.3.1 - Características del suelo del ensayo de postemergencia 2. 260

VI.2.1.1 - Malas hierbas presentes en el testigo del ensayo preliminar 1. 261

VI.2.1.2 - Valores medios de la eficacia de los tratamientos del ensayo preliminar 1. 261

VI.2.2.1 - Ensayo 1, Montañana, preemergencia. Valores medios del porcentaje de emergencia a distintos días tras la siembra y de la reducción del mismo desde los 32 a los 43 días según el tratamiento y la variedad. 265

VI.2.2.2 - Ensayo 1, Montañana, preemergencia. Valores medios de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco de plantas a las 7 y 11 semanas tras la siembra según el tratamiento y la variedad. 266

VI.2.2.3 - Ensayo 1, Montañana, preemergencia. Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas según el tratamiento y la variedad. 267

VI.2.2.4 - Ensayo 1, Montañana, preemergencia. Valores medios del número de malas hierbas anuales según el tratamiento a las 2 y 4 semanas tras la siembra. 268

VI.2.2.5 - Ensayo 2, Valdegón, preemergencia. Valores medios del porcentaje medio de emergencia a los 21 y 32 días tras la siembra y de la reducción del número de plantas a los 46 y 57 días, según el tratamiento. 269

VI.2.2.6 - Ensayo 2, Valdegón, preemergencia. Valores medios del número de malas hierbas anuales según el tratamiento herbicida a las 3 y 4 semanas tras la siembra. 270

VI.2.2.7 - Ensayo 3, Montañana, preemergencia. Valores medios del porcentaje de emergencia a distintos días tras la siembra, reducción del mismo desde los 24 a los 45 días y peso fresco y seco de plantas a las 7 semanas de la siembra, según el tratamiento y la variedad. 271

VI.2.2.8 - Ensayo 3, Montañana, preemergencia. Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas según el tratamiento y la variedad. 272

VI.2.2.9 - Ensayo 3, Montañana, preemergencia. Valores medios del número de malas hierbas anuales según el tratamiento herbicida a las 24 y 45 días tras la siembra. 273

VI.2.3.1 - Ensayo 1, Montañana, postemergencia. Valores medios del porcentaje de reducción del número de plantas a los 15 días del tratamiento, de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco de plantas a las 3 y 7 semanas tras el tratamiento, según el tratamiento y la variedad. 280

VI.2.3.2 - Ensayo 1, Montañana, postemergencia. Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas según el tratamiento herbicida y la variedad. 281

VI.2.3.3 - Ensayo 2, Valdegón, postemergencia. Valores medios de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco de plantas a las 3 y 7 semanas tras la siembra según el tratamiento herbicida. 282

VI.2.3.4 - Ensayo 2, Valdegón, postemergencia. Valores medios del número de malas hierbas según el tratamiento herbicida a las 3 semanas tras la siembra. 283

VI.2.3.5 - Ensayo 3, Montañana, postemergencia. Valores medios del porcentaje de reducción del número de plantas a los 15 días del tratamiento, de la fitotoxicidad visual y del peso de plantas a las 2 y 6 semanas del tratamiento, según el tratamiento y la variedad. 284

VI.2.3.6 - Ensayo 3, Montañana, postemergencia. Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas según el tratamiento herbicida y la variedad. 285

VI.2.3.7 - Ensayo 3, Montañana, postemergencia. Valores medios del número de malas hierbas según el tratamiento herbicida a las 3 y 6 semanas del tratamiento. 286

VII.1 - Costes del transplante manual o mecanizado y necesidades de mano de obra según la densidad de plantación. 297

VII.2 - Costes de la siembra directa y necesidades de mano de obra según la densidad de plantas. 298

VII.3 - Diferencia de coste entre la siembra directa y el transplante manual y mecanizado según la densidad de plantas. 298

RESUMEN

Se ha estudiado la influencia que sobre la germinación del pimiento, en condiciones controladas de temperatura, favorable (25 ºC) y desfavorable (13 ºC), pueden tener diversos factores relativos a la procedencia y manejo de las semillas. También se analizó la influencia que factores externos a la semilla, como la temperatura y el tipo de suelo, tienen en la germinación y la emergencia. En condiciones de campo, se ha ensayado la siembra en suelo desnudo y bajo acolchado plástico con polietileno transparente (microtúnel), analizándose la evolución de las temperaturas del aire y del suelo, la influencia en la emergencia de la profundidad de siembra y la fecha y sistema de siembra (mesa o llano), el ciclo de cultivo y el efecto de la densidad de plantas en la producción. Asimismo se ha estudiado la selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia y postemergencia. Los ensayos se realizaron con las variedades de conserva Piquillo de Lodosa y Pico de Mendavia y la variedad de pimentón Buketen.

La temperatura ha resultado ser el factor que más influencia tiene en la germinación y emergencia del pimiento en condiciones controladas, aunque dentro de los límites 13 - 31 ºC, el porcentaje final de germinación y emergencia no se vio afectado. El rango óptimo para ambos procesos estuvo alrededor de 25 - 31 ºC. Por debajo de este intervalo, la velocidad y uniformidad fueron disminuyendo conforme la temperatura disminuía. A 37 ºC no hubo germinación ni emergencia. El estudio de la germinación y la emergencia a varias temperaturas permitió establecer diferentes criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura según la variedad considerada , iniciándose dicha selección en Buketen.

Ninguno de los factores analizados que podían afectar a la calidad de la semilla resultó determinante del mal comportamiento en campo. Los factores más influyentes resultaron la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla y la desinfección de las semillas con tiram. Las semillas de frutos entreverados germinaron peor que las de frutos maduros y la pasificación de los frutos mejoró ligeramente el comportamiento germinativo. Como factores no influyentes se encontraron la posición del fruto en la planta, la posición de la semilla en la placenta, el peso de la semilla y las condiciones de conservación durante seis meses. La extracción de semillas con trituradora, adición de agua y eliminación de sobrenadantes resultó un buen método. El tipo de suelo influyó ligeramente en la emergencia. Las diferencias se potenciaron a 13 ºC, en relación a las obtenidas a 25 ºC.

En las condiciones edafoclimáticas del Valle Medio del Ebro la siembra del pimiento en suelo desnudo debe descartarse, ya que las bajas temperaturas alargan el periodo de emergencia y esta es muy pobre por la casi segura formación de costra. En cambio, la siembra en microtúnel produjo emergencias superiores al 60 % . El acolchado evitó la formación de costra y aumentó la temperatura

media del suelo en 5 - 7 ºC, incrementando más las temperaturas máximas que las mínimas. La profundidad óptima fue de 1,5 - 2 cm, debiéndose realizar la siembra a comienzos de abril pues en fechas más tardías de siembra hay más riesgo de altas temperaturas en el microtúnel. El correcto manejo del plástico (fecha de agujereado y retirado) es fundamental para el éxito de la técnica.

El sistema de cultivo en mesas dio lugar a un rendimiento mayor que el cultivo en llano. No se observó diferencias en el rendimiento ni en el peso del fruto comercial entre densidades de plantas bajas y altas en Piquillo de Lodosa.

El acolchado plástico favoreció la presencia de las malas hierbas, sobre todo de aquellas más exigentes en calor (Portulaca oleracea L., Cyperus rotundus L.). Difenamida y napropamida resultaron selectivos en preemergencia bajo plástico pero no controlaron satisfactoriamente las especies dicotiledóneas. El dietatil a 4,5 kg/ha resultó selectivo en preemergencia bajo acolchado, pero en postemergencia produjo cierta fitotoxicidad. El clomazone en postemergencia del pimiento (6 - 8 hojas) resultó selectivo a 1 - 2 kg/ha, pero en preemergencia bajo acolchado fue fitotóxico. Dietatil y clomazone controlaron bien las gramíneas y dicotiledóneas. Alacloro, pendimetalina e isoxaben fueron fitotóxicos aplicados en postemergencia. La especies perennes no fueron controladas en ningun caso.

Con densidades inferiores a 50.000 plantas/ha la siembra directa en microtúnel tiene unos costes similares al transplante mecanizado, pero conforme la densidad aumenta el ahorro con la siembra directa es más importante. La siembra directa supone una menor dependencia de la mano de obra en el momento de implantación del cultivo.

SUMMARY

FACTORS AFFECTING THE RESPONSE OF PEPPERS TO DIRECT SOWING

The influence of several factors related to seed source and management on the germination of peppers was studied under favourable (25 º) and unfavourable (13 º) controlled temperature conditions. Outside factors such as temperature and soil type were also considered. In the field, seeds were sown on bare soil and under plastic mulch in microtunnel. Evolution of air and soil temperatures, influence on emergence of depth of sowing and date and system of sowing (bed or flat), crop cycle and the effect of plant population density on yield were studied. Trials were made with herbicides applied both pre-emergence and post-emergence to determine selectivity and weed control. Varieties used were "Piquillo de Lodosa" and "Pico de Mendavia" (canning), and "Buketen" (powder paprika processing).

Under controlled conditions, temperature was the most influential factor on germination and emergence, although between 13 ºC and 31 ºC final germination and emergence percentages were not affected. The optimal range for both was 25 - 31 ºC and at temperatures below this, speed and uniformity decreased. No germination or emergence was observed at 37 ºC. A study of germination and emergence at several temperatures established that the criteria for selection for quick emergence at low temperature depended on variety. This selection was started with "Buketen".

None of the analysed factors that could affect seed quality was determinant of poor behaviour of peppers in the open air. Most influential were fruit ripeness at the time of seed extraction and seed treatment with thiram. Seeds of half-ripened fruits germinated worse than those from fully ripened fruits. Over-ripening of fruits slightly improved the germination behaviour. No influence was found of fruit position on the plant, seed position on the placenta, seed weigth, or seed storage conditions for six months. Seed extraction with a grinder, the addition of water and flotation removal was a satisfactory method. The type of soil slightly influenced emergence. Differences increased at 13 ºC compared to 25 ºC.

In the soil and climatic conditions of Middle Valley of the Ebro River, sowing of peppers on bare soil is unsatisfactory because low temperatures extend the emergence time producing poor stands due to the high probability of soil crusting. In contras, sowing under a microtunnel produced more than 60 % emergence . Mulching avoided soil crusting and increased the average temperature of the soil by 5 - 7 ºC, with maximum temperatures increased more than the minimum. The optimum depth of sowing was 1,5 - 2 cm. Sowing must be done at the beginning of April because of the increasing risk of very high temperatures in the microtunnel at later sowing dates. Appropriate plastic management

(perforation and removal dates) is essential for the succes of this technique.

The yield of peppers was higher when grown on beds rather than on the flat. No differences were found in yield and commercial fruit weigth between low and high population densities in "Piquillo de Lodosa".

Plastic mulch increased the number of weeds, mainly those requiring higher temperatures (Portulaca oleracea L., Cyperus rotundus, L.). Diphenamide and napropamide were selective when applied pre-emergence under plastic mulch; they did not control dicotyledonous weeds satisfactorily. Diethathyl at 4.5 kg/ha was selective pre-emergence under plastic mulch but phytotoxicity was observed with post-emergence treatment (6 - 8 leaves). Clomazone was selective post-emergence at 1 - 2 kg/ha; phytotoxicity was found when it was applied pre-emergence under plastic mulch. Diethathyl and clomazone both gave good control of grass and dicotyledoneous weeds. Alachlor, pendimethalin and isoxaben applied post-emergence were phytotoxic. Perennial weeds were not controlled by any of the treatments

The cost of establishment of population densities lower than 50,000 plants/ha is similar with direct sowing in microtunnel or by mechanised transplants but direct sowing gives savings at greater densities. Dependence on labour at crop establishment is also lower with direct sowing.

I - INTRODUCCION GENERAL

I. INTRODUCCION GENERAL

I.1 - INTRODUCCION

El problema de la escasez y la carestía de la mano de obra para las labores agrícolas de las especies hortícolas ha empujado en los últimos años al desarrollo de técnicas de cultivo que supongan una reducción del coste y de la dependencia de la misma. Las fases de implantación y de recolección manual son generalmente las más costosas del cultivo de hortalizas al aire libre.

En el caso del pimiento este problema ha sido puesto de manifiesto tanto por autores españoles (Rodríguez y Ayuso, 1988; Costa, 1991; Domínguez, 1992; García Pardo y Altisent, 1992; Gil, 1992; Zapata et al., 1992) como extranjeros (Somos, 1984; Markovic, 1986). En nuestro país este problema está siendo particularmente importante en el pimiento para pimentón (Rodríguez y Ayuso, 1988; Costa, 1991; Domínguez, 1992; Zapata et al., 1992) ya que debido a las variedades actualmente cultivadas, de fruto pequeño y fructificación en distintos pisos, los costes de recolección manual son muy elevados. Estos autores indican como alternativa el uso de variedades de maduración agrupada adaptadas a recolección mecanizada, pero que requieren densidades de plantación de 200 - 400.000 pl/ha, lo cual hace necesario el uso de la siembra directa, pues difícilmente pueden alcanzarse y/o resultar económicamente viables estas densidades mediante transplante. Hay que tener en cuenta que cuando el destino es la industria la materia prima ha de resultar barata.

" Cuando la producción hortícola se plantea como una producción dedicada a la industria, la mecanización es absolutamente viable, y en los últimos años se han ido incorporando soluciones mecánicas cada vez más perfectas procedentes principalmente de Estados Unidos, Holanda, Hungría, Dinamarca, Inglaterra, Alemania y Francia, que han merecido una rápida asimilación por el sector" indican Gracia y Palau (1983).

Recientemente se ha generalizado en nuestro país la siembra directa en la cebolla, y la siembra directa y la recolección mecanizada en el tomate destinado a industria.

La técnica de la siembra directa puede contribuir, en el cultivo de pimiento destinado a industria (conserva y pimentón principalmente), a la reducción de costes (mano de obra y coste de la planta), lograr altas densidades de plantas y otras ventajas de orden agronómico (Orzolek y Daum, 1984). Pero debido al gran requerimiento térmico de esta especie en las fases de germinación y emergencia, con una temperatura óptima de 25 a 32 ºC (Suso y Pardo, 1981 ; Rivas et al., 1984; Aljaro y Martínez, 1987; Coons et al., 1989; González et al., 1989) la realización de siembra directa al aire libre en las condiciones edafoclimáticas del Valle Medio del Ebro, en fechas que permitan completar su ciclo al pimiento, resulta dificultosa y supone un

reto para agricultores e investigadores.

I.2 EL PIMIENTO.

I.2.1 Generalidades

El pimiento es una planta originaria de América del Sur, concretamente del área Perú-Bolivia, desde dónde se expandió al resto de América Central y Meridional. Existen referencias de que era cultivado hace 3 - 4000 años. Fue traida a España por Colón en 1493 y en el siglo XVI se expandió por Europa, Asia y Africa. Al principio se utilizó como planta ornamental, después como condimento y ya en el siglo XVII aparece su consumo en fresco (Somos, 1984; Maroto, 1986).

Sus frutos tienen un alto contenido en vitaminas C y A, que es mayor en los frutos maduros. La capsaicina es la sustancia que da el sabor picante. El contenido varía con la variedad y las condiciones ambientales. Cuánto más maduro está el fruto más capsaicina tiene. El contenido en capsaicina es un carácter heredable. Los frutos contienen pigmentos carotenoideos, principalmente de color rojo, aunque también poseen de color amarillo (Somos, 1984).

Algunas variedades se usan como ornamentales, aunque su principal aprovechamiento está en la alimentación humana tanto como hortaliza de acompañamiento, como condimento o como colorante. Como hortaliza se consume directamente, en conserva (appertizada), en salmuera o en vinagre. Como condimento su principal uso es en forma de pimentón. Ultimamente el pimentón está adquiriendo una gran importancia económica bajo la forma de oleorresina, ya que este producto está sustituyendo a los colorantes rojos artificiales utilizados en la alimentación humana, por los problemas que muchos de ellos presentan para la salud del hombre, siendo su empleo cada vez más importante en las industrias conserveras, lácteas, cárnicas, de salsas y sopas, farmaceuticas y cosmética (Costa, 1991). La oleorresina es definida por Navarro (1991) como el extracto líquido del pimentón obtenido en forma de aceite de viscosidad media con un intenso color rojo y con aroma típico del pimentón.

I.2.2 Taxonomía. Descripción botánica

El pimiento es una especie perteneciente a la familia de las Solanáceas. El cultivado en España pertenece fundamentalmente a la especie *Capsicum annuum* L.

Presenta un encuadramiento taxonómico complicado. Si bien Linneo consideró solamente dos especies, *C. annuum* L. y *C. frutescens* L., actualmente de acuerdo con el IBPGR (1983), se distinguen dos grupos de especies según el color de su flor, morada o blanca. En el grupo de flor morada existen dos ancestros siveltres muy parecidos, *C. eximium* A.T. Hunz. y *C. cardenasii*

Heiser & Smith y una especie cultivada, C. pubescens Ruíz & Pavón. Dentro del grupo de flor blanca existen dos subgrupos. El primero constituido por C. baccatum L. con sus dos variedades botánicas, la silvestre C. b. L. var. baccatum, y la cultivada, C. b. var. pendulum (Willd.) Eshbaugh. El segundo constituido por C. annuum L., C. frutescens L. y C. chinense Jacq.. Parece que C. chacoense A.T. Hunz., especie silvestre, que se sitúa entre ambos grupos, podría estar en el origen de las demás especies del genero Capsicum (Gil, 1988a).

Todas las especies son diploides (2n=24) y predominantemente autógamas (Egawa y Tanaka, 1986).

Es una planta herbácea en cultivo anual, dicotiledónea, de germinación epígea.

El sistema radicular es pivotante y profundo, pudiendo llegar hasta 70-120 cm, aunque la mayor parte de las raices laterales están en los primeros 30-60 cm y se extienden horizontalmente hasta 30-50 cm. Cuando la planta se transplanta la raíz principal queda dañada, originándose nuevas raices adventicias laterales que se desarrollan en dos filas opuestas. El peso de las raices es relativamente pequeño comparado con el del resto de la planta, representando entre el 9 y el 10 % del peso total de la planta.

El tallo es de crecimiento limitado y erecto, con un porte variable que generalmente oscila entre 0,5 y 1,5 m. La ramificación suele ser dicotómica aunque existen variedades fasciculadas, que presentan entrenudos muy cortos siendo su crecimiento muy limitado y presentando los frutos agrupados. El carácter fasciculado es recesivo. La planta se va lignificando conforme se hace más vieja.

Las hojas son enteras, lampiñas, pecioladas y de forma oval o lanceolada, de tamaño variable y con un ápice pronunciado.

Las flores suelen ser solitarias. Aparecen en los nudos y su inserción es aparentemente axilar. Son hermafroditas y tienen de 5 a 8 sépalos soldados en la base formando un cáliz tubular verde-amarillento. La corola consta de 5 a 8 pétalos soldados en la base y es blanca, amarillenta, verdosa o violácea.

El fruto es una baya semicartilaginosa de color generalmente rojo cuando está maduro. La disposición puede ser erecta o péndula, ésta última permite una mejor recolección y además los frutos están más protegidos por las hojas apareciendo menos problemas de asolanado. Las formas y tamaños son muy variables. En su interior se desarrolla la placenta donde están las semillas.

Las semillas son redondeadas, de forma reniforme, de 3 a 6 mm de diámetro y de 0,5 a 1 mm de grosor, de color amarillo pálido. Exteriormente la semilla tiene una cubierta seminal muy dura. El peso de 1000 semillas varía entre 5 y 7 g.

I.2.3 Cultivo en el mundo

De acuerdo con los datos de la F.A.O. (1989), tabla I.2.3.1, la superficie y la producción se incrementaron entre 1979-81 y 1989, respectivamente en un 9 y un 24 por 100. Asia es el principal continente productor destacando China, Turquía e Indonesia como principales productores. Le sigue Europa, dónde destaca España como principal productor, siguiendole en inportancia Rumania e Italia. En Africa es muy notable la producción de Nigeria, segundo productor mundial. En América el principal productor es México. España es el cuarto productor mundial, detrás de China, Nigeria y Turquía.

Tabla I.2.3.1 Cultivo del pimiento* en el mundo (F.A.O., 1989)

Continente	País	Superficie (ha x 1000) 1979-81	Superficie (ha x 1000) 1989	Producción (t x 1000) 1979-81	Producción (t x 1000) 1989
	España	27	25	547	666
	Rumania	21	27 F	224	400 F
	Italia	19	16	465	370
	Yugoslavia	41	39	367	263
	Bulgaria	19	18	275	197
	Hungría	16	13 F	179	180
Europa	Total	154	147	2243	2332
	China	146	168 F	1396	2022 F
	Turquía	45	55 F	575	775
	Indonesia	106	145 F	216	360 F
	Rep. Korea	131	98 F	125	153 F
	Pakistán	64	58	105	74
Asia	Total	560	593	2792	3860
	Nigeria	69	80 F	628	800 F
	Egipto	10	16 F	171	285 F
	Ghana	26	57	80	163
Africa	Total	147	193	1067	1480
	México	55	68 F	478	570 F
	EEUU	23	20 F	260	230 F
América	Total	108	124	974	1093
Todos	Total	968	1057	7076	8766

*: sin considerar la superficie dedicada a pimentón
F: estimación FAO.

I.2.4 Cultivo en España

El pimiento es uno de los cultivos hortícolas más importantes en España desde muchos puntos de vista: superficie total, superficie protegida, producción total, producción transformada, valor de la producción (sólo superado por el tomate) y volumen de exportación (sólo superado por el tomate y la cebolla). (tabla I.2.4.1).

De todas las especialidades del pimiento se exportan cantidades notables. Según el Ministerio de Economia y Hacienda en 1989 se exportaron 226.125 t de pimientos frescos, 17.459 t de pimiento de conserva y 12.600 t de pimentón.

Las principales zonas de cultivo al aire libre son Murcia (fundamentalmente dedicada al pimiento para pimentón), Andalucía, Extremadura, Castilla-La Mancha, Aragón, la Comunidad Valenciana y Navarra. El cultivo protegido se centra en la costa mediterránea: en Andalucía, Murcia y la Comunidad Valenciana, siendo éstas las principales regiones productoras (tabla I.2.4.2).

El cultivo de pimiento destinado a la industria conservera, que está entorno a las 6.000 ha (Gil, 1992), se centra fundamentalmente en el Valle del Ebro (Aragón, Navarra y Rioja) y en Castilla-La Mancha. El cultivo de pimiento para pimentón se realiza fundamentalmente en Murcia y Extremadura (tabla I.2.4.2).

La superficie total dedicada al pimiento (sin contar el destinado a pimentón) se ha mantenido con pocas variaciones desde 1970 pero la producción se ha ido incrementando hasta duplicarse debido al aumento de la superficie protegida y a los mayores rendimientos conseguidos con las nuevas variedades y las mejoras en las técnicas de cultivo. Es importante señalar que las exportaciones se han multiplicado por cien desde dicho año (tabla I.2.4.3). De forma distinta ha evolucionado la superficie, producción y exportación en el pimiento para pimentón. En los últimos años la superficie ha ido disminuyendo y también la producción y las exportaciones (que suelen constituir el 70-80 % del destino de la producción) (tabla I.2.4.4). Esto se ha debido básicamente al problema de la escasez y carestía de la mano de obra en la principal zona productora, Murcia (Costa, 1991; Zapata et al., 1992). Paises como Marruecos, Chile y Brasil, con menores costes de mano de obra, están arrebatando mercado a este tradicional producto español.

Es importante señalar el alto índice de producción transformada, ya que si a las 101.942 t de pimiento transformadas en 1989 se suma la producción de pimentón, el grado de transformación es de un 30 % (estimación propia), lo cual coloca a nuestro país en el primer lugar del mundo en este aspecto (Gil, 1992).

Tabla I.2.4.1 Hortalizas más importantes en España en 1989 (Elaboración propia a partir de Ministerio de Agricultura, 1989).

Especies	Superficie (ha) Secano	Regadío Aire libre	Regadío Protegido	Total	Producción (t)	Producción transformada (t)	%	Valor (mill. pts)	Comercio exterior (t) Importación	Comercio exterior (t) Exportación
Tomate	3.662	54.070	8.334	66.066	2.963.763	1.101.466	37,2	103.166	13.365	410.825
Pimiento *	1.237	17.124	9.085	27.446	795.418	101.942	12,8	37.909	53	226.125
Pepino	114	2.988	3.222	6.324	318.685	22.664	7,1	15.782	13	121.179
Calabaza y calabacín	1.262	3.614	2.690	7.566	241.008	15.673	6,5	10.845	207	58.135
Melón	24.649	32.144	11.238	68.031	919.167	150	-	35.019	64	121.512
Sandía	8.775	10.437	10.253	29.465	653.721	256	-	14.226	-	122.697
Col	4.635	12.092	358	17.085	439.882	10.052	2,3	17.403	3.985	24.973
Coliflor	724	13.103	-	13.827	286.903	65.652	22,6	10.712	12.595	17.515
Lechuga	1.973	32.981	480	35.434	955.281	2.650	-	30.090	3.029	111.659
Espárrago	7.956	17.990	71	26.017	99.402	57.359	57,7	29.959	245	13.402
Alcachofa	419	31.381	-	31.800	478.048	130.054	27,2	29.744	1.095	19.838
Fresa y fresón	1.292	1.915	8.323	11.530	257.914	54.919	21,3	27.418	105	117.833
Ajo	17.700	21.093	-	38.793	233.833	467	-	23.488	484	7.137
Cebolla	4.809	24.341	-	29.150	995.682	36.704	3,7	21.620	16.525	245.582
Zanahoria	330	6.264	-	6.594	244.965	5.575	2,3	4.597	-	-
Judía V.	2.135	18.261	7.723	28.119	277.564	30.137	10,9	35.075	5.275	19.978
Guisante V.	2.084	9.534	91	11.709	62.582	34.127	54,5	5.036	89	2.688
Habas V.	3.722	12.840	36	16.598	131.206	18.662	14,2	7.718	28	4.202
Total	87.478	322.262	61.904	471.644	10.352.024	1.688.504	16,3	459.807	57.157	1.645.280
Todas las hortalizas	92.056	359.704	63.754	515.518	11.180.316	1.737 052	15,5	483.485	-	-
Pimentón	1	6.578	-	6.578	17.456	17.456	100	5.007	2.103	12.738

* No incluye pimentón ni guindillas.

Tabla I.2.4.2 Cultivo del pimiento en España. (Ministerio de Agricultura, 1989).

Región	Superficie (ha) Secano	Regadío Aire libre	Regadío Protegido	Total	Producción (t)
		PIMIENTO DULCE *			
Andalucía	116	3.571	6.475	10.162	385.193
Aragón	1	2.209	-	2.210	34.442
Asturias	30	-	-	30	480
Baleares	35	339	58	432	14.510
Canarias	-	110	314	424	18.670
Castilla-La Mancha	-	2.409	-	2.409	46.800
Castilla-León	24	874	4	902	10.935
Cataluña	60	843	25	928	15.080
Extremadura	37	1.952	-	1.989	26.103
Galicia	359	532	59	950	15.795
La Rioja	-	453	-	453	7.248
Madrid	-	115	78	193	4.350
Murcia	-	361	1.179	1.540	112.860
Navarra	-	1.724	4	1.728	24.557
C. Valenciana	19	1.530	882	2.431	70.534
País Vasco	441	99	7	547	6.433
Total España	1.237	17.124	9.085	27.446	795.418
		PIMIENTO PARA PIMENTON (producto desecado)			
Castilla-La Mancha	-	248	-	248	523
Extremadura	-	1.240	-	1.240	3.011
Murcia	-	4.408	-	4.408	12.452
C. Valenciana	-	565	-	565	1.103
Total España	1	6.578	-	6.579	17.456
		GUINDILLA			
Total España	13	451	514	978	9.477

* Incluye pimiento para conserva.

Tabla I.2.4.3 Pimiento: serie histórica de la superficie, producción y exportaciones (Ministerio de Agricultura, 1989).

AÑO	Superficie (ha x 1000)	Producción (t x 1000)	Exportaciones (t)
1960	19,4	312,0	2.073
1970	24,2	394,5	2.599
1975	27,7	460,0	7.420
1980	26,9	551,4	55.620
1983	25,7	601,7	112.416
1986	27,2	692,8	194.564
1987	27,1	700,2	240.848
1988	25,4	724,2	218.865
1989	27,4	795,4	226.125

Tabla I.2.4.4 Pimiento para pimentón: serie histórica de la superficie, producción y exportaciones (Ministerio de Agricultura, 1989).

AÑO	Superficie (ha x 1000)	Producción (t x 1000)	Exportaciones (t)
1960	8,2	15,2	4.624
1970	7,7	18,4	7.135
1975	11,7	25,5	11.272
1980	8,8	20,9	12.946
1983	6,7	16,8	16.221
1986	9,1	30,9	18.537
1987	7,5	23,7	17.877
1988	7,8	23,9	16.395
1989	6,6	17,5	12.378

I.3. LA GERMINACION Y LA EMERGENCIA EN EL PIMIENTO.

I.3.1 Introducción

El vigor de las semillas ha sido definido de formas diferentes:

. "suma total de todos los atributos de la semilla que favorecen un establecimiento rápido y uniforme de plantas, sin referencia a las condiciones de campo" (Delouche y Caldwell, 1960).

. "aquella condición de buen estado sanitario y fortaleza natural de la semilla que, tras la siembra, permite que la germinación tenga lugar rápida y completamente bajo un amplio rango de condiciones ambientales" (Woodstock, 1969).

. "la propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el medio ambiente que gobierna la capacidad de una semilla de producir rápidamente una plántula en el suelo, y la extensión en que la semilla tolera un rango de factores ambientales" (Perry, 1973).

. "suma total de todos los atributos de la semilla que favorecen un buen establecimiento de plantas bajo condiciones de campo desfavorables" (Isley, 1975).

. "aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y un desarrollo normal de las plántulas bajo un amplio rango de condiciones de campo" (Mc Donald, 1980).

. "capacidad de un lote de semillas de germinar completamente, rápidamente y de forma uniforme aunque las condiciones no sean las óptimas" (Hennart, 1985).

Orzolek y Daum (1984) indican como factores responsables de las variaciones en el vigor de las semillas:

+ condiciones ambientales y de nutrición de la planta madre.

+ genotipo de la semilla.

+ estado de madurez de la semilla.

+ tamaño y peso de la semilla.

+ integridad mecánica de la semilla.

+ deterioro y envejecimiento de la semilla.

+ ataques de patógenos e insectos.

En el proceso de nascencia de una plántula dicotiledónea a partir de una semilla se puede distinguir entre el proceso de germinación, definido como la emisión de la radícula, y el proceso de emergencia o salida de la plántula a la superficie.

El conocimiento de cómo los distintos factores enumerados anteriormente y otros influyen en ambos resulta del máximo interés cuando se pretende llevar a cabo la siembra directa de las semillas en el campo. Sobre todo en el caso de especies que, como el pimiento, producen en el campo nascencias lentas y poco uniformes (Gerson y Honma, 1978; Randle y Honma, 1981; Mc Grady y Cotter, 1984; Sampaio et al., 1991).

I.3.2. La germinación.

I.3.2.1 Introducción. Latencia.

Cuando una semilla es mojada, toma agua, la respiración, síntesis proteica y otras actividades metabólicas comienzan, y después de un cierto periodo de tiempo el embrión emerge de la semilla, generalmente la radícula primero: la semilla ha germinado (Bewley y Black, 1978). Para que esto ocurra varios requerimientos deben ser satisfechos antes: en muchos casos debe existir suficiente oxígeno para permitir una respiración aeróbica y una temperatura adecuada que permita que ocurran los diversos procesos a una velocidad adecuada.

Con la palabra germinación se va a considerar todos aquellos procesos hasta que se produce la emisión de una radícula normal.

A veces las semillas son incapaces de germinar incluso cuando estos requerimientos han sido satisfechos. Esto se debe a que existe algún bloqueo en la semilla, en algún lugar de la secuencia de cambios que se dan hasta que culminan con la emisión de la radícula a través de las estructuras que la rodean. Estos impedimentos pueden ser superados porque la semilla sea expuesta a ciertos estímulos medioambientales como luz o bajas temperaturas, o bien por pequeños cambios que ocurren lentamente en la semilla con el paso del tiempo.

A la incapacidad de germinar incluso bajo condiciones favorables se le llama latencia (Bewley y Black, 1978).

Numerosos autores han indicado que las semillas de pimiento presentan una germinación lenta y poco uniforme si se comparan con otras especies hortícolas (Yaklich y Orzolek, 1977; Sosa-Coronel y Motes, 1982; O'Sullivan y Bouw, 1984; Somos, 1984; Aljaro y Wyneken, 1985; Edwards y Sundstrom, 1987; Sundstrom et al., 1987).

El pimiento se ha considerado como una especie sin latencia (Randle y Honma, 1981) ya que las semillas germinan inmediatamente después de la extracción de frutos maduros (Odland, 1938). Observaciones de germinación de semillas en los

frutos también apoyan la no existencia de latencia (Mahideen et al., 1973). La no germinación y el retraso en la germinación de las semillas de pimiento cuando éstas se extraen de frutos no maduros han sido interpretados como un cierto tipo de latencia (Randle y Honma, 1981) aunque en sentido estricto habría que hablar de una falta de desarrollo completo de las semillas, como así lo demuestra el que éstas germinaran al dejar los frutos no maduros a madurar fuera de la planta (Quagliotti et al., 1981). Randle y Honma (1981) también observaron cierta latencia en semillas de frutos maduros, variable según cultivares, que se manifestó como un retraso en la germinación y que desapareció paulatina y definitivamente a las 6 semanas de la extracción de las semillas y conservación de éstas a 24 ºC.

I.3.2.2 La semilla de pimiento.

Anatómicamente, la semilla de pimiento está compuesta por una cubierta seminal que encierra a un embrión curvado filiforme y un endospermo (que engloba el grueso de las reservas para el embrión y la joven plántula) que prácticamente llena el espacio de la semilla no ocupado por el embrión.

Para que se produzca la germinación la radícula tiene que perforar el endospermo vivo así como la cubierta seminal muerta, en el lugar de inserción de la semilla en la placenta (micrópilo). La cubierta seminal y el endospermo pueden influir en la capacidad de germinación de una semilla mediante la interferencia en la toma de agua, intercambio de gases, difusión de inhibidores endógenos o mediante restricción mecánica del embrión.

Watkins y Cantliffe (1983b) indican que la cubierta de la semilla de pimiento no ejerce ninguna restricción mecánica a la salida de la radícula sino que más bien supone una barrera al intercambio gaseoso, puesto que al eliminar las cubiertas o aumentar la concentración de oxígeno la germinación se produjo antes a 25 ºC, pero no hubo diferencia a 15 ºC (probablemente porque el suministro de oxígeno al embrión a esta temperatura era suficiente para una máxima actividad metabólica). Sin embargo, la escarificación (eliminación) del endospermo directamente en frente de la radícula redujo el tiempo de germinación tanto a 25 ºC como a 15 ºC, lo cual puso de manifiesto la barrera mecánica que éste supone a la salida de la radícula. Midiendo la resistencia mecánica que ejerce el endospermo, se vió que disminuía conforme aumentaba el tiempo de imbibición, y que esta disminución era más rápida a 25 ºC que a 15 ºC.

Watkins et al. (1985) indican que en la semilla de pimiento la parte del endospermo directamente enfrente de la radícula consiste en una capa compuesta por 7 - 9 células y que la forma por la cual la radícula penetra esta capa es desconocida , pero que podría asumirse que es tanto por una presión física aplicada por la radícula conforme crece y/o por una digestión enzimática como se ha visto en otras especies. Este autor observó que la

apariencia externa del endospermo no cambió hasta 1 día antes de la salida de la radícula, en que se observó un abultamiento en la parte del endospermo en frente de la radícula. Este cambio estuvo acompañado de rotura y pérdida de integridad celular del endospermo y una reducción en el grosor del mismo en dicha zona. La aplicación de GA3 adelantó este proceso en 1 día. Señala que parece que hay una previa degradación de las paredes celulares del endospermo antes de la salida de la radícula, aunque más bien ésta parece ocurrir una vez que la radícula ya ha salido.

Whittington et al. (1965) señalan que en tomate el endospermo actúa como una barrera mecánica para la salida de la radícula hasta que es debilitado, presumiblemente por la acción enzimática en las células de la región apical de la radícula.

Durán (1989) propone para lograr una germinación más homogénea en las semillas de especies hortícolas, la escarificación con ácido sulfúrico concentrado para facilitar la permeabilidad de las cubiertas seminales y el intercambio de gases con el medio circundante.

I.3.2.3 Influencia de la temperatura.

En pimiento se ha observado que al aumentar la temperatura hay una disminución del tiempo medio de germinación y que ésta es más uniforme (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981 ; Watkins y Cantliffe, 1983a; Watkins et al., 1983; O'Sullivan y Bouw, 1984; Somos, 1984; Aljaro y Wyneken, 1985; Aljaro y Martínez, 1987; González et al., 1989 ; Suso y Pardo, 1991a) pero que dentro de unos límites, 13 - 30 ºC, el porcentaje final de germinación no se vió afectado (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981; Somos, 1984; Suso y Pardo, 1991a).

El pimiento es una especie con gran requerimiento térmico en la fase de germinación , habiéndose indicado una temperatura óptima de germinación entre 25 ºC y 32 ºC (Bierhuizen et al., 1978; Watkins y Cantliffe, 1983a; O'Sullivan y Bouw, 1984; Somos, 1984; Coons et al., 1989; Stofella et al., 1988; González et al., 1989).

Como temperaturas subóptimas se han citado y usado en muchos ensayos de germinación: 10 - 20 ºC (Somos, 1984; Aljaro y Martínez, 1987; González et al., 1989), ≤ 17 ºC (Bierhuizen et al., 1978), 16 ºC (Gerson y Honma, 1978), 15 ºC (Irwin y Price, 1981; Watkins y Cantliffe, 1983 a y b; Watkins et al., 1985), 14 ºC (Suso y Pardo, 1991a), 13 ºC (Gerson y Honma, 1978; Randle y Honma, 1980), 10 ºC (Irwin y Price, 1981).

La temperatura mínima de germinación se ha fijado en 10,3 ºC (Bierhuizen et al., 1978), 10 ºC (Harrington y Kihara, 1960; Somos, 1984; Suso y Pardo, 1988), 6,7 ºC (Wagenvoort y Bierhuizen, 1977), si bien estos últimos autores indican una temperatura mínima admisible de 19 ºC.

Se han observado dificultades en la germinación con temperaturas altas. Bierhuizen et al. (1978) observaron que las temperaturas de 32 y 34 ºC aumentaban el tiempo de germinación respecto de 30 ºC. Lorenz y Maynard (1988) señalaron como temperatura máxima de germinación 35 ºC. Coons et al. (1989) observaron que al aumentar la temperatura por encima de 30 ºC el porcentaje de germinación disminuyó siendo la disminución a 35 ºC variable según la variedad y que a 40 ºC se redujo a menos del 5 % . Las altas temperaturas (35 y 40 º) indujeron una latencia en las semillas ya que si luego se colocaban a 25 ºC germinaban. También, observaron que si se alternaba una temperatura de 40 ºC con otras menores (25 ºC) la germinación mejoraba. Aljaro y Martínez (1987) indican que a 35 ºC hubo una disminución importante en el porcentaje final de germinación y un aumento en el tiempo medio de germinación.

Bierhuizen et al. (1978) indican que en un rango de temperaturas de 17 - 30 ºC se necesitan unos ciertos ºC hora para la germinación, pero que una vez ésta comienza, la extensión de la misma es igual, sea cual sea la temperatura.

Harrington y Kihara (1960) señalan que cuando el pimiento se pone a germinar a bajas temperaturas: 0 - 10 ºC, un gran porcentaje de la plántulas desarrollan síntomas de daño por frío cuando se las pone a una temperatura más alta, en la que la germinación ocurre. Estos daños junto con la mejor adaptación de algunos patógenos del suelo a las bajas temperaturas pueden ser la causa de las pobres emergencias en suelos fríos.

Estudiando el porqué de la velocidad menor del proceso de germinación a baja temperatura Watkins y Cantliffe (1983a) no observaron ninguna evidencia de que durante la exposición de las semillas a baja temperatura se formara o activara ningún inhibidor de la germinación. Sin embargo, en tomate Maluf y Tigchelaar (1980) indican que las variedades que no germinaban bien a bajas temperaturas era debido a la presencia de inhibidores de la germinación que inducen una latencia temporal hasta que las condiciones de temperatura son las adecuadas.

El tratamiento con calor a 75 - 76 ºC para la eliminación de algunos patógenos del pimiento como el CaMV (Capsicum Mosaic Virus) y el TMV (Tobacco Mosaic Virus) afectó negativamente a la germinación (Rast y Stijger, 1987; Park y Chiang, 1990).

Somos (1984) indica que no se observaron diferencias en la velocidad de toma de agua por las semillas entre 20 y 30 ºC. A estas temperaturas la cantidad de agua necesaria para el comienzo de la germinación se tomó en 4 horas y en 1 día se tomó la práctica totalidad del agua. Esto coincide con los resultados de Pardo y Suso (1991).

Horvath (1964) indicó que un tratamiento de las semillas de pimiento a baja temperatura (0 - 2 ºC) durante 1 - 5 días mejoró ligeramente el vigor germinativo y el porcentaje de germinación, pero hubo diferencias entre variedades.

En tomate, Coolbear et al. (1987) indican que el pretratamiento con bajas temperaturas (10 ºC) mejoró la velocidad de germinación. Sin embargo, el tratamiento no mejoró el crecimiento posterior de las plántulas, por lo que el potencial económico de este pretratamiento quedó en entredicho.

I.3.2.4 Influencia del genotipo. Capacidad de germinación a baja temperatura.

En pimiento se han observado diferencias varietales tanto en la velocidad (Coons et al., 1989; Suso y Pardo, 1991a) como en el porcentaje final de germinación a distintas temperaturas (Coons et al., 1989).

Suso y Pardo (1988) indican que a 10 ºC observaron diferencias notables entre distintas variedades en el tiempo medio de germinación y en el porcentaje final de germinación.

También se han observado diferencias varietales en la hidratación de las semillas, tanto en el total de agua absorbida como en la velocidad de la misma (Suso y Pardo 1991a).

En tomate la variabilidad genética para germinación de las semillas a baja temperatura ha sido mucho más estudiada que en pimiento. Fue indicada en primer lugar por Smith y Millet (1964) y desde entonces ha sido objeto de numerosos estudios (Cannon et al., 1973; De Vos et al., 1981: El Sayed y John, 1973; Ng y Tigchelaar, 1973; Thompson, 1974: Whittington et al., 1965; Kemp, 1968). Liptay y Schopfer (1983) atribuyeron esta variabilidad genética en la capacidad de germinar a bajas temperaturas, a una diferencia genética en la fuerza de extensión de la radícula para atravesar el endospermo y las cubiertas seminales.

Maluf y Tigchelaar (1980) indican que las diferencias encontradas entre dos genotipos de tomate en el más rápido inicio del proceso de germinación dio lugar a una más pronta emergencia, aunque también indican que la capacidad de germinar a bajas temperaturas no es un indicativo válido de una mejor capacidad de crecimiento (elongación de la radícula) a bajas temperaturas.

Smith y Millet (1964) han indicado en tomate la posibilidad de selección por rápida germinación a baja temperatura dentro de un lote de semillas en que se haya observado poca uniformidad de germinación. También indican que no detectaron relación entre la capacidad de germinación a baja temperatura y la precocidad de la variedad.

Scott y Jones (1982) trabajando con tomate han indicado que los genotipos que germinaban rápidamente a baja temperatura (10 ºC) también lo hacían a alta temperatura (20 ºC). Esto ya había sido indicado por Berry (1969).

I.3.2.5 Influencia de la madurez del fruto.

Quagliotti (1977) indica que el mejor estado de madurez del fruto para extraer las semillas es el de fruto maduro, pues se consigue el mayor rendimiento de semillas y el mayor porcentaje de germinación.

Randle y Honma (1981) encontraron en pimiento que al aumentar la madurez del fruto del que se extraían las semillas la germinación tenía lugar antes. La emergencia fue anterior con las semillas, extraidas de frutos sobremaduros que con las extraidas de frutos maduros, si bien no siempre fue mayor el porcentaje de emergencia en las semillas de frutos sobremaduros. Las semillas de frutos maduros emergieron antes que las de frutos entreverados. También indican que el proceso de postmaduración de las semillas puede darse tanto si éstas están en los frutos como si están separadas de los mismos y se almacenan secas a 24 ºC durante 6 semanas.

Quagliotti et al. (1981) señalan que la postmaduración de los frutos puede ser interesante sobretodo si los frutos no se recogen maduros. Indican que si los frutos se recogen verdes es necesario un periodo de postmaduración de al menos 20 días, siendo aconsejable unos 30 días. Vieron que así aumentaba el número de semillas viables por planta y el porcentaje de germinación. No observaron diferencias en el tiempo medio de germinación entre las semillas extraidas de frutos maduros y de verdes, aunque el porcentaje de germinación fue muy inferior en las procedentes de verdes. Observaron que los efectos de la postmaduración eran mejores si ésta se realizaba a 20 ºC que si se hacía a 10 ºC. La postmaduración de frutos maduros no mejoró sino que disminuyó, en general, el porcentaje final de germinación, pero cuando se realizó a 20 ºC redujo el tiempo medio de germinación.

Somos (1984) recomienda coger las semillas de frutos biológicamente maduros. Indica que las semillas de frutos entreverados tienen un 50 % menos de valor que las de maduros. También señala que las semillas de frutos sobremaduros, sobretodo con tiempo lluvioso, pueden comenzar a germinar en el fruto o estar en un estado de pregerminación .

Edwards y Sundstrom (1987) trabajando con pimiento Tabasco (Capsicum frutescens L.) observaron que las semillas extraidas de frutos maduros tuvieron una mayor velocidad de germinación y un mayor porcentaje final de germinación que las extraidas de frutos de color naranja. El comportamiento germinativo de las semillas extraidas de frutos rojos cosechados a los 150 días después del transplante fue superior al de semillas extraidas de frutos cosechados más tarde. Según el autor esto pudo deberse a un agotamiento de los nutrientes del suelo en el último periodo del cultivo, que pudo afectar negativamente a la nutrición de las semillas. No hubo diferencias de peso entre las semillas de frutos naranjas y las de rojos, por lo que el diferente comportamiento germinativo no se debió a diferencias en las

reservas de alimento de los cotiledones y el endospermo. Las semillas extraidas de frutos rojos respondieron favorablemente, independientemente del momento de recolección de los frutos, a un periodo de sobremaduración en seco (las semillas tal y como se extraían se colocaron en toallas de papel en oscuridad a 25 ºC durante 21 días). Esta mejora no se observó en las semillas extraidas de frutos naranjas.

Dharmatti y Kulkarni (1987) recogieron frutos a intervalos semanales entre los 10 y 59 días después de la floración en el cultivar California Wonder. El mayor porcentaje de germinación (98 %) se encontró cuando los frutos se recogieron a los 52 días de la floración.

I.3.2.6 Influencia de la posición de la semilla en la placenta.

Doijode (1991) trabajando con guindilla observó que las semillas extraidas de la parte basal del fruto germinaron con un mayor porcentaje, más rápido y emergieron antes que las de la parte media y del extremo del fruto. El autor lo atribuye a una mejor nutrición de las semillas en la parte basal.

I.3.2.7 Influencia del método de extracción de la semilla.

Somos (1984) aconseja la extracción inmediata de las semillas una vez recogidos los frutos maduros ya que el pericarpio es más flexible y se corta mejor que si está pasificado. Además, de esta forma, el pericarpio puede usarse para conserva. Indica que durante la extracción de las semillas pueden eliminarse los frutos deformes, los atacados por enfermedades, los muy pequeños que no sean típicos de la variedad y aquellos cuya placenta se haya vuelto marrón, negra o esté enmohecida. También indica este autor la posibilidad de mecanización de la extracción usando un extractor de semillas de melón. Además señala que la extracción de las semillas de la placenta puede hacerse con agua o en seco (mediante raspado). El método húmedo tiene la ventaja de que las semillas vacías quedan flotando en la superficie del agua y pueden ser eliminadas. Una vez limpias pueden colocarse en una solución del 2 % de nitrato sódico durante 10 minutos y luego se aclaran.

Se obtengan como se obtengan las semillas, Somos (1984) indica que hay que secarlas, siendo el mejor método el secado a 35 - 40 ºC con ventilación, aunque también pueden secarse al sol en capas finas.

Herner (1986) indica que uno de los factores que afectan a los daños por frío en la imbibición es la disminución de la integridad de las cubiertas de la semilla. Señala que deben evitarse aquellas técnicas de extracción que causen daño a las mismas. Matthews y Powell (1986) también indican esto.

Edwards y Sundstrom (1987) indican que en pimiento el uso de ClH en una dilución 1:20 durante 5 minutos a 25 ºC facilita la separación de las semillas de la placenta y desinfecta las cubiertas seminales.

En tomate Smith y Millet (1964) han recomendado la extracción con SO4H2 (96 %) en una determinada dilución y mezclado con la pulpa.

I.3.2.8 Influencia del tamaño y el peso de la semilla.

Sachs et al. (1980) no observaron influencia del tamaño de la semilla en la germinación a 25 ºC y a 15 ºC, aunque observaron en las semillas más pequeñas (que representaban menos del 1 % del total del lote) un peor comportamiento germinativo.

I.3.2.9 Influencia de las condiciones de conservación.

Matthews y Powell (1986) indican que durante el almacenaje pueden producirse pérdidas de vigor en las semillas. Señalan que las buenas condiciones de almacenamiento no evitan el envejecimiento de las semillas, tan solo disminuye la velocidad del mismo.

Harrington (1963) ha señalado que por cada incremento de un 1 % en el contenido en humedad de las semillas (entre el 5 y el 14 %) la duración de la vida de la misma se reduce a la mitad, y que por cada 5 ºC de aumento de la temperatura (entre 0 y 50 ºC) la duración de la vida de las semillas se reduce también a la mitad, independientemente del contenido en humedad de la semilla.

El IBPGR (1983) indica que, en condiciones normales de laboratorio, las semillas de pimiento se mantienen viables durante 5 - 8 años, dependiendo de variedades. Si se desea que mantengan su vigor y poder germinativo es recomendable mantener la humedad de la semilla en el 4 - 6 % y la temperatura a 2 - 4 ºC, para una conservación a corto-medio plazo. Esto puede conseguirse almacenando la semilla, una vez bien seca, en frigorífico, en recipientes de cierre hermético que contengan una capa de gel de sílice, para mantener la humedad interna a bajo nivel (Gil, 1988b).

Somos (1984) indica que la conservación debe hacerse a 3 - 5 ºC y con una humedad relativa baja (50 - 60 %), aunque lo normal es que se haga simplemente en un lugar bien aireado a temperatura ambiente, utilizándose sacos holgados. Bajo las condiciones habituales de conservación recomienda que ésta no se haga durante más de 1 o 2 años ya que disminuye el porcentaje de germinación y el vigor. Indica también que el mantenimiento de la calidad de las semillas depende en gran medida de las condiciones climáticas que haya habido el año de producción de la semilla. En "un mal año" en 4 años se perdió el 12 % del porcentaje de germinación y el vigor disminuyó, mientras que en "un buen año" al cabo de 6

años el porcentaje de germinación sólo había decrecido en un 9 % y el vigor casi no cambió. Este autor indica que en semillas viejas el porcentaje de emergencia fue inferior al de germinación. Mientras que en semillas de 1 año la diferencia entre uno y otro fue de un 1 %, con semillas de 4 años fue de un 6 % y con las de 6 años de un 24 %.

Quagliotti (1986) comparó distintas temperaturas y humedades relativas de conservación. La humedad relativa fue el factor más importante de deterioro del comportamiento de las semillas. El aumento, de la temperatura y de la HR empeoró el comportamiento germinativo de las semillas. Indica que el tiempo medio de germinación y el porcentaje de plántulas anormales detectan mejor el deterioro de las semillas que el porcentaje final de germinación.

Belletti y Quagliotti (1989) indican que en zonas de clima templado el almacenamiento de semillas en condiciones naturales (temperatura de habitación y baja humedad relativa) durante un periodo de hasta tres años no causa problemas en la germinación, si el contenido de humedad de las semillas era de un 5 - 6 % . También señalan que los síntomas más evidentes del envejecimiento de semillas de pimiento son, además de una rápida reducción del porcentaje final de germinación, el aumento en el tiempo medio de germinación (MGT) y el aumento de la frecuencia de plántulas anormales.

I.3.2.10 Control hormonal de la germinación.

Sosa-Coronel y Motes (1982) indican que la germinación de semillas de pimiento en columnas aireadas de agua (para su uso en "fluid-drilling") fue acelerada y la uniformidad de la germinación mejorada mediante el uso de ácido giberélico, aunque concentraciones excesivamente altas redujeron el porcentaje de germinación en algunos cultivares.

Watkins y Cantliffe (1983a) investigaron el posible control hormonal de la germinación de semillas de pimiento a temperaturas óptimas (25 ºC) y subóptimas (15 ºC). No hubo evidencia de que durante la exposición de las semillas a baja temperatura se formara o activara ningún inhibidor de la germinación. La aplicación de auxinas y kinetinas no alteró la velocidad de germinación (MTG) pero las giberelinas (GA3 y Ga4+7) sí la aumentaron, siendo el GA4+7 ligeramente más eficaz que el GA3. La diferencia en el MTG con la adición de GA4+7 fue de un día a 25 ºC y de 2 días a 15 ºC.

Watkins y Cantliffe (1983b) observaron que la aplicación de ácido giberélico dió lugar a una germinación más temprana y a una disminución de la fortaleza del endospermo. Watkins et al. (1985) indican que la aplicación de GA3 disminuyó el tiempo de salida de la radícula en 1 día.

Somos (1984) indica que el uso de giberelinas a 1 - 30 ppm aplicadas al follaje o a las flores tuvo un efecto positivo pero que el tratamiento con ácido beta-indolyl acético (heteroauxina) inhibió la germinación.

Cordin (1986) indica que la velocidad de germinación del pimiento puede ser aumentada por la adición de GA4+7, tanto a temperaturas óptimas como a bajas y que éste parece afectar a los sucesos metabólicos que ocurren antes de la aparición de la radícula y que no incluyen alteraciones de la actividad respiratoria.

Sundstrom et al. (1987) observaron que el tratamiento con ácido giberélico (GA3) de semillas de pimiento Tabasco (C. frutescens) mejoró el tiempo medio de germinación y el porcentaje de germinación en laboratorio, pero en campo el porcentaje de emergencia fue menor que el de las semillas sin tratamiento, aunque la aplicación de GA3 adelantó algo la emergencia.

González et al. (1989) observaron en C. annuum var. acuminatum que el uso de GA3 a 0 - 1000 mg/l no influyó en el comportamiento germinativo de las semillas.

Rogers y Pike (1989) indican que el tratamiento con GA3 adelantó y uniformó la germinación.

I.3.2.11 Otros factores que influyen en la germinación

El stres hídrico de la planta puede afectar adversamente al desarrollo de las semillas. Sundstrom y Pezeshki (1988) observaron que la inundación del suelo con agua durante 96 horas en la antesis afectó negativamente a la germinación de las semillas de pimiento. La viabilidad, el porcentaje de germinación y el peso medio de las semillas fue significativamente menor en las plantas inundadas. En uno de los años en que se realizó la experiencia se observó también un retraso en la germinación. La reducción en la viabilidad de las semillas pudo ser debida a la reducción en el aporte de sustancias fotosintéticas a la semilla pues la tasa fotosintética se redujo en un 62 % .

Sundstrom et al. (1990) indican que las semillas procedentes de plantas más ampliamente espaciadas presentaban mayores porcentajes de germinación y ésta era más rápida (1 día de adelanto en el MTG).

Watkins et al. (1983) indican que el aumento de la concentración de oxígeno aumentó la velocidad de germinación a 25 ºC.

I.3.3 La emergencia.

I.3.3.1 Introducción.

En el proceso de emergencia del pimiento, que comprende a la germinación como la primera fase del mismo, se produce el desarrollo y crecimiento del hipocotilo y la raiz principal, y se considera culminado con la aparición de la plántula en la superficie con los dos cotiledones desplegados.

Para la germinación la semilla debe disponer de suficiente temperatura, humedad y oxígeno, pero en el proceso de emergencia las débiles plántulas de pimiento deben superar el impedimento físico que supone el terreno o el medio en que se han sembrado.

Aljaro y Wyneken (1985), entre otros autores, han indicado la lentitud y desuniformidad de la emergencia del pimiento y la necesidad de acelerar el proceso para que disminuya el tiempo entre la siembra y la emergencia del cultivo.

Es importante señalar que en pimiento se ha observado que cultivares que sólo diferían en 1 día en el tiempo medio de germinación lo hacían en 7 días en el tiempo medio de emergencia (Gerson y Honma, 1978).

Roeggen (1987) indica que hay dos razones para una rápida emergencia : una rápida iniciación de la germinación y una velocidad rápida de desarrollo y crecimiento del hipocotilo y la radícula.

En tomate Smith y Millet (1964) observaron que las semillas de variedades que germinaban despacio a 50 ºF (10 ºC) también emergían despacio a 59 ºF (15,5 ºC), aunque cuando se consideraba un conjunto de distintas variedades podía haber modificaciones en el orden relativo de su comportamiento a distintas temperaturas.

Matthews y Powell (1986) han indicado que las pobres emergencias en campo no suelen estar asociadas a fallos en la germinación sino a fallos en el periodo de postgerminación y preemergencia.

En la presente revisión bibliográfica se recoge información sobre emergencia bien en medios artificiales bien en suelo, pero siempre de ensayos en condiciones controladas.

I.3.3.2 Influencia de la temperatura.

Bierhuizen y Wagenvoort (1974) indican que, en el caso de que las condiciones de humedad sean las óptimas, la emergencia depende fundamentalmente de la temperatura. Indican que en general los cultivos hortícolas utilizados por sus frutos requieren altas temperaturas mínimas de emergencia.

Wagenvoort y Bierhuizen (1977) en un estudio de emergencia

realizado con 26 especies hortícolas indican para el pimiento la mayor temperatura mínima admisible (19 ºC) y la mayor integral térmica (3,5 veces la del tomate). También indican para este proceso una temperatura máxima admisible de 28 ºC.

Gerson y Honma (1978) trabajando con 105 cultivares de 5 especies de Capsicum observaron que a mayor temperatura disminuía el tiempo medio de emergencia y la uniformidad de la misma. También observaron que conforme la temperatura era menor las diferencias entre especies y cultivares eran mayores. Estos autores, consideraron que 13 ºC y 16 ºC son temperaturas subóptimas para la emergencia.

Somos (1984) indica que el tiempo requerido para la emergencia del pimiento depende de la temperatura. A 30 ºC el 97 % emergió en 6 días, pero a 25 ºC el 94 % lo hizo en 8 días. A temperaturas más bajas la emergencia se retrasó 2 ó 3 veces y el porcentaje de emergencia fue de sólo el 76 % .

Aljaro y Wyneken (1985) no observaron diferencias en el porcentaje final de emergencia a 15 ºC y 20 ºC.

Rodríguez y Ayuso (1988) en un ensayo de emergencia con suelo en laboratorio a 15, 20, 25 y 30 ºC observaron que conforme aumentó la temperatura disminuyó el tiempo medio de emergencia, aumentó la uniformidad y aumentó el porcentaje de emergencia (a 15 ºC hubo un aumento drástico del tiempo medio de emergencia y una disminución importante del porcentaje de emergencia).

Irwin y Price (1983) indican que 10 ºC y 15 ºC son temperaturas subóptimas para la emergencia del pimiento. Utilizando semillas pregerminadas con radículas de distinta longitud en una prueba de emergencia en vermiculita húmeda a 15/10 ºC observaron que si las semillas pregerminadas se dejaban 4 días a 0 ºC las semillas con largas radículas emergían tan despacio como las de cortas radículas. Además el porcentaje de emergencia se redujo en las semillas con largas radículas. Este comportamiento se atribuyó a que las semillas con largas radículas no sólo tienen una mayor cantidad de tejido en un estado altamente activo, y por lo tanto susceptible de daño por bajas temperaturas, sino que también tienen una menor cantidad de reservas almacenadas.

Bewley y Black (1978) indican que posiblemente la tolerancia al frío puede ser diferente para la germinación de las semillas que para la emergencia. Mientras que para la germinación se necesita una considerable actividad metabólica, la emergencia requiere acontecimientos adicionales que incluyen: movilización y transporte de reservas almacenadas, replicación del DNA, división celular y diferenciación.

I.3.3.3 Influencia del tipo de suelo.

Fawusi (1978) indica que las plántulas de pimiento son

bastante débiles y muy sensibles a daños por impedimentos físicos que pueden ser debidos a: una estructura pobre del suelo, una mala preparación del lecho de siembra y a una compactación debida a la lluvia o al paso de équipos pesados. Cuando el pimiento se sembró en un lecho de siembra compactado, la velocidad y emergencia total se vieron dificultados y reducidos. Esta reducción se debió a la incapacidad de las plántulas para atravesar el suelo compactado y no a la incapacidad de germinación. Si el suelo compactado se humedecía, la emergencia mejoraba al reducirse el impedimento. Un alto contenido en nutrientes y materia orgánica acentuó la severidad del efecto negativo de la compactación del suelo independientemente de la humedad del mismo. Las plántulas sólo respondieron al mayor contenido en nutrientes y la mayor humedad en el suelo bien estructurado. También observó que las plántulas que emergían en suelos compactados presentaban un crecimiento de la raíz y del tallo retrasados.

Rodríguez y Ayuso (1988) trabajando con dos suelos (franco-arenoso y franco-limoso) observaron que el tipo de suelo no influyó en la velocidad de emergencia pero sí en el porcentaje de emergencia, que fue mayor en el suelo franco limoso, que tenía mejor estructura.

I.3.3.4 Influencia de la profundidad de la siembra.

Wagenvoort y Bierhuizen (1977) trabajando con distintas especies hortícolas en condiciones de laboratorio observaron que:

+ un aumento de la temperatura hacía que la profundidad de siembra pudiese ser aumentada.
+ al aumentar la profundidad de siembra aumentaba el periodo de emergencia.

Rodríguez y Ayuso (1988) indican que en pimiento var. Buketen probando con profundidades de 1, 2, 3 y 4 cm no observaron influencia de la profundidad ni en el tiempo medio de emergencia (diferencia de 2 días entre 1 y 4 cm) ni en el porcentaje final de emergencia.

I.3.3.5 Influencia del tamaño y peso de la semilla.

Cochran (1974) separó tres lotes de semillas de pimiento según su tamaño: pequeñas (diámetro $\leq$ 3 mm), medias (3 mm $<$ diámetro $<$ 5 mm) y grandes (diámetro $\geq$ 5mm). Observó que las semillas medias y grandes emergieron antes, dieron mayor porcentaje de emergencia y las plántulas alcanzaron en menos tiempo el tamaño ideal para el transplante, con respecto a las semillas pequeñas.

Rodríguez y Ayuso (1988) no observaron influencia del peso de la semilla ni en el tiempo medio de emergencia ni en el porcentaje final de emergencia.

I.3.3.6 Capacidad de emergencia a baja temperatura. Selección

Las bajas temperaturas han sido señaladas por muchos autores como el principal factor limitante de la siembra directa del pimiento al aire libre (Gerson y Honma, 1978; Randle y Honma, 1980; McGrady y Cotter, 1984; Herner, 1986; Gil, 1988b; Schultheis y Cantliffe, 1988).

Evidentemente disponer de semillas que produzcan una rápida y uniforme emergencia a temperaturas subóptimas es muy interesante para la siembra directa al aire libre (Gerson y Honma, 1978; Randle y Honma, 1980).

En pimiento Gerson y Honma (1978) trabajando con 105 cultivares de 5 especies de Capsicum encontraron diferencias en la rapidez de emergencia a baja temperatura entre cultivares de la misma especie y entre diferentes especies y subespecies. Estos autores propusieron como método de mejorar la capacidad de rápida emergencia a baja temperatura, dentro de una variedad, la selección de aquellas plántulas que emergiesen antes. A este respecto hay que indicar que la capacidad de rápida emergencia a baja temperatura puede ser debida a una rápida germinación y/o a una rápida velocidad de crecimiento y desarrollo de la raíz principal y del hipocotilo (Roeggen, 1987; Whittington et al., 1965) y que en tomate se ha observado preponderancia tanto de una como de otra (Kemp, 1968; Maluf y Tigchelaar, 1980; Scott y Jones, 1985; Roeggen, 1987). En pimiento, en el trabajo de Gerson y Honma se observó que dos cultivares que sólo diferían en 1 día en el tiempo medio de germinación, lo hacían en 7 en el tiempo medio de emergencia.

Whittington (1978) indica que en aquellas especies hortícolas en que la germinación se prolongue más de 2 días en condiciones de laboratorio compensa buscar una mejora para rápida germinación. Señala que la mejora genética produce logros permanentes, en oposición a los efectos de las sustancias químicas, pero que las características de germinación siempre tendrán que estar subordinadas a aquellas de rendimiento y calidad.

Randle y Honma (1980) trabajando con 137 cultivares de Capsicum baccatum var. pendulum constataron la existencia de variabilidad genética para emergencia a baja temperatura (13 ºC). Estos autores estudiaron la herencia del carácter de rápida emergencia a baja temperatura utilizando una variedad lenta y otra rápida. El estudio indicó que el efecto dominante era el más importante, existiendo dominancia parcial para lenta emergencia a baja temperatura. Indican que las diferencias en la emergencia a baja temperatura están controladas por un pequeño número de genes. La estimación de la heredabilidad en sentido estricto fue de 0,26 y en sentido amplio de 0,89.

En tomate se han hecho numerosos estudios. El Sayed y John (1973) han indicado una heredabilidad en sentido amplio de un 25 - 40 % y en sentido estricto de un 25 % y que el número de genes

implicados en la emergencia fue estimado en 24 loci. Whittington et al. (1965) indican que el carácter es poligénico.

I.3.4 Influencia de los tratamientos con sustancias químicas y pesticidas en la germinación y emergencia.

I.3.4.1 Introducción

La entrada de agua en la semilla induce la activación y síntesis de una serie de enzimas cuyo papel será poner a disposición del embrión todos los elementos indispensables para el crecimiento y desarrollo de la plántula.

El periodo comprendido entre la entrada del agua y el inicio del alargamiento de la radícula representa la fase más larga y delicada del proceso germinativo (Hennart, 1985). Las reacciones bioquímicas que tienen lugar están notablemente influenciadas por algunos factores ambientales, ya citados, como la temperatura, la disponibilidad de oxígeno y agua y la presencia (o ausencia) de luz.

Mediante la pregerminación y el tratamiento con distintas sustancias químicas de las semillas, se pretende satisfacer antes de la siembra parte de las exigencias de las semillas en agua, calor, luz y oxígeno. Esto puede permitir obtener, en la siembra, un notable anticipo de la salida de la radícula, aunque las condiciones ambientales no sean las adecuadas (falta de humedad, temperatura excesivamente baja o excesivamente alta, asfixia, etc.).

Sin embargo, las mejoras que se han encontrado en laboratorio frecuentemente no han estado acompañadas por los mismos resultados en condiciones de campo (Yaklich y Orzolek, 1977; Ghate y Phatak, 1982; Suso y Pardo, 1982 ; Sundstrom et al., 1987; Argerich y Bradford, 1989; Suso y Pardo, 1991b).

I.3.4.2 Imbibición. Pregerminación.

Consiste en permitir la imbibición de la semilla en agua con aparición o no de la radícula. Para ello las semillas se colocan en agua, sobre un sustrato húmedo o en una atmósfera saturada de agua. Si el proceso se detiene antes de la aparición de la radícula la semilla puede ser secada. Cuando el proceso de imbibición y secado se repite varias veces se habla de endurecimiento ("hardening") y si sólo una vez de imbibición ("soaking") o pregerminación (Cordin, 1986).

Las semillas pregerminadas pueden sembrarse directamente en el terreno o bien utilizarse con técnicas de siembra como el "fluid-drilling" (la semilla está mezclada con un gel que actúa como portador), el "plug mix" (la semilla se mezcla con un sustrato formado por turba u otros materiales) o el "gel mix" (mezcla de fluid drilling y plug mix). En el apartado I.4.6 se

exponen estas técnicas con más detalle.

Herner (1986) indica que las semillas pregerminadas son particularmente sensibles a condiciones de sequía y que si son expuestas por excesivo tiempo a bajas temperaturas, bien antes o bien después de la siembra, el daño por frío puede disminuir el vigor y la emergencia.

Diversos autores han indicado en pimiento que la pregerminación adelantó la germinación y la emergencia: Ghate et al. (1981) indican que las semillas pregerminadas emergieron mucho antes que otras acondicionadas osmóticamente o que las testigo, y que generalmente produjeron plantas de más peso. Stofella et al. (1988) indican que observaron una ventaja de las semillas pregerminadas sobre las normales y sobre otras acondicionadas osmóticamente a baja temperatura (15 ºC), en cuanto a que se inició más pronto el crecimiento de la raíz primaria, pero la velocidad de crecimiento de la misma fue inferior respecto de las normales y las acondicionadas osmóticamente. Sachs et al. (1980) y Rogers y Pike (1989) señalan que la pregerminación adelantó y uniformó ligeramente la germinación en laboratorio (1-2 días de adelanto en el MTG) , aunque no afectó al porcentaje de germinación. Sachs et al. observaron que el efecto se perdió en gran parte si después se secaban las semillas. Ghate y Phatak (1982) en un ensayo de siembra directa con fluid-drilling indican que el uso de semillas pregerminadas produjo una emergencia anterior y plántulas de mayor peso.

Sin embargo, O'Sullivan y Bouw (1984) indican que la sola imbibición con agua de semillas de pimiento no aceleró significativamente ni la germinación ni la emergencia. McGrady y Cotter (1987) indican que el uso de semillas pregerminadas con fluid-drilling adelantó la emergencia pero se redujo el porcentaje de la misma, debido a posibles daños por bajas temperaturas. Esto también ha sido indicado por Suso y Pardo (1991b). Irwin y Price (1981) y Ghate y Chinnan (1987) indican los problemas que se plantean, cuando se tiene que retrasar la siembra, en la conservación de las semillas pregerminadas a bajas temperaturas (para evitar que siga creciendo la radícula). Irwin y Price (1983) han indicado que la conservación de las semillas pregerminadas a bajas temperaturas produce daños en las mismas, tanto mayores cuánto más largas sean las radículas.

I.3.4.3 Acondicionamiento osmótico.

Aljaro y Wyneken (1985) han definido el acondicionamiento osmótico ("osmo-priming") : "consiste en exponer a la semilla en una solución acuosa, de un potencial osmótico tal, que aquella embeba agua, iniciando el metabolismo germinativo, pero que, cuando los potenciales osmóticos de la solución y de la semilla llegan al equilibrio, se detenga el fenómeno de absorción de agua, paralizándose el proceso germinativo antes de que ocurra la aparición de la radícula. De esta forma, la semilla acondicionada

estará pronta y uniformemente apta para germinar cuando sea sembrada".

Para el acondicionamiento osmótico de semillas se utilizan tanto sustancias inorgánicas (NO3K, K2HPO4, SO4Mg, (NH4)2HPO4) como sustancias orgánicas (PEG, manitol). Las más usados son el NO3K y el PEG. El PEG tiene la ventaja de que no penetra en la semilla, por su elevado peso molecular, y de no ser tóxico incluso a altas concentraciones (Hennart, 1985), pero tiene el inconveniente de ser muy engorroso de usar (Barlow y Haigh, 1987). Las sales minerales se han revelado como tóxicas a altas concentraciones pero presentan la ventaja, respecto del PEG, de una mejor absorción del agua y del oxígeno por parte de la semilla (Hennart, 1985).

Diversos autores han observado que el acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento adelantaba la germinación y emergencia, aunque en general no afectaba al porcentaje final de germinación o emergencia, en condiciones de laboratorio e invernadero o en ensayos en ambiente controlado (Suso y Pardo, 1979; Sachs et al., 1980; O'Sullivan y Bouw, 1984; Rivas et al., 1984; Aljaro y Wyneken, 1985; Hennart, 1985; Aljaro y Martínez, 1987; Saxena y Singh, 1987; Passam et al., 1989; Rogers y Pike, 1989; Sundstrom y Edwards, 1989; Bradford et al., 1990; Suso y Pardo, 1991a). En algunos casos la mejoría no ha existido o ha sido muy pequeña (Rivas et al., 1984; Stofella et al., 1988; Lanteri et al., 1992).

Algunos autores han visto que pese a que obtenían buenos resultados en condiciones de laboratorio, en ensayos de campo el efecto del tratamiento desaparecía o era incluso negativo (Yaklich y Orzolek, 1977; Ghate y Phatak, 1982; Sundstrom et al., 1987; Suso y Pardo, 1991b). Sin embargo, diversos autores han encontrado un adelanto en la emergencia del pimiento en campo (en algunos casos poco importante, 2-4 días), aunque en general el porcentaje final de emergencia no fue aumentado con el acondicionamiento osmótico (Aljaro y Wyneken, 1985; Martínez y Aljaro, 1987; Bradford et al., 1990).

En algunos casos se ha observado que el secado posterior al tratamiento ha reducido o eliminado el efecto positivo del mismo (Suso y Pardo, 1979; Sachs et al., 1980; Hennart, 1983; O'Sullivan y Bouw, 1984; Rivas et al., 1984) aunque en otros se ha conservado el efecto positivo (Aljaro y Wyneken, 1985; Hennart, 1985).

Muchos autores han puesto de manifiesto que la respuesta de las semillas al acondicionamiento osmótico puede variar entre lotes de semilla de la misma variedad, siendo necesario optimizar las condiciones del mismo para cada lote de semillas (Heydecker y Coolbear, 1977; O'Sullivan y Bouw, 1984; Haigh y Barlow, 1987; Bradford et al., 1990; Suso y Pardo, 1991a).

Diversos autores han puesto de manifiesto que el efecto de adelanto de la germinación y la emergencia era mayor a baja

temperatura que a alta (O'Sullivan y Bouw, 1984; Aljaro y Martínez, 1987; Stofella et al., 1988), siendo menor el efecto del acondicionamiento osmótico en siembras más tardías (Thompson, 1974; Ghate y Phatak, 1982; Haigh et al., 1986).

Thanos et al. (1989) han indicado que el acondicionamiento osmótico previo al almacenaje, durante 3 años a 25 ºC, redujo la velocidad de deterioro de las semillas, que tuvieron un comportamiento germinativo mejor que el de las no acondicionadas.

Los efectos del tratamiento después del proceso de emergencia también son variables. Yaklich y Orzolek (1977) indican que los rendimientos de pimiento de semillas tratadas fueron significativamente mayores que los de no tratadas. Sundstrom et al. (1987) indican que el tratamiento dio lugar a un adelanto en la maduración. Argerich y Bradford (1989) en tomate no observaron diferencias en la producción y en el desarrollo de las plántulas por el acondicionamiento osmótico. Passam et al. (1989) indican que observaron en los primeros estadíos de desarrollo de las plántulas de pimiento un ligero adelantó con el acondicionamiento osmótico, pero éste no afectó ni al rendimiento ni a la precocidad de la cosecha. Sundstrom y Edwards (1989) sólo observaron un mayor desarrollo del hipocotilo hasta los 14 días tras la germinación. Martínez y Aljaro (1987) indican que a los 71 días de la siembra (momento de sacar las plántulas para el transplante) las plantas de semillas acondicionadas eran más altas y tenían mayor número de hojas, representando un rendimiento de un 30 % superior en planta apta para el transplante. Alvarado et al. (1987) indican que en tomate observaron un adelanto en el crecimiento de las plántulas con el acondicionamiento, pero que no hubo diferencias ni en la precocidad ni en el rendimiento.

Rojo (1989) ha puesto de manifiesto el encarecimiento de la semilla que supone el acondicionamiento osmótico.

I.3.4.4 Pildorado.

Rivas et al. (1984) definen el pildorado como: "técnica por la cual las semillas son cubiertas con materiales inertes que pueden proporcionarle un microambiente y una forma uniformes que permiten su uso en las siembras de precisión". Además de materiales inertes pueden incorporarse sustancias hormonales que estimulen la germinación, pesticidas, fertilizantes, etc.

En pimiento Sachs et al. (1981) ensayaron algunos pildorados a base de arcillas y observaron un retraso en la germinación de las semillas ya que el pildorado impide la toma de oxígeno por parte del embrión y supone una barrera a la salida del embrión. El porcentaje final de germinación no se vio afectado. Sachs et al. (1982) utilizaron un pildorado a base de arena, que retrasó la germinación por la dificultad de tomar oxígeno por parte del embrión, aunque el retraso fue menor que en el pildorado con arcillas. También observaron que el uso de una determinada cola

tenía un efecto negativo. La adición de sustancias inorgánicas liberadoras de oxígeno tampoco mejoró el comportamiento de las semillas pildoradas.

En tomate también se han descrito problemas con el pildorado (Alvarado y Bradford, 1987).

Las modernas sembradoras neumáticas, con sistema de aspiración y soplado, permiten la siembra de precisión de semillas de pimiento sin ninguna dificultad, por lo que el uso del pildorado no es necesario si lo que se quiere es sólamente uniformar y mejorar la forma de las semillas, como ocurre en el caso del puerro.

I.3.4.5 Pesticidas.

Coons et al. (1989) indican que el uso de tiram no afectó a la germinación de las semillas de pimiento. Este producto ha sido utilizado por otros autores sin que se observaran problemas (Rodríguez y Ayuso, 1988). Se ha visto en otros casos que el tiram puede afectar a la germinación y la emergencia. Así, cuadruplicó la germinación de la semilla de remolacha de mesa (Maude, 1973), pero retrasó y disminuyó la emergencia de plántulas de lechuga y apio (Mc Keen, 1950). También se ha observado que algunas plantas ornamentales son particularmente susceptibles al daño por tiram (Allen y Smith, 1964).

Sosa-Coronel y Motes (1982) propugnan para el pimiento la desinfección de las semillas con una solución de hipoclorito sódico. Cordin (1986) indican que el tratamiento con esta sustancia estimuló positivamente la germinación.

Rast y Stijger (1987) indican que la inmersión en Na3PO4 a 100 g/l durante 2 horas sirve para desinfectar las semillas del CaMV (Capsicum Mosaic Virus), ahora denominado PMMV, y no afecta a la germinación.

Zatyko (1979) indica que para eliminar los patógenos de la semilla puede utilizarse:

- NaOH: al 2 % durante 10 minutos
- Na3PO4: al 15 % durante 20 minutos

I.3.5 Test de germinación. Análisis de datos de germinación.

I.3.5.1 Test de germinación.

Los ensayos de germinación establecidos por organismos internacionales como el ISTA (International Seed Testing Association) (INSPV, 1976) o AOSA (Association of Official Seed Analysts) (McDonald, 1980) representan en general las condiciones

óptimas para cada especie. Normalmente consiste en determinar el porcentaje de germinación tras un cierto periodo de tiempo. Sin embargo, cuando la semilla es sembrada en el campo se enfrenta a condiciones que pueden ser distintas de las ideales. Así debe sufrir bajas temperaturas, vencer la resistencia que opone el terreno, resistir el ataque de los patógenos.

Hennart (1985) indica que para evaluar el vigor germinativo de la semilla se pueden hacer:

a) Pruebas indirectas:

+ test del tetrazolio: analiza la actividad respiratoria durante la imbibición. Sirve para determinar la viabilidad de la semilla.

+ test de conductividad eléctrica : estima el grado de integridad de las membranas mediante la medida de la conductividad eléctrica de la solución acuosa en que ha estado inmersa la semilla durante un tiempo.

Son pruebas rápidas.

b) Pruebas directas:

+ Pruebas de germinación y emergencia en condiciones favorables y desfavorables.

El test del tetrazolio presenta el inconveniente de que sólo sirve para determinar la viabilidad de la semilla. El test de conductividad eléctrica cuando se utiliza un analizador automático de semillas puede resultar de gran utilidad (Durán et al.,1988). Sin embargo, distintos autores han puesto de manifiesto que los resultados del mismo no se correlacionaban con los de emergencia en laboratorio o campo en pimiento (Trawatha et al., 1990), tomate (Argerich y Bradford, 1989), guisante (Minicka, 1991) y okra (Lotito y Quagliotti, 1990).

Mathews y Powell (1986) indican que los ensayos de germinación stándard aceptados para la evaluación de las semillas no suelen distinguir si éstas son de alto o de bajo vigor. Orzolek y Daum (1984) indican que los ensayos de laboratorio normalmente sobreestiman lo que ocurre en condiciones de campo. García y Lasa (1991) trabajando en sorgo encontraron que los test de laboratorio que mejor predecían la emergencia en campo bajo condiciones desfavorables fueron el porcentaje de germinación a baja temperatura (10 ºC) y el porcentaje de germinación en soluciones salinas de -2 y -6 bar.

Irwin y Price (1981) indican que en pimiento los ensayos de emergencia a temperaturas óptimas no permiten conocer bien cual es el comportamiento en campo, en el que entre otras cosas, las temperaturas no son habitualmente las óptimas.

Trawatha et al. (1990) indican que un test de germinación normal no sirve para preveer el comportamiento de distintos lotes de semilla en campo. Trabajando con unos 30 lotes de semillas de pimiento y ensayando 16 medidas del vigor de las semillas y las plántulas llegaron a la conclusión de que el porcentaje de germinación a baja temperatura (15 ºC) a los 14 días resultó ser el mejor correlacionado con la emergencia en campo. Seguramente fue así porque es el que mejor simula las condiciones de baja temperatura que se pueden dar en el campo. También observaron que la combinación de este índice con el peso seco de las plántulas germinadas en condiciones óptimas mejoró algo la correlación. En cualquier caso estos autores indican que estos test sólo sirven para indicar, dentro de un grupo de lotes de semillas, cual es mejor, pero no sirven para predecir su emergencia en campo.

I.3.5.2 Análisis de los datos de germinación

No existe un procedimiento normalizado y universalmente aceptado para la evaluación de la germinación de las semillas, debido a que el uso de un determinado método depende, en gran parte, de la información que se desee obtener.

Para el análisis de la germinación se han utilizado básicamente:

A - Distintos índices y coeficientes.

B - Distintos modelos matemáticos más o menos complejos.

A - Indices y coeficientes

Los más usados son:

1 - Porcentaje final de germinación (%).

Es el porcentaje de las semillas que han germinado cuando finaliza el ensayo.
También se ha denominado poder germinativo (Hennart, 1985). Ha sido muy usado en el pimiento, bien sin transformar (Aljaro y Wyneken, 1985; Aljaro y Martínez, 1987), bien transformado según la transformación de Bliss (arcsen$\sqrt{x/100}$) (Coons et al., 1986). Esta transformación es habitual en este tipo de datos en tomate (Alvarado et al., 1987; Rumpel y Szudyga, 1978) y en girasol (De Paula et al., 1991).

2 - Tiempo medio de germinación (MTG: Medium Time of Germination) (días).

También llamado velocidad media de germinación (MRG: Medium Rate of Germination) según Sundstrom *et al.* (1987) y Edwards y Sundstrom (1987), tasa de germinación según Aljaro y Wyneken (1985) o índice de germinación (GI: Germination Index) según Scott *et al.* (1984).
Definido como:

$$MTG = \frac{\Sigma\,(\text{nº de semillas germinadas el día } i \times \text{nº de días transcurridos hasta el } i)}{\text{nº total de semillas germinadas}}$$

es un índice que conjuga la cantidad, velocidad y uniformidad de la germinación, siendo su unidad los días. Valores más pequeños indican una mayor rapidez y homogeneidad de la germinación.
Se ha utilizado mucho en pimiento (Watkins y Cantliffe, 1983b; Hennart, 1985; Aljaro y Wyneken, 1985; Bradford *et al.*, 1990). También en otras especies como el tomate (Gray *et al.*, 1979; Coolbear *et al.*, 1987).

3 - Tiempo de germinación del 50 % de las semillas germinadas en la prueba (días).

Se usa menos que el MTG aunque también se ha empleado en pimiento (Hennart, 1985) y tomate (Coolbear *et al.*, 1984).
Se puede calcular según la fórmula:

$$T50 = ti + \left[\frac{(N+1)/2 - ni}{nj - ni}\right] \times (tj - ti)$$

Dónde:

N: nº final de semillas que germinan
ni, nj: nº total de semillas germinadas en conteos adyacentes en los tiempos ti y tj donde $ni < (N+1)/2 < nj$

4 - Coeficientes de uniformidad (días).

Dan una idea de la uniformidad (extensión en el tiempo) del proceso de germinación. Valores más pequeños indican una mayor uniformidad de la germinación.
Se utilizan distintos coeficientes según autores:

. T85 - T15
. T90 - T10
. T95 - T5

Representan el número de días transcurridos desde que se

alcanza un cierto porcentaje de germinación (5, 10, 15%) hasta que se alcanza otro porcentaje de germinación (85, 90, 95%).
También se ha usado en pimiento (Aljaro y Wyneken, 1985; Hennart, 1985).

5 - Coeficiente de velocidad (1/días). (CV)

Definido como:

$$CV = 100 \times [\Sigma Ni/(\Sigma Ni \times Ti)] = 100/MTG$$

Dónde:

Ni: número de semillas germinadas el día i.
Ti: número de días transcurridos desde el inicio del ensayo al día i.

También ha sido bastante usado (Hsu et al., 1984; Scott et al., 1984; Suso y Pardo, 1981).
Valores mayores de CV indican una mayor rapidez del proceso de germinación.

6 - Indice de comportamiento de la germinación (% / días). (GPI: Germination Performance Index)

Definido como:

GPI = % final de germinación / MRG

Conjuga el porcentaje final de germinación con la velocidad media de germinación. Se ha utilizado en pimiento (Sundstrom et al., 1987).
Valores mayores indican un mejor comportamiento de la germinación.

Estos índices y coeficientes no describen de una forma completa el proceso de germinación, según ha sido señalado por distintos autores (Scott et al., 1984; Torres y Frutos, 1989a).

B - Modelos matemáticos

Constituyen una alternativa a los índices y coeficientes antes mencionados, en cuanto a la posibilidad de una más completa descripción de las curvas de germinación.
Así se han utilizado:

1 - Modelos de regresión no lineal.

Se han utilizado distintas funciones cuyos parámetros tienen distintos significados:

a - función de Richard.

Lehle y Putnam (1982) hacen una buena descripción de su uso en análisis de germinación.

b - modelo logístico.

Deriva de la función de Richard. Se ha observado en distintos estudios (Schimpf et al., 1977; Hsu et al., 1984; Torres y Frutos, 1989a y b, 1990), que los datos de germinación se ajustan bien a este modelo.

c - modelo monomolecular.

Deriva de la función de Richard. Es un modelo interesante, si bien en algunos casos se han observado limitaciones en su uso (Scott et al., 1984), o un peor ajuste frente al logístico (Torres y Frutos, 1989b).

d - modelo de Gompertz.

También deriva de la función de Richard. Se ha usado en análisis de germinación de semillas (Torres y Frutos, 1989b y Haigh et al., 1986), si bien Torres y Frutos (1989b) indican un peor ajuste que con el modelo logístico.

e - función normal.

Usada en algunos estudios de germinación (Jansenn, 1973 y Scott et al., 1984).

f - distribución de Weibull.

Brown (1987) indica su gran flexibilidad frente al modelo de Gompertz y el logístico ya que puede describir curvas con distintos grados de asimetría.

2 - Análisis de supervivencia.

Tiene aplicabilidad general para el análisis de respuestas del desarrollo que ocurren a lo largo del tiempo con las siguientes condiciones:

a) un suceso de comienzo (ej. imbibición) debe ocurrir
b) el suceso final (ej. germinación) no puede ocurrir antes del suceso inicial.
c) el suceso final no tiene porque ocurrir en todos los casos, pero no puede ocurrir más de una vez.

Es interesante cuando existen datos censurados (el ensayo se termina en un momento dado y las semillas que no han germinado no se sabe si es que no son viables o que todavía no ha pasado bastante tiempo para que germinen).

La comparación de las respuestas de germinación se hace con un test no paramétrico para ver si las distintas curvas de supervivencia proceden de la misma distribución de supervivencia. Se ha utilizado en diversos ensayos de germinación en tomate (Scott y Jones, 1982; Leskovar y Sims, 1987).

3 - Proportional Hazards Regression.

Combina las características de las tablas de vida y los análisis de regresión para analizar simultaneamente los efectos de un número de variables en la velocidad condicional de germinación. Acomoda bien los datos censurados pero requiere gran gasto de tiempo en el trabajo del ordenador (Scott et al., 1984).

I.4 - TECNOLOGIA DE LA SIEMBRA DIRECTA.

I.4.1 - Introducción.

Para obtener altos rendimientos y uniformidad en la producción es necesario evitar totalmente los fallos en la nascencia y realizar la siembra de forma que la emergencia sea uniforme. Los fallos y falta de uniformidad en la nascencia pueden ser debidos tanto a deficiencias en la calidad de las semillas como a condiciones ambientales desfavorables que la semilla encuentra cuando es sembrada.

La siembra directa del pimiento, en los valles interiores peninsulares, presenta el problema de que dado el alto requerimiento térmico de sus semillas para germinar y emerger (apartados I.3.2.3 y I.3.3.2) y debido a las bajas temperaturas del suelo en la época que se debe sembrar para que complete su ciclo, el periodo de nascencia se dilata mucho. Esto hace que la posibilidad de formación de costra aumente, sobre todo en suelos arcillosos, y dificulte o impida la emergencia de las plántulas de pimiento. Esto ha sido puesto de manifiesto por numerosos autores tanto en España (Rodríguez y Ayuso, 1988; Rodríguez, 1988; Ruíz, 1988; Bañón y Zapata, 1990; Costa, 1991; Domínguez, 1992; García y Ruíz, 1992) como en otros paises (Gerson y Honma, 1978; Randle y Honma, 1981; Mc Grady y Cotter, 1984; Orzolek y Daum, 1984; Schultheis y Cantliffe, 1988) y también con especies que, como el tomate, son menos exigentes en temperatura (Smith y Millet, 1964; Bussell y Gray, 1976; Maluf y Tigchelaar, 1980; Herner, 1986).

Debido a ello, el transplante ha constituido y constituye una técnica alternativa aconsejable, ya que se consigue la nascencia y comienzo del desarrollo de las plantas en condiciones más o menos controladas. Sin embargo, el transplante supone un incremento de los trabajos agrícolas y un encarecimiento del producto final (Lazik et al., 1975; Randle y Honma, 1980; Gracia y Palau, 1983; Orzolek y Daum, 1984; Stanley et al., 1989; Rodríguez y Ayuso, 1988; Durán, 1989; Markovic et al., 1989;

Casallo, 1991; Costa, 1991; Domínguez, 1992; García y Ruíz, 1992; Gil, 1992; Zapata et al., 1992). Su coste y la dificultad de su realización pueden suponer un gran impedimento para obtener altas densidades de plantas (que se ha revelado como necesaria en algunas variedades, o que se ha visto que aumentan los rendimientos). Además en nuestro país, como en otros muchos, se añade el problema de la gran escasez de mano de obra para las labores agrícolas (Rodríguez y Ayuso, 1988; Costa, 1991; Domínguez, 1992; García y Ruíz, 1992; Gil, 1992; Zapata et al., 1992).

Ante estos condicionantes, la siembra directa del pimiento ha sido señalada por algunos autores como muy interesante cuando la producción de pimiento se destina a la industria (conservera o pimentonera), que requiere una materia prima barata (Lazik et al., 1975; Gerson y Honma, 1978; Orzolek y Daum, 1984; Rodríguez, 1988; Markovic et al., 1989; Costa, 1991; Domínguez, 1992; García y Ruíz, 1992; Gil, 1992)

I.4.2 - Influencia de la temperatura en la siembra directa del pimiento. Fechas de siembra.

El pimiento tiene un alto requerimiento en temperatura en las fases de germinación y emergencia, según se ha indicado. Por ello, muchos autores han observado que en condiciones de bajas temperaturas la nascencia del pimiento en campo es muy lenta y poco uniforme.

Gerson y Honma (1978), Randle y Honma (1981), Mc Grady y Cotter (1984) y Schultheis y Cantliffe (1988) indican que las bajas temperaturas de principios de primavera provocaron nascencias erráticas que se extendieron durante varias semanas.

Wagenvoort y Bierhuizen (1977) indican que en la superficie del suelo pueden darse temperaturas extremadamente altas y bajas, siendo las fluctuaciones de la temperatura tanto mayores cuanto menor es la profundidad considerada. Señalan que la siembra puede realizarse tan pronto como la temperatura del suelo alcanza la temperatura mínima de germinación de una especie, pero que ello puede dar lugar a un periodo de germinación excesivamente largo, lo que puede causar una emergencia no uniforme y una disminución del porcentaje de nascencia. Por ello, es mejor hablar de una temperatura mínima práctica que garantice una mínima emergencia. En el pimiento han situado esta temperatura en 19 ºC. Asimismo se puede establecer una temperatura máxima práctica, ya que las temperaturas excesivamente altas pueden afectar negativamente a la germinación, que para el pimiento han fijado en 28 ºC.

Somos (1984) indica que para realizar la siembra directa del pimiento la temperatura del suelo debe ser de al menos 12 - 14 ºC.

Martínez y Aljaro (1987) indican que en un ensayo registraron en el suelo a 2 cm de profundidad, a la altura de la semilla sembrada, temperaturas de -3,4 ºC y que, sin embargo, las

semillas germinaron y emergieron.

Rodríguez y Ayuso (1988) indican que en primavera al retrasar la fecha de siembra se redujo el tiempo de nascencia y mejoró el porcentaje de emergencia (de un 20 % pasó a un 79 %), lo cual se debió a la evolución de las temperaturas. Por ello, estos autores recomiendan la siembra, en las condiciones de Badajoz, a finales de abril.

Suso y Pardo (1988) en Valdegón (Logroño) observaron que en 1985, con una temperatura media durante el periodo de nascencia de 15 ºC, la emergencia se prolongó hasta 33 días. En 1986, con una temperatura media de 19 ºC, el tiempo de nascencia fue de 31 días en suelo arcilloso y de 20 días en suelo franco arcilloso.

Calderón (1988) indica que en suelos arenosos de Badajoz (contenido en arena del 60 %) con temperaturas elevadas (> 30 ºC) la nascencia fue muy baja.

Markovic et al. (1989) indica que en Yugoslavia realizando la siembra a comienzos de abril la emergencia comenzó la primera decena de mayo.

En California, Trawatha et al. (1990) ensayaron siembras en marzo y abril, siendo las temperaturas mínimas del aire de 8 - 10 ºC y las máximas de 22 - 28 ºC.

En California, Sims et al. (1968) han recomendado que la siembra directa de tomate para industria se puede comenzar cuando la temperatura del suelo, a 5 cm de profundidad, es igual o superior a 13 ºC entre las 11 y la 1 del mediodia durante tres días consecutivos.

Bussel y Gray (1976) indican que temperaturas de 12 - 15 ºC son frecuentes en primavera cuando se siembra el tomate, lo que produce retrasos en la emergencia.

Orzolek y Daum (1984) indican que en suelos fríos y húmedos tanto las semillas que están germinando como las jovenes plántulas, son huéspedes ideales para numerosos hongos y bacterias.

Barlow y Haigh (1987) indican que las temperaturas del suelo y del aire están bastante correlacionadas y que es mejor trabajar con temperaturas del aire pues se dispone más fácilmente de las mismas.

I.4.3 - Influencia de las características del suelo. Encostramiento. Manejo.

La formación de costra ha sido señalada por numerosos autores como el factor más limitante para el éxito de la siembra directa en pimiento y otras especies hortícolas (Royle y Hegarty, 1978;

Mc Grady y Cotter, 1984; Herner, 1986; Matthews y Powell, 1986; Rodríguez, 1988; Ruíz, 1988; Schultheis y Cantliffe, 1988; Taylor y Ten Broeck, 1988; Costa, 1991).

Ghate y Phatak (1981) encontraron que semillas pregerminadas de pimiento emergían entre 3 y 4 días antes en un suelo franco arenoso, comparado con un suelo arenoso.

Rodríguez y Ayuso (1988) encontraron diferencias en la nascencia del pimiento entre dos suelos, siendo mayor el porcentáje de emergencia en el suelo mejor estructurado.

Ruíz (1988) indica que el tipo de suelo y la utilización de riego por aspersión inadecuado (gotas gruesas) son los factores que más influyen en la emergencia. Señala que hay que evitar la deposición sobre la línea de siembra de suelo demasiado pulverizado, que forma costra con facilidad si llueve y se deseca el terreno. Para ello hay que evitar aquellos aperos que desmenucen excesivamente el terreno y usar las rejas y demás elementos de la sembradora adecuados para dejar el terreno bien estructurado junto a la semilla. Esto ha sido indicado también por Wolff et al. (1982). En general, es deseable un lecho de siembra firme pero no compactado que permita una profundidad de siembra uniforme y un buen contacto de la semilla con el terreno.

Suso y Pardo (1988) indican mayores problemas de costra y de emergencia del pimiento cuanto mayor era el contenido en arcilla del suelo. Bañon y Zapata (1990) también indican que el uso de la siembra directa de pimiento es muy problemática en suelos arcillosos que formen costra. García y Ruíz (1992) señalan que se han obtenido buenos resultados con siembras en suelos ligeros que no tengan tendencia a formar costra.

Mc Grady y Cotter (1984) indican que la costra se puede evitar con riegos frecuentes hasta que se produce la emergencia, pero que esto incrementa innecesariamente el gasto de agua y los costes de producción.

Gil et al. (1987) proponen el uso del riego por goteo para evitar la formación de costra.

Rodríguez (1988) indica que si se puede evitar el riego antes de la nascencia, hay que evitarlo pues así no se compacta el terreno. Si se forma costra, recomienda regar en el momento en que se va a producir la emergencia, para lo cual se debe disponer de un riego por aspersión con presiones y boquillas que produzcan gotas finas, que no compacten el terreno, y marcos de riego estrechos para que la distribución del agua sea uniforme. Esto tiene el inconveniente de que estas características pueden no ser las idóneas en fases más avanzadas del cultivo.

Bradford et al. (1990) utilizaron el riego por surcos o por aspersión hasta que se produjo la nascencia.

Cuando la siembra se hace en suelos bien estructurados, que

no se riegan artificialmente y durante el periodo de la nascencia hay lluvias bastante continuadas, los problemas de costra son menores y las siembras directas pueden producir emergencias satisfactorias (Lazik et al., 1975).

O'Sullivan y Bouw (1984) indican que el uso de mesas de cultivo proporciona una mejor aireación del suelo y un mejor drenaje del exceso de agua.

I.4.4 - Acondicionamiento del suelo con sustancias químicas.

Se ha observado que la aplicación de determinadas sustancias orgánicas al suelo puede reducir la formación de costra y mejorar la emergencia en algunos suelos (Allison, 1952), pero algunos autores indican que son demasiado caras (Robbins et al., 1972).

Mc Grady y Cotter (1984) indican que el uso de productos anticostra (H_3PO_4 y Nalco 2190) no mejoró el porcentaje de emergencia del pimiento.

Rodríguez (1988) ha indicado que si la costra es fuerte, entonces los acondicionadores químicos del suelo no mejoran la emergencia del pimiento. También observó que el uso del H_3PO_4 mejoró la emergencia cuando la costra era débil.

Suso y Pardo (1988) han indicado que el uso de PVA y PAM mejoró la emergencia del pimiento, sobre todo en suelos con mayor contenido en arcilla, pero que el H_3PO_4 no dio resultado.

I.4.5 - Influencia de la profundidad de siembra.

La profundidad de siembra debe ser tal que asegure que la semilla va a disponer de suficiente humedad y que la plántula tenga capacidad para alcanzar la superficie.

Si la nascencia se va a conseguir a base de riegos ligeros y frecuentes, por aspersión o por surcos, la siembra se puede realizar de forma superficial a 1 - 2 cm (Bradford et al., 1990, Trawatha et al., 1990) para aprovechar el menor recorrido a efectuar por las plántulas hasta salir al exterior. Rodríguez y Ayuso (1988) utilizando riego por aspersión observaron que profundidades de 3 y 4 cm produjeron mayores porcentajes de emergencia que las de 1 y 2 cm, probablemente debido a la mayor dificultad de mantener la humedad en la capa más superficial del terreno.

Somos (1984) indica que en las condiciones de Hungría la profundidad de siembra adecuada es de 1,5 - 2,5 cm.

I.4.6 - Técnicas de siembra directa.

Las principales técnicas de siembra directa en especies

hortícolas son:

a) Siembra en suelo desnudo con semilla seca.

Normalmente la nascencia se consigue mediante la aplicación de riego, principalmente por aspersión, pero también por surcos o goteo. Es el método más antiguo y exige que:

- las condiciones de temperatura sean favorables para la nascencia.
- el suelo no forme costra ni se compacte con facilidad.
- si el riego es por aspersión, que sea uniforme en toda la parcela y no forme gotas gruesas.
- si el riego es por surcos, que la parcela esté perfectamente nivelada y un manejo correcto del riego.

Este tipo de siembra se ha realizado en muchos ensayos de siembra directa de pimiento (Yaklich y Orzolek, 1977; Mc Grady y Cotter, 1984; Gil et al., 1987; Sundstrom et al, 1987; Rodríguez y Ayuso, 1988; Bradford et al., 1990; Trawatha et al., 1990), obteniéndose emergencias muy variables: 0 - 79 % .

En las condiciones de algunos paises como Yugoslavia y Hungría, con primaveras con lluvias bastante continuadas y cultivo del pimiento sin riego artificial, se consiguen buenas emergencias (Lazik et al., 1975; Somos, 1984; Markovic et al., 1989), pero estos autores han indicado que hay problemas para cubrir el ciclo con algunas variedades.

En las condiciones climáticas del Valle Medio del Ebro, particularmente por la temperatura, la siembra debería realizarse a partir de mediados de Mayo, con lo cual habría problemas para que el pimiento completara su ciclo. Por otra parte, sólo sería aplicable a un número limitado de parcelas por las condiciones de uniformidad y buena estructura del suelo que deberían ser exigidas. Además, debería disponerse de riego por aspersión o goteo, o realizarse un manejo perfecto del riego si era por surcos.

En el caso del tomate, que es menos exigente en temperatura que el pimiento en la fase de nascencia, los condicionantes anteriores y la poca garantía de éxito en la nascencia con este sistema, ha dado lugar a que en la principal zona de cultivo de tomate de siembra directa en el Valle Medio del Ebro (zona de Cinco Villas (Zaragoza), 1000 ha anuales), no se utilice este sistema, habiendo sido sustituido por la siembra bajo acolchado plástico en microtúnel.

b) Siembra en lecho fluido.

Es una técnica de siembra en la que la semilla es suspendida en un gel y extrusionada detrás de la reja abridora de una

sembradora convencional. Normalmente las semillas han sido pregerminadas en condiciones ideales, recomendándose en pimiento que la longitud de la radícula sea de 2 - 4 mm (Sosa-Coronel y Motes, 1982; Irwin y Price, 1983). El gel es una sustancia con una gran capacidad de absorción de agua y actúa principalmente como elemento portante, minimizando el daño producido a la semilla durante la siembra. En el gel también se pueden incluir aditivos como pesticidas o nutrientes.

Irwin y Price (1981) indican que en pimiento el uso de esta técnica 'presenta la ventaja, frente a la siembra directa convencional, de una emergencia de las plántulas más rápida y más uniforme, sobre todo a temperaturas subóptimas. También señalan que la ventaja de esta técnica puede perderse si hay que retrasar la siembra ya que entonces las semillas germinadas deben conservarse a baja temperatura, y pueden producirse daños por frío. Hennart (1985) y Ghate y Chinnan (1987) han indicado este mismo problema y han estudiado las condiciones óptimas de conservación de las semillas germinadas.

Mc Grady y Cotter (1987) indican que el uso de semillas pregerminadas en siembra en lecho fluido hizo que la emergencia tuviese lugar 3 días antes y que el desarrollo inicial de las plántulas fuese mayor. Sin embargo, en las fechas de siembra más tempranas, el porcentaje final de emergencia se redujo con las semillas pregerminadas, respecto de las secas, probablemente por daños por frío. Los porcentajes de emergencia oscilaron entre el 10 % y el 55 % .

Diversos autores han señalado que esta modalidad de siembra presenta problemas en condiciones de alta temperatura y en suelos con tendencia a formar costra (Schultheis y Cantliffe, 1988; Schultheis et al., 1988).

Suso y Pardo (1991b) indican que la siembra de semillas germinadas en lecho fluido utilizando alginato sódico como gel portador, resultó en una menor emergencia que la siembra convencional. Estos autores (1988) han señalado problemas en el manejo de las semillas con radícula y la fitotoxicidad producida por la sacarosa cuando se usa para la separación de las mismas. También han indicado problemas de fitotoxicidad con propionato propenamida de potasio como gel. Señalan que el conjunto gel + semilla germinada parece demasiado sensible a las condiciones ambientales que ocurren en primavera en La Rioja (España), con temperaturas (a 2 cm de profundidad) que pueden oscilar entre -0,5 y 30 ºC, acompañadas en ocasiones de una rápida desecación del terreno.

c) "Plug mix" y "Gel mix".

El sistema de "plug mix" consiste en que la semilla es mezclada con un sustrato formado por turba y/o vermiculita, además de otros materiales como caliza, fertilizantes, etc... y esta mezcla es la que se sitúa en el suelo. Las semillas pueden ser mezcladas bien secas o bien pregerminadas. Este método pone a

las semillas en un ambiente más o menos artificial que reduce las posibilidades de problemas por costra o por salinidad del terreno.

Cantliffe y Schultheis (1984) indican que lluvias excesivas tras la siembra pueden sacar a las semillas fuera de la mezcla y producir bajas emergencias. En condiciones secas hay que mantener la mezcla húmeda para evitar fallos de emergencia. Hennart (1985) indica la dificultad de una distribución uniforme de la semilla germinada en el sustrato.

Estos inconvenientes, así como los indicados de la siembra en lecho fluido han hecho que se desarrolle la técnica del "gel mix". Consiste en colocar las semillas en una mezcla formada por un gel y otro material como turba o vermiculita. De esta forma se consiguen superar, en cierta medida, las dificultades de la siembra en lecho fluido y del "plug mix", habiéndose observado en pimiento mejores resultados de emergencia con esta técnica (Cantliffe y Schultheis, 1984; Schultheis y Cantliffe, 1988; Schultheis et al., 1988).

d) Siembra bajo acolchado plástico en microtúnel.

La siembra bajo acolchado plástico se ha desarrollado, en nuestro país, en el cultivo del algodón para adelantar su nascencia y así mejorar las condiciones de maduración del mismo (Márquez, 1990; Casallo, 1991). Más recientemente se ha utilizado en tomate destinado a industria (López, 1990; Villa, 1990; Casallo, 1991; Macua, 1991).

En ambos casos se ha observado la ventaja que puede suponer para la emergencia formar una pequeña cámara con plástico, microtúnel, acolchando con polietileno transparente después de sembrar en el fondo de un surco. Existen también referencias del uso de esta técnica en Estados Unidos en tomate (Guerard, 1990) y en tomate y pimiento en Bulgaria (Mikhov et al., 1989).

El objetivo de la implantación con esta técnica es mejorar las condiciones de temperatura y humedad para la nascencia y evitar la formación de costra (Mikhov et al., 1989; Guerard, 1990; López, 1990; Márquez, 1990; Casallo, 1991).

Márquez (1990) ha señalado que en algodón el uso de esta técnica asegura la nascencia y permite sembrar entre 20 y 30 días antes de lo normal, lo cual produce una mayor precocidad y posibilita el cultivo de variedades de ciclo más largo. Como inconvenientes ha señalado el costo del plástico, la no posibilidad del uso de la técnica en campos infestados con juncia (Cyperus spp.), el diferente comportamiento de herbicidas e insecticidas bajo plástico, la posibilidad de favorecer el ataque de algunas plagas y que la preparación del terreno debe ser esmerada. Recomienda que la semilla se sitúe lo más superficial posible y la utilización de polietileno de 12,5 μ de espesor (50 galgas). Este autor ha indicado que el agujereado del plástico evita el que se produzcan altas temperaturas en la cámara, que

pueden afectar negativamente a la nascencia o a las plántulas recien emergidas, pero que si se hace en el momento de la siembra la nascencia puede ser peor, por pérdidas de humedad y de temperatura y por pudrición de semillas en caso de fuertes lluvias. La apertura de perforaciones en el plástico en el momento de la nascencia favoreció la precocidad y la producción. Si los orificios tienen un tamaño y un espaciado adecuados, que permiten la aireación de la cámara, las plantas no sufren daños notables y la mayor temperatura del suelo da lugar a un mayor desarrollo de las plantas. Como fecha óptima para el retirado del plástico indica entre 35 y 60 días tras la siembra, según las condiciones climáticas.

Márquez (1990) indica que las temperaturas mínimas fueron 1 ºC mayores bajo el plástico, respecto del suelo desnudo. Si el plástico estaba perforado, esta temperatura a la profundidad de la semilla (5 cm) fue 1 ºC mayor que bajo el plástico sin agujerear. También ha señalado la ventaja de la siembra en mesas o lomos frente a la siembra en llano puesto que:

- aumentó la temperatura del suelo en 2 ºC.
- el mayor drenaje mejora la estructura del suelo y permite, sobre todo en tierras pesadas, una mejor siembra y colocación del plástico.
- evita, en caso de fuertes lluvias primaverales, la pérdida de semillas o plántulas por exceso de humedad, pues el drenaje es más fácil.

López (1990) ha indicado que el uso de esta técnica en tomate en Extremadura posibilita la realización de siembras al menos 30 días antes de lo normal, lo cual adelanta al menos 10 días la recolección. También ha indicado la sencillez de la técnica, el bajo costo, la mayor uniformidad de la producción y el mayor rendimiento obtenido. Señala la posibilidad de modificar las dimensiones de la cámara de plástico, modificando la profundidad del surco, según el tiempo que se desee mantener las plantas en el microtúnel.

Villa (1990) indica también las mismas ventajas que los anteriores autores del uso de esta técnica en tomate en Aragón. Señala como inconveniente más grave el que en el momento de la nascencia hay que estar atento a las temperaturas diurnas, a fin de evitar la muerte de las plantas por exceso de temperatura en el interior del microtúnel. Indica una profundidad óptima de siembra de 2 cm.

Casallo (1991) señala que esta técnica permite en Andalucia y Extremadura implantar el cultivo del tomate en febrero y marzo respectivamente. Este autor señala que "la uniformidad y la no limitación de la siembra por factores térmicos o hídricos ha dado lugar a que el porcentaje de éxito de este sistema alcance cifras cercanas al 100 % y se desarrolle de forma significativa dentro de las explotaciones del sur de España".

Macua (1991) ha indicado que el uso de esta técnica en tomate

en Navarra adelantó la producción.

Mikhov et al. (1989), trabajando con tomate y pimiento, indican que el uso de polietileno perforado aumentó la temperatura del suelo en 0,6 - 3,1 ºC, que la emergencia se produjo entre 5 y 11 días antes que en la siembra en suelo desnudo y que el número de plantas emergidas fue entre 1,3 y 2,8 veces mayor que en suelo desnudo.

I.4.7 - Influencia de la siembra directa en el desarrollo vegetativo y la producción de las plantas de pimiento. Efecto de la densidad de plantas en la producción.

Las plantas de pimiento de siembra directa tiene un sistema de raices diferente de las de transplante porque la raíz principal no ha sido perturbada. En las plantas de siembra directa la raíz es pivotante mientras que en las de transplante el sistema de raices es fasciculado (Leskovar et al., 1990). Esto puede afectar al desarrollo de las plantas y consecuentemente a la producción del cultivo.

Leskovar et al. (1990) indican que las raices de las plantas de transplante tienen un crecimiento uniforme, mientras que las de siembra directa crecen lentamente al principio, pero después hay un rápido crecimiento, superando la masa de raices a las plantas de transplante. En plantas de siembra directa el peso seco de las raices supuso el 12 % del total de la planta y en plantas de transplante el 4 % . En plantas de transplante observaron una menor importancia relativa de las raices por debajo de los 10 cm de profundidad, respecto de las plantas de siembra directa.

Orzolek (1981) observó que el pimiento de siembra directa se adaptó más fácilmente a las condiciones de stress y mantuvo una velocidad de crecimiento más uniforme que las plantas de transplante.

Somos (1984) indica que las plantas de siembra directa, gracias a su sistema de raices no perturbado y más desarrollado que en las plantas de transplante, pueden tomar más nutrientes que las de transplante y se ven menos afectadas por irregularidad en el aporte de agua.

López (1990) indica que las plantas de tomate de siembra directa son más resistentes a cualquier inconveniente (problemas climatológicos o fitosanitarios) que las de transplante. Además, no sufren el shock del transplante, que puede durar de 20 a 30 días, periodo en el cual la planta es sensible a todo tipo de inclemencias.

Casallo (1991) indica que la transmisión de enfermedades desde el semillero se evita con la siembra directa. También señala que la competencia radicular en el semillero y los daños

mecánicos, bien en el arranque de la plántula del semillero o bien en el momento del transplante, que no se producen en las plantas de siembra directa, producen un mejor desarrollo de éstas en las primeras fases, respecto de las plantas de transplante.

Tiessen (1962) indica que la exposición del pimiento a temperaturas mínimas nocturnas de 12 - 13 ºC desde la aparición de la primera hoja y durante tres semanas aumentó la precocidad y el rendimiento. Esto ha sido también indicado en tomate por este autor y por Wittwer y Teubner (1956).

Existen pocos estudios en los que se haya comparado la productividad de plantas de transplante y de siembra directa en pimiento. Lazik et al. (1975) compararon la siembra directa a primeros de abril con transplantes realizados en dos fechas distintas y observaron que, aunque no hubo diferencias en la altura de las plantas, la mayor producción se obtuvo con el transplante más temprano, no existiendo diferencias entre la siembra directa y el transplante más tardío.

Holle et al. (1983) indican que con el transplante se observó una producción ligeramente superior a la siembra directa.

Leskovar et al. (1990) indican que en plantas de transplante, tras el cuajado de frutos, fue más importante el desarrollo de los frutos que el de las raices. Sin embargo, en las plantas de siembra directa el desarrollo de las raices también aumentó durante el desarrollo de los frutos. Ello dió lugar a una mayor productividad de las plantas de transplante.

La posibilidad de aumentar fácil y económicamente la densidad de plantas mediante la siembra directa puede dar lugar a un aumento significativo de la producción. Esto ha sido indicado por diversos autores (Randle y Honma, 1980; Orzolek, 1981; Somos, 1984; Rodríguez y Ayuso, 1988; Markovic et al., 1989: Casallo, 1991; Domínguez, 1992). Esto es más evidente en algunas variedades para pimentón que requieren altas densidades. Así García y Ruíz (1990) indican que en pimiento var. Buketen de siembra directa con densidades de 95000 plantas/ha se obtenían 8500 kg/ha, pero con 340000 plantas/ha el rendimiento fue de 14000 kg/ha.

Existen numerosas referencias de que al aumentar la densidad aumenta la producción en pimiento:

- Batal y Smith (1981) observaron que el rendimiento comercial de densidades de 27000 plantas/ha fue significativamente menor que los de 40000 y 60000 plantas/ha, pero que el incremento en el rendimiento al estrechar la distancia entre plantas ocurrió sólo en mesas con dos líneas, pero no en mesas con 3 líneas.

- Locascio y Stall (1982) indican que el rendimiento comercial del pimiento en líneas pareadas en mesas distanciadas a 1,2 m entre centros fue mayor que si la

distancia era de 1,8 m, pero que el rendimiento no difirió cuando la distancia entre plantas dentro de la línea fue de 23 ó 30 cm.

- Everett y Subramanya (1983) indican que en 2 de 3 experimentos, el rendimiento comercial aumentó al disminuir la distancia entre plantas dentro de la línea de 30 a 10 cm.

- Sundstrom et al. (1984) encontraron que el rendimiento del pimiento Tabasco aumentó cuando la distancia entre plantas disminuyó desde 81 cm (8200 plantas/ha) a 10 cm (65000 plantas/ha).

- Stoffella y Bryan (1988) encontraron que la densidad óptima por rendimiento y calidad de los frutos fue de 86000 plantas/ha.

Stoffella y Bryan (1988) indican que al aumentar la densidad de plantación, el peso de la raíz y de la parte aérea, así como la relación parte aérea/raíz disminuyeron y la altura de la planta aumentó. Señala este autor que a más altas densidades de plantas el proporcionalmente más extenso sistema radicular, con respecto a la masa aérea, quizás sea requerido para mejorar la absorción de nutrientes y agua, puesto que la competencia entre raices de distintas plantas es alta. El diámetro del tallo disminuyó al aumentar la densidad. El rendimiento de frutos comerciales aumentó al aumentar la densidad. El número de frutos comerciales y el peso de frutos por planta disminuyó al aumentar la densidad, pero el tamaño del fruto no se modificó. El aumento de la producción comercial se debió a más plantas con menor número de frutos comerciales. Indica este autor que la proporcionalmente mayor masa de raices frente a la parte aérea durante el desarrollo de los frutos a las densidades más altas pudo compensar la mayor competencia entre plantas, y ello resultó en la suficiente absorción de nutrientes por planta para mantener el tamaño del fruto. Esto ha sugerido que la eficiencia de la planta aumenta a densidades más altas, lo que ha sido indicado también por Miller et al. (1979).

Diversos autores (Porter y Etzel, 1982; Holle et al., 1983; Somos, 1984; Markovic et al., 1989) han indicado que la calidad y características de los frutos de pimiento no se vieron afectados por las altas densidades.

Marshall (1984) ha indicado que poblaciones de plantas dobles o triples de lo normal hacen que las plantas crezcan más altas, con menos ramas caidas, ángulos de ramificación más estrechos y colocación de los frutos más alta, todo lo cual permite una recolección mecánica más fácil.

López y Silvas (1979) indican una mayor incidencia de asolanado en pimiento, menores síntomas de virosis y mayores infecciones por Phytophtora capsici conforme la densidad aumentó desde 11000 a 89000 plantas/ha.

I.5 - CONTROL DE MALAS HIERBAS EN PIMIENTO

I.5.1 - La competencia de las malas hierbas con el pimiento.

Diversos autores han indicado que el pimiento es muy sensible a la competencia de las malas hierbas (Labrada y Paredes, 1983; Lagoke et al., 1988; Wolff et al., 1989; Weston y Jones, 1990).

Labrada y Paredes (1983) observaron que las pérdidas de producción pueden representar entre un 30 % y un 100 % , dependiendo del periodo de interferencia de las malas hierbas con el cultivo.

Frank et al. (1988) indican que conforme aumentó la superficie cubierta por las malas hierbas, disminuyeron el rendimiento, el peso de las plantas y el número de frutos por planta de pimiento. También observaron que si la superficie cubierta por las malas hierbas era importante (50 - 100 %) conforme pasó el tiempo se apreció mayor clorosis en el pimiento, debido probablemente al menor contenido en Fe que se encontró en las hojas de pimiento, al comportarse éste como un mal competidor por dicho oligoelemento.

En cultivo mediante transplante, Labrada y Paredes (1983) han indicado que los mayores rendimientos se obtienen si se desyerba a lo largo de 50 - 70 días tras el transplante. Liu et al. (1985) han indicado que en pimiento, regado por goteo, el periodo crítico de competencia de las malas hierbas fue desde los 24 hasta los 36 días tras el transplante. Lagoke et al. (1988) indican que el periodo crítico de competencia estuvo entre las 3 y las 9 semanas tras el transplante. Señalan que para obtener el rendimiento óptimo hay que mantener el cultivo limpio de malas hierbas durante un periodo de 35 días tras el transplante y para obtener el máximo rendimiento durante 63 días.

Un control eficaz de las malas hierbas en preemergencia es especialmente esencial en el pimiento cuando el cultivo se hace mediante siembra directa, puesto que la nascencia y las primeras fases de desarrollo del pimiento son muy lentas. Eshel et al. (1973) indican que la presencia de malas hierbas durante un mes tras la nascencia del pimiento supuso un disminución de un 70 % en el rendimiento del pimiento. Weaver (1984) encontró que en tomate de siembra directa el periodo crítico de competencia fue más largo que en el cultivo mediante transplante y atribuyó la diferencia al más lento establecimiento y crecimiento del tomate sembrado, en relación al desarrollo de las malas hierbas.

El control de las malas hierbas mediante escarda manual es hoy impensable en España tanto por el coste de la misma como por la escasez de mano de obra.

La adecuación de los medios de lucha requiere el conocimiento de la flora potencial, de la interferencia de ciertas especies y de las técnicas culturales.

El empleo de herbicidas químicos puede solucionar, de una forma económica, el control de las malas hierbas en pimiento. Sin embargo, la poca superficie dedicada a este cultivo, en relación a otros, hace que los fabricantes no estén interesados en el desarrollo de herbicidas en éste y otros cultivos hortícolas (Mullen, 1986; Greenfield, 1989a). Por ello, diversos autores han puesto de manifiesto que no se dispone de suficientes herbicidas registrados en pimiento para resolver los posibles problemas de malas hierbas (Wolff et al., 1989; Weston y Jones, 1990). Así, indican que no existen herbicidas registrados en postemergencia del pimiento que controlen Cyperus spp. y diversas especies anuales de hoja ancha como Solanum spp. y Xanthium strumarium L.. Por otra parte, el largo ciclo del pimiento hace que sea difícil el control de las malas hierbas durante todo el ciclo con un solo herbicida (Weston y Jones, 1990).

De acuerdo con lo anterior, cualquier medida preventiva o cultural que ayude en el control de las malas hierbas puede resultar interesante en este cultivo. Mullen (1986) recomienda el cultivo del pimiento en parcelas sin grandes problemas de malas hierbas, así como el uso de rotaciones del mismo con maíz o judías, que permiten la aplicación de alacloro y metolacloro, con lo cual se puede reducir la presencia de Solanum spp. y Cyperus spp. . Liu et al. (1987) indican que en cultivo de transplante el acolchado con plástico negro es una buena solución para el control de las malas hierbas.

En el cultivo mediante transplante las numerosas labores mecánicas realizadas durante el cultivo y la disponibilidad de diversos herbicidas para su aplicación antes del transplante, que aprovechan bien su selectividad de posición o bien que su acción se ejerce sólo sobre semillas en germinación, hacen que el control no presente excesivas dificultades. Sin embargo, cuando se cultiva mediante siembra directa la disponibilidad de un herbicida de preemergencia, persistente y suficientemente eficaz, resulta imprescindible, y actualmente, en España, sólo existen dos herbicidas selectivos registrados , difenamida y napropamida, que presentan problemas en el control de algunas malas hierbas de hoja ancha (Zaragoza, 1988).

Gracia y Palau (1983) han indicado que la siembra directa de muchas especies hortícolas no se ha podido llevar a cabo por no disponer de un herbicida eficaz de preemergencia. Weaver y Tan (1987) han indicado que un obstáculo importante para la siembra directa del tomate en gran escala en Canada es la falta de eficacia en el control de las malas hierbas a lo largo de todo el cultivo.

I.5.2 - Cultivo de tranplante.

I.5.2.1 - Herbicidas de pretransplante.

Los herbicidas autorizados en España y las dosis recomendadas se indican el tabla I.5.2.1.1.

Tabla I.5.2.1.1 - Herbicidas autorizados en España en pretransplante de pimiento.

materia activa	dosis (kg/ha)	observaciones
butralina	2,0 - 2,5	incorporada
difenamida	3,0 - 5,0	
etalfluralina	0,7 - 1,0	
napropamida	1,7 - 2,2	
oxifluorfen	0,3 - 0,5	
paraquat	0,4 - 0,6	herb. total, contacto
pendimetalina	1,3 - 2,0	incorporada
trifluralina	0,6 - 1,2	incorporada

Bagley y Beste (1982) indican que la difenamida incorporada a 4,48 kg/ha no controló suficientemente, a las 6 semanas de la aplicación, ni Digitaria sanguinalis (L.) Scop. ni Chenopodium album L.. Cuando se mezcló con napropamida a 0,56 kg/ha se controlaron estas malas hierbas. Orengo-Santiago et al. (1987) han indicado también problemas de falta de eficacia de la difenamida con el paso del tiempo, y también observaron la aparición de síntomas de fitotoxicidad, que desaparecieron posteriormente.

Diversos autores han observado problemas de fitotoxicidad con oxifluorfen: Bagley y Beste (1982) utilizándolo a 0,45 kg/ha y Orengo-Santiago et al. (1987) a 1,12 kg/ha. Pero, a dosis menores de 0,36 kg/ha, Velev (1987) y Semidey et al. (1989) han indicado su selectividad. Bagley y Beste (1982) y Velev (1987) observaron falta de control de gramíneas y de Chenopodium album. Semidey et al. (1989) observaron que el uso de oxifluorfen solo (a 0,14 kg/ha) o mezclado con metolacloro, cinmethylin o pendimetalina fue selectivo y eficaz contra malas hierbas de hoja ancha.

Bagley y Beste (1982) encontraron que la pendimetalina incorporada (a 0,84 y 1,68 kg/ha) fue selectiva y eficaz, pero que sin incorporar causó entre un 10 % y un 20 % de reducción en el vigor de las plantas y no controló Digitaria sanguinalis. Orengo-Santiago et al. (1987) han indicado problemas de falta de control por pérdida de eficacia con el paso del tiempo. Zaragoza (1975) encontró que en campo a 1,65 kg/ha resultó selectiva, pero en invernadero redujo el peso de las plantas en un 18 % .

Bagley y Beste (1982) observaron que el alacloro y el metolacloro incorporados a 1,68 kg/ha redujeron el vigor de las

plantas de pimiento y no controlaron suficientemente ni Digitaria sanguinalis ni Chenopodium album. Pero Orengo-Santiago et al. (1987) han indicado que el alacloro a esa misma dosis resultó selectivo y eficaz. También Teasdale (1985) y Mullen (1986) señalan que el metolacloro incorporado resultó fitotóxico.

Pelletier y Le Quillec (1986) y Vilevieille et al. (1986) han indicado la selectividad del linuron, solo o mezclado con trifluralina o pendimetalina.

El isoxaben, que tiene una buena acción antidicotiledóneas (entre otras contra Solanum nigrum L.), ha sido indicado por Pelletier y Le Quillec (1986) como selectivo.

Majek (1986) observó que la utilización de carbón activado (mediante mojado de las raices o incorporado al cepellón) protegió al pimiento de la metribuzina, debiéndose utilizar 1 g de carbón/planta.

La flurocloridona ha sido indicada por Masunias y Weller (1985) y Pelletier (1987) como fitotóxica en pimiento.

Porter (1989) indica que el uso del clomazone produjo clorosis y también alguna atrofia, excepto en pimiento Tabasco, que desaparecieron con el tiempo. A 2,24 kg/ha e incorporado redujo ligeramente la producción, salvo en Tabasco.

I.5.2.2 - Herbicidas en postransplante.

Los herbicidas autorizados en España y las dosis recomendadas se indican en la tabla I.5.2.2.1 .

Unicamente existen dos herbicidas autorizados con alguna acción contra malas hierbas de hoja ancha que puedan aplicarse directamente sobre el pimiento (difenamida y napropamida), puesto que la prometrina sólo puede aplicarse dirigida. No existe ningún herbicida con efecto de contacto o sistémico que sea selectivo para su aplicación en postemergencia sobre el pimiento.

Se ha indicado por algunos autores (Liu et al., 1987; Beste, 1985) que el uso de la difenamida puede no ser suficientemente eficaz en el control de las malas hierbas, aunque Labrada y Paredes (1983) han señalado su buen efecto antigramíneas y el control de Portulaca oleracea L. y Amaranthus dubius Mart. a dosis normales de uso. En Kentucky (Estados Unidos) el uso de la difenamida en hortalizas ha sido prohibido recientemente (Weston y Jones, 1990).

Bagley y Beste (1982) y Liu et al. (1987) han indicado que la napropamida no es suficientemente eficaz.

La falta de herbicidas autorizados con acción sobre malas hierbas de hoja ancha ha hecho que se hayan ensayado numerosas moléculas herbicidas.

Tabla I.5.2.2.1 - Herbicidas autorizados en España en postransplante de pimiento.

materia activa	dosis (kg/ha)	observaciones
diquat	0,3 - 0,8	dirigido, herb. total
difenamida	3,0 - 5,0	
fluazifop-butil	0,15 - 0,25	antigramíneas
napropamida	1,7 - 2,2	
paraquat	0,4 - 0,6	dirigido, herb. total
prometrina	1,0 - 2,0	dirigido
quizalofop-etil	0,12 - 0,17	antigramíneas
setoxidim	0,3 - 0,5	antigramíneas

El alacloro y el metolacloro han sido estudiados por su acción sobre Cyperus spp. y Solanum spp. . Kang et al. (1986) indican que el alacloro fue selectivo si se aplicaba sobre plantas de pimiento con 10 hojas verdaderas, pero sobre plantas más jóvenes observaron que era fitotóxico. Beste (1985) ha indicado que fue selectivo. Teasdale (1985) observó que el metolacloro aplicado a las 2 o a las 4 semanas del transplante resultó selectivo, pero aplicado inmediatamente tras el transplante resultó fitotóxico, habiéndose atribuido este aumento de la tolerancia a que hubo más tiempo para el desarrollo de las raices por debajo de la zona de acción del metolacloro. Graça et al. (1989) indican también la selectividad del metolacloro aplicado a las 4 semanas del transplante. Sin embargo, Beste (1986) ha indicado una fitotoxicidad inaceptable del alacloro y el metolacloro. Weston y Jones (1990) indican que los fabricantes no tiene planes de registrarlo en pimiento dulce en Estados Unidos.

Orzolek et al. (1986), Calderón (1988) y Graça et al. (1989) han indicado que la metribuzina resultó fitotóxica.

Zaragoza (1975), Bagley y Beste (1982) y Graça et al. (1989) observaron que la pendimetalina resultó fitotóxica.

El bentazón es un herbicida interesante por su control en postemergencia de malas hierbas anuales de hoja ancha y de Cyperus esculentus L.. Diversos estudios (Baltazar y Monaco, 1984; Baltazar et al, 1984; Harrison y Fery, 1989; Wolff et al., 1989; Fery y Harrison, 1990) han demostrado la existencia de diferencias varietales en la tolerancia al mismo, debidas a la

distinta capacidad de inactivación del mismo, así como la posibilidad de su transferencia genética. Fery y Harrison (1990) han indicado que se trata de un carácter monogénico y dominante, no citoplasmático.

El clomazone, herbicida de preemergencia inhibidor de la síntesis de clorofila y carotenoides introducido para su uso en soja, se ha mostrado como selectivo en pimiento a dosis inferiores a 3,4 kg/ha (la dosis recomendada es de 1 kg/ha), pero con dosis más elevadas puede producir clorosis, que desaparecen con el tiempo (Weston y Jones, 1990). Estos autores han indicado que temperaturas altas del suelo y aire pueden producir mayores síntomas de fitotoxicidad, pues hay mayor activación y volatilización del producto. Estos síntomas transitorios han sido también indicados por Snyder et al. (1990) que señalan que el orden de tolerancia de los distintos tipos de pimiento a este herbicida fue: tabasco > dulce > cayena > jalapeño. En ambos estudios se observó una eficacia muy buena en el control de las malas hierbas.

El dietatil, herbicida de preemergencia inhibidor del crecimiento de raices y tallos de las plántulas desarrollado para su uso en remolacha, ha sido estudiado por su buena acción contra Solanum spp. . Weston y Jones (1990) indican que en uno de los dos años que lo ensayaron, el dietatil solo (a 4,5 kg/ha, o en dos aplicaciones a 2,2 kg/ha cada una) o mezclado con difenamida, produjo síntomas de fitotoxicidad (quemaduras en hojas y necrosis) a las 4 semanas de la aplicación, pero a las 11 semanas habían desaparecido y la producción no se vio afectada. Indican que la mezcla de dietatil + difenamida fue más fitotóxica que ambos herbicidas solos. Majek y Johnston (1989) han indicado que el dietatil no produjo daños serios al pimiento cuando se aplicó a dosis de hasta 9 kg/ha en postransplante o en floración, o en dos aplicaciones (4,5 kg/ha en postransplante + 4,5 kg/ha en floración), aunque sí se observaron algunos síntomas de fitotoxicidad, que desaparecieron con el tiempo, no viéndose afectados ni el crecimiento de la planta ni la producción. Estos autores han indicado que los daños, que se pueden producir a las dosis más altas, son favorecidos por condiciones ambientales de tiempo húmedo, días nublados y temperaturas moderadas, que producen un menor desarrollo de la cutícula de las hojas, favoreciendo la penetración del herbicida. Snyder et al. (1990) y Weston y Jones (1990) han señalado la necesidad de utilizar el dietatil junto con otro herbicida, como difenamida, para controlar el Chenopodium album.

Monaco y Bonanno (1985) han señalado que el cinmethylin, herbicida de preemergencia inhibidor del crecimiento meristemático en raices y tallos, resultó selectivo en pimiento, siendo su acción fundamentalmente antigramíneas, aunque también controló Chenopodium album y Amaranthus spp. . Sin embargo, Gilreath et al. (1989) observaron una reducción del vigor de las plantas que fue disminuyendo con el paso del tiempo.

Mullen (1986) indica que en California está autorizado el uso

de clortal a las 4 - 6 semanas del transplante o en plantas de siembra directa, cuando éstas tienen 10 - 15 cm de altura, así como el bensulide dirigido tras una labor que elimine las malas hierbas nacidas.

I.5.3 - Cultivo de siembra directa.

Zaragoza (1988) ha indicado las principales características del pimiento de siembra directa que dificultan su escarda con herbicidas:

1) un periodo de preemergencia variable (10 - 25 días) en el que se produce la aparición de muchas especies de malas hierbas, mejor adaptadas al medio.

2) un periodo prolongado en el que las plántulas se desarrollan lentamente (y pueden encontrarse en estados diferentes) y en el que su sensibilidad a los herbicidas es grande.

3) existen pocos herbicidas residuales que sean fisiológicamente selectivos para el pimiento, cuando se aplican en preemergencia. Su acción, a dosis selectivas, suele ser insatisfactoria, escapando numerosas especies o teniendo una persistencia corta. Se pueden aplicar estos herbicidas residuales buscando una selectividad de posición, pero ésta se pierde fácilmente en suelos ligeros, por exceso de riego o lluvias fuertes.

I.5.3.1 - Herbicidas de preemergencia.

En España los herbicidas autorizados para su uso en preemergencia del pimiento son:

materia activa	dosis (kg/ha)	observaciones
difenamida	3,0 - 5,0	
napropamida	1,5 - 3,0	
paraquat	0,4 - 0,6	en presiembra

Eshel et al. (1973) han observado que el pimiento tolera en esta fase mayores dosis de difenamida que de napropamida. En el caso de la napropamida, debido a su baja movilidad en el suelo, existe una cierta selectividad de posición. Indican que el tratamiento en preemergencia tardía (justo antes de la

emergencia) usando estos herbicidas mezclados con diquat y paraquat produjo un buen control de las malas hierbas y fue selectivo. Señalan que ambos herbicidas controlaron bien las gramíneas, pero que las dicotiledóneas (Amaranthus retroflexus L., Datura stramonium L., Portulaca oleracea y Sinapis arvensis L.) fueron más sensibles a la napropamida. Eshel y Katan (1972) han indicado que la selectividad de la difenamida en pimiento puede verse afectada por las temperaturas diurnas y nocturnas. La fitotoxicidad aumenta con altas temperaturas diurnas, al aumentar la transpiración y por lo tanto la toma de producto, y con bajas temperaturas nocturnas, al disminuir la degradación del producto.

Zaragoza (1988) ha indicado la necesidad de encontrar un herbicida suficientemente selectivo, con largo poder residual y que sea más barato y eficaz que la difenamida.

Ante los problemas de la falta de suficiente control de las malas hierbas de hoja ancha por parte de estos productos, sobre todo de algunas como el Solanum nigrum, se ha estudiado la selectividad de productos que como el dietatil y el clomazone se han mostrado eficaces contra estas malas hierbas.

Snyder et al. (1990) indican que el dietatil, solo o combinado con difenamida y/o napropamida, resultó selectivo tanto en pimiento dulce como en pimiento picante. Se obtuvo un buen control de las malas hierbas presentes (Solanum sarrachoides Sendtner, Amaranthus spp. y Brassica nigra (L.) Koch) siendo el control algo más eficaz si se incorporaban. Ni difenamida ni napropamida controlaron Solanum sarrachoides.

Weston y Barrett (1989) observaron que el clomazone a dosis de 1 kg/ha (dosis que controla Solanum nigrum) resultó selectivo y que la dosis que redujo el peso de las plantas de pimiento al 50 % fue de 5,3 kg/ha. Desde el punto de vista de la inhibición del crecimiento, el pimiento fue 40 veces más tolerante a este herbicida que el tomate. Observaron que los síntomas de fitotoxicidad (clorosis) aumentaron con el paso del tiempo hasta los 20 días del tratamiento.

I.5.3.2 - Herbicidas de postemergencia.

En principio cabe indicar aquí todo lo que se ha reseñado en postransplante, siempre y cuando las plantas de pimiento estén en un estado de desarrollo semejante al de las plantas de transplante (6 - 10 hojas). Además, las plantas de siembra directa presentan la ventaja de su mejor enraizamiento.

I.5.4 - Comportamiento de herbicidas bajo acolchado plástico.

El uso del acolchado con polietileno transparente beneficia la nascencia y crecimiento del pimiento porque incrementa la temperatura del suelo y conserva la humedad, pero esas mismas condiciones benefician la nascencia y crecimiento de las malas

hierbas.

Bond y Walker (1989) indican que el uso de acolchado con polietileno perforado aumentó el número de malas hierbas al doble y multiplicó por 7 el peso fresco de las mismas, respecto del suelo desnudo.

Bond y Burch (1989) indican que el uso de cubierta plástica dio lugar a un aumento en el número y el peso fresco de las malas hierbas. Señalan estos autores que en cultivos bajo plástico se hace necesario el uso de herbicidas de preemergencia de amplio espectro, pues las pocas malas hierbas sobrevivientes se desarrollan muy rápido y dan muchos problemas.

Jensen et al. (1989) observaron que el uso de acolchado plástico favoreció el crecimiento y el incremento del número de malas hierbas de especies exigentes en calor como Echinochloa crus-galli (L.) Beauv. y Portulaca oleracea, pero redujo el número de otras, más asociadas a menores temperaturas, como Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus y Stellaria media (L.) Vill.. Observaron que, en condiciones primaverales, al principio proliferaban muchas malas hierbas bajo el plástico, pero que posteriormente muchas morían por las altas temperaturas.

El comportamiento de los herbicidas bajo plástico puede ser diferente, respecto del suelo desnudo, puesto que el plástico modifica la temperatura del suelo, la humedad y el movimiento del aire y del agua. Sin embargo, al ser una técnica relativamente nueva, existe poca información sobre el uso de herbicidas.

Bond y Walker (1989) han señalado la mayor persistencia de los herbicidas bajo el plástico, que es atribuible a la baja humedad, lo cual limita también su movimiento en el suelo. Esto ha sido también señalado por Greenfield (1989b). Jensen et al. (1989) encontraron una mayor persistencia de trifluralina, metribuzina y difenamida, que atribuyeron a la menor volatilización y la absorción de rayos UV por el plástico, que disminuiría la fotodegradación de los herbicidas bajo el plástico.

Bond y Burch (1989), Bond y Walker (1989) y Jensen et al. (1989) no han señalado problemas de fitotoxicidad con distintos herbicidas bajo plástico, así como tampoco diferencias de eficacia respecto del suelo desnudo. Greenfield (1989b) ha indicado que el menor endurecimiento de las plantas bajo el plástico puede hacerlas más sensibles, tanto al cultivo como a las malas hierbas, a los herbicidas de contacto aplicados inmediatamente después de retirar el plástico.

II - OBJETIVOS

II - OBJETIVOS

De acuerdo con lo expuesto en la Introducción, los fallos y la falta de uniformidad en la nascencia del pimiento, cuando es sembrado al aire libre, pueden ser debidos tanto a deficiencias en la calidad de la semilla como a condiciones ambientales desfavorables que ésta encuentra cuando es sembrada.

Entre estas últimas la temperatura es quizás el factor que más influye en la germinación y la emergencia de las semillas. Procesos que según se ha indicado es necesario considerar como diferentes.

En condiciones de campo la nascencia también puede ser impedida por el encostramiento del terreno. Por otra parte, el dilatado proceso de nascencia y el lento desarrollo de las plantas de pimiento en sus primeras fases hacen que sean muy sensibles a la competencia de las malas hierbas, siendo difícil el control de las mismas por los pocos herbicidas registrados para su uso en pimiento.

Ante estas consideraciones se plantearon los siguientes objetivos:

1 - Conocer la influencia que sobre la germinación de las semillas de pimiento, en condiciones controladas, favorables y desfavorables, puede tener la procedencia y el manejo de las mismas con el fin de determinar el sistema óptimo de obtención.

2 - Estudio del comportamiento del pimiento, en condiciones controladas, en cuanto a su germinación y emergencia a distintas temperaturas y en distintos suelos típicos del Valle Medio del Ebro.

3 - Establecimiento de criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura, y su aplicación.

4 - Estudio de los principales factores que afectan a la emergencia del pimiento al aire libre y desarrollo de técnicas destinadas a favorecer la misma.

5 - Control de las malas hierbas adecuado al sistema de cultivo en siembra directa del pimiento.

III - LA SEMILLA. ESTUDIO DE DIVERSOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACION.

III - LA SEMILLA. ESTUDIO DE DIVERSOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GERMINACION

III.1 - MATERIAL Y METODOS.

III.1.1 - Aspectos generales.

Los materiales y métodos específicos de cada ensayo se indican en el apartado III.1.2.

III.1.1.1 - Variedades. Obtención de la semilla.

Se utilizaron tres variedades de destino industrial y cultivo al aire libre:

+ Piquillo de Lodosa: variedad estándar española utilizada para conserva. La planta presenta ramificación dicotómica y un desarrollo vegetativo muy alto. Buena cubrición del fruto, que tiene forma triangular, péndulo, de dos caras o cavidades carpelares, corto y estrecho, acabado en punta. Color maduro rojo. Carne muy fina. Peso medio del fruto, entre 35 y 50 g. No se agrieta y se desprende muy bien de la planta. La densidad normal en cultivo de transplante es de 35 - 40.000 pl/ha. Ciclo medio.

+ Pico de Mendavia: variedad estándar española utilizada para conserva. La planta presenta ramificación dicotómica y desarrollo vegetativo muy alto. Cubrición del fruto media-buena. Fruto con forma triangular, erecto, de dos caras, largo, medio ancho y acabado en punta. Color maduro rojo. Carne fina. Peso medio del fruto entre 71 y 97 g. Se agrieta algo tras las lluvias y se desprende muy mal de la planta, siendo fácil romperla al recolectar. La densidad normal en cultivo de transplante es de 35 - 40.000 pl/ha. Ciclo medio - largo.

+ Buketen: variedad estándar búlgara utilizada para la obtención de pimentón. Variedad de maduración agrupada, la planta tiene crecimiento determinado , presentando los frutos agrupados (carácter fasciculado), erectos, cilíndricos, pequeños, con un peso de 12 - 20 g. Color maduro rojo. La densidad requerida para un buen rendimiento es de 300 - 400.000 pl/ha (Costa, 1991). Ciclo corto.

En 1989 se recolectaron frutos maduros de estas variedades cultivadas en parcelas aisladas:

+ Piquillo de Lodosa: en Montañana (Zaragoza), en una parcela de 200 m2 del Servicio de Investigación Agraria de Aragón, de una selección de R. Gil, cultivada mediante transplante de acuerdo con las buenas prácticas agronómicas de la zona.

+ Pico de Mendavia: en Valdegón (Logroño), en una parcela del Centro de Investigaciones Agrarias de La Rioja, de una selección de P. Arce, cultivada mediante transplante de acuerdo con las buenas prácticas agronómicas de la zona.
+ Buketen: en Badajoz, en una parcela del Servicio de Investigación Agraria de Extremadura, de una selección de A. Rodríguez del Rincón, cultivada mediante siembra directa y riego por aspersión.

Los frutos se dejaron sobremadurar (pasificar) a temperatura ambiente durante un mes. Las semillas fueron extraidas mediante triturado de las placentas con una trituradora comercial (Braun) (foto 1) y posterior adición de agua y eliminación de sobrenadantes (Somos, 1984) (foto 2). Las semillas así obtenidas se secaron en estufa a 35 ºC durante un día. La semilla se almacenó en botes de plástico con doble cierre hermético y silicagel en cámara frigorífica a 4 ºC (Gil, 1988b).

El porcentaje de frutos podridos en el proceso de sobremaduración y el rendimiento de semilla por fruto fue:

variedad	% frutos podridos	peso semilla/fruto (g)	muestra nº frutos
Piquillo	4,39 ± 1,90	1,234 ± 0,140	2914
Pico	2,35 ± 1,68	1,601 ± 0,061	527
Buketen	19,45 ± 7,12	0,807 ± 0,075	2251

III.1.1.2 - Ensayo de germinación

La germinación se estudió siempre a dos temperaturas, para lo cual se utilizaron dos cámaras de ambiente controlado de la marca CONVIRON. Estas fueron:

. 25 ºC ± 1,5 ºC . Considerada como temperatura óptima para la germinación del pimiento.
. 13 ºC ± 0,5 ºC . Considerada como temperatura desfavorable para la germinación del pimiento.

La razón de estudiar la germinación a una temperatura desfavorable (13 ºC) se debió a que los factores que afectan al comportamiento germinativo de las semillas de pimiento pueden influir de forma diferente a como lo hacen a la temperatura óptima. Conocer ésto resulta muy interesante, ya que la temperatura media del suelo (a 2 - 4 cm de profundidad) en las fechas de siembra que permiten al pimiento completar su ciclo en las condiciones del Valle Medio del Ebro (abril - comienzos de mayo) varían entre 10 y 20 ºC. Como se indica en el apartado I.3.5.1, diversos autores han indicado que las pruebas de germinación a baja temperatura son las que ofrecen los resultados que mejor se correlacionan con los de campo, probablemente porque simulan el efecto más limitante de la germinación en el campo.

Foto 1. Triturado de las placentas para la extracción de semillas.

Foto 2. Adición de agua para eliminar los sobrenadantes.

Las pruebas de germinación se realizaron en oscuridad.

La germinación se evaluó sobre muestras tratadas con tiram (TMTD 80 % PM) a razón de 5 g / kg de semilla. La aplicación de este fungicida se realizó ya que en pruebas previas de germinación se observó la aparición de ataques de hongos (Alternaria spp., Fusarium spp.) en las semillas de las tres variedades. Tras diversas pruebas de desinfección con tiram, lejía y sodio fosfato tribásico 12-hidratado, se decidió por razones de eficacia y de facilidad de trabajo desinfectar las semillas con tiram.

Las semillas se colocaron en placas Petri de 9 cm de diámetro sobre dos hojas de papel de filtro Whatman nº 1 que se humedecieron con 4 ml de agua desionizada y esterilizada, según ha sido descrito por diversos autores (Yaklich y Orzolek, 1977; Sachs et al., 1981; Watkins y Cantliffe, 1983a; O'Sullivan y Bouw, 1984; Coons et al., 1989; Aljaro y Martínez, 1987; González et al., 1989). Las placas se guardaron dentro de una bolsa de plástico cerrada para evitar pérdidas de humedad. Se añadió agua desionizada esterilizada cuando fue necesario.

Las semillas se consideraban germinadas cuando exhibían una radícula de 3 mm de longitud normal. Diariamente se procedía a contar las semillas germinadas, que se retiraban de la placa.

A 25 ºC los conteos se realizaron durante al menos 20 días, prolongándose el conteo hasta que dejaba de haber semillas germinadas durante tres días seguidos, según ha sido indicado por diversos autores (Irwin y Price, 1983; O'Sullivan y Bouw, 1984; Aljaro y Martínez, 1987) . A 13 ºC el conteo se prolongó durante 30 días en Piquillo y Pico y durante 45 días en Buketen, siendo válido lo indicado para 25 ºC. Al finalizar el ensayo se contaron aquellas semillas no germinadas que presentaban cortes debidos al proceso de extracción. Estas semillas, que representaban un 2 - 3 % , no se consideraron en el ensayo.

Si en algún caso se observaban semillas atacadas por hongos, se eliminaban y se consideraban como no germinadas.

Para cada tratamiento se usaron siempre cuatro repeticiones de 100 semillas.

Tanto la puesta del ensayo como los conteos se realizaron en una cámara de flujo laminar con el fin de evitar ataques de hongos.

III.1.1.3 - Análisis de los datos de germinación

Tras la consideración de todos los métodos enumerados en el apartado I.3.5.2 se decidió realizar el análisis de los datos de germinación utilizando el modelo de regresión no lineal logístico según se describe por Torres y Frutos (1990):

$$G = A / [1 + e^{-(\beta - K \times t)}]$$

Dónde:

G : germinación acumulada, %
t : periodo de germinación, días
A : germinación final, %
K : parámetro de velocidad
ß : parámetro que hace referencia a la posición de la curva en relación con el eje tiempo

Además se han calculado distintos índices (a partir de los anteriores) con significado biológico:

Gt10% : comienzo de la germinación, días.

Gt90% - Gt10% : uniformidad de la germinación, días. Cuanto menor es su valor, mayor es la uniformidad de la germinación.

ß/K = T50: tiempo en el punto de inflexión, días. Es el número de días en el que se alcanza el 50 % de la germinación final.

AK/4 : velocidad máxima de germinación (MGR), %/días. Indica el máximo porcentaje de semillas germinadas en un día.

K/2 : velocidad media relativa de germinación acumulada, 1/días. Cuanto mayor es su valor, mayor es la velocidad del proceso de germinación.

La información que se obtiene con el uso de este modelo es mayor que la que se obtendría con el uso de los índices y coeficientes ya citados (apartado I.3.5.2). Torres y Frutos (1989b) observaron la ventaja del uso de este modelo frente al monomolecular y el Gompertz. El modelo logístico proporciona parámetros e índices con un significado biológico claro, cosa que no ocurre con la función de Richard, la función normal y la distribución de Weibull. El largo tiempo durante el cual se evalúa la germinación de las semillas en los ensayos (20 - 30 días a 25 ºC, 30 - 45 días a 13 ºC, según variedades) hace que la existencia de datos censurados no sea relevante, con lo cual se descartaron los métodos de análisis de supervivencia y de proportional hazard regression, que son más engorrosos y que proporcionan una información biológicamente menos clara.

En todos los casos, para cada repetición se determinaron los valores de los parámetros del modelo y de los índices derivados de los mismos , mediante el ajuste por regresión no lineal usando el paquete estadístico NCSS (Number Cruncher Statistical System) que usa el algoritmo de mínimos cuadrados de Levenberg-Marquardt. Estos parámetros e índices se analizaron mediante un análisis de varianza para ver la influencia de los distintos factores. En

cada ensayo se realizó un análisis de varianza para la germinación a 25 ºC y otro para la germinación a 13 ºC. En las figuras, por claridad, se representa sólamente la curva media de regresión de las cuatro repeticiones.

En todos los ensayos de este capítulo no se comentará el efecto varietal, ya que éste se analizará en el capítulo IV.

III.1.2 - Variables estudiadas.

III.1.2.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla.

Se plantearon dos ensayos. En el ensayo 1 se comparó el comportamiento germinativo de semillas extraidas de frutos entreverados, maduros y pasificados. En el ensayo 2 se estudió si los frutos que se recolectan entreverados (por error, etc) pueden ver mejorado el comportamiento germinativo de las semillas mediante la maduración o pasificación de los mismos.

ENSAYO 1.

Se realizó sobre las variedades Piquillo de Lodosa y Pico de Mendavia. En Pico se recogieron semillas en 1990 además de en 1989, ya que tras analizar la germinación con las semillas recogidas en 1989 de las dos variedades se observó un comportamiento extraño de la variedad Pico. Para confirmar si esto era típico de la variedad o era consecuencia de la toma de muestras, se volvieron a recolectar frutos de Pico en 1990. Los frutos se recogieron de la tercera bifurcación de las plantas y la muestra consistió en:

- Piquillo: 150 - 160 frutos de los que se obtuvieron 180 - 200 g de semilla.
- Pico: 60 frutos de los que se obtuvieron 100 - 110 g de semilla.

En todos los casos se extrajeron semillas de frutos entreverados, maduros y pasificados. Para obtener frutos pasificados se dejaron a pasificar (sobremadurar) frutos maduros según se indica en el apartado III.1.1.1.

ENSAYO 2.

Se utilizó la variedad Piquillo de Lodosa. Los frutos se recogieron en estado entreverado (de todos los pisos o bifurcaciones de la planta) y se dividieron en tres lotes:

- en uno de los lotes se extrajeron inmediatamente las semillas.
- otro lote se dejó a madurar a temperatura ambiente (8 días desde la recolección).
- un último lote se dejó a pasificar a temperatura ambiente

(35 días desde la recolección).

Los lotes fueron de 150 - 160 frutos de los que se extrajeron 180 - 200 g de semilla.

En el ensayo se utilizó como testigo semillas procedentes de frutos recolectados maduros y dejados a pasificar durante un mes.

III.1.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta.

El ensayo se realizó con las variedades Piquillo y Pico. En ambas se recolectaron frutos maduros del primer, segundo y tercer piso o bifurcación, que se pasificaron. La muestra fue de:

. Piquillo: 150 - 160 frutos, de los que se obtuvieron 180 - 200 g de semillas.
. Pico: 60 - 80 frutos, de los que se obtuvieron 100 - 120 g de semillas.

III.1.2.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta.

Se utilizaron las variedades Piquillo, Pico y Buketen. Se extrajeron primero las placentas enteras y se dividieron por la mitad, distinguiendose:

+ una parte superior: la mitad más cercana al pedúnculo.
+ una parte inferior: la mitad más alejada del pedúnculo.

La muestra consistió en:

. Piquillo: 100 frutos de los que se obtuvieron 120 g de semilla.
. Pico: 80 frutos de los que se obtuvieron 120 g de semilla.
. Buketen: 200 frutos de los que se obtuvieron 150 gr de semilla.

III.1.2.4 - Influencia del metodo de extracción de la semilla.

El ensayo se realizó con las variedades Piquillo y Pico. Se ensayaron seis procesos de extracción distintos:

1 - Extracción a mano en seco.
2 - Extracción a mano y posterior adición de agua y eliminación de sobrenadantes.
3 - Extracción a mano y posterior adición de agua sin eliminación de sobrenadantes.
4 - Extracción normal con trituradora y posterior adición de agua y eliminación de sobrenadantes.
5 - Extracción con trituradora y posterior adición de una dilución 1/10 de ClH 35 % (d=1,18 ; 22 ºBe) durante

cinco minutos a 22 ºC y eliminación de sobrenadantes.
6 - Como 5 pero con una dilución 1/20.

La muestra estuvo formada en todos los casos por:

+ en Piquillo: 200 frutos de los que se obtuvieron 250 - 270 g.
+ en Pico : 110 frutos de los que se obtuvieron 150 - 170 g.

En este ensayo el porcentaje de germinación se calculó considerando a las semillas no germinadas por cortes de la trituradora como no germinadas.

Para comprobar si el tratamiento con ClH podía afectar al desarrollo de las plántulas, conforme las semillas germinaban (tanto a 25 ºC como a 13 ºC), se pasaron a otra placa Petri con papel de filtro humedecido y se dejaron hasta que se desarrollaron totalmente en cámara climática a 25 ºC. Esto se realizó para la variedad Piquillo con el tratamiento con la dilución 1/10 de ClH y con la extracción normal como testigo.

III.1.2.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico.

Ya que en el ensayo de métodos de extracción se observó que el tratamiento con ClH modificaba el comportamiento germinativo de las semillas, y no se observaron diferencias sustanciales entre las distintas concentraciones utilizadas, se planteó el estudio de la influencia del tiempo del tratamiento.

Se utilizaron las variedades Piquillo y Pico. La recolección se realizó el año 1990. Los frutos de Piquillo se recolectaron en Montañana (Zaragoza) en una parcela en la que también había plantas de la variedad Buketen. Los frutos de Pico se recolectaron en Valdegón (Logroño) en una parcela aislada. En ambos casos se recogieron frutos maduros que se dejaron pasificar durante un mes. Posteriormente se realizó la extracción de cuatro formas distintas:

1 - Extracción normal con trituradora, añadiendo agua y eliminando sobrenadantes.
2 - Extracción con trituradora y posterior adición de una dilución 1/10 de ClH 35% (d:1,18 ; 22 ºBe) durante 5 minutos a 22 ºC y eliminación de sobrenadantes.
3 - Como en 2 pero manteniendo las semillas 7,5 minutos en la disolución de ClH.
4 - Como en 2 pero manteniendo las semillas durante 10 minutos en la disolución de ClH.

La muestra estuvo formada por:

+ en Piquillo: 200 frutos de los que se obtuvieron 250 - 270 g de semilla.
+ en Pico : 110 frutos de los que se obtuvieron 150-170

g de semilla.

III.1.2.6 - Influencia del peso de la semilla.

El ensayo se realizó con Piquillo, Pico y Buketen. Partiendo de 200 g de semilla obtenida según el método general, se utilizó una mesa densimétrica para separar, para cada una de las variedades, lotes de semilla de distinto peso. El peso en g de 100 semillas de cada lote fue:

	PIQUILLO	PICO	BUKETEN
Lote 1	0,512	0,748	0,472
Lote 2	0,550 (7,4 %)*	0,774 (3,5 %)	0,520 (10,2 %)
Lote 3	0,584 (14,1 %)	0,789 (5,5 %)	0,550 (16,5 %)
Lote 4	0,620 (21,1 %)	0,806 (9,2 %)	0,595 (26,1 %)

* entre paréntesis el porcentaje de incremento de peso sobre el lote menos pesado para cada variedad.

El tamaño de muestra de los lotes obtenidos varió entre los 11 y los 45 g.

El ensayo de germinación se realizó utilizando el lote de peso más bajo y el de peso más alto, de cada variedad.

III.1.2.7 - Influencia del método de conservación.

El objetivo de este ensayo fue ver la influencia de las condiciones de conservación en la germinación, considerando un periodo de conservación de seis meses, que es el tiempo medio desde la recolección de las semillas hasta la siembra del año siguiente.

El ensayo se realizó con las variedades Piquillo, Pico y Buketen. Se estudiaron los siguientes factores:

+ temperatura de conservación:
  . a 4 ºC ± 1 ºC en cámara frigorífica.
  . a temperatura ambiente en laboratorio.

+ uso de silicagel:
  . sin silicagel.
  . con silicagel.

Para cada combinación de variedad, temperatura de conservación y uso de silicagel se tomó una muestra de 100 g de semilla que se colocó en un bote de plástico, de 290 cm3 de capacidad, con doble cierre hermético. La cantidad de silicagel

añadida por bote fue de 110 g. Se realizó un diseño factorial.

La prueba de germinación se realizó a los seis meses del almacenamiento de las semillas en las condiciones indicadas.

III.1.2.8 - Influencia de la desinfección con tiram.

En pruebas previas de germinación se observó la aparición de ataques de hongos (*Alternaria* spp., *Fusarium* spp.) en las semillas de las tres variedades estudiadas. Tras diversas pruebas de desinfección con tiram, lejía y sodio fosfato tribásico 12-hidratado, se decidió por razones de eficacia y de facilidad de trabajo desinfectar las semillas con tiram, según se describe en el método general.

Con el fin de determinar si el uso de dicho fungicida tenía algún efecto negativo sobre la germinación de las semillas de pimiento y sobre el desarrollo de las plántulas, se planteó este ensayo.

El ensayo se realizó con semillas de las variedades Piquillo y Pico puesto que en las semillas de Buketen la presencia de hongos era tan importante que el uso de un testigo sin tratamiento fungicida era imposible.

Para cada una de las variedades se tomaron dos muestras, cada una de 20 g de semilla, procediendo a la desinfección de una de ellas. La desinfección se realizó añadiendo tiram (TMTD PM 80%) a razón de 5 g(p.c.)/kg de semilla. El fungicida se mezcló con las semillas mediante agitado. El testigo estuvo formado por semillas sin el tratamiento fungicida.

Para comprobar si el uso del tiram afectaba al desarrollo de las plántulas, una vez que las semillas germinaban se pasaban, en grupos de no más de 50 semillas , a placas Petri de 14,5 cm de diámetro sobre dos hojas de papel de filtro Whatman nº 1 humedecidas con agua desionizada esterilizada. Así se dejaban en cámara climática a 25 ºC hasta que exhibían los dos cotiledones desplegados, contándose las plántulas normales.

III.1.2.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos.

Con el objeto de conocer cuales son las características germinativas de las semillas utilizadas por los agricultores se recogieron distintos lotes de semillas y se analizó su comportamiento.

Se recogieron lotes de semillas de las variedades Piquillo y Pico en una de las zonas de mayor cultivo (Lodosa - Mendavia), situada entre La Rioja y Navarra. Los datos recabados sobre las mismas fueron:

Piquillo

+ Cooperativa de Lodosa: Situada en Lodosa (Navarra). Semilla

de su selección extraida de frutos secados al aire.

+ Cadreita - ITGC: Semilla de su selección, extraida de frutos maduros.

+ Conservas Vela: Semillas extraidas después de asar los pimientos y lavarlos con agua fría. Luego la semilla se dejó secar a la intemperie en una capa de unos 10 cm. Se recogió del "secadero" a mitad de Enero. Como estaba húmeda se secó en estufa a 30 ºC durante un día.

Pico

+ Conservas Palacios: La semilla estaba en cajas de plástico sin llenar (8 - 10 cm de espesor) en un cuarto pequeño con humedad en el suelo.

+ Conservas Viuda de Cayo.

+ Conservas Hijos de M. Sánchez: Extraidas de frutos maduros.

+ Conservas Canito.

+ Agricultor. Extraidas de frutos maduros para autoconsumo por un agricultor de Mendavia (Navarra).

+ Cadreita - ITGC: Semillas de su selección extraidas de frutos maduros.

Estos lotes se compararon con los nuestros.

III.2 - RESULTADOS

III.2.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla.

ENSAYO 1.

En las figuras III.2.1.1, 2 y 3 se representan para cada combinación de variedad, estado de madurez y temperatura las curvas de regresión medias, pudiendose observar el buen ajuste de los datos al modelo logístico. El valor del coeficiente de determinación fue siempre mayor que 0,99.

En las figuras III.2.1.4, 5 y 6 puede apreciarse un adelanto en la germinación al aumentar la madurez del fruto.

Analizando los distintos aspectos de la germinación, la interacción "variedad x madurez" del fruto resultó siempre

significativa ($p<0,05$), así como el efecto de la madurez y el efecto varietal. En las tablas III.2.1.1 y 2 se recogen los valores medios de los índices.

Porcentaje final de germinación (A)

Para cada variedad no se observaron diferencias significativas en el porcentaje final de germinación entre las semillas extraidas de frutos maduros y las extraidas de frutos pasificados ni a 25 ºC ni a 13 ºC (salvo en Pico 90 a 13 ºC) (Tablas III.2.1.1 y 2 y Figuras III.2.1.4 a 6).

El porcentaje de germinación de las semillas de frutos entreverados siempre fue menor que los porcentajes de las extraidas de frutos maduros y pasificados, siendo muy importante la reducción en Piquillo y Pico 90.

Comienzo de la germinación (Gt10)

Conforme aumenta la madurez del fruto del que se extraen las semillas disminuyó el tiempo en el que comienza la germinación. Si bien a 25 ºC la diferencia no fue significativa en ninguna de las variedades entre las semillas de maduros y de pasificados y si lo fue con respecto a los entreverados (excepto en Pico), a 13 ºC el comienzo anterior de la germinación al aumentar la madurez fue muy claro y significativo. (Tablas III.2.1.1 y 2 y Figuras III.2.1.4 a 6)

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

Tanto la velocidad máxima de germinación (AK/4) como la velocidad media relativa de germinación acumulada (K/2) aumentaron en las tres variedades y a las dos temperaturas estudiadas al aumentar la madurez. Para cada variedad las semillas de entreverados presentaron velocidades significativamente menores que las de maduros y pasificados. En Piquillo, se observó una mayor velocidad en semillas de pasificados frente a maduros a 25 ºC pero a 13 ºC la diferencia no fue significativa. En Pico 90, no hubo diferencias significativas a 25 ºC pero sí a 13 ºC a favor de los pasificados. En Pico, a 25 ºC la velocidad fue mayor en las semillas de pasificados pero a 13 ºC lo fue en las de maduros.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

Al aumentar la madurez del fruto disminuyó el tiempo en el que se alcanza el 50 % de germinación. Las semillas de frutos entreverados presentaron un T50 significativamente mayor que las extraidas de maduros y pasificados excepto con Pico a 25 ºC. Para cada variedad la diferencia entre maduros y pasificados no fue significativa a 25 ºC pero si a 13 ºC.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

Conforme aumentó la madurez del fruto aumentó la uniformidad de la germinación con alguna excepción que se comenta más

adelante. Las semillas de frutos entreverados presentaron una uniformidad significativamente menor que las de maduros y pasificados. Las diferencias entre maduros y pasificados fueron variables: en Piquillo a 25 ºC hubo mayor uniformidad en pasificados pero a 13 ºC la diferencia no fue significativa, en Pico no hubo diferencias significativas a 25 ºC y si a 13 ºC a favor de los maduros, en Pico 90 no hubo diferencias a 25 ºC pero si a 13 ºC, siendo más uniforme en semillas de pasificados.

ENSAYO 2.

En la figura III.2.1.7 se observa que la maduración y pasificación fuera de la planta mejoró el comportamiento germinativo de las semillas, pero que este comportamiento siempre fue peor que el de las semillas obtenidas de frutos recogidos maduros que se dejaron pasificar (pasificados testigo).

Analizando los distintos aspectos de la germinación (Tabla III.2.1.3) puede indicarse que:

Porcentaje final de germinación (A)

Aunque las semillas de frutos pasificados testigo dieron porcentajes significativamente superiores que las de entreverados, las diferencias respecto de las semillas de maduros y pasificados no fueron significativas (excepto de pasificados a 25 ºC). A 13 ºC las semillas de frutos entreverados tuvieron un porcentaje de germinación significativamente inferior a los maduros o pasificados, pero a 25 ºC las diferencias no fueron significativas.

Comienzo de la germinación (Gt10)

El comienzo de la germinación fue significativamente anterior en las semillas de pasificados testigo a ambas temperaturas. Los entreverados presentaron un comienzo posterior a maduros y pasificados. A 13 ºC no hubo diferencias significativas entre maduros y pasificados (de entreverados) pero sí a 25 ºC, con un comienzo anterior en los maduros (aunque cuantitativamente poco importante).

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

Las semillas de frutos entreverados presentaron valores de AK/4 y K/2 significativamente inferiores que los demás. A 25 ºC las semillas de frutos pasificados testigo germinaron con valores de AK/4 y K/2 superiores a los de semillas de frutos maduros y pasificados (de entreverados). Sin embargo a 13 ºC los valores fueron significativamente inferiores a los de maduros y pasificados. A 25 ºC las semillas de pasificados presentaron valores mayores de estos índices que las de maduros; a 13 ºC ocurrió lo contrario.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

Las semillas de frutos entreverados presentaron valores de T50 muy superiores al resto, a ambas temperaturas. No se observaron diferencias entre maduros y pasificados para este índice. Ambos tipos de semillas presentaron siempre valores significativamente mayores que las semillas de pasificados testigo.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

Las semillas de frutos entreverados presentaron una uniformidad significativamente menor que las demás. A 13 ºC no se observaron diferencias entre pasificados testigo y maduros y pasificados (de entreverados). A 25 ºC se observó una mayor uniformidad en pasificados testigo respecto de los maduros.

Tabla III.2.1.1. Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de las semillas. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

variedad	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
Entreverado	68,0 b	5,63 a	0,242 ab	14,07 c	4,13 ab	0,121 ab	23,19 e	18,23 d
Maduro	98,3 de	11,70 e	0,765 e	12,41 b	18,80 f	0,383 e	15,30 b	5,77 a
Pasificado	98,4 de	10,64 de	0,813 e	10,37 a	20,00 f	0,407 e	13,10 a	5,45 a
PICO								
Entreverado	93,6 c	6,50 a	0,222 a	19,34 f	5,19 b	0,111 a	29,32 f	19,96 de
Maduro	96,0 cde	10,75 de	0,532 d	16,02 d	12,75 e	0,266 d	20,23 d	8,43 b
Pasificado	99,2 e	5,85 a	0,305 b	11,89 b	7,57 c	0,153 b	19,15 c	14,51 c
PICO 90								
Entreverado	54,8 a	10,20 cd	0,214 a	37,28 h	2,92 a	0,107 a	47,62 h	20,68 e
Maduro	99,3 e	8,74 b	0,288 ab	22,69 g	7,15 c	0,144 ab	30,36 g	15,34 c
Pasificado	94,7 cd	9,89 bcd	0,432 c	17,79 e	10,23 d	0,216 c	22,88 e	10,19 b

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

Tabla III.2.1.2. Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de las semillas. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

variedad	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
Entreverado	51,9 b	4,91 bc	0,356 b	7,64 d	4,63 a	0,178 b	13,85 d	12,41 d
Maduro	95,7 cd	4,26 ab	0,674 c	3,01 ab	16,12 c	0,337 c	6,31 ab	6,61 bc
Pasificado	97,5 d	3,99 a	1,099 e	1,60 a	26,81 ef	0,550 f	3,66 a	4,13 a
PICO								
Entreverado	92,2 c	5,08 c	0,509 b	5,64 cd	11,72 b	0,254 b	9,99 c	8,71 c
Maduro	97,9 d	7,17 de	0,965 de	5,16 c	23,61 de	0,482 ef	7,48 bc	4,64 ab
Pasificado	98,6 d	6,47 d	1,116 e	3,83 bc	27,53 f	0,558 f	5,80 ab	3,95 a
PICO 90								
Entreverado	40,9 a	4,05 a	0,164 a	11,65 e	1,69 a	0,080 a	25,35 e	27,40 e
Maduro	98,2 d	7,63 ef	0,935 d	5,81 cd	22,97 d	0,468 de	8,16 bc	4,70 ab
Pasificado	99,1 d	8,23 f	1,077 de	5,60 cd	26,67 def	0,539 ef	7,65 bc	4,10 a

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

Tabla III.2.1.3. Valores medios de los distintos índices del ensayo de germinación de semillas de frutos de distinta madurez a partir de entreverados. Pasificado testigo corresponde a frutos pasificados a partir de frutos maduros.

	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
13 ºC								
Entreverado	89,7 a	9,31 a	0,499 a	14,29 c	11,14 a	0,250 a	18,87 c	9,18 b
Maduro	97,7 b	18,14 b	1,476 d	10,77 b	36,05 d	0,738 d	12,28 b	3,02 a
Pasificado	97,9 b	15,21 b	1,248 c	10,43 b	30,56 c	0,624 c	12,20 b	3,54 a
Pasificado testigo	99,1 b	10,90 a	0,982 b	8,80 a	24,35 b	0,491 b	11,07 a	4,53 a
25 º C								
Entreverado	91,1 a	4,90 a	0,426 a	6,30 d	9,66 a	0,213 a	11,56 c	10,52 c
Maduro	96,4 ab	5,22 ab	0,957 b	3,14 b	23,08 b	0,479 b	5,46 b	4,63 b
Pasificado	90,7 a	7,70 c	1,381 c	3,98 c	31,32 c	0,690 c	5,57 b	3,19 ab
Pasificado testigo	98,5 b	5,96 b	1,514 c	2,48 a	37,25 d	0,757 c	3,94 a	2,94 a

Para cada índice y cada temperatura las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

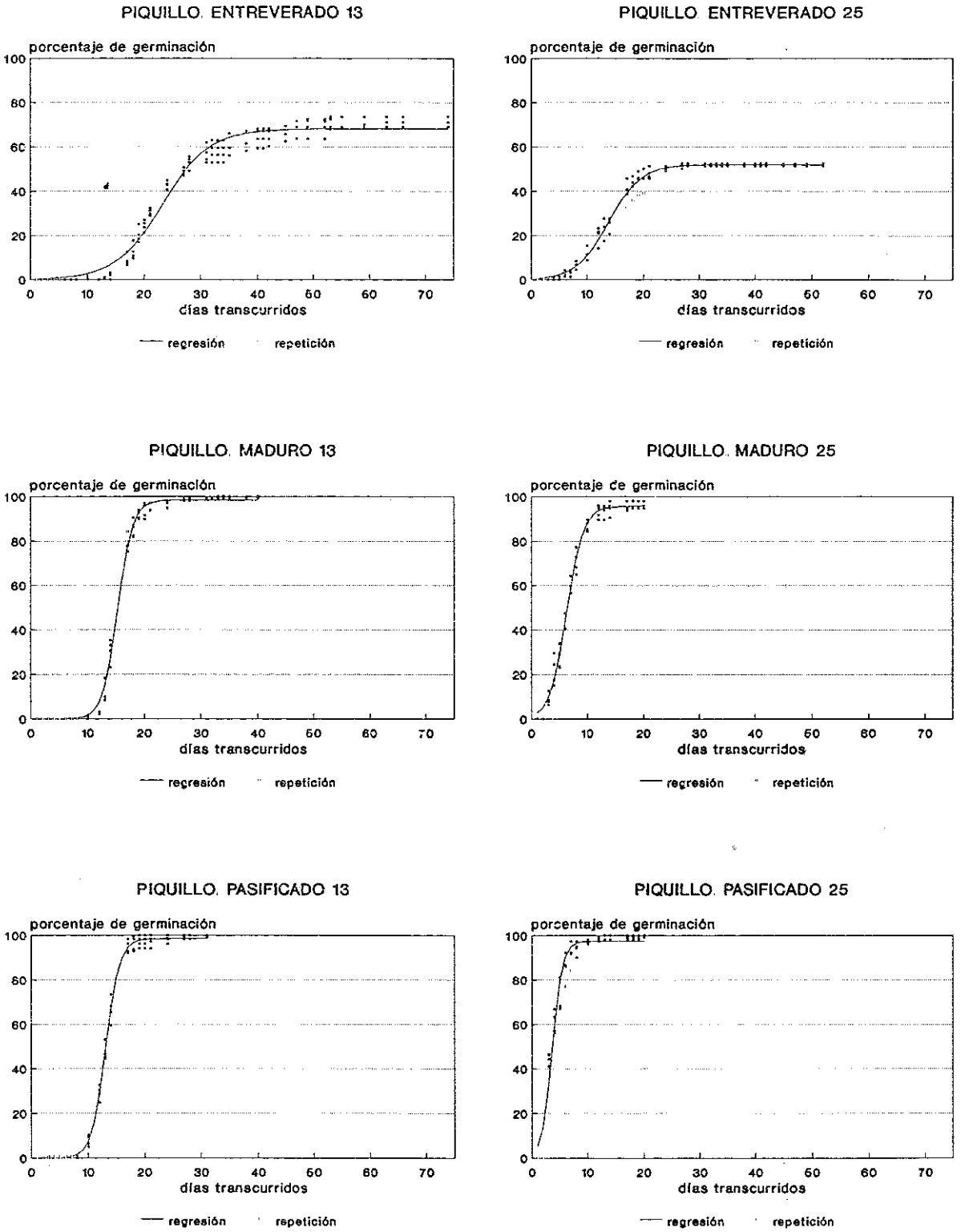


Figura III.2.1.1 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 13 ºC y 25 ºC. var. Piquillo. Los puntos corresponden a los datos observados y las líneas son las curvas medias de regresión obtenidas del análisis con la función logística.

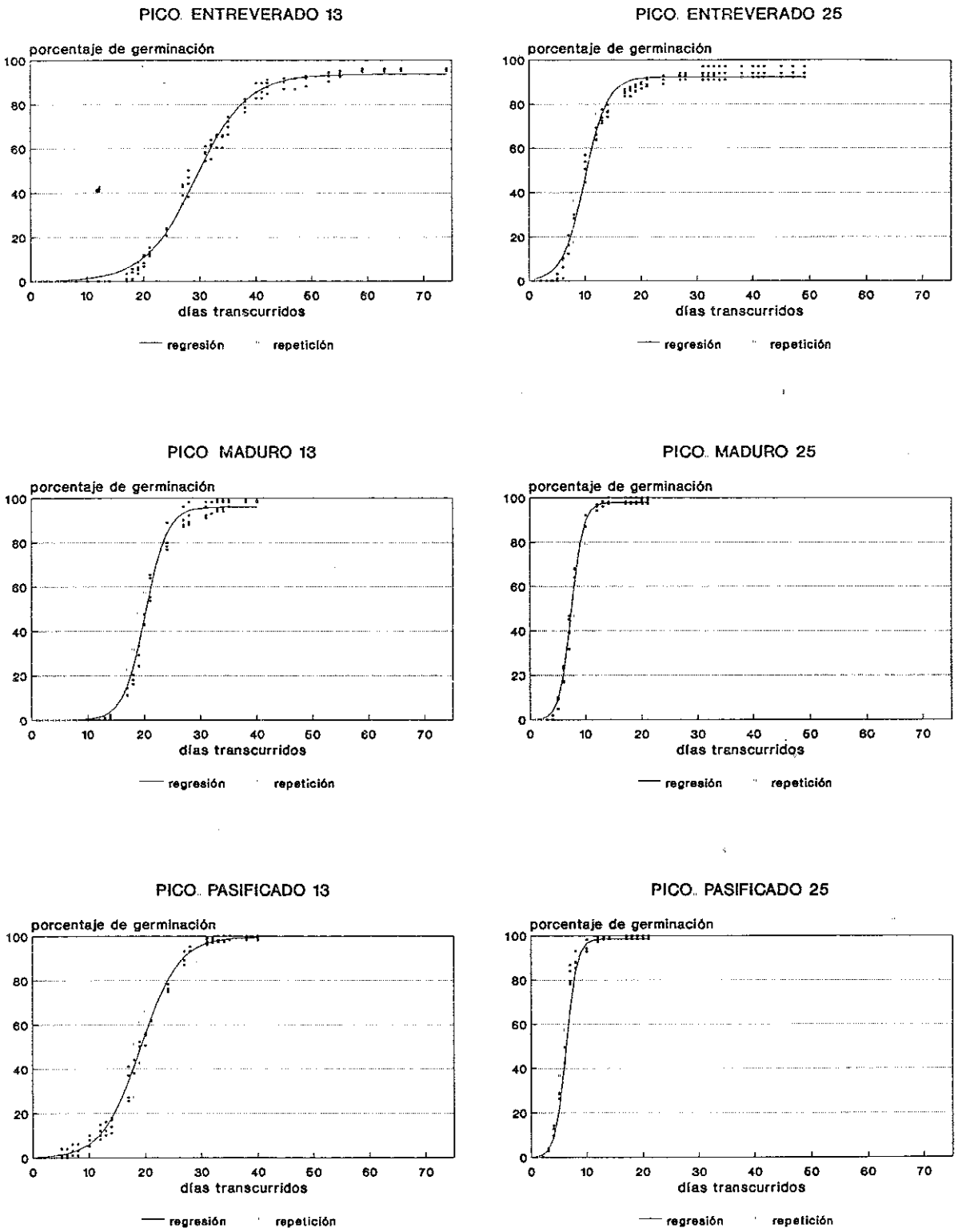


Figura III.2.1.2 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 13 ºC y 25 ºC. var. Pico. Los puntos corresponden a los datos observados y las líneas son las curvas medias de regresión obtenidas del análisis con la función logística.

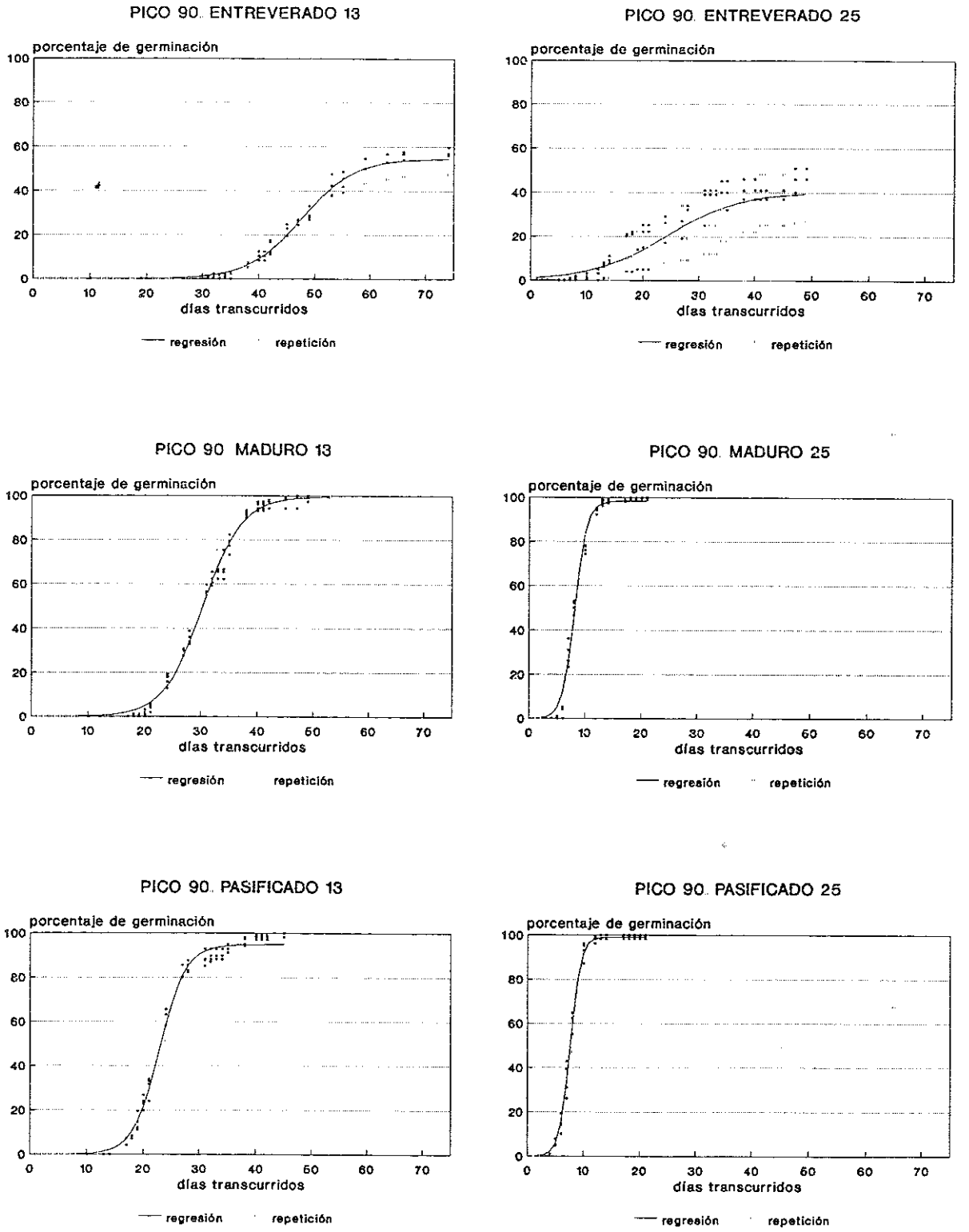
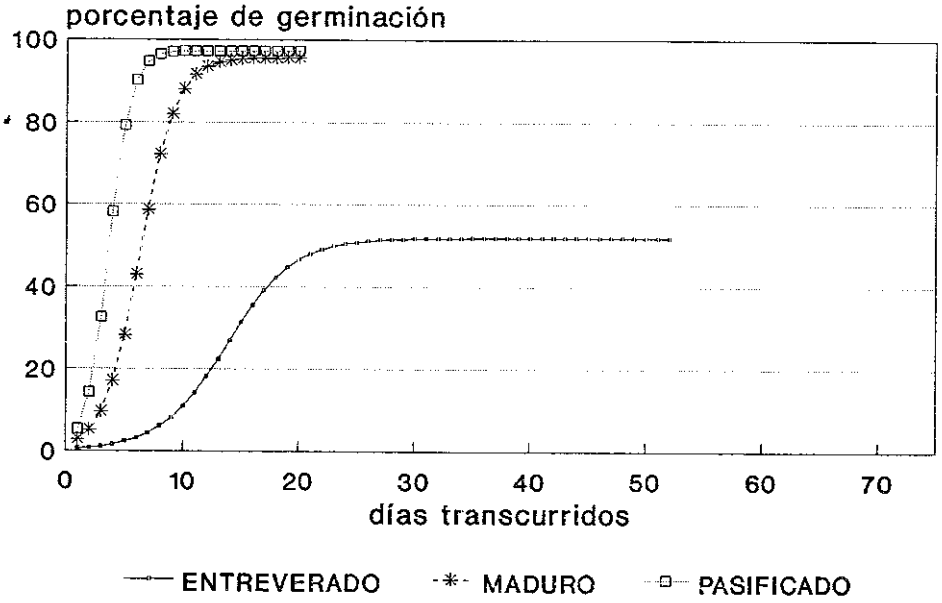


Figura III.2.1.3 - Efecto de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla en la germinación a 13 ºC y 25 ºC. var. Pico 90. Los puntos corresponden a los datos observados y las líneas son las curvas medias de regresión obtenidas del análisis con la función logística.

INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

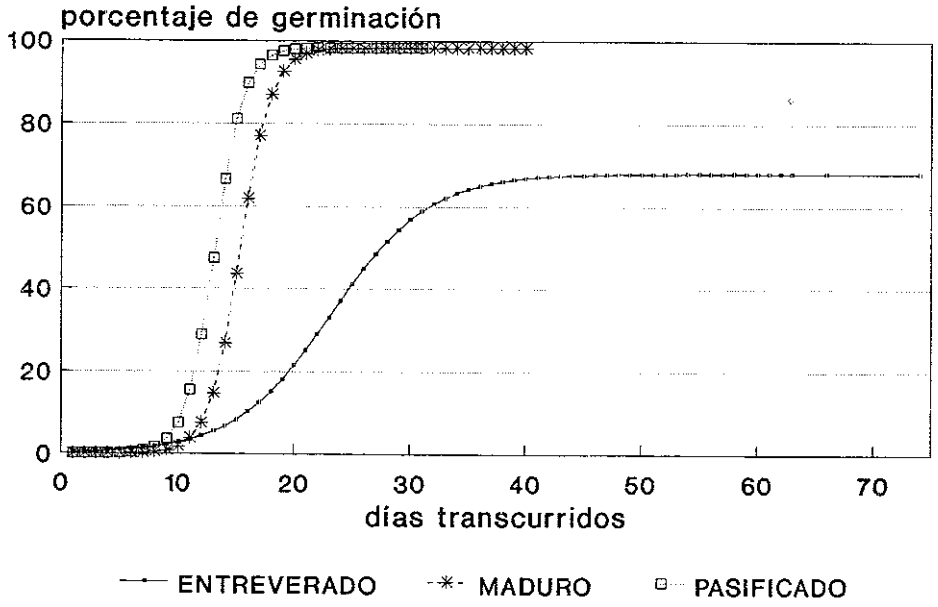
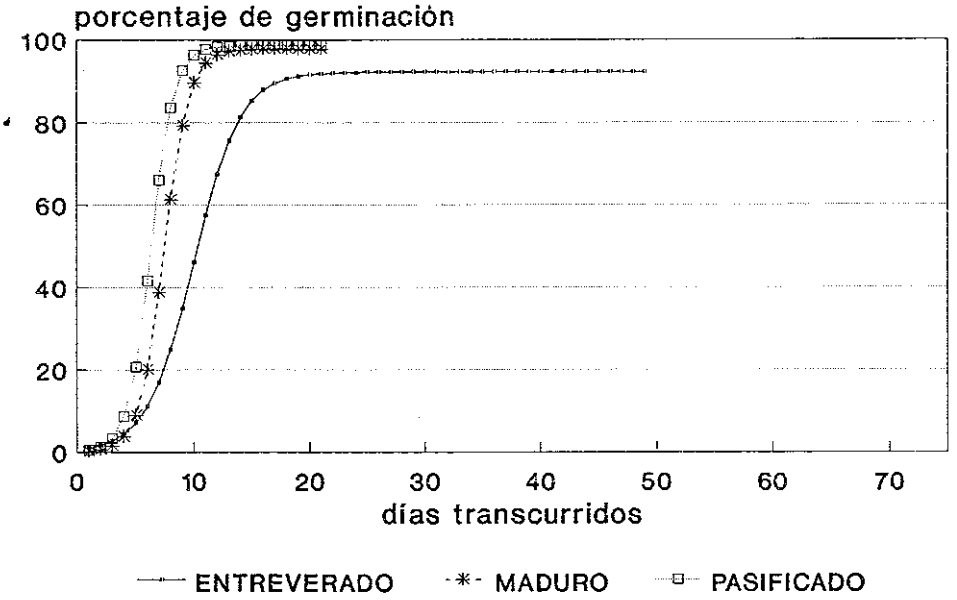


Figura III.2.1.4 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Pico. Tª = 13 ºC

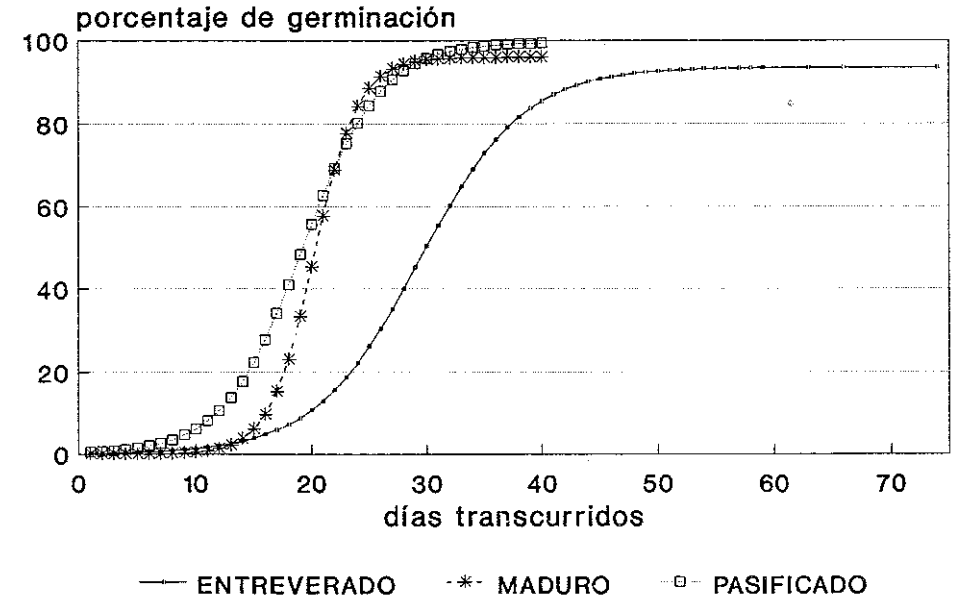
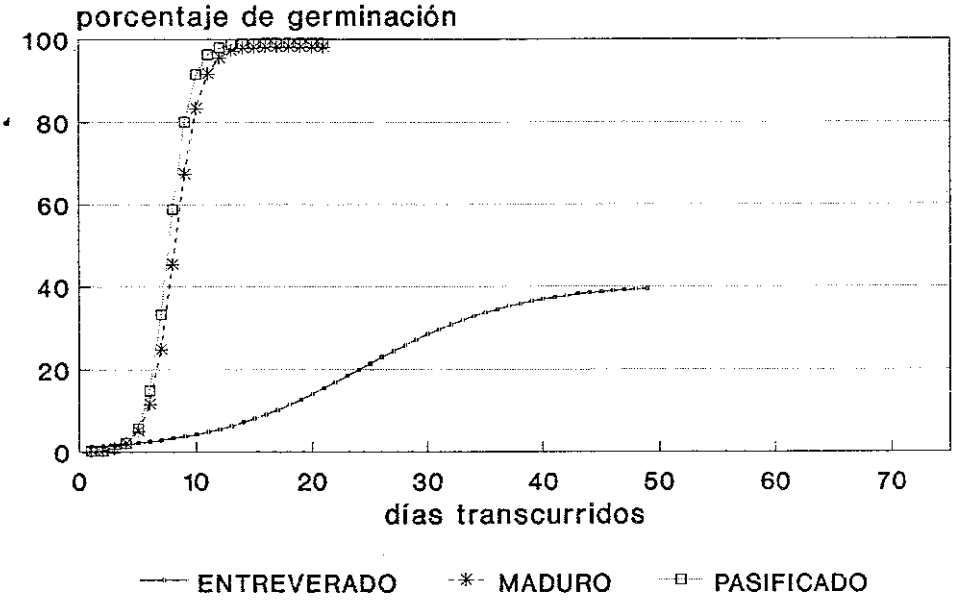


Figura III.2.1.5 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Pico 90. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA MADUREZ DEL FRUTO EN EL MOMENTO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA
var. Pico 90. Tª = 13 ºC

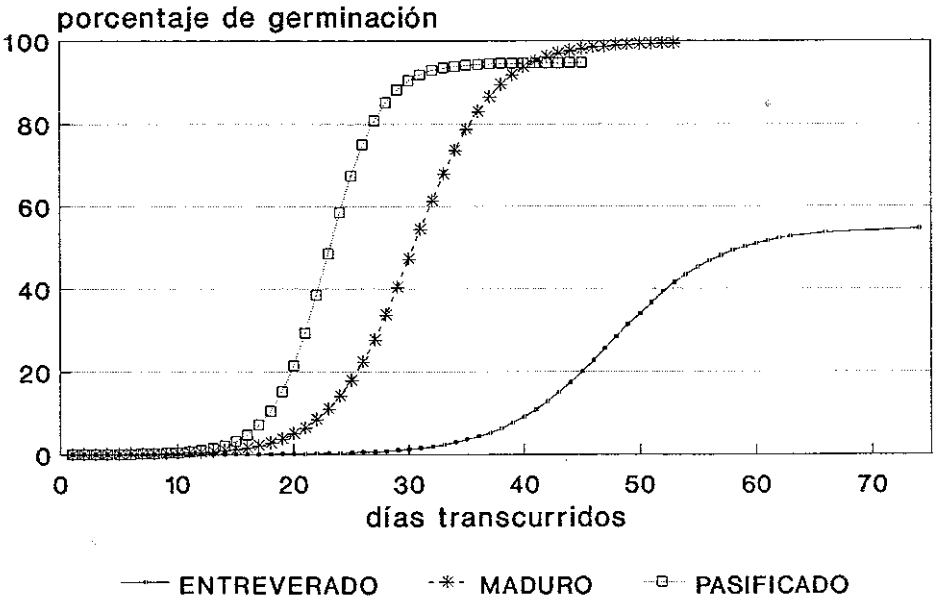
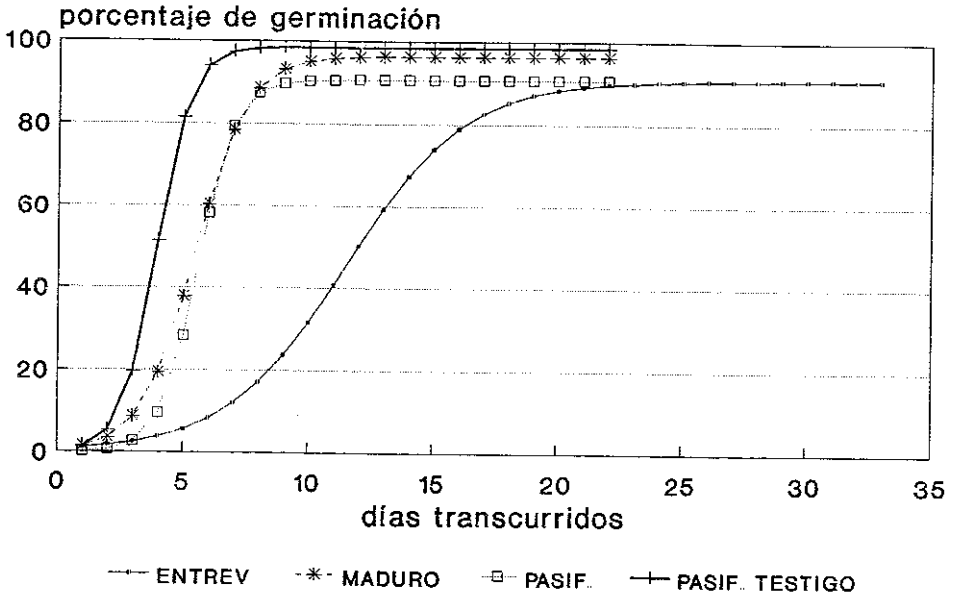


Figura III.2.1.6 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA MADURACION Y DE LA PASIFICACION DE FRUTOS RECOGIDOS ENTRE-VERADOS. var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA MADURACION Y DE LA PASIFICACION DE FRUTOS RECOGIDOS ENTRE-VERADOS. var. Piquillo. Tª = 13 ºC

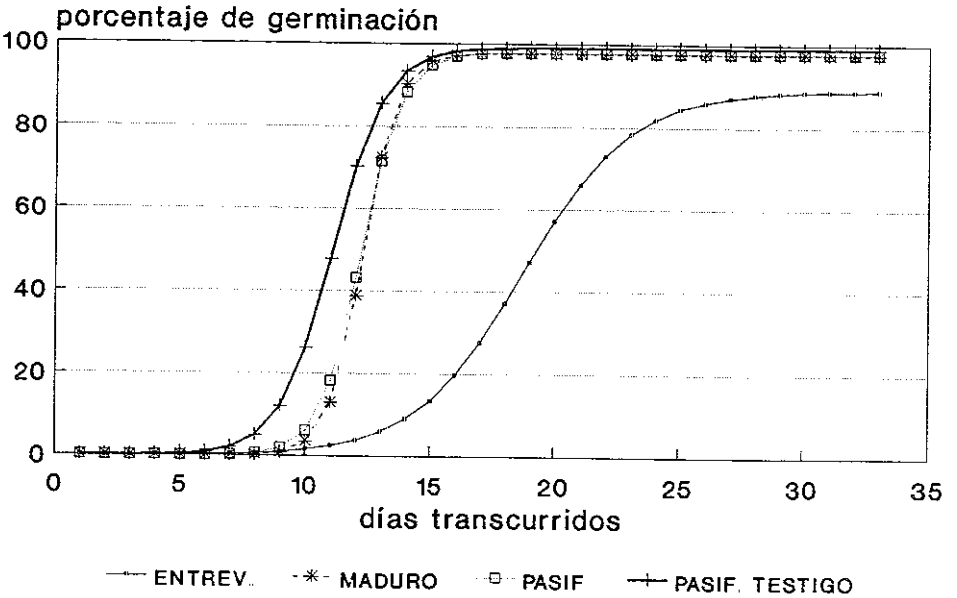


Figura III.2.1.7 - Curvas medias de germinación

III.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta.

En las figuras III.2.2.1 y 2 puede observarse el comportamiento de los distintos tipos de semillas.

La interacción "variedad x piso" resultó significativa ($p<0,05$) para todos los índices, excepto para el porcentaje final de germinación (A). El efecto de la variedad resultó significativo en todos los casos y el efecto de la posición del fruto en la planta también, excepto dónde se indica.

Porcentaje final de germinación (A)

El efecto de la posición del fruto en la planta no fue significativo.

Los porcentajes finales de germinación fueron muy altos (superiores al 94 %) y no se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre las semillas de los distintos pisos a ninguna de las dos temperaturas.(Tablas III.2.2.1 y 2)

Comienzo de la germinación (Gt10)

En la variedad Piquillo no hubo diferencias importantes en el comienzo de la germinación ni a 25 ºC ni a 13 ºC. En Pico hubo un claro retraso en el comienzo de la germinación de las semillas del piso segundo, respecto de los de los pisos primero y tercero, a ambas temperaturas.(Tablas III.2.2.1 y 2)

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

En la variedad Piquillo a 25 ºC se observaron valores menores de AK/4 y K/2 en las semillas del piso primero, no habiendo diferencias significativas entre las semillas de los pisos segundo y tercero. A 13 ºC hubo un significativo aumento en el valor de dichos índices conforme el piso era más alto. (Tablas III.2.2.1 y 2)

En la variedad Pico a 25 ºC los valores de AK/4 y K/2 fueron:

Piso 2 > Piso 1 > Piso 3

Sin embargo a 13 ºC los índices tuvieron valores menores al elevarse su posición en la planta, siendo las diferencias significativas sólo entre el piso 1 y el 3.(Tablas III.2.2.1 y 2)

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

A 25 ºC el efecto de la posición del fruto en la planta no fue significativo.

En Piquillo no hubo diferencias reseñables a ambas temperaturas. (Tablas III.2.2.1 y 2)

En Pico a 25 ºC las diferencias fueron pequeñas, siendo el valor de T50 mayor en las semillas del piso 2. A 13 ºC las mismas diferencias se hicieron más patentes. (Tablas III.2.2.1 y 2)

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

En Piquillo a ambas temperaturas se observó una menor uniformidad en la germinación de las semillas procedentes de

frutos del piso 1, no existiendo diferencias entre los pisos 2 y 3.

En la variedad Pico a 25 ºC la uniformidad fue:
Piso 2 > Piso 1 > Piso 3

A 13 ºC no hubo diferencias entre los pisos 1 y 2, siendo la uniformidad del piso 3 menor que la de los anteriores.(Tablas III.2.2.1 y 2)

Tabla III.2.2.1. Influencia de la posición del fruto en la planta en la germinación. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

variedad	A * (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
Piso 1	95,0	7,38 ab	0,571 c	9,04 a	13,58 c	0,286 c	12,93 b	7,77 b
Piso 2	94,6	9,19 c	0,738 d	9,43 a	17,46 d	0,369 d	12,46 ab	6,06 a
Piso 3	97,0	11,44 d	0,973 e	9,50 a	23,60 e	0,486 e	11,79 a	4,57 a
PICO								
Piso 1	97,6	8,32 bc	0,458 bc	13,30 c	11,16 bc	0,229 bc	18,16 c	9,73 c
Piso 2	98,8	8,74 bc	0,4 ab	16,37 d	9,88 ab	0,200 ab	21,87 e	11,00 c
Piso 3	98,0	6,27 a	0,33 a	12,30 b	8,08 a	0,165 a	19,01 d	13,44 d

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

* Sólo hubo efecto varietal: Piquillo: 95,5 a
Pico: 98,1 b

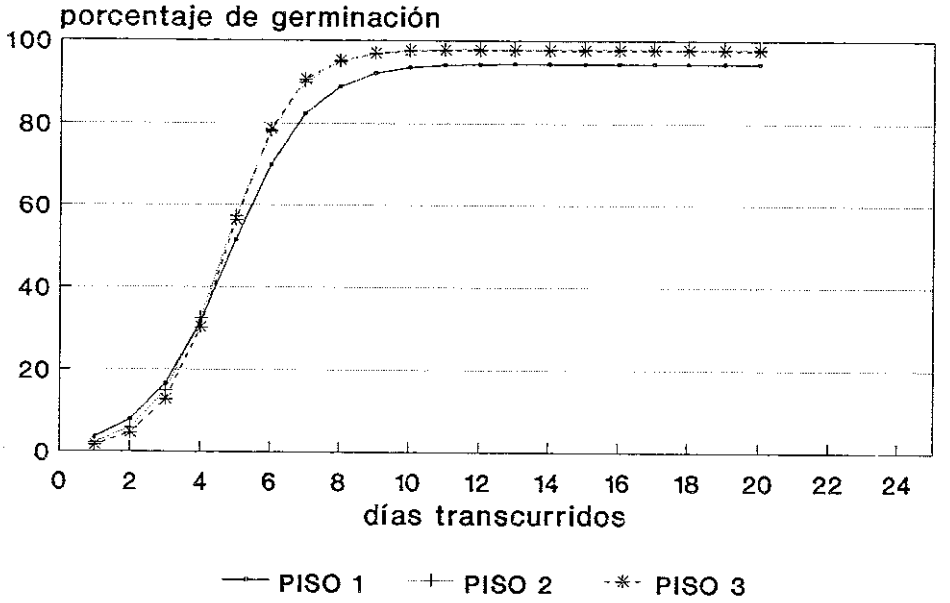
Tabla III.2.2.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta en la germinación. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

variedad	A * (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
Piso 1	94,6	4,16 a	0,868 a	2,24 a	20,56 a	0,434 a	4,81 a	5,13 d
Piso 2	97,9	5,25 b	1,122 bc	2,70 ab	27,48 bc	0,561 bc	4,66 a	3,92 bc
Piso 3	97,8	5,25 b	1,110 bc	2,75 b	27,13 bc	0,555 bc	4,73 a	3,96 bc
PICO								
Piso 1	98,4	6,79 c	1,167 c	3,89 c	28,77 c	0,584 c	5,81 b	3,84 b
Piso 2	98,6	10,46 d	1,630 d	5,07 d	40,18 d	0,815 d	6,42 c	2,73 a
Piso 3	99,1	5,92 bc	0,985 ab	3,77 c	24,42 ab	0,492 ab	6,01 b	4,48 c

* sólo hubo efecto de la variedad: Piquillo: 96,8 a
Pico: 98,7 b

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

INFLUENCIA DE LA POSICION DEL FRUTO EN
LA PLANTA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA POSICION DEL FRUTO EN
LA PLANTA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

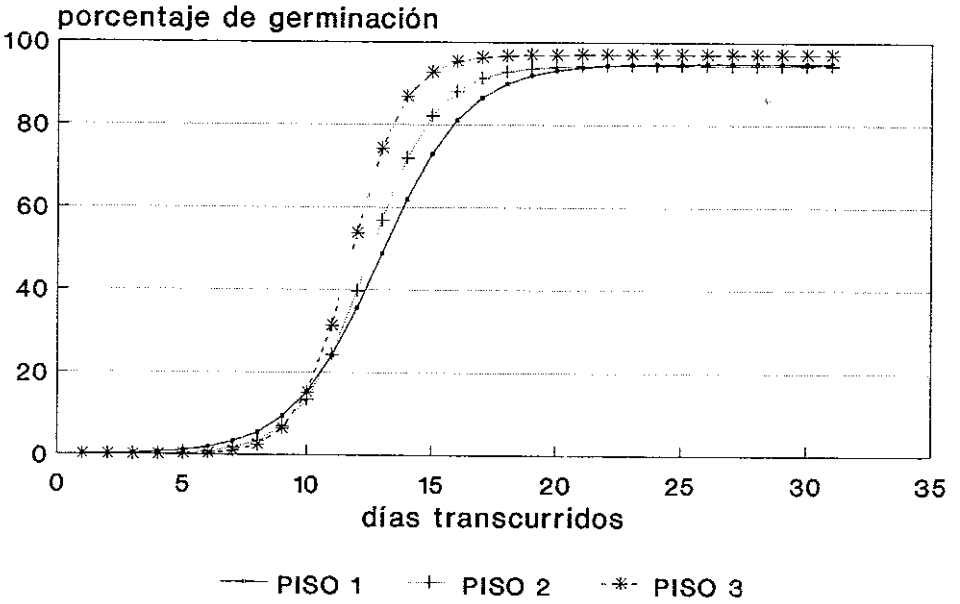
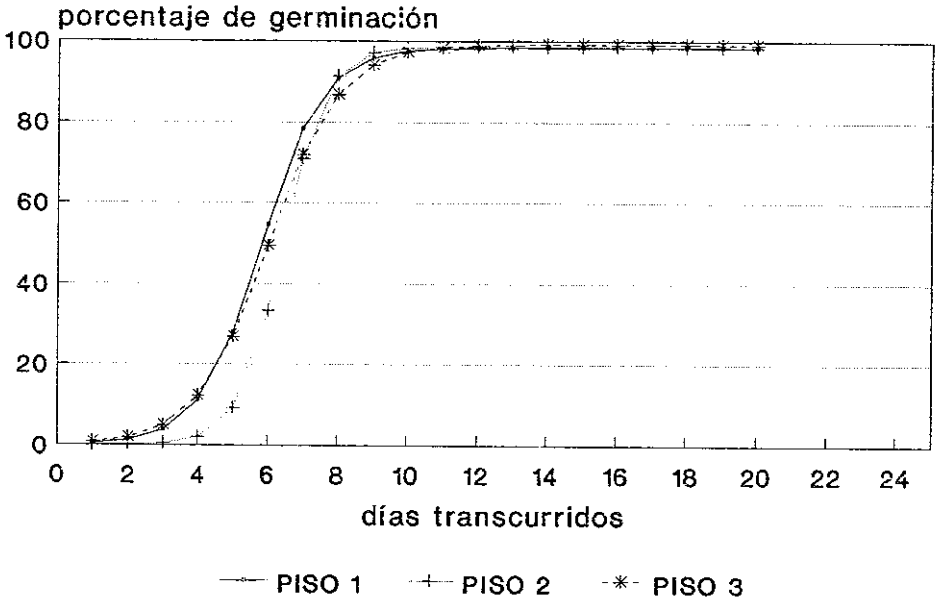


Figura III.2.2.1 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA POSICION DEL FRUTO EN LA PLANTA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA POSICION DEL FRUTO EN LA PLANTA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

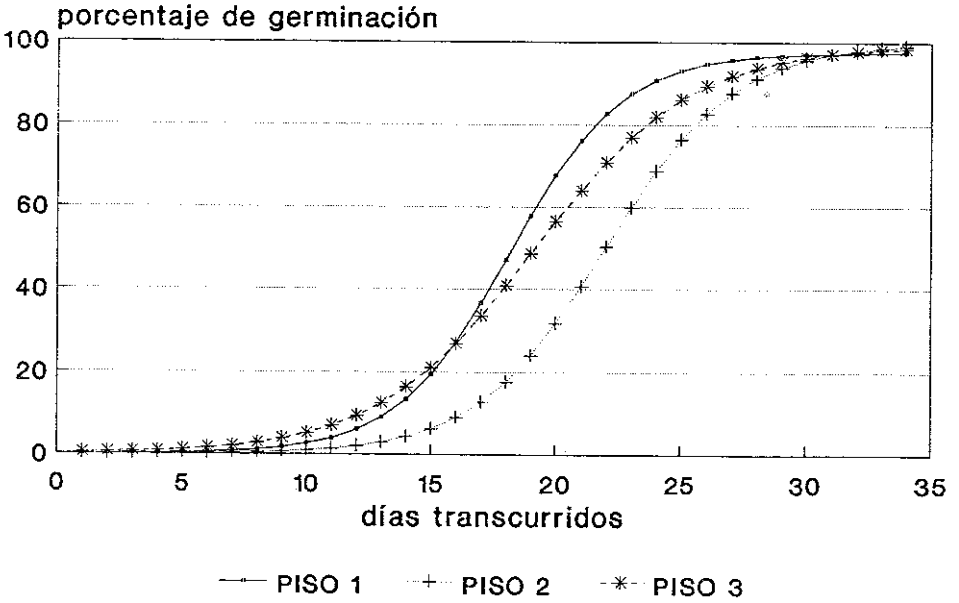


Figura III.2.2.2 - Curvas medias de germinación

III.2.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta.

En las figuras III.2.3.1, 2 y 3 se puede apreciar el comportamiento de los dos tipos de semilla de las distintas variedades.

Al analizar los distintos aspectos de la germinación (tablas III.2.3.1 y 2) se observó que la interacción "variedad X posición" nunca resultó significativa a 25 ºC mientras que a 13 ºC si que lo fue, excepto para el porcentaje final de germinación y la uniformidad de germinación. El efecto varietal fue siempre significativo. El efecto de la posición de la semilla en la placenta fue significativo en el Gt10 y T50 a ambas temperaturas y en el AK/4 y el K/2 a 13 ºC.

Porcentaje final de germinación (A)

La interacción "variedad x posición" en la placenta no fue significativa. El porcentaje final de germinación no se vio afectado por la posición de la semilla en la placenta.

Comienzo de la germinación (Gt10) y tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

Ambos índices tuvieron un comportamiento similar.

A 25 ºC la interacción "variedad X posición" no resultó significativa, sin embargo se observó un efecto de la posición de la semilla en la placenta, alcanzando antes el 10 % y el 50 % de germinación las semillas situadas en la parte superior de la placenta. Cuantitativamente la diferencia fue poco importante (medio día).

A 13 ºC la interacción si fue significativa: en Piquillo no hubo diferencia entre las semillas de las dos posiciones, pero en Pico y Buketen la germinación comenzó antes en las semillas de la parte inferior de la placenta, siendo la diferencia de unos dos días.

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

A 25 ºC no resultó significativa la interacción "variedad X posición". La posición de la semilla en la placenta no tuvo influencia en la velocidad de germinación.

A 13 ºC la interacción fue significativa. En Piquillo se observaron valores significativamente mayores de AK/4 y K/2 en las semillas de la parte inferior de la placenta. En Pico y Buketen no hubo diferencias.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

La interacción "variedad X posición" no fue significativa. La posición de la semilla en la placenta no afectó a la uniformidad de la germinación.

Tabla III.2.3.1 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta en la germinación. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

variedad	A * (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 ** (días)
PIQUILLO								
Superior	98,9	11,18 c	0,925 c	9,70 c	22,90 b	0,463 c	12,08 a	4,77
Inferior	98,6	14,83 d	1,214 d	10,39 c	29,94 c	0,607 d	12,21 a	3,63
PICO								
Superior	99,7	4,40 a	0,261 a	8,35 b	6,52 a	0,131 a	16,82 c	16,94
Inferior	98,3	3,81 a	0,255 a	6,31 a	6,25 a	0,127 a	15,03 b	17,43
BUKETEN								
Superior	81,1	8,05 b	0,346 b	16,86 e	7,03 a	0,173 b	23,21 e	12,71
Inferior	79,4	7,70 b	0,365 b	15,05 d	7,31 a	0,183 b	21,20 d	12,31

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

* Efecto varietal: Piquillo: 98,8 b
Pico : 99,0 b
Buketen : 80,3 a

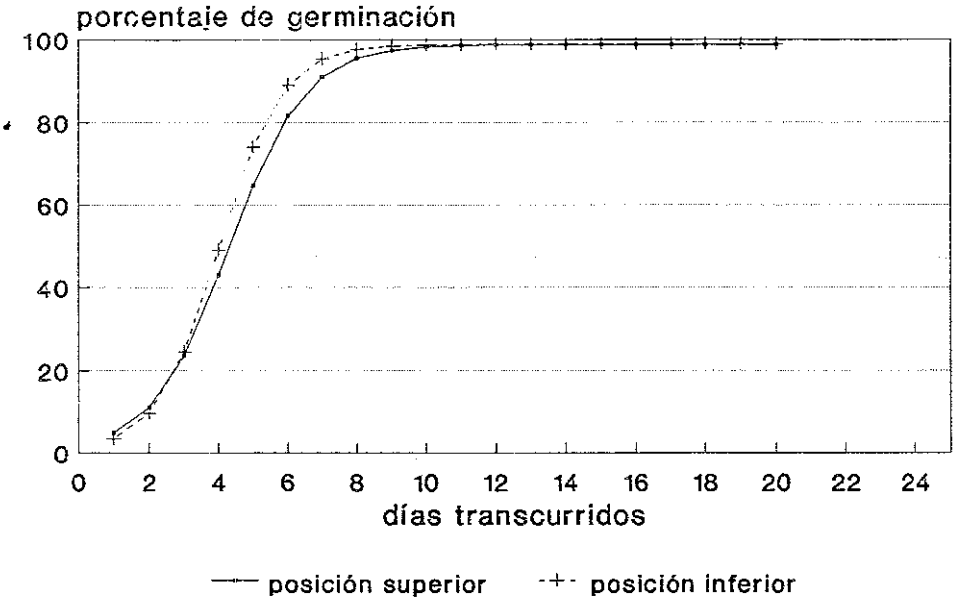
** Efecto varietal: Piquillo: 4,20 a
Pico : 17,18 c
Buketen : 12,51 b

Tabla III.2.3.2 - Valores medios del efecto de la variedad y de la posición de la semilla en la placenta del ensayo de germinación a 25 ºC.

	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
VARIEDAD								
Piquillo	98,8 C	4,23 A	1,027 B	1,98 A	25,37 B	0,513 B	4,15 A	4,35 A
Pico	96,5 B	4,61 A	0,936 AB	2,58 B	22,57 B	0,468 AB	4,94 B	4,72 AB
Buketen	91,6 A	5,09 A	0,792 A	3,64 C	18,07 A	0,396 A	6,75 C	6,22 B
POSICION								
Superior	95,5 a	4,53 a	0,933 a	2,50 a	22,25 a	0,467 a	4,99 a	4,98 a
Inferior	95,7 a	4,76 a	0,903 a	2,97 b	21,76 a	0,452 a	5,58 b	5,22 a
INTERACCION	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Para cada índice y cada factor las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$
NS : no significativo

INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

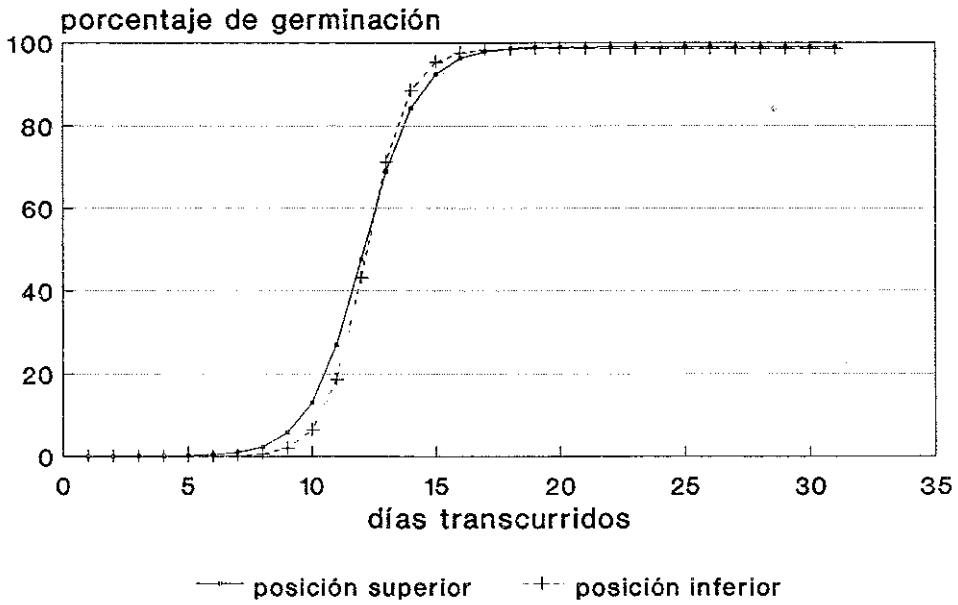
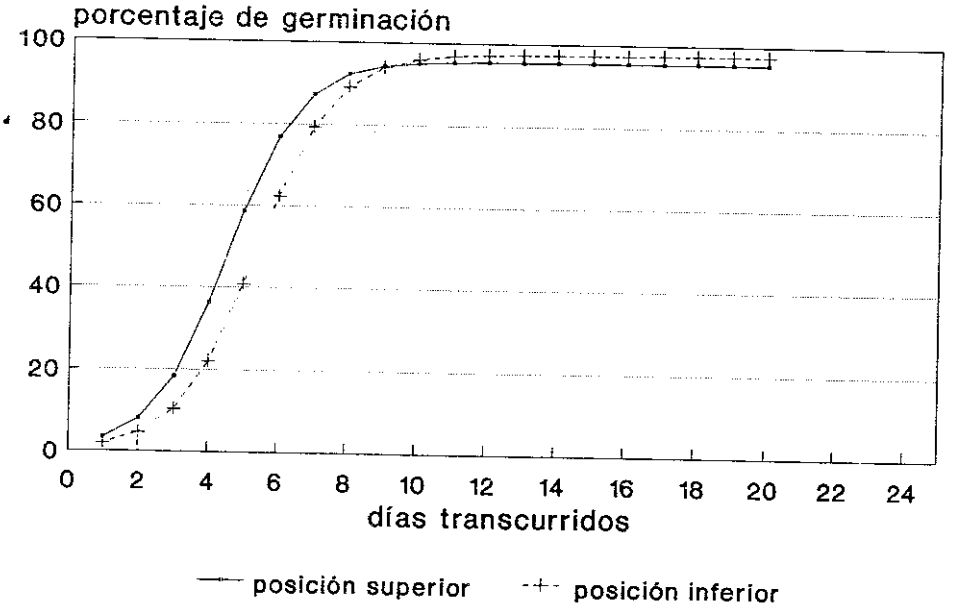


Figura III.2.3.1 - Curvas medias de germinación.

INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

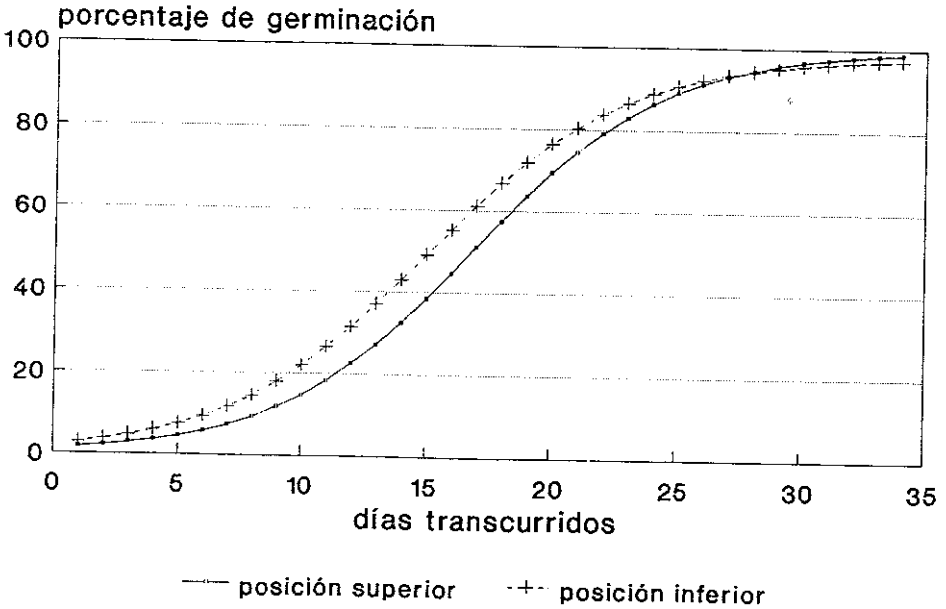
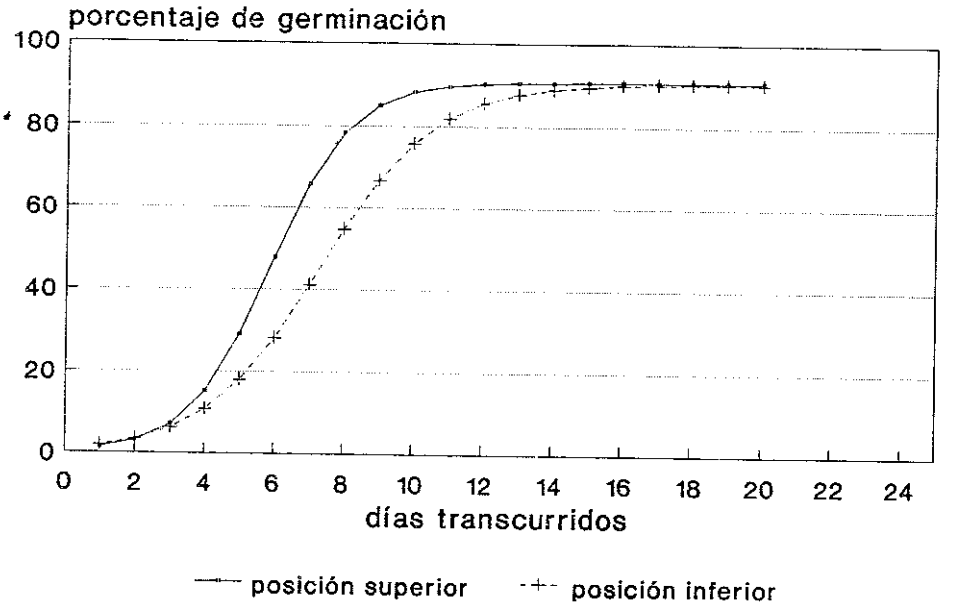


Figura III.2.3.2 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA POSICION DE LA SEMILLA
EN LA PLACENTA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 13 ºC

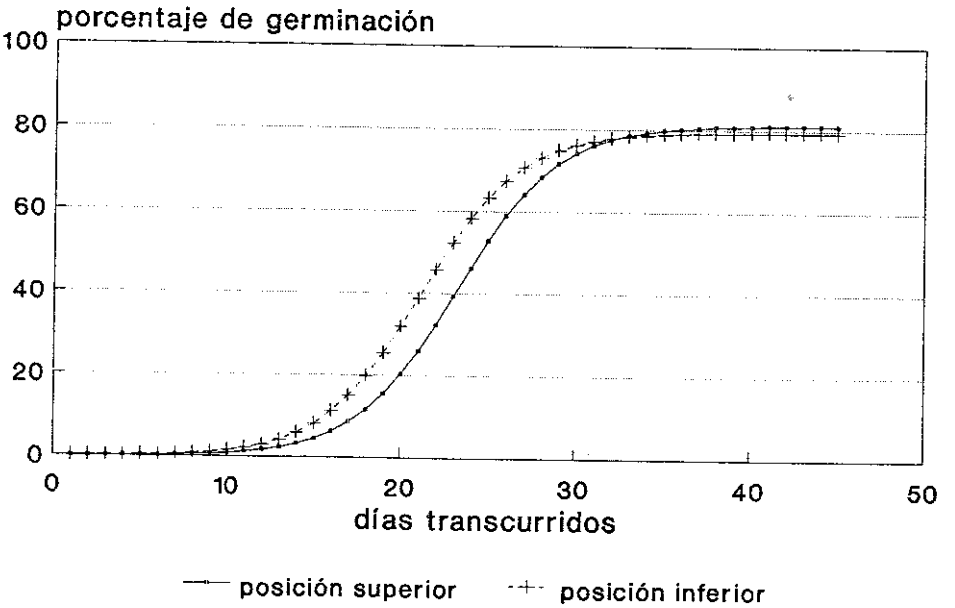


Figura III.2.3.3 - Curvas medias de germinación

III.2.4 - Influencia del método de extracción de la semilla.

En las figuras III.2.4.1 y 2 se representan las curvas de regresión medias correspondientes a los distintos métodos de extracción para las dos variedades y a las dos temperaturas estudiadas. En las mismas cabe destacar el adelanto en la germinación a 25 ºC cuando se usa ClH, si bien a 13 ºC este efecto es menos patente. También puede observarse que las semillas extraidas a mano en seco tuvieron un buen comportamiento a 25 ºC pero que a 13 ºC la adición de agua y la extracción con trituradora tuvieron un mejor comportamiento.

Analizando los distintos aspectos de la germinación (tablas III.2.4.1 y 2) se observó que para todos los índices, excepto dónde se indica, resultó significativo el efecto de la variedad, el método de extracción y la interacción "variedad x método de extracción".

Porcentaje final de germinación (A)

A 25 ºC sólo resultó significativo el efecto del tratamiento. La extracción con trituradora redujo el % final de germinación. La adición de agua y eliminación de sobrenadantes en semillas extraidas a mano aumentó dicho índice. La extracción con la dilución 1/10 de ClH produjo un valor de A superior al obtenido con la 1/20.

A 13 ºC sólo hubo efecto varietal. No hubo diferencias entre los distintos métodos de extracción.

Comienzo de la germinación (Gt10)

A 25 ºC en Piquillo la extracción manual con agua, sobre todo eliminando sobrenadantes, produjo un ligero adelanto en el comienzo de la germinación. En Pico el uso de ClH redujo el valor del Gt10 siendo mayor la reducción con la dilución 1/20. En esta variedad la extracción manual supuso un adelanto en el comienzo de la germinación respecto a la extracción con trituradora.

A 13 ºC la extracción en seco retrasó el comienzo de la germinación. En Pico la dilución 1/20 adelantó el comienzo de la germinación. También la eliminación de sobrenadantes tuvo este efecto.

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

A 25 ºC en Piquillo el uso de ClH aumentó de forma muy importante la velocidad de germinación, sin que hubiera diferencias por su concentración. En Pico la dilución 1/10 aumentó la velocidad aunque el efecto fue menos marcado que en Piquillo. En ambas variedades la extracción en seco dio mayores velocidades que la extracción en húmedo con agua y no hubo repercusión de la eliminación de sobrenadantes.

A 13 ºC en Piquillo la extracción a mano en seco produjo los mayores valores de velocidad, la adición de agua a las semillas extraidas en seco redujo los valores de velocidad y no hubo diferencias por la eliminación de sobrenadantes. En esta variedad el uso de ClH dio mayores velocidades frente a la extracción

normal, dando la dilución 1/10 valores superiores a la 1/20. En Pico la dilución 1/10 de ClH aumentó la velocidad, no siendo relevante el efecto del resto de métodos.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

A 25 ºC en ambas variedades el uso de ClH disminuyó el tiempo en que se alcanzó el 50 % de germinación, no existiendo diferencias debidas a la concentración. En Piquillo no hubo diferencias entre la extracción manual y con trituradora, ni tampoco por la adición de agua ni por la eliminación de sobrenadantes. En Pico la extracción manual adelantó la germinación y la adición de agua la retrasó.

A 13 ºC en las dos variedades la extracción en seco aumentó el T50. En Pico la extracción manual aumentó el valor del T50 frente a la extracción con trituradora. En esta variedad la eliminación de sobrenadantes disminuyó el T50. El uso de la dilución 1/20 de ClH disminuyó el T50 frente a la 1/10.

Uniformidad de germinación (Gt90-Gt10)

A 25 ºC en Piquillo hubo un aumento importante de la uniformidad por el uso de ClH a cualquiera de las dos concentraciones. La extracción en seco dio una mayor uniformidad que la extracción en húmedo con agua. No hubo efecto de la eliminación de sobrenadantes. En Pico la dilución 1/10 de ClH mejoró la uniformidad. La extracción en seco también fue más uniforme.

A 13 ºC en Piquillo no hubo diferencias entre los procesos de extracción. En Pico el uso de la dilución 1/10 de ClH aumentó la uniformidad de la germinación. La adición de agua a las semillas extraidas en seco disminuyó su uniformidad.

Desarrollo de plántulas

El tratamiento con ClH 1/10 no afectó al desarrollo de las plántulas en Piquillo puesto que los valores medios del porcentaje de semillas germinadas que dieron plántulas normales fueron:

- Extracción normal, 25 ºC = 98,73
- Extracción normal, 13 ºC = 98,69
- ClH 1/10 , 25 ºC = 99,20
- ClH 1/10 , 13 ºC = 98,62

Tabla III.2.4.1 - Valores medios de los distintos índices correspondientes a los distintos métodos de extracción en el ensayo de germinación a 13 ºC.

METODO DE EXTRACCION	A * (%)	ß	K	Gt10 ** (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
1. MANO SECO	96,6	24,64 g	1,831 f	12,26 e	44,21 f	0,916 f	13,47 c	2,41 a
2. MANO+AGUA-SOB	98,0	14,43 d	1,175 c	10,40 c	28,77 c	0,588 c	12,28 ab	3.76 a
3. MANO+AGUA+SOB	96,5	15,63 de	1,253 c	10,70 cd	30,26 c	0,627 c	12,46 b	3.53 a
4. TRITURADORA+AGUA -SOBRENADANTE	96,3	15,67 de	1,267 c	10,62 cd	30,44 c	0,634 c	12,37 ab	3,50 a
5. ClH 1/10	96,9	19,28 f	1,686 e	10,13 bc	40,88 e	0,843 e	11,44 a	2,61 a
6. ClH 1/20	98,0	16,71 e	1,435 d	10,10 bc	35,12 d	0,718 d	11,65 ab	3,11 a
PICO								
1. MANO SECO	99,7	7,35 bc	0,388 ab	13,22 f	9,70 ab	0,194 ab	18,91 g	11,39 c
2. MANO+AGUA-SOB	99,5	5,65 ab	0,326 a	10,54 c	8,12 a	0,163 a	17,31 f	13,54 d
3. MANO+AGUA+SOB	99,9	5,95 ab	0,315 a	11,88 e	7,87 a	0,157 a	18,89 g	14,03 d
4. TRITURADORA+AGUA -SOBRENADANTE	99,7	5,40 ab	0,344 a	9,25 b	8,58 a	0,172 a	15,69 de	12,88 cd
5. ClH 1/10	97,6	7,97 c	0,501 b	11,50 de	12,22 b	0,250 b	15,89 e	8,78 b
6. ClH 1/20	96,8	4,58 a	0,313 a	7,66 a	7,59 a	0,156 a	14,89 d	14,46 d

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

* sólo hubo efecto de la variedad: Piquillo: 97,0 a
Pico: 98,9 b

** sin efecto varietal

Tabla III.2.4.2 - Valores medios de los distintos índices correspondientes a los distintos métodos de extracción en el ensayo de germinación a 25 ºC.

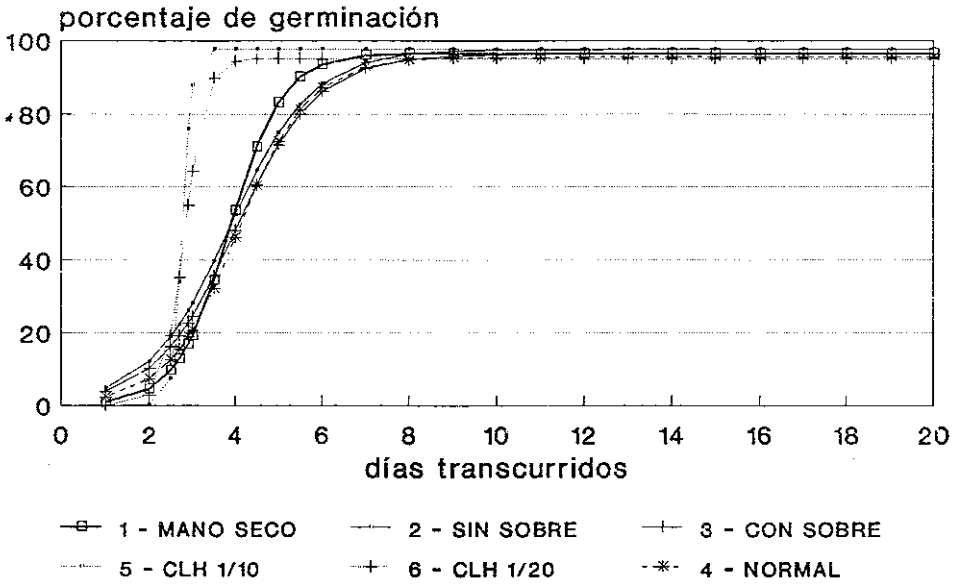
METODO DE EXTRACCION	A * (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
1. MANO SECO	96,7	6,53 c	1,694 b	2,51 cd	40,86 c	0,847 b	3,88 bc	2,74 b
2. MANO+AGUA-SOB	97,8	4,12 a	1,069 a	1,78 a	26,14 a	0,535 a	3,90 bc	4,23 de
3. MANO+AGUA+SOB	96,4	4,28 a	1,070 a	1,94 ab	25,79 a	0,535 a	4,01 c	4,13 de
4. TRITURADORA+AGUA -SOBRENADANTE	95,6	4,90 a	1,208 a	2,24 bc	28,89 ab	0,604 a	4,06 c	3,65 cd
5. ClH 1/10	97,8	26,49 d	9,562 c	2,54 cd	233,82 d	4,781 c	2,77 a	0,46 a
6. ClH 1/20	95,0	26,73 d	9,170 c	2,67 d	217,86 d	4,585 c	2,91 a	0,48 a
PICO								
1. MANO SECO	95,4	6,19 bc	1,508 b	2,64 d	35,95 bc	0,754 b	4,13 c	2,98 bc
2. MANO+AGUA-SOB	97,8	5,37 ab	1,172 a	2,69 d	28,65 ab	0,586 a	4,60 d	3,83 cde
3. MANO+AGUA+SOB	97,8	5,20 ab	1,133 a	2,64 d	27,78 ab	0,567 a	4,62 d	3,96 de
4. TRITURADORA+AGUA -SOBRENADANTE	92,2	5,19 ab	0,953 a	3,15 e	21,96 a	0,477 a	5,46 e	4,63 e
5. ClH 1/10	97,2	6,06 bc	1,734 b	2,20 b	42,17 c	0,867 b	3,54 b	2,69 b
6. ClH 1/20	95,0	4,44 a	1,218 a	1,81 a	28,92 ab	0,609 a	3,72 bc	3,82 cde

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

* sólo hubo efecto del método de extracción:

1. MANO SECO	96,0 bc
2. MANO+AGUA-SOB	97,8 d
3. MANO+AGUA+SOB	97,1 cd
4. TRITURADORA+AGUA-SOB	93,9 a
5. ClH 1/10	97,5 cd
6. ClH 1/20	95,0 ab

INFLUENCIA DEL METODO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL METODO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

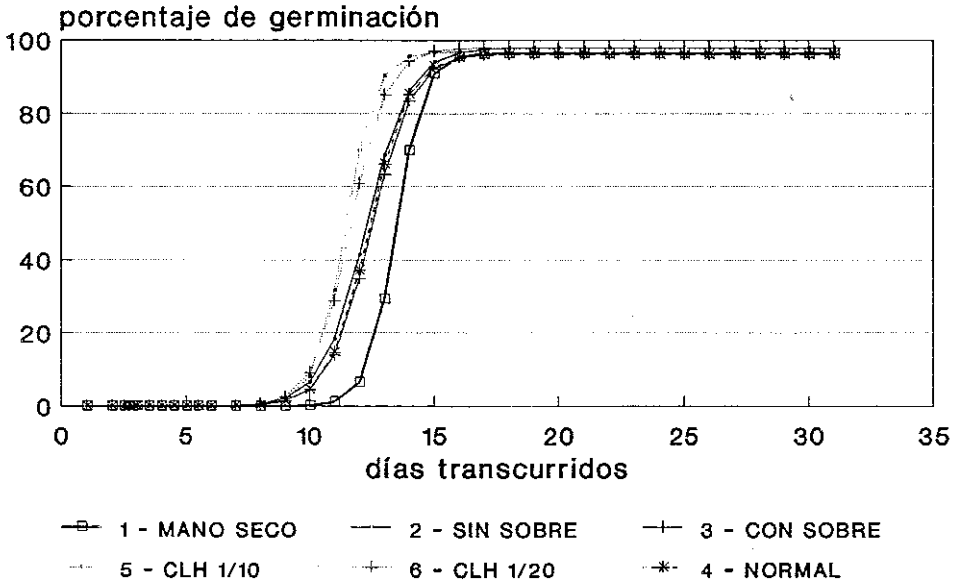
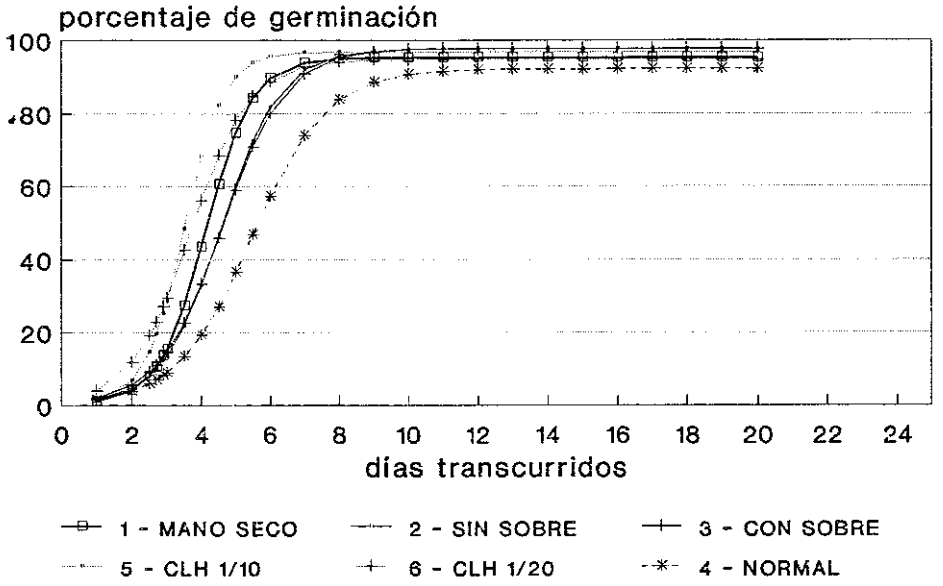


Figura III.2.4.1 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DEL METODO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL METODO DE EXTRACCION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

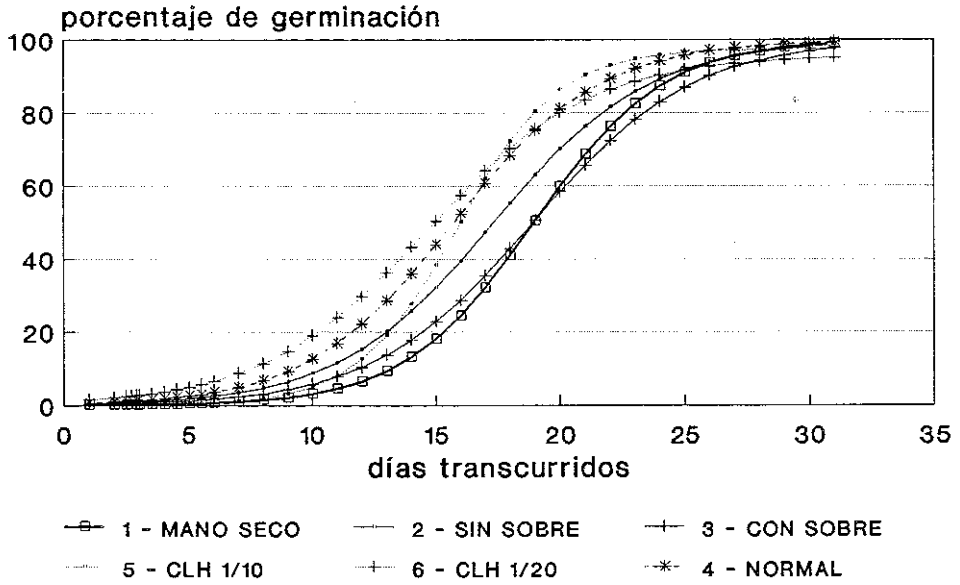


Figura III.2.4.2 - Curvas medias de germinación

III.2.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico.

En las figuras III.2.5.1 y 2 puede observarse el comportamiento de las semillas según el tratamiento aplicado. En las tablas III.2.5.1 y 2 se relacionan los valores medios de los distintos índices de las curvas de germinación.

En Piquillo se observó que el uso de ClH adelantó y uniformó la germinación a 25 ºC, fuera cual fuese el tiempo de tratamiento empleado. Los tratamientos de 7,5 y 10 minutos adelantaron y uniformaron más la germinación que el de 5 minutos, pero el tratamiento de 10 minutos redujo de forma sensible (10 %) el porcentaje final de germinación. En esta variedad a 13 ºC también hubo un adelanto de la germinación cuando el tratamiento con ClH se realizó durante 7,5 y 10 minutos, pero no cuando éste sólo duró 5 minutos. A esta temperatura no se observaron diferencias notables en el porcentaje final de germinación ni en la uniformidad ni la velocidad de la misma.

En la variedad Pico a 25 ºC el uso de ClH produjo una germinación anterior, más rápida y más uniforme que la extracción normal con agua. El porcentaje final de germinación no se vio afectado por el uso de ClH. No se observó influencia del tiempo de tratamiento con ClH. A 13 ºC los tratamientos de 7,5 y 10 minutos con ClH redujeron de forma importante (26 - 27 %) el porcentaje final de germinación y no mejoraron la germinación. Sin embargo, el tratamiento con ClH durante 5 minutos sólo redujo ligeramente el porcentaje final de germinación (4 %) y produjo una germinación anterior, más rápida y más uniforme que la extracción normal.

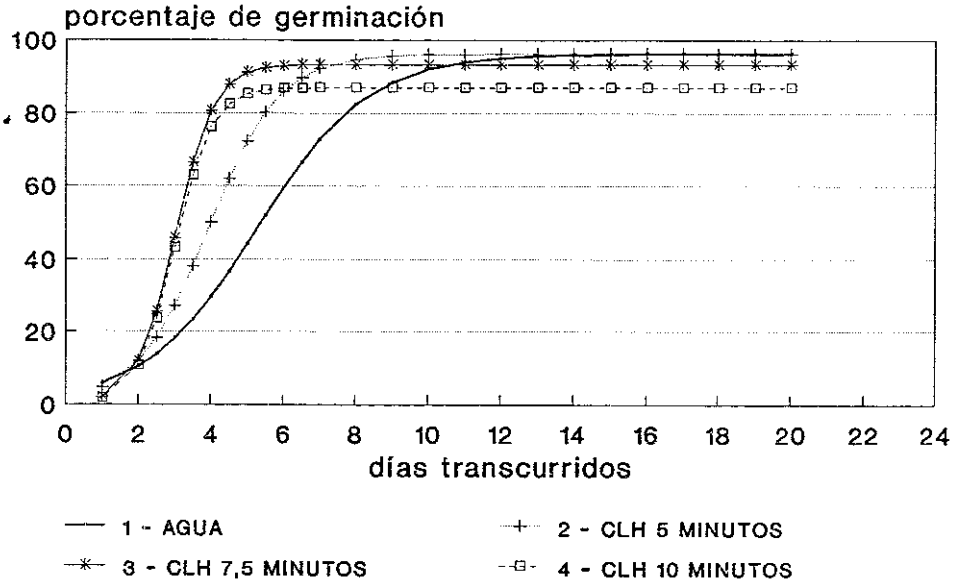
Tabla III.2.5.1 - Ensayo de influencia del tiempo de tratamiento con ClH. Valores medios de los índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

TRATAMIENTO	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
1. EXTRACCION NORMAL	96,1	8,59	0,700	9,10	16,83	0,350	12,24	6,28
2. CLH 5 MINUTOS	93,2	10,31	0,852	9,45	19,85	0,426	12,11	5,32
3. CLH 7,5 MINUTOS	97,0	9,01	0,816	8,33	19,82	0,408	11,04	5,42
4. ClH 10 MINUTOS	92,8	8,31	0,774	8,20	17,29	0,372	11,16	5,91
PICO								
1. EXTRACCION NORMAL	96,9	6,10	0,332	11,69	8,06	0,166	18,36	13,33
2. CLH 5 MINUTOS	93,0	7,89	0,470	12,09	10,96	0,235	16,76	9,33
3. CLH 7,5 MINUTOS	71,0	9,04	0,562	12,16	9,93	0,281	16,09	7,86
4. ClH 10 MINUTOS	70,0	7,75	0,452	12,25	7,91	0,226	17,10	9,71

Tabla III.2.5.2 - Ensayo de influencia del tiempo de tratamiento con ClH. Valores medios de los índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

TRATAMIENTO	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
1. EXTRACCION NORMAL	96,6	3,48	0,662	1,92	15,97	0,331	5,29	6,76
2. CLH 5 MINUTOS	96,4	4,05	1,036	1,78	24,93	0,518	3,93	4,30
3. CLH 7,5 MINUTOS	93,4	7,27	2,458	1,97	58,09	1,229	3,03	2,18
4. ClH 10 MINUTOS	86,8	6,46	2,172	1,94	47,52	1,086	3,00	2,11
PICO								
1. EXTRACCION NORMAL	96,6	7,75	1,324	4,17	31,96	0,662	5,84	3,35
2. CLH 5 MINUTOS	98,7	7,61	1,700	3,21	41,96	0,850	4,51	2,60
3. CLH 7,5 MINUTOS	96,6	6,85	1,540	3,00	37,22	0,770	4,44	2,86
4. ClH 10 MINUTOS	97,8	6,51	1,518	2,84	37,08	0,759	4,30	2,90

EFECTO DEL USO DE CLH Y DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



EFECTO DEL USO DE CLH Y DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

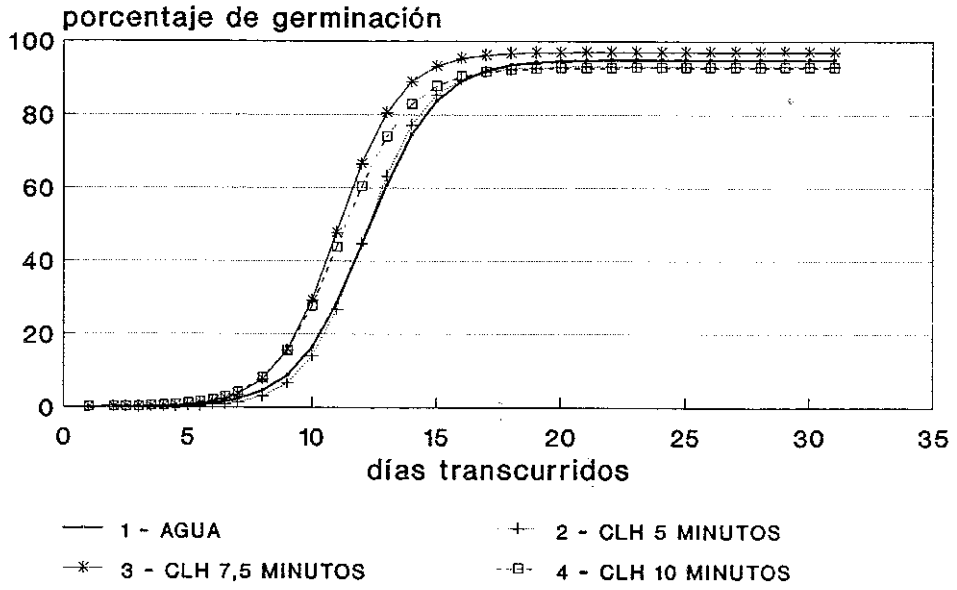
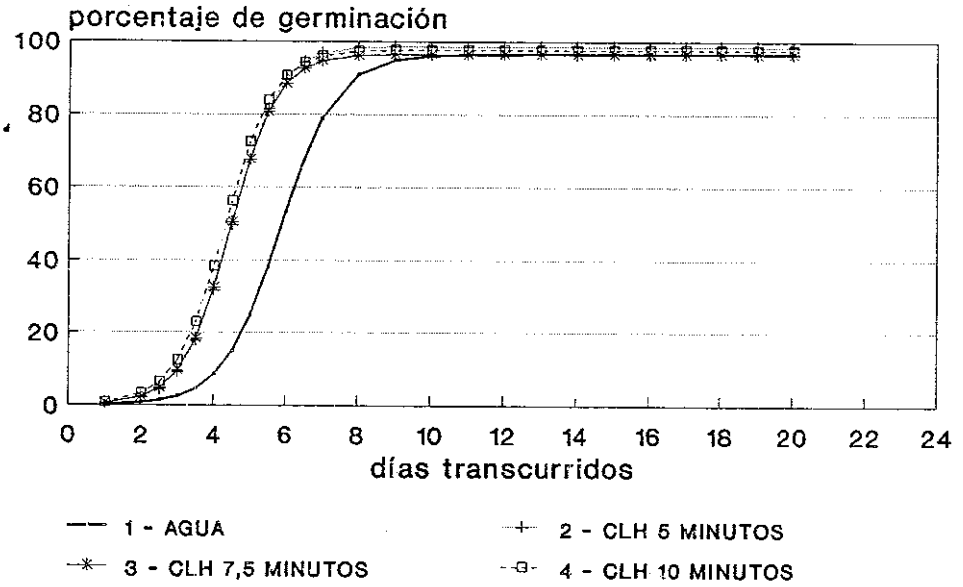


Figura III.2.5.1 - Curvas medias de germinación

EFECTO DEL USO DE CLH Y DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



EFECTO DEL USO DE CLH Y DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

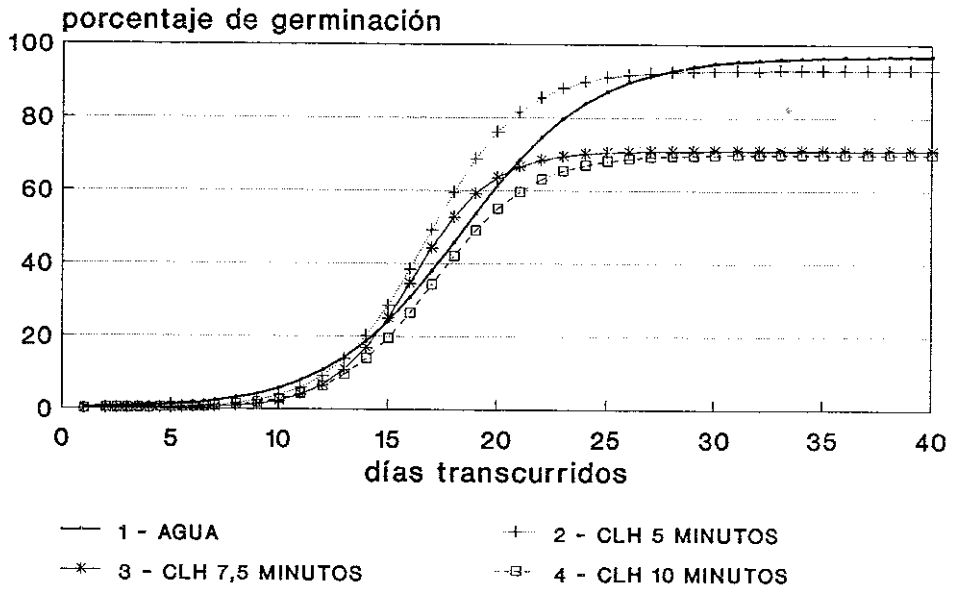


Figura III.2.5.2 - Curvas medias de germinación

III.2.6 - Influencia del peso de la semilla.

En las figuras III.2.6.1, 2 y 3 puede apreciarse que si bien a 25 ºC el peso de la semilla no tuvo gran influencia en la germinación, a 13 ºC sí se observó influencia del mismo. A esta temperatura la influencia del peso de la semilla fue mayor en Pico y Buketen y menor en Piquillo. A 13 ºC en Pico las semillas de peso bajo germinaron mejor que las de peso alto, pero en Buketen y Piquillo ocurrió lo contrario.

En las tablas III.2.6.1 y 2 se recogen los valores medios de los efectos en los distintos índices. En todos ellos el efecto varietal resultó significativo. La significación del efecto del peso de la semilla y de la interacción "variedad X peso" puede verse en las tablas.

Porcentaje final de germinación (A)

Sólo hubo efecto varietal, no observándose influencia significativa del peso de la semilla en el porcentaje final de germinación ni a 25 ºC ni a 13 ºC.

Comienzo de la germinación (Gt10)

Además del efecto varietal, resultó significativo el efecto del peso de la semilla a 13 ºC y la interacción a ambas temperaturas.

A 25 ºC se observó en la variedad Pico un ligero retraso (0,5 días) en el comienzo de la germinación al aumentar el peso de la semilla, pero no hubo diferencias en Piquillo y Buketen.

A 13 ºC el retraso en Pico fue más importante (3,5 días) y no hubo diferencias significativas en Piquillo y Buketen.

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

A 25 ºC sólo hubo efecto significativo de la variedad pero a 13 ºC también resultó significativo el efecto del peso de la semilla, siendo mayor el valor de ambos índices en las semillas más pesadas.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

Además del efecto varietal resultó significativa la interacción a ambas temperaturas.

En Piquillo no hubo influencia del peso de la semilla en ninguna de las dos temperaturas.

A 25 ºC hubo un ligero adelanto en alcanzar el 50 % de la germinación con la semilla más ligera en Pico y con la semilla más pesada en Buketen.

A 13 ºC el comportamiento en Pico y Buketen fue igual a 25 ºC pero las diferencias se acentuaron (3 días en Pico; 5 días en Buketen) aunque sólo fueron significativas en Buketen.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

Sólo el efecto varietal resultó significativo.

El efecto del peso de la semilla no resultó significativo aunque estuvo cerca de la significación a 13 ºC (p=0,0647). En las tablas puede observarse que hubo una mayor uniformidad con la semillas pesadas, sobre todo en la variedad Buketen a 13 ºC.

Tabla III.2.6.1 - Efecto del peso de la semilla. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
Efecto VARIEDAD								
- Piquillo	97,1 b	10,49 c	0,861 c	9,63 a	20,93 c	0,431 c	12,25 a	5,24 a
- Pico	96,3 b	6,98 b	0,349 b	13,63 b	8,41 b	0,175 b	20,03 b	12,79 b
- Buketen	80,2 a	4,97 a	0,187 a	14,96 c	3,80 a	0,093 a	28,06 c	26,20 c
Efecto PESO	NS						NS	NS
- Bajo	91,0	6,92 a	0,437 a	12,04 a	10,34 a	0,218 a	19,80	15,51
- Alto	92,3	8,20 b	0,515 b	13,20 b	12,30 b	0,258 b	19,74	13.08
Interacción	NS	NS	NS		NS	NS		NS
- Piquillo, bajo	96,7	9,53	0,758	9,67 a	18,32	0,379	12,59 a	5,84
- Piquillo, alto	97,6	11,45	0,964	9,59 a	23,54	0,482	11,91 a	4,64
- Pico, bajo	95,8	6,18	0,335	11,87 b	8,02	0,168	18,56 b	13,38
- Pico, alto	96,8	7,77	0,363	15,40 c	8,80	0,182	21,50 b	12,20
- Buketen, bajo	77,0	4,42	0,144	15,45 c	2,79	0,072	31,06 d	31,24
- Buketen, alto	82,6	5,38	0,218	14,60 c	4,56	0,109	25,81 c	22,41

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

NS: no significativo

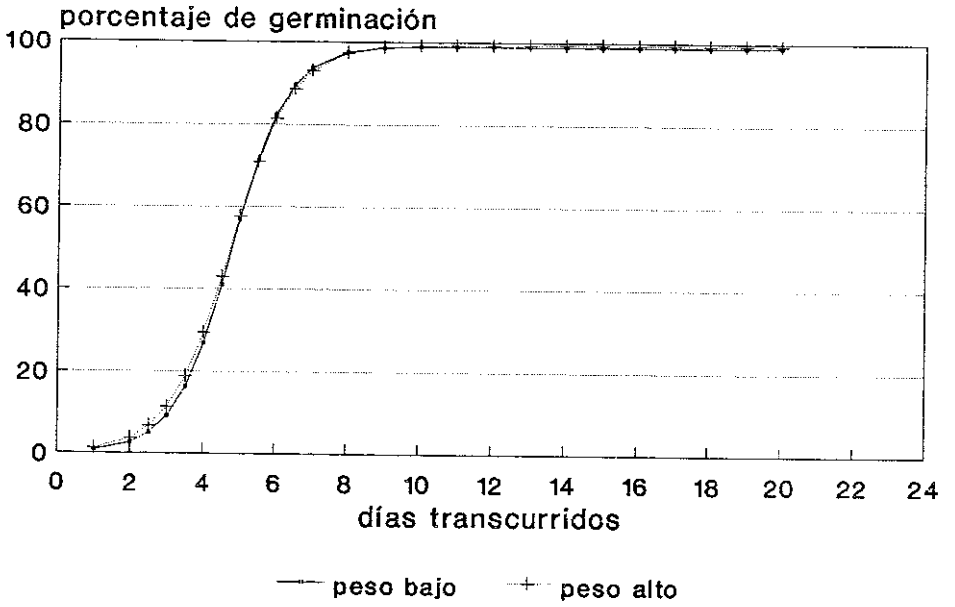
Tabla III.2.6.2 - Efecto del peso de la semilla. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
Efecto VARIEDAD								
- Piquillo	99,2 b	5,93 b	1,248 a	2,97 b	30,94 b	0,624 a	4,75 c	3,55 b
- Pico	98,1 b	9,23 c	1,560 b	4,46 c	38,32 c	0,780 b	5,90 b	2,87 a
- Buketen	90,5 a	4,71 a	1,130 a	2,21 a	25,65 a	0,565 a	4,20 a	3,98 b
Efecto PESO	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
- Bajo	95,1	6,27	1,253	3,14	29,99	0,626	4,94	3,60
- Alto	96,7	6,98	1,372	3,29	33,28	0,686	4,96	3,33
Interacción	NS		NS		NS	NS		NS
- Piquillo, bajo	99,1	6,20 b	1,300	3,07 b	32,21	0,650	4,78 c	3,42
- Piquillo, alto	99,3	5,66 ab	1,196	2,88 b	29,68	0,598	4,72 c	3,68
- Pico, bajo	97,5	8,14 c	1,433	4,14 c	34,97	0,717	5,68 d	3,09
- Pico, alto	98,6	10,32 d	1,687	4,78 d	41,66	0,843	6,11 e	2,65
- Buketen, bajo	88,8	4,46 a	1,025	2,20 a	22,79	0,513	4,36 b	4,31
- Buketen, alto	92,2	4,96 ab	1,235	2,22 a	28,51	0,617	4,04 a	3,64

Para cada índice las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

NS: no significativo

INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

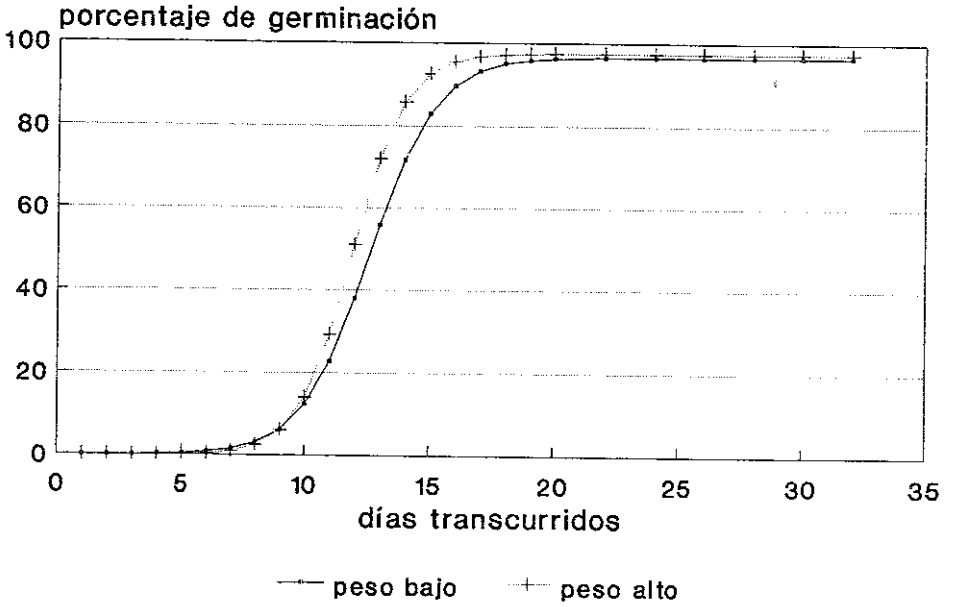
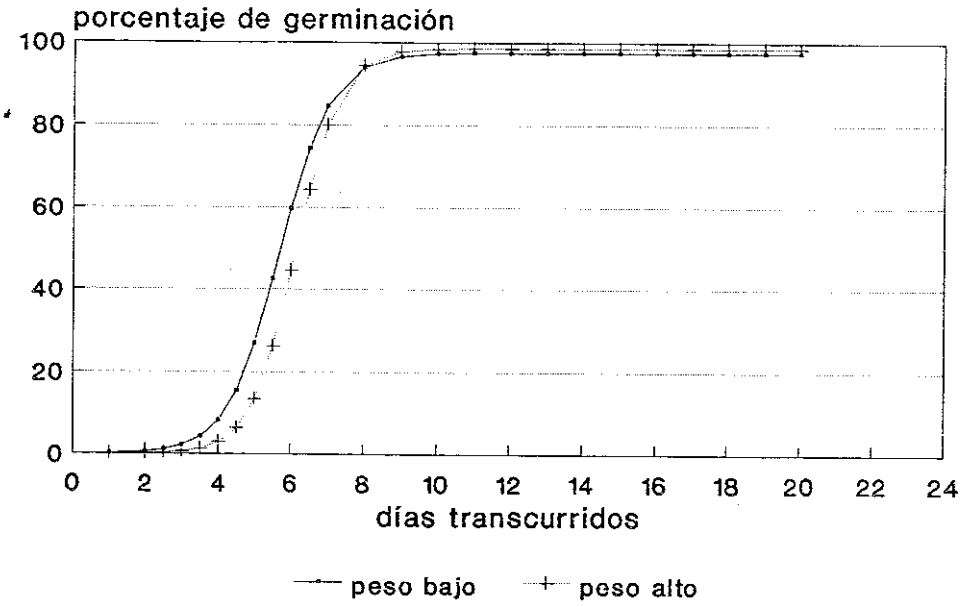


Figura III.2.6.1 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

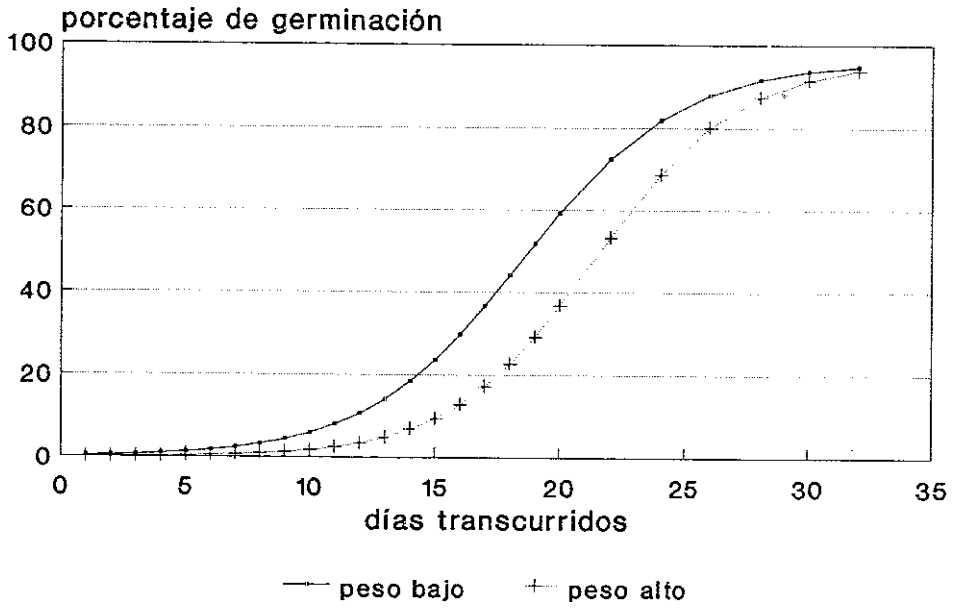
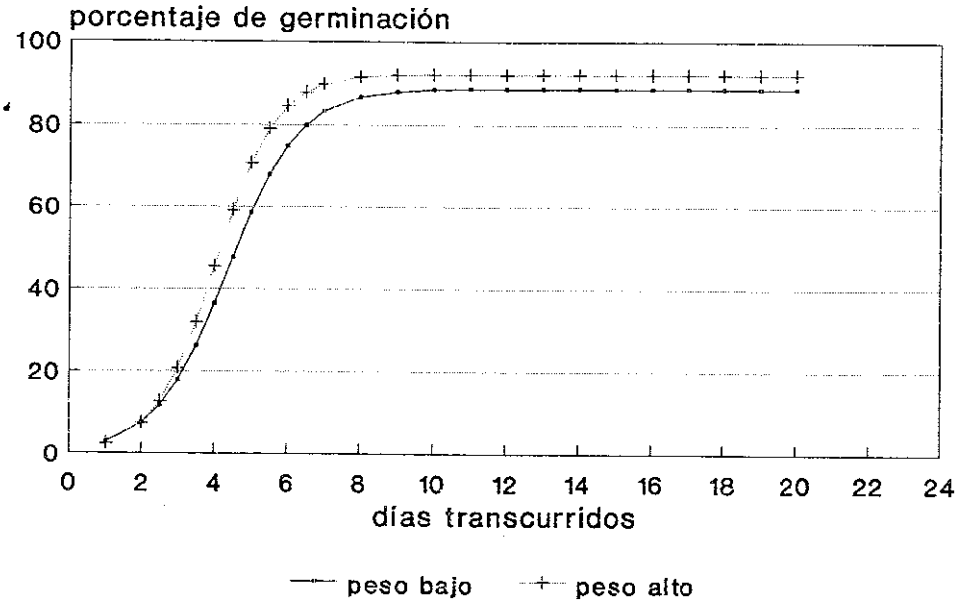


Figura III.2.6.2 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL PESO DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 13 ºC

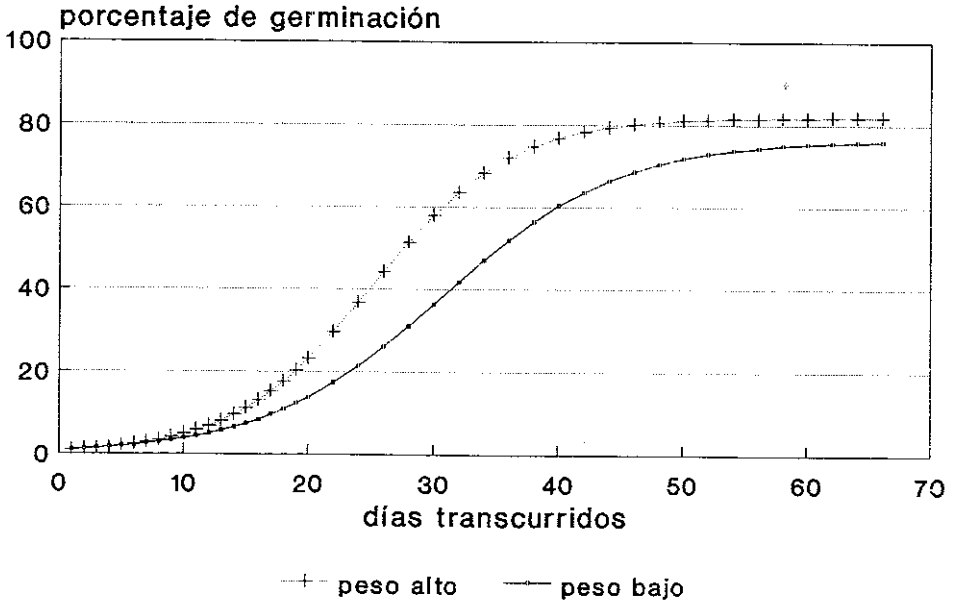


Figura III.2.6.3 - Curvas medias de germinación

III.2.7 - Influencia del método de conservación.

En las figuras III.2.7.1, 2 y 3 puede apreciarse que la influencia de las condiciones de conservación en la germinación fue más notable en la variedad Buketen (a 25 ºC y a 13 ºC) y en la variedad Pico a 13 ºC.

Analizando los distintos aspectos de la germinación (tablas III.2.7.1 y 2) se observó en todos los índices un efecto varietal.

Porcentaje final de germinación (A)

A 25 ºC resultó significativo el efecto de la temperatura de conservación y del uso de silicagel asi como la interacción "variedad x tª de conservación". Las semillas que se almacenaron con silicagel presentaron valores de A significativamente menores. El efecto de la temperatura de conservación, mayores valores de A en conservación a temperatura ambiente, fue debido a que en la variedad Buketen las semillas que estuvieron a temperatura ambiente presentaron valores de A significativamente mayores, aunque en Piquillo y Pico no hubo diferencias.

A 13 ºC no hubo influencia de ninguno de los dos factores estudiados. Las interacciones no resultaron significativas.

Comienzo de la germinación (Gt10)

A 25 ºC se observó que el uso del silicagel dio lugar a un comienzo anterior de la germinación en la variedad Buketen (0,8 días) pero no hubo diferencias en Piquillo y Pico.

A 13 ºC se observó que:

- en Pico el uso de silicagel en condiciones de temperatura ambiente produjo un retraso en el comienzo de la germinación.
- en Buketen el uso de silicagel a temperatura de 4 ºC hizo que el comienzo de la germinación fuese anterior.
- en Piquillo no hubo diferencias entre las distintas condiciones de conservación.

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

Para ambos índices y a las dos temperaturas ensayadas la interacción "variedad x uso de silicagel" resultó significativa.

A 25 ºC se observó un efecto significativo del uso de silicagel en ambos índices debido a que en la variedad Buketen su uso produjo valores significativamente menores; sin embargo no hubo diferencias en Piquillo y Pico. A esta temperatura también se observaron valores significativamente mayores de K/2 en las semillas conservadas a 4 ºC frente a las conservadas a temperatura ambiente.

A 13 ºC no hubo diferencias significativas en estos índices en Pico y Buketen pero en Piquillo el uso de silicagel dio lugar a mayores valores en estos índices.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

A 25 ºC resultó significativo el efecto del uso de silicagel y la interacción "variedad x silicagel". El uso de silicagel produjo un retraso significativo en el T50 en la variedad Buketen pero no en Piquillo ni en Pico.

A 13 ºC la interacción "tª de conservación x uso de silicagel" resultó significativa. Cuando las semillas se conservaron a 4 ºC no hubo diferencia en el valor de ß/K por el uso o no uso de silicagel. Sin embargo, a temperatura ambiente las semillas conservadas sin silicagel alcanzaron el 50 % de germinación antes que aquellas que se almacenaron con silicagel.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

A 25 ºC el uso del silicagel y la interacción "variedad x uso de silicagel" resultaron significativos. Se observó que el uso de silicagel produjo una menor uniformidad en la variedad Buketen pero no hubo diferencias en Piquillo y Pico.

Ni la temperatura de conservación ni el uso de silicagel modificaron la uniformidad de la germinación a 13 ºC.

Tabla III.2.7.1 - Ensayo de métodos de conservación. Significación y valores medios para los índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
VARIEDAD								
Piquillo	96,1 B	9,33 C	0,712 C	9,87 A	17,12 C	0.356 C	13,11 A	6,45 A
Pico	98,4 C	5,65 B	0.305 B	11,31 B	7,51 B	0.153 B	18,60 B	14,57 B
Buketen	92,1 A	4,16 A	0.098 A	20,07 C	2,26 A	0.049 A	42,80 C	45,47 C
Tª CONSERVACION	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
USO SILICAGEL	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
VARIEDAD X Tª CONSERVACION								
Piquillo, 4 ºC				10,13 A				
Piquillo, ambiente				9,62 A				
Pico, 4 ºC	NS	NS	NS	10,45 AB	NS	NS	NS	NS
Pico, ambiente				12,19 B				
Buketen, 4 ºC				21,49 D				
Buketen, ambiente				18,64 C				
VARIEDAD X SILICAGEL								
Piquillo, sin sil.		8,26 C	0,645 C		15,46 C	0,322 C		
Piquillo, con sil.		10,39 D	0,779 D		18,78 D	0,390 D		
Pico, sin sil.	NS	5,78 B	0,325 B	NS	7,98 B	0,162 B	NS	NS
Pico, con sil.		5,52 B	0,286 B		7,05 B	0,143 B		
Buketen, sin sil.		4,21 A	0,101 A		2,33 A	0,051 A		
Buketen, con sil.		4,11 A	0,095 A		2,19 A	0,047 A		
Tª CONSERVACION X USO SILICAGEL								
4 ºC, sin silic.				14,13 AB			24,07 B	
4 ºC, con silic.	NS	NS	NS	13,10 AB	NS	NS	24,61 B	NS
amb., sin silic.				11,55 A			21,07 A	
amb., con silic.				14,48 B			24,75 B	
INTERACCION TRIPLE	NS	NS	NS	S *	NS	NS	NS	NS

Para cada índice y cada factor las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$.
NS : no significativo
S : significativo

*

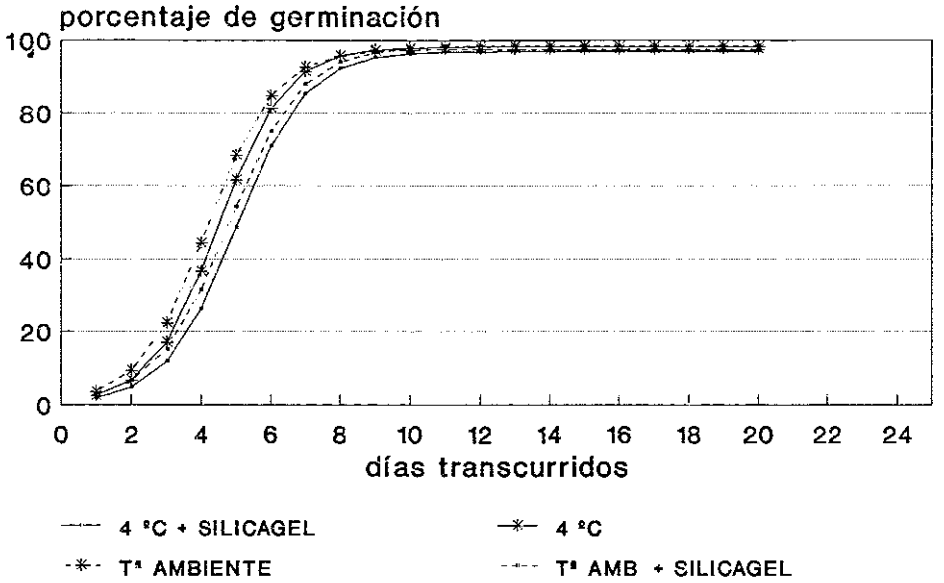
Piq., 4 ºC, sin sil.	9,71 A	Pic., 4 ºC, sin sil.	11,17 AB	Buk., 4 ºC, sin sil.	23,97 E
Piq., 4 ºC, con sil.	8,97 A	Pic., 4 ºC, con sil.	10,86 AB	Buk., 4 ºC, con sil.	15,92 C
Piq., amb., sin sil.	10,55 A	Pic., amb., sin sil.	9,73 A	Buk., amb., sin sil.	19,02 D
Piq., amb., con sil.	10,27 A	Pic., amb., con sil.	13,51 BC	Buk., amb., con sil.	21,37 DE

Tabla III.2.7.2 - Ensayo de métodos de conservación. Significación y valores medios para los índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
VARIEDAD								
Piquillo	97,8 B	4,72 B	1,024 B	2,46 B	25,06 B	0.512 B	4,61 A	4,31 A
Pico	97,0 B	5,22 C	0.939 B	3,23 C	22,77 B	0.469 B	5,59 C	4,73 A
Buketen	89,3 A	3,63 A	0.766 A	1,62 A	17,14 A	0.383 A	5,02 B	6,81 B
Tª CONSERVACION								
4 ºC	93,8 A	4,69 B	0,955 B	NS	NS	0,477 B	NS	NS
Ambiente	95,7 B	4,36 A	0,866 A			0,433 A		
USO SILICAGEL								
Sin silicagel	95,6 B	4,73 B	0,993 B	NS	23,77 B	0,497 B	4,79 A	4,49 A
Con silicagel	93,8 A	4,32 A	0,827 A		19,55 A	0,413 A	5,36 B	6,07 B
VARIEDAD X Tª CONSERVACION								
Piquillo, 4 ºC	97,6 C							
Piquillo, amb.	98,1 C							
Pico, 4 ºC	96,4 C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Pico, amb.	97,5 C							
Buketen, 4 ºC	87,2 A							
Buketen, amb.	91,5 B							
VARIEDAD X SILICAGEL								
Piquillo, sin sil.		4,57 BC	1,056 B	2,25 BC	25,84 C	0,528 B	4,34 A	4,18 A
Piquillo, con sil.		4,86 CD	0,993 B	2,66 C	24,28 BC	0,497 B	4,89 A	4,44 A
Pico, sin sil.	NS	5,39 D	0,963 B	3,32 D	23,59 BC	0,418 B	5,62 C	4,60 A
Pico, con sil.		5,05 CD	0,915 B	3,14 D	21,96 B	0,458 B	5,57 C	4,85 A
Buketen, sin sil.		4,23 B	0,961 B	2,07 B	21,87 B	0,480 B	4,42 A	4,70 A
Buketen, con sil.		3,03 A	0,572 A	1,16 A	12,40 A	0,286 A	5,62 C	8,92 B
Tª CONSERVACION X USO SILICAGEL	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
INTERACCION TRIPLE	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Para cada índice y cada factor las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$.
NS : no significativo

INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LAS SEMILLAS EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

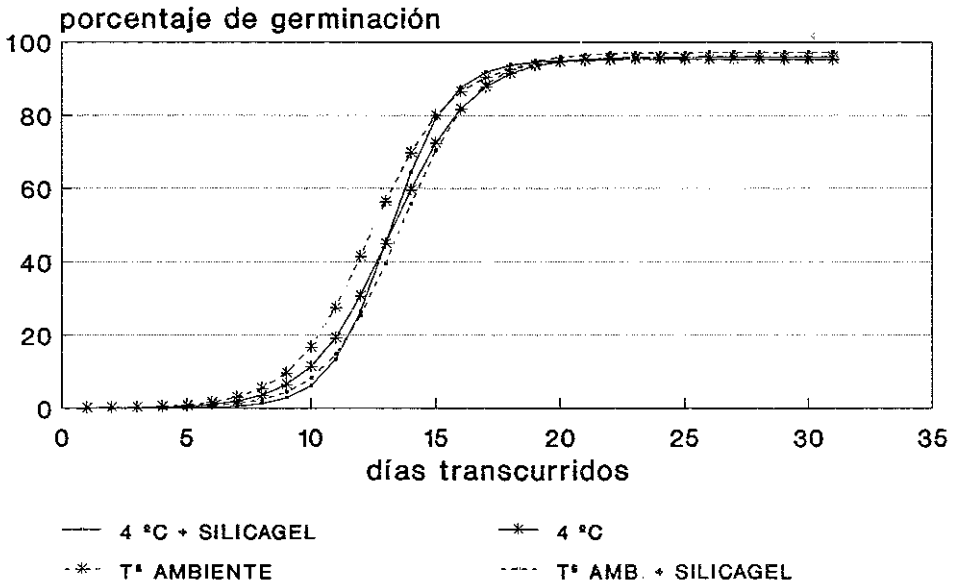
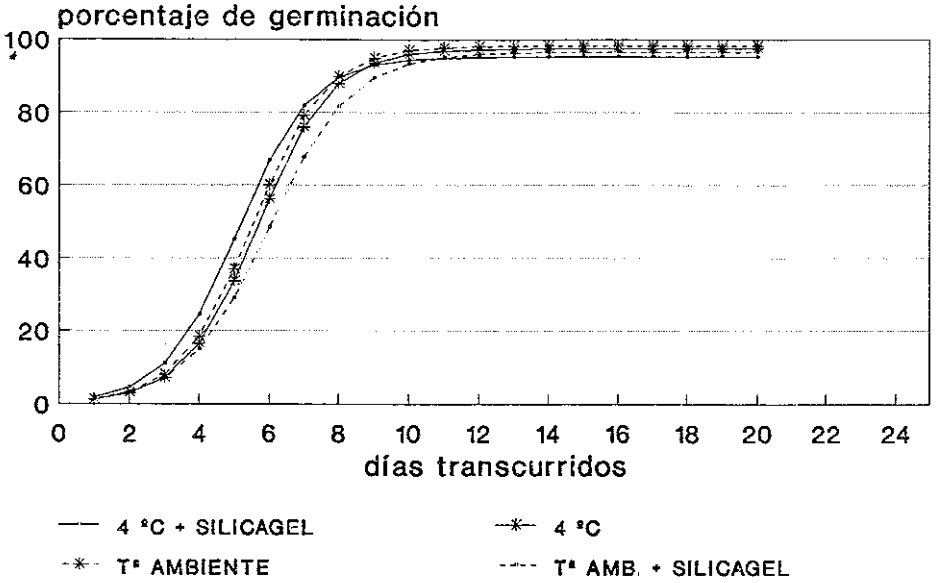


Figura III.2.7.1 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

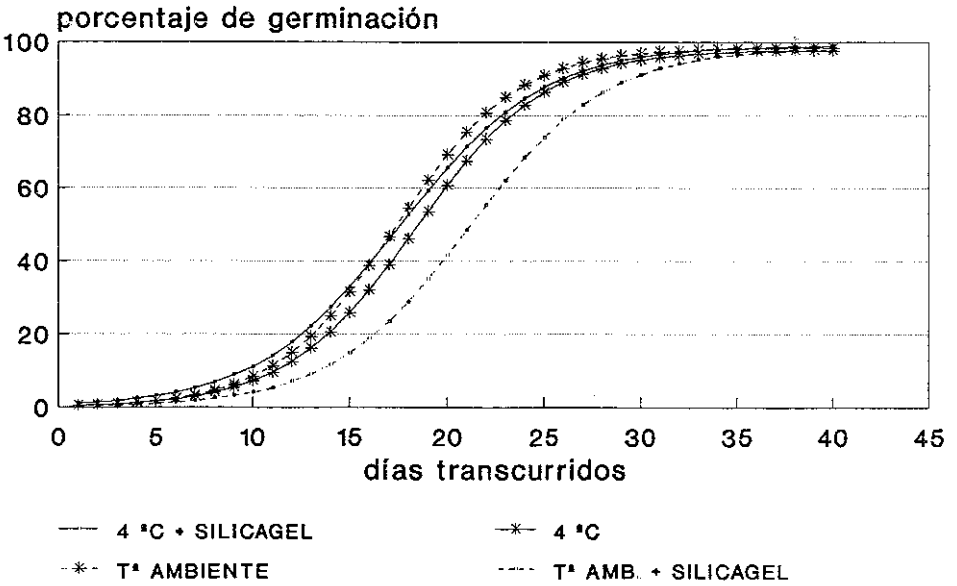
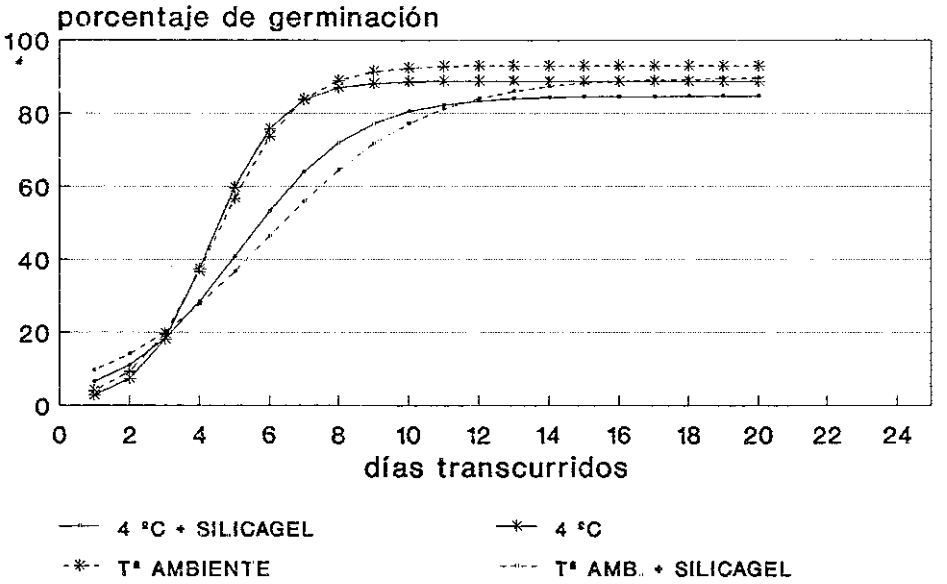


Figura III.2.7.2 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DEL METODO DE CONSERVACION DE LA SEMILLA EN LA GERMINACION
var. Buketen. Tª = 13 ºC

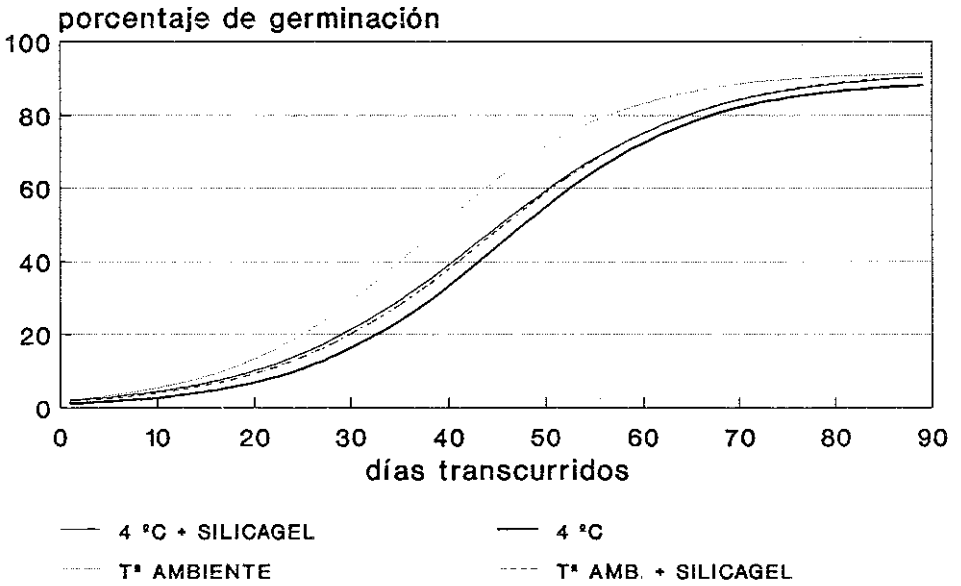


Figura III.2.7.3 - Curvas medias de germinación

III.2.8 - Influencia de la desinfección con tiram.

En las figuras III.2.8.1 y 2 puede apreciarse que el uso de tiram no afectó negativamente a la germinación, sino que la mejoró, según se comenta en la Discusión.

En las tablas III.2.8.1 y 2 se recogen los valores medios de los distintos efectos, así como su significación.

Porcentaje final de germinación (A)

La desinfección con tiram no afectó al porcentaje final de germinación ni a 25 ºC ni a 13 ºC. Sólo hubo un efecto varietal a 25 ºC. La interacción "variedad X uso de tiram" no fue significativa.

Comienzo de la germinación (Gt10)

Sólo resultó significativo el efecto del uso de tiram.

Se observó un ligero adelanto en el comienzo de la germinación con el uso de tiram a ambas temperaturas.

Velocidad de germinación (AK/4) (K/2)

A 25 ºC resultó significativo el efecto del uso de tiram y la interacción "variedad X uso de tiram". El uso de tiram dio lugar a una mayor velocidad de germinación en Piquillo, pero en Pico no hubo diferencia con el testigo.

A 13 ºC sólo hubo efecto varietal. El uso de fungicida no afectó a la velocidad de germinación.

Tiempo al 50 % de germinación (ß/K)

A 25 ºC resultó significativo el efecto del uso de tiram y la interacción "variedad X uso de tiram". Hubo un adelanto (1,5 días) en alcanzar el 50 % de germinación con el uso de tiram en Piquillo pero no hubo diferencia en Pico.

A 13 ºC resultó significativo el efecto varietal y el efecto del uso de tiram, que adelantó el momento en que se alcanzó el 50 % de germinación.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10)

A 25 ºC resultó significativo el efecto del uso de tiram y la interacción "variedad X uso de tiram". El uso de tiram dio una mayor uniformidad de germinación en Piquillo, pero no en Pico, dónde no hubo diferencias.

A 13 ºC sólo hubo un efecto varietal.

Eficacia de la desinfección y desarrollo de plántulas

En todas las placas del testigo aparecieron ataques de hongos, llegando a morir las plántulas desde la fase de germinación hasta el despliegue de cotiledones.

Con el uso de tiram no hubo ninguna semilla atacada por hongos y el porcentaje de semillas que dieron lugar a plántulas

normales fue:

- Piquillo, 25 ºC : 98,4 %
- Piquillo, 13 ºC : 98,7 %
- Pico, 25 ºC : 99,7 %
- Pico, 13 ºC : 99,7 %

Tabla III.2.8.1 - Ensayo del efecto de la desinfección con tiram. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 13 ºC.

	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
Efecto VARIEDAD	NS			NS				
- Piquillo	99,5	10,92 b	0,872 b	9,97	21,69 b	0,436 b	12,52 a	5,09 a
- Pico	97,4	6,93 a	0,452 a	10,41	10,99 a	0,226 a	15,40 b	9,99 b
Efecto USO TIRAM	NS	NS	NS		NS	NS		NS
- Testigo	98,3	8,94	0,639	10,60 B	15,76	0,319	14,53 B	7,86
- Con tiram	98,5	8,91	0,685	9,78 A	16,92	0,343	13,39 A	7,21
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Para cada índice y cada efecto las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

NS: no significativo

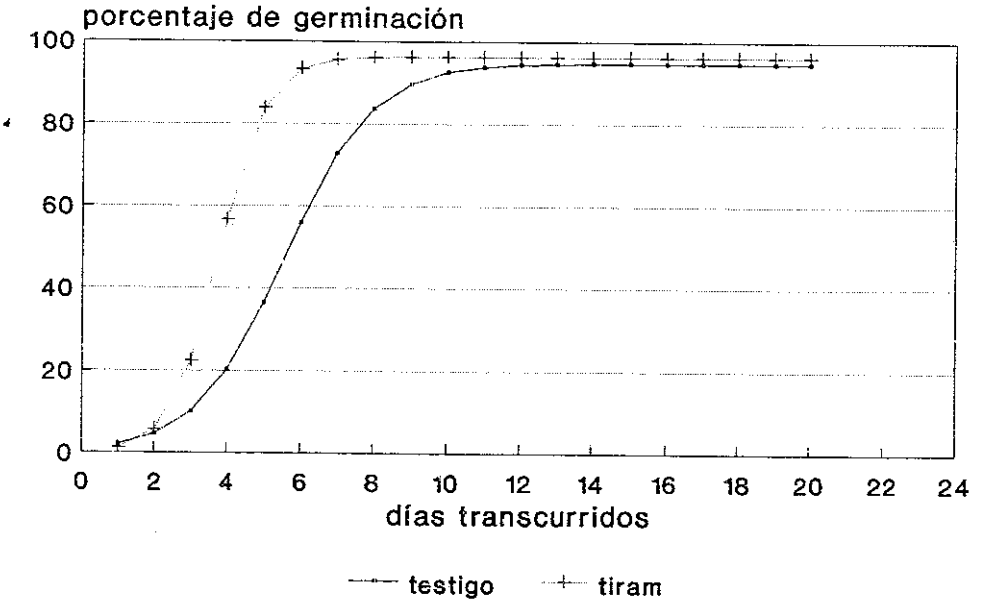
Tabla III.2.8.2 - Ensayo del efecto de la desinfección con tiram. Valores medios correspondientes a los distintos índices en el ensayo de germinación a 25 ºC.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
Efecto VARIEDAD		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
- Piquillo	95,6 b	5,34	1,215	2,67	29,15	0,608	4,69	4,04
- Pico	93,0 a	5,49	1,109	2,93	25,85	0,554	4,95	4,03
Efecto USO TIRAM	NS	NS						
- Testigo	93,9	5,19	1,004 A	2,96 B	23,56 A	0,502 A	5,23 B	4,53 B
- Con tiram	94,8	5,63	1,320 B	2,64 A	31,43 B	0,660 B	4,40 A	3,53 A
Interacción	NS			NS				
- Piquillo, testigo	94,9	4,69 a	0,843 a	2,96	20,03 a	0,422 a	5,59 c	5,25 c
- Piquillo, + tiram	96,3	5,98 b	1,587 c	2,37	38,27 b	0,794 c	3,78 a	2,82 a
- Pico, testigo	92,9	5,70 ab	1,165 b	2,97	27,10 a	0,583 b	4,88 b	3,81 b
- Pico, + tiram	93,2	5,28 ab	1,052 ab	2,90	24,60 a	0,526 ab	5,02 b	4,25 b

Para cada índice y cada efecto las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según el test LSD al nivel $p < 0,05$

NS: no significativo

INFLUENCIA DE LA DESINFECCION CON TIRAM
EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA DESINFECCION CON TIRAM
EN LA GERMINACION
var. Piquillo. Tª = 13 ºC

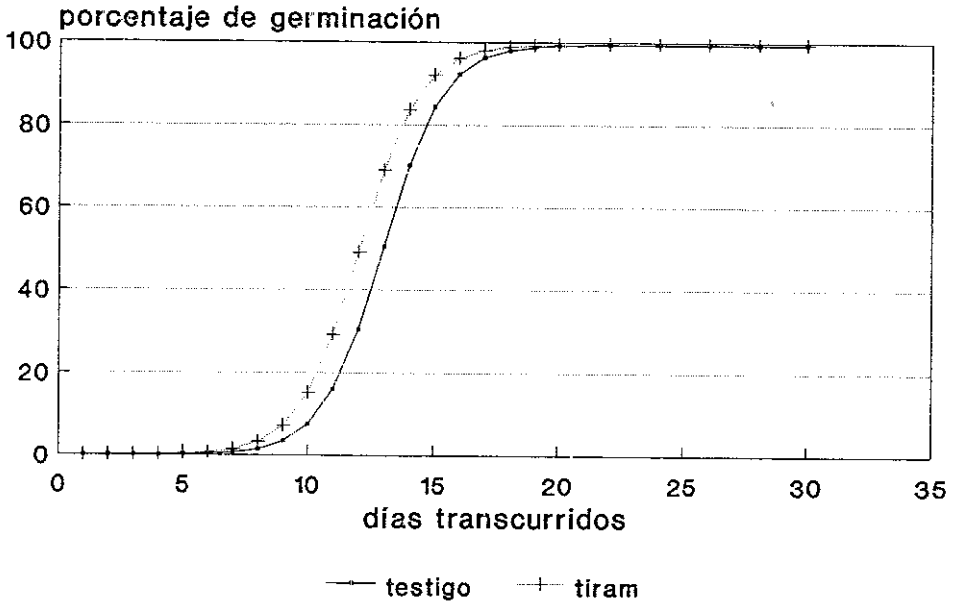
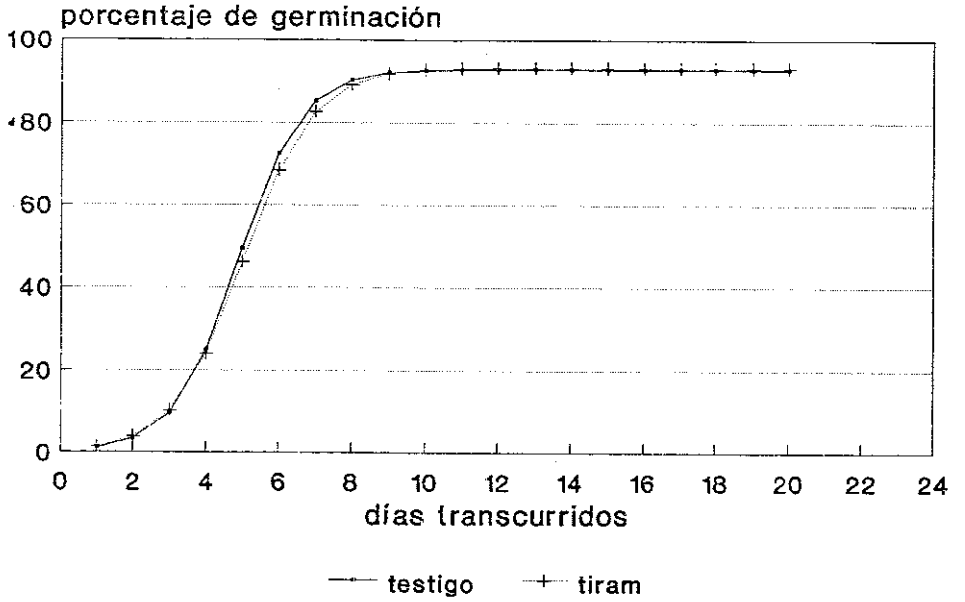


Figura III.2.8.1 - Curvas medias de germinación

INFLUENCIA DE LA DESINFECCION CON TIRAM
EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 25 ºC



INFLUENCIA DE LA DESINFECCION CON TIRAM
EN LA GERMINACION
var. Pico. Tª = 13 ºC

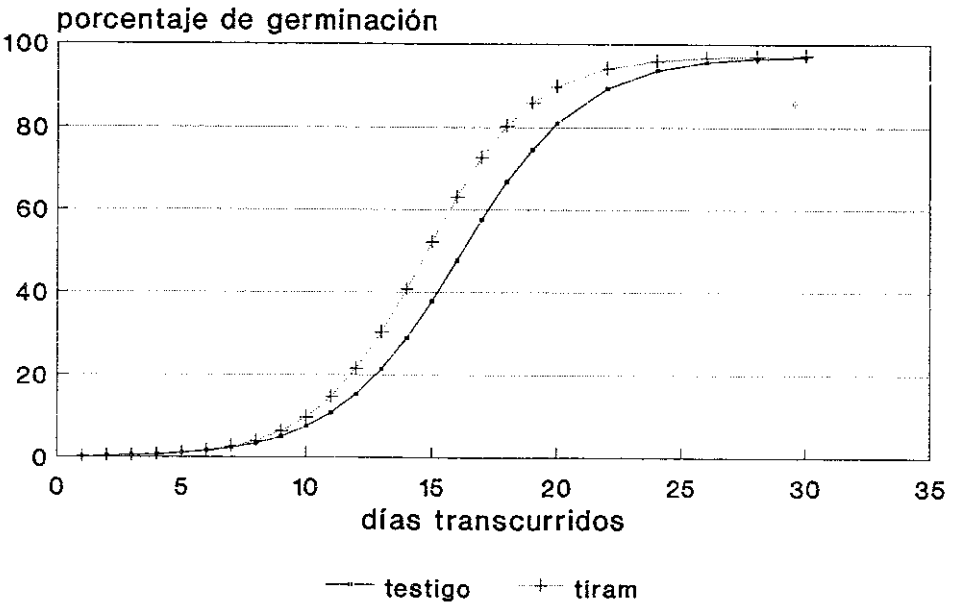


Figura III.2.8.2 - Curvas medias de germinación

III.2.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos.

En las tablas III.2.9.1 y 2 se recogen los valores de los distintos índices correspondientes a los diferentes lotes de semillas a las dos temperaturas ensayadas.

Piquillo (tabla III.2.9.1)

La semilla de Conservas Vela no germinó a ninguna de las dos temperaturas.

En los otros lotes el porcentaje final de germinación a ambas temperaturas superó el 93 % en todos ellos.

A 25 ºC los lotes presentaron un comportamiento muy similar siendo resaltable únicamente la mayor uniformidad del lote de la Cooperativa de Lodosa (menor valor de Gt90-Gt10).

A 13 ºC hubo un claro adelanto en la germinación con nuestra semilla (valores de Gt10 y ß/K menores en 4 y 4,5 días respectivamente) aunque no hubo diferencias reseñables ni en la velocidad ni en la uniformidad de la germinación.

Pico (tabla III.2.9.2)

El porcentaje final de germinación a 25 ºC estuvo por encima del 90 %, correspondiendo el menor valor (90,4 %) al lote de Conservas Palacios. A 13 ºC en este lote la germinación fue del 87 % siendo en el resto de lotes superior al 90 % .

A 25 ºC el comportamiento de los distintos lotes fue bastante similar siendo únicamente reseñable el ligero mejor comportamiento del lote de Conservas Canito (menor valor de ß/K y mayores valores de AK/4 y K/2) y el peor comportamiento del lote del Agricultor (mayores ß/K, Gt90-Gt10 y menores AK/4 y K/2).

A 13 ºC las diferencias entre lotes fueron mayores. La germinación se produjo antes en el lote de Conservas Canito y en nuestra semilla (valores de ß/K menores entre 3,5 y 11 días respecto del resto de lotes), correspondiendo el mayor retraso al lote del Agricultor. Aunque en nuestra semilla la germinación comenzó unos cinco días antes, no hubo diferencia en el tiempo al 50 % de germinación con el lote de Conservas Canito ya que en éste la uniformidad fue mayor.

Tabla III.2.9.1 - Valores de los distintos índices correspondientes a distintos lotes de semillas de la variedad Piquillo.

	A (%)	B	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
25 ºC								
Coop. Lodosa	97,1	12,61	2,729	3,82	66,25	1,364	4,62	1,61
Cadreita-ITG	95,2	4,59	0,912	2,62	21,70	0,456	5,03	4,82
Conservas Vela	0							
Nuestra	94,3	4,50	0,912	2,52	21,51	0,456	4,93	4,82
13 ºC								
Coop. Lodosa	96,3	14,17	0,756	15,84	18,20	0,378	18,74	5,81
Cadreita-ITG	93,2	10,82	0,601	14,35	14,01	0,300	18,00	7,31
Conservas Vela	0							
Nuestra	96,0	10,20	0,747	10,71	17,93	0,373	13,65	5,88

Tabla III.2.9.2 - Valores de los distintos índices correspondientes a distintos lotes de semillas de la variedad Pico.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	AK/4 (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
25 ºC								
Conservas Palacios	90,4	5,52	0,904	3,68	20,44	0,452	6,11	4,86
Cons. Vda de Cayo	96,4	6,22	1,078	3,73	25,98	0,539	5,77	4,08
Cons. Hijos M. Sánchez	92,7	7,74	1,526	3,63	35,38	0,763	5,07	2,88
Conservas Canito	93,3	6,21	1,418	2,83	33,07	0,709	4,38	3,10
Agricultor	93,3	4,77	0,678	3,79	15,82	0,339	7,03	6,48
Cadreita-ITG	96,5	6,71	1,246	3,62	30,05	0,623	5,38	3,53
Nuestra	94,6	4,89	0,956	2,82	22,60	0,478	5,11	4,60
13 ºC								
Conservas Palacios	87,1	6,78	0,316	14,50	6,88	0,158	21,46	13,91
Cons. Vda de Cayo	96,1	9,02	0,427	15,98	10,26	0,213	21,12	10,29
Cons. Hijos M. Sánchez	93,3	10,73	0,490	17,41	11,42	0,245	21,90	8,97
Conservas Canito	93,7	11,91	0,681	14,26	15,96	0,340	17,49	6,45
Agricultor	97,4	9,98	0,348	22,36	8,48	0,174	28,68	12,63
Cadreita-ITG	97,8	11,92	0,512	18,99	12,52	0,256	23,28	8,58
Nuestra	97,9	4,81	0,274	9,54	6,70	0,137	17,55	16,04

III.3 - DISCUSION

III.3.1 - Influencia de la madurez del fruto en el momento de extracción de la semilla.

El comportamiento general similar de Piquillo y Pico 90 diferente del de Pico 89 nos permite señalar a ésta como principal causa de la interacción "variedad X madurez del fruto". Este diferente comportamiento de Pico 89 hace pensar que pudo haber un cierto error de muestreo en la variedad Pico en el año 1989, aunque hay que señalar que si bien con diferencias menos marcadas entre estados de madurez, en este caso también se observó un comportamiento general similar al de Piquillo y Pico 90.

Las semillas de frutos entreverados dieron lugar a porcentajes finales de germinación inferiores, retraso en el comienzo de la germinación y del tiempo en que se alcanza el 50 %, menores velocidades de germinación y menor uniformidad de germinación. Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos por Randle y Honma (1981), Quagliotti et al. (1981), Somos (1984) y Edwards y Sundstrom (1987).

El proceso de pasificación de frutos maduros no afectó al porcentaje final de germinación. A 13 ºC dio lugar a un comienzo anterior y a que se alcanzara antes el 50 % de germinación, pero a 25 ºC las diferencias no fueron significativas. La pasificación produjo mayores velocidades de germinación y una mayor uniformidad de la misma, si bien las diferencias fueron significativas o no según la variedad y la temperatura. También Randle y Honma (1981) encontraron que las semillas extraidas de frutos sobremaduros germinaban y emergían antes que las extraidas de frutos maduros, aunque el porcentaje de emergencia no tenía porqué ser superior. Quagliotti et al. (1981) señalan que la postmaduración a 20 ºC de frutos maduros no mejoró sino disminuyó, en general, el porcentaje final de germinación, pero se redujo el tiempo medio de germinación.

Las semillas extraidas de frutos recolectados maduros y dejados a pasificar presentaron un comportamiento germinativo superior al de las semillas de frutos recolectados entreverados, ya sean las semillas extraidas directamente en el estado entreverado o tras dejar a estos frutos a madurar o pasificar.

El proceso de pasificación de frutos entreverados no supone una mejora respecto del de maduración de frutos entreverados.

El proceso de maduración, fuera de la planta, de frutos recogidos entreverados mejoró el comportamiento germinativo de las semillas, respecto de las que se recogen directamente de los frutos entreverados, ya que:

. aumentó el porcentaje final de germinación (se pasó

del 90 al 97 %).
- la germinación comenzó antes (2,5 - 3 días antes a 25 ºC; 3,5 días antes a 13 ºC).
- se alcanzó antes el 50 % de germinación (6 días antes a ambas temperaturas).
- la velocidad de germinación fue mayor.
- la uniformidad fue mayor (a 25 ºC se pasa de 10,5 días a 3,2 - 4,6 días; a 13 ºC se pasa de 3 - 3,5 días a 9,2 días).

Esta mejora del comportamiento germinativo con la postmaduración está de acuerdo con los resultados de Quagliotti et al. (1981). Sin embargo Edwards y Sundstrom (1987) no señalan que el comportamiento germinativo mejorase con el proceso de postmaduración, posiblemente porque en su caso la postmaduración consistió en poner las semillas, una vez extraidas de frutos entreverados, en toallas de papel en oscuridad a 25 ºC durante 21 días. Esto indica que la mejora en el comportamiento germinativo ocurre sólo si el proceso de postmaduración se produce dentro del fruto.

III.3.2 - Influencia de la posición del fruto en la planta.

La posición del fruto en la planta no afectó al porcentaje final de germinación en ningún caso.

Las interacciones "variedad X piso" encontradas para el resto de índices vendrían explicadas por el diferente comportamiento de las dos variedades en consideración según el "piso" que se considere:

- En la variedad Piquillo la posición del fruto en la planta no afectó sensiblemente al comienzo de la germinación ni al T50, pero sí a la velocidad y uniformidad de germinación ya que las semillas de frutos del primer piso germinaron más despacio y menos uniformemente.
- En Pico la posición del fruto en la planta afectó a todos los aspectos de la germinación excepto al porcentaje final de germinación. Las semillas del piso 2 comenzaron a germinar más tarde y alcanzaron el 50 % de germinación también más tarde, tanto a 13 ºC como a 25 ºC. Sin embargo, a 25 ºC las semillas del piso 2 tuvieron, respecto a las semillas de los pisos 1 y 3, mayores valores de MGR y K/2 y mayor uniformidad que a 13 ºC, temperatura a la que no existieron tantas diferencias entre las semillas de los tres pisos. En líneas generales se observó un mejor comportamiento general de las semillas del primer piso.

El hecho de que en la variedad Piquillo el peor comportamiento correspondiese a las semillas de frutos de la primera bifurcación pudo ser debido a que disfrutasen de una menor o peor equilibrada nutrición, lo que depende de aspectos externos, como el momento y cantidad de fertilizantes aportados, e internos, como el desarrollo vegetativo de la planta en el momento del cuajado o la competencia que por los nutrientes hagan otros frutos de la planta. Todas estas variables han incidido

sobre dos variedades de distinta precocidad y cultivadas en parcelas diferentes, lo que podría explicar el resultado dispar obtenido en nuestra experiencia. No sería por tanto tan importante el piso como el momento en que se desarrolla el fruto. Esto ha sido indicado por Edwards y Sundstrom (1987) para explicar que las semillas frutos rojos cosechados a los 150 días después del transplante tuvieron un comportamiento superior al de semillas extraidas de frutos cosechados más tarde.

III.3.3 - Influencia de la posición de la semilla en la placenta.

La posición de la semilla en la placenta no afectó al porcentaje final de germinación ni a la uniformidad de la misma.

Las interacciones "variedad X posición" encontradas a 13 ºC para los restantes índices se explicarían por el diferente comportamiento de las variedades en consideración según la posición de la semilla. En concreto, mientras que en Piquillo a 13 ºC, al igual que en las tres variedades a 25 ºC, se observó un muy ligero adelanto en el comienzo de la germinación y en el T50, en la semilla de la parte superior de la placenta, en Pico y Buketen ocurrió lo contrario, siendo el adelanto algo mayor (2 días). La posición de la semilla en la placenta sólo afectó a la velocidad máxima de germinación y a la velocidad media relativa de germinación acumulada en el caso de Piquillo a 13 ºC, siendo mayores en la semilla de la parte inferior.

El efecto de la posición de la semilla en la placenta ha resultado menos importante en nuestro trabajo que en el de Doijode (1991). Probablemente se deba a que dicho autor utilizó una variedad de fruto alargado, con una placenta alargada, mientras que en este trabajo se han utilizado variedades con una placenta de forma esférica, aunque en Buketen es algo alargada. Es interesante , sin embargo, resaltar que a temperatura desfavorable, en dos de las variedades estudiadas (Pico y Buketen), el efecto de la posición de la semilla fue mayor que a temperatura óptima, comportándose mejor las de la parte de la placenta más alejada del pedúnculo, que es lo contrario de lo que encontró Doijode. En cualquier caso, el comportamiento contrario a 25 ºC, en estas variedades, la poca relevancia de este factor en la variedad Piquillo, así como que el porcentaje final de germinación no se viese afectado, hace que desde un punto de vista práctico, para estas variedades, no resulte interesante la selección de las semillas de una parte de la placenta.

III.3.4 - Influencia del método de extracción de la semilla.

El uso de ClH no aumentó claramente respecto a su testigo (tratamiento 4) el porcentaje de germinación a 25 ºC, pero dio germinaciones más rápidas y uniformes, sobre todo en Pico respecto de Piquillo. A 13 ºC la mejora respecto a su testigo no fue tan clara pero se mantuvo.

La dilución 1/10 de ClH dio, respecto a la dilución 1/20, mayores velocidades de germinación y mayor uniformidad, particularmente en Pico respecto a Piquillo.

La extracción con trituradora redujo,frente a la manual, el porcentaje final de germinación a 25 ºC (posiblemente por cortes en la semilla) pero no afectó claramente a la uniformidad ni a la velocidad a esta temperatura. En Pico a 25 ºC su uso retrasó la germinación, mientras que a 13 ºC la adelantó.

La adición de agua produjo a 25 ºC una menor velocidad y uniformidad asi como un retraso en la germinación en Piquillo y Pico. A 13 ºC disminuyó la velocidad en Piquillo y la uniformidad en Pico aunque en ambos adelantó la germinación.

La eliminación de sobrenadantes no afectó al proceso de germinación excepto a 13 ºC en que produjo un adelantó de la germinación en la variedad Pico.

La extracción con trituradora con adición de agua y eliminación de sobrenadantes, que resulta el método más cómodo y rápido para obtener grandes cantidades de semilla, no ha influido de forma negativa en la germinación, por lo que es un método recomendable, como ya ha sido indicado por otros autores (Somos, 1984). Este método no parece que disminuya la integridad de las cubiertas de las semillas, que ha sido citado como un factor que afecta a los daños por frío en la imbibición (Herner, 1986; Matthews y Powell, 1986).

La adición de una dilución 1/10 de ClH, tal y como se ha realizado, además de favorecer la separación de las semillas de la placenta (Edwards y Sundstrom, 1987), afectó de forma positiva a la germinación. Esto pudo ser debido a que el ácido ejerce una acción de escarificado, debilitando las cubiertas seminales y facilitando una imbibición y una toma de oxígeno más rápidas por parte de la semilla. Además puede también debilitar el endospermo, que impide la salida de la radícula (Watkins y Cantliffe, 1983b). A 25 ºC esto puede suponer una gran ventaja, sin embargo, a 13 ºC la velocidad de los procesos metabólicos es mucho menor y las ventajas citadas son relativamente menos importantes que el efecto de la temperatura. Durán (1989) ha propuesto la escarificación con ácido sulfúrico concentrado para facilitar la permeabilidad de las cubiertas seminales y el intercambio de gases, como método para lograr una germinación más homogénea en las semillas de especies hortícolas.

III.3.5 - Influencia del tiempo de tratamiento con ácido clorhídrico.

Como ya se vio en el ensayo anterior, el tratamiento de las semillas con ClH mejoró su comportamiento a 25 ºC siendo el efecto menos importante a 13 ºC. El tiempo óptimo de tratamiento

de las semillas con ClH dependió de la variedad. En Piquillo el mejor tratamiento fue el de 7,5 minutos. En Pico tratamientos durante más de 5 minutos redujeron de forma importante el porcentaje final de germinación a baja temperatura.

El uso de ClH debe realizarse respetando de forma estricta el tiempo de tratamiento, que de una forma conservadora podría fijarse en 5 minutos. En cualquier caso sería recomendable realizar un pequeño ensayo previo antes de la aplicación a una cantidad importante de semillas.

III.3.6 - Influencia del peso de la semilla.

El peso de la semilla no afectó al porcentaje final de germinación.

A 25 ºC el peso de la semilla influyó poco en el comportamiento germinativo, tan solo se detectó un ligero adelanto de la germinación en Pico con la semilla más ligera y en Buketen con la más pesada.

A 13 ºC hubo un efecto claro del peso de la semilla:

+ la semilla de mayor peso dio mayores velocidades de germinación.
+ en Pico la semilla más ligera se adelantó en la germinación. En Buketen fue la semilla más pesada la que tuvo una germinación anterior.

El hecho de que en Pico la semilla más ligera germinase mejor, en Buketen fuese la más pesada y en Piquilo hubiese poca diferencia podría explicarse porque:

. las semillas de Buketen eran semillas de poco peso (0,472 - 0,595 g/100 semillas) y un aumento del mismo pudo redundar en un mayor contenido en reservas y mayor desarrollo del embrión, lo cual pudo llevar a una más rápida germinación. Rodríguez y Ayuso (1988) trabajando con Buketen no encontraron influencia del peso de la semilla ni en la emergencia ni en el tiempo medio de germinación, pero sus lotes eran más pesados (0,819, 0,781 y 0,689 g/100 semillas).

. las semillas de Pico eran las más pesadas (0,748 - 0,806 g/100 semillas) y un mayor peso pudo dar lugar a un mayor acumulo de reservas en el endospermo y por lo tanto mayor resistencia de dichas capas a la penetración de la radícula, retrasando la germinación (Watkins y Cantliffe, 1983b). Sin embargo, no sería interesante, en principio, eliminarlas ya que según encontró Cochran (1974) las semillas de mayor peso generalmente dan plántulas que emergen antes y son más vigorosas.

. la variedad Piquillo tuvo un peso de semilla medio entre

las variedades citadas (0,512 - 0,620 g/100 semillas) y su comportamiento se vio menos afectado por el peso. Sachs et al. (1980) tampoco observaron influencia del tamaño de la semilla en la germinación a 25 ºC y a 15 ºC, aunque observaron en las semillas más pequeñas (que representaban menos del 1 % del total del lote) un peor comportamiento germinativo.

III.3.7 - Influencia del método de conservación.

La conservación a temperatura ambiente (en laboratorio) sin silicagel, en un bote de plástico con doble cierre hermético, durante un periodo de seis meses, es el método más barato, ya que el comportamiento germinativo de las semillas fue igual o superior a si estas fueron conservadas a baja Tª (4 ºC), con o sin silicagel, o a temperatura ambiente con silicagel.

Si la semilla recolectada va a ser utilizada en la campaña siguiente, esta conservación es suficiente como han indicado Somos (1984) y Belletti y Quagliotti (1989).

El método de conservación afectó más a la germinación de la variedad Buketen, tanto a 25 ºC como a 13 ºC, y a las otras variedades a 13 ºC.

A 25 ºC el porcentaje final de germinación disminuyó ligeramente con el uso del silicagel. En Buketen aumentó cuando la conservación se hizo a temperatura ambiente. A 13 ºC no hubo influencia de las condiciones de conservación. Esta pequeña influencia de estas condiciones de conservación en el porcentaje de germinación también ha sido indicada por Quagliotti (1986).

En Buketen el uso de silicagel dio lugar a un comienzo anterior de la germinación a 25 ºC pero el T50 se retrasó. En Piquillo y Pico no hubo diferencias. A 13 ºC el uso de silicagel a temperatura ambiente produjo un retraso en el comienzo de la germinación en Pico. En Buketen el uso de silicagel a 4 ºC hizo que el comienzo de la germinación se alcanzase antes.

Las condiciones de conservación sólo afectaron a la uniformidad de la germinación en Buketen, dónde el uso de silicagel produjo una menor uniformidad en la germinación a 25 ºC.

La velocidad de germinación fue variable según la variedad: mientras que a 25 ºC el uso de silicagel disminuyó la velocidad de germinación en Buketen, a 13 ºC su uso aumentó la velocidad en Piquillo.

Se ha puesto de manifiesto que la influencia del método de conservación es mayor cuando el ensayo de germinación se realiza a 13 ºC, probablemente porque este ensayo refleja mejor como se ve afectado el vigor de las semillas, el cual se ve influido por

las condiciones ambientales en mayor medida que el porcentaje de germinación (IBPGR, 1983; Somos, 1984; Quagliotti, 1986).

El diferente comportamiento de las variedades ha podido ser debido, en parte, a que las condiciones climáticas a las que se vieron sometidas, durante el cultivo, las plantas de las distintas variedades fueron distintas, lo cual puede afectar de forma importante al comportamiento en la conservación, según indica Somos (1984). El IBPGR (1983) señala la existencia de comportamientos distintos entre variedades en la conservación.

III.3.8 - Influencia de la desinfeccion con tiram.

La desinfección con tiram no afectó al porcentaje final de germinación.

A 25 ºC el uso de tiram adelantó, uniformó y dio mayores velocidades de germinación en Piquillo pero en Pico no hubo diferencias con el testigo.

A 13 ºC el uso de tiram adelantó ligeramente la germinación pero no afectó ni a la velocidad ni a la uniformidad de la misma.

El uso de tiram resultó eficaz en la desinfección y no afectó al desarrollo de las plántulas.

El hecho de que hubiese una mayor influencia del tiram a 25 ºC que a 13 ºC posiblemente se debió a la mayor actividad que presenta este fungicida a temperatura alta (Turner, 1970). En pimiento, Coons et al. (1986) y Rodríguez y Ayuso (1988) han indicado que el uso de tiram no afectó a la germinación de las semillas.

En las variedades de pimiento estudiadas cabe indicar un ligero efecto favorable cuando la germinación se realizó a 13 ºC y un efecto favorable en Piquillo a 25 ºC, no afectando su uso a la germinación en Pico a esta temperatura.

III.3.9 - Estudio de la germinación de lotes de semillas de orígenes distintos.

El porcentaje final de germinación superó en general el 90 % (salvo en el lote de Conservas Vela, el cual no germinó, ya fuera por haber extraido la semilla de frutos asados, ya por una defectuosa manipulación posterior) observándose los menores valores en el lote de la variedad Pico de Conservas Palacios, que pudo estar causado por las malas condiciones de conservación.

A 25 ºC se han detectado pocas diferencias entre lotes de semillas en las dos variedades, pero a 13 ºC las diferencias se acentuaron. Esto confirma de nuevo que los ensayos a temperatura subóptima pueden detectar diferencias entre lotes que se atenúan

a temperaturas óptimas de germinación.

El mejor comportamiento de nuestras semillas a baja temperatura (sólo en Pico las semillas de Conservas Canito se comportaron tan bien como las nuestras) podría estar relacionado con el proceso de pasificación a que fueron sometidas.

IV - FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN A LA GERMINACION Y A LA EMERGENCIA.

IV - FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN A LA GERMINACION Y A LA EMERGENCIA.

IV.1 - MATERIAL Y METODOS

IV.1.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura.

Las variedades utilizadas fueron Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen. Se utilizaron semillas extraidas según el método general descrito en el apartado III.1.1.1.

La germinación se evaluó tal y como se describe en el apartado III.1.1.2, pero en este caso se ensayaron cinco temperaturas:

- 13 ± 0,5 ºC
- 19 ± 1 ºC
- 25 ± 1,5 ºC
- 31 ± 0,5 ºC
- 37 ± 0,5 ºC

La emergencia se evaluó también a las citadas temperaturas. Para su estudio se utilizó un sustrato formado por turba rubia, Humin-Substrat, suelo franco y arena a partes iguales. Tras la esterilización del mismo en el autoclave se dejó airear durante unos 15 días. Posteriormente se añadió agua desionizada y esterilizada y se dejó durante cuatro días para que se homogeneizara la humedad. Se colocaron muestras de 100 semillas en cajas de plástico de 12,5 x 18,5 x 6,5 cm a una profundidad de 3 cm. Las plantas se consideraron emergidas cuando mostraban los dos cotiledones desplegados.

Tanto las placas Petri, en que se evaluó la germinación, como las cajas de plástico en las que se estudió la emergencia, se introdujeron en bolsas de plástico para evitar las pérdidas de humedad. Posteriormente se colocaron en cámaras climáticas a las temperaturas indicadas. Para ambos ensayos de germinación y emergencia se utilizaron cuatro repeticiones para cada combinación de variedad y temperatura. Los conteos de germinación y emergencia se realizaron diariamente.

El ensayo se realizó dos veces con resultados similares. Por claridad y concisión se recogen los resultados de sólo uno de ellos.

El análisis de los datos se realizó según se describe en el apartado III.1.1.3, tanto los de germinación como los de emergencia. Para esta última se han introducido los índices: Et10 (comienzo de la emergencia), MER (velocidad máxima de emergencia), T50E (tiempo al 50 % de emergencia) y Et90-Et10 (uniformidad de la emergencia), que son los equivalentes a los Gt10, MGR, T50 y Gt90-Gt10 de la germinación.

IV.1.2 - Selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen.

En los apartados IV.2.1 y IV.3.1 se ha puesto de manifiesto que Buketen tuvo una germinación muy poco uniforme a baja temperatura (13 ºC) y que el criterio de selección en esta variedad, si se busca una mejora en la capacidad de rápida emergencia a baja temperatura, es seleccionar aquellas semillas que germinen antes.

Se inició la selección para dicho carácter. Para ello se utilizaron semillas de la variedad Buketen cuya procedencia y método de obtención se indican en el apartado III.1.1.1 .

En dos ocasiones se colocaron cuatro muestras de 100 semillas cada una en placas Petri de 9 cm de diámetro de igual forma a como se describe en el apartado III.1.1.2 . Estas placas se colocaron en una cámara climática a 13 ± 0,5 ºC. Las semillas se consideraban germinadas cuando exhibían una radícula de 3 mm de longitud.

Se seleccionaron dos grupos de semillas:

A - semillas cuyo tiempo de germinación fue ≤ 20 días
B - semillas cuyo tiempo de germinación fue ≥ 35 días

Estas semillas germinadas se pasaron a jiffys y se dejaron en invernadero hasta que se transplantaron en campo (46 plantas de semillas del grupo A y 37 plantas de semillas del grupo B). Estas plantas se autofecundaron. Los frutos de las mismas se recogieron maduros y la semilla se extrajo manualmente, secándose posteriormente en estufa a 35 ºC durante un día.

El comportamiento de la descendencia de cada planta se evaluó mediante un ensayo de germinación en que se colocaron cuatro muestras de 50 semillas cada una en placas Petri, de igual forma que se indicó anteriormente, que se mantuvieron en una cámara climática a 13 ± 0,5 ºC durante 60 días.

Con el fin de conocer el comportamiento de las distintas descendencias a una temperatura óptima de germinación, se colocó una muestra de 50 semillas en una cámara climática a 25 ± 1,5 ºC durante 30 días.

La germinación se evaluó contando las semillas germinadas, cada día en el caso en que la temperatura era de 25 ºC, y cada dos días cuando la temperatura era de 13 ºC.

Con los datos obtenidos se calcularon los valores MTG (tiempo medio de germinación), según se describe en el apartado I.3.5.2, correspondientes a la semilla descendencia de cada planta, tanto a 13 ºC como a 25 ºC. Asimismo se calcularon los porcentajes finales de germinación a 13 ºC y a 25 ºC.

Para conocer si existían diferencias significativas, para los citados índices, entre las descendencias de las plantas procedentes de semillas con rápida y lenta germinación a baja temperatura, se utilizó un test t de comparación. Asimismo se hizo un análisis de correlación entre dichos índices.

IV.1.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón.

Las variedades utilizadas fueron Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen. Se utilizaron semillas extraidas según el método general descrito en el apartado III.1.1.1 .

Se estudió la emergencia en tres suelos típicos de Aragón:

+ Ejea: Suelo llamado de saso, típico de los nuevos regadíos de Bardenas. Se caracteriza por su gran contenido en arena. Es un suelo con buen drenaje, con poca tendencia a formar costra y en el que el pimiento vegeta muy bien. Conviene fraccionar el abonado nitrogenado para evitar su pérdida por lavado. La muestra recogida en Ejea de los Caballeros (Zaragoza) era de textura francoarenosa y contenido alto en sales solubles aunque el suelo no puede calificarse de salino.
+ Valfarta: Suelo típico de los nuevos regadíos de Monegros. Textura franco-arcillo-limosa. Es una textura de tipo fino (suelo pesado), con alta capacidad de retención de agua y nutrientes, alta compacidad, baja permeabilidad y dificultad de laboreo y de penetración del sistema de raices. Su mayor capacidad retención de nutrientes es muy favorable para la nutrición del pimiento. La muestra se recogió en Valfarta (Huesca) y tenía un contenido alto en sales solubles.
+ Montañana: Suelo típico de terraza fluvial. Textura franca, con una buena capacidad de retención de agua y nutrientes. Es un suelo apto para el pimiento aunque tiene cierta tendencia a la compactación, requiriendo un correcto manejo del mismo. La muestra recogida en Montañana (Zaragoza) presentó niveles ligeramente altos de sales solubles.

En la tabla IV.1.3.1 se recogen las características analíticas de los suelos. Las muestras de suelo se recogieron de los primeros 25 cm del terreno. Para el ensayo de emergencia se eliminaron los elementos gruesos del suelo de Ejea. El suelo se esterilizó y se preparó de igual forma que el sustrato artificial del ensayo IV.1.1. Se colocaron muestras de 100 semillas (tratadas con TMTD) en cajas de plástico tal y como se indica en el apartado IV.1.1 . Estas cajas se colocaron en cámaras climáticas a 25 ± 1,5 ºC y 13 ± 0,5 ºC. Para mantener la humedad se aplicó agua desionizada esterilizada con un pulverizador manual cuando se consideró necesario. Para cada combinación de variedad y tipo de suelo se utilizaron dos repeticiones. Las plantas se consideraron emergidas cuando exhibían los dos cotiledones desplegados. Los conteos se realizaron diariamente.

El análisis de los datos de emergencia se realizó de igual forma que los datos de emergencia del ensayo de influencia de la temperatura (apartado IV.1.1).

Tabla IV.1.3.1 - Características de tres suelos típicos de Aragón.

	EJEA	VALFARTA	MONTAÑANA
GRANULOMETRIA			
Arena total (0,05-2 mm), %	53,31	18,06	37,22
Limo grueso (0,02-0,05 mm), %	11,41	12,19	20,81
Limo fino (0,002-0,02 mm), %	14,87	36,20	22,95
Arcilla (< 0,002 mm), %	20,41	33,53	19,01
TEXTURA	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARCILLO-LIMOSA	FRANCA
FERTILIDAD			
PH al agua 1:2,5	8,12	8,18	8,28
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,37	0,40	0,32
Materia Orgánica, %	1,65	1,74	1,76
Fósforo Olsen, ppm	33,00	117,80	19,60
Potasio (extracto acet. amónico), ppm	82,00	399,00	122,00
SALES SOLUBLES (en extracto de pasta saturada)			
C.E., dS/m a 25 ºC	3,95	4,40	2,88
Porcentaje saturación	37,50	38,70	37,50
CATIONES			
Calcio, meq/l	34,40	34,20	-
Magnesio, meq/l	3,20	5,10	-
Sodio, meq/l	8,50	13,60	-

IV.2 - RESULTADOS

IV.2.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura.

GERMINACION

No se observó germinación a 37 ºC (Tabla IV.2.1.1).

En las figuras IV.2.1.1 y 2 se han representado las curvas de germinación medias para cada variedad a las distintas temperaturas y en la figura IV.2.1.3 las mismas curvas para cada temperatura. En la tabla IV.2.1.1 se recogen los valores de los distintos índices.

En Piquillo (fig. IV.2.1.1) la germinación se produjo antes a 25 ºC y hubo un ligero retraso cuando la temperatura fue de 31 ºC y 19 ºC; a 13 ºC la germinación se retrasó mucho. En Pico (fig. IV.2.1.1) las temperaturas de 25 ºC y 31 ºC produjeron las germinaciones más rápidas, aunque a 31 ºC hubo un menor porcentaje final de germinación (tabla IV.2.1.1). A 19 ºC hubo un ligero retraso respecto de las temperaturas anteriores y a 13 ºC este retraso se hizo muy importante. En Buketen (fig. IV.2.1.2) la germinación ocurrió antes a 31 ºC y 25 ºC y hubo un retraso más importante que en las otras dos variedades cuando la temperatura disminuyó a 19 ºC. A 13 ºC el retraso fue muy grande.

En la figura IV.2.1.3 puede apreciarse que a 25 ºC hubo poca diferencia en el comportamiento germinativo entre las tres variedades. A 31 ºC Buketen germinó ligeramente antes que Piquillo y Pico. Al disminuir la temperatura a 19 ºC las diferencias entre Piquillo y Pico fueron pequeñas, pero se observó un fuerte retraso en la germinación en Buketen. A 13 ºC las diferencias entre las variedades aumentaron, acentuandose el retraso de Buketen respecto de las otras dos.

En la parte superior de las figuras IV.2.1.5, 6, 7, 8, 9 y 10 se han representado los valores de los índices de germinación para las distintas temperaturas y variedades, con el fin de facilitar su interpretación. Analizando los distintos aspectos de la germinación (tabla IV.2.1.2) se observó que:

Porcentaje final de germinación (A) (Figura IV.2.1.5)

El efecto varietal fue significativo, observándose menores valores en la variedad Buketen respecto de Piquillo y Pico.

El subefecto cuadrático de la temperatura resultó significativo, así como la interacción "subefecto lineal X variedad".

En las variedades Piquillo y Pico el porcentaje final de germinación fue similar a 13, 19 y 25 ºC, observándose una ligera disminución del mismo cuando la temperatura fue de 31 ºC. Sin embargo en la variedad Buketen hubo un ligero aumento del porcentaje final de germinación con la temperatura hasta 25 ºC, manteniendose a 31 ºC.

Comienzo de la germinación (Gt10) y Tiempo al 50 % de germinación (ß/K) (Figuras IV.2.1.6 y 7)

Para ambos índices resultó significativo el efecto varietal así como los subefectos lineal, cuadrático y cúbico de la temperatura y todas las interacciones (excepto "subefecto cúbico X variedad" para Gt10).

Para ambos índices no se observaron entre las variedades Piquillo y Pico diferencias importantes a ninguna de las temperaturas. La variedad Buketen presentó valores claramente mayores que las otras dos a 19 ºC y sobretodo a 13 ºC, aunque a 31 ºC sus valores fueron ligeramente menores (1 - 1,5 días).

En Piquillo y Pico el comienzo de la germinación y el T50 casi no se vieron afectados por la temperatura entre 19 y 31 ºC, observándose un retraso claro cuando la temperatura bajó a 13 ºC. Sin embargo en Buketen se observó un claro retraso conforme la temperatura disminuía, siendo el mismo importante ya a 19 ºC y muy importante al bajar la temperatura a 13 ºC.

Velocidad de germinación (MGR) (K/2) (Figuras IV.2.1.8 y 9)

Ambos índices presentaron el mismo comportamiento.

El efecto varietal fue significativo, así como los subefectos lineal, cuadrático y cúbico de la temperatura y todas las interacciones, excepto la del "subefecto cuadrático X variedad".

A 13 ºC y 19 ºC hubo diferencias importantes entre las tres variedades, siendo los valores de Piquillo mayores que los de Pico y estos mayores que los de Buketen. A 25 ºC y 31 ºC las diferencias entre las variedades fueron pequeñas.

En Piquillo la velocidad aumentó al aumentar la temperatura de 13 ºC a 19 ºC, alcanzándose el máximo, pero disminuyó al aumentar la temperatura a 25 ºC, manteniendose a ese mismo nivel a 31 ºC. En Pico hubo un aumento de la velocidad al aumentar la temperatura a 19 ºC, en que se alcanzó la máxima velocidad, la cual se mantuvo a 25 ºC y disminuyó ligeramente cuando la temperatura aumentó a 31 ºC. En la variedad Buketen se observó un aumento continuo de la velocidad de germinación al aumentar la temperatura.

Uniformidad de la germinación (Gt90-Gt10) (Figura IV.2.1.10)

El efecto varietal resultó significativo, así como todos los subefectos de la temperatura y todas las interacciones de los mismos con la variedad.

Las diferencias entre variedades fueron pequeñas a 25 ºC y 31 ºC. A 19 ºC fueron algo más notorias, pero a 13 ºC fueron muy grandes: Piquillo germinó más uniformemente que Pico y este más que Buketen.

En la variedad Piquillo la temperatura afectó poco a la uniformidad de la germinación, siendo máxima a 19 ºC. En Pico hubo poca diferencia entre 19 ºC y 25 ºC, disminuyendo la uniformidad ligeramente a 31 ºC y de forma muy clara cuando la temperatura fue de 13 ºC. En Buketen se observó una ligera disminución de la uniformidad al disminuir la temperatura desde 31 ºC a 19 ºC, pero cuando la temperatura bajó a 13 ºC se observó

un incremento enorme en el valor de este índice (se pasó de 5,8 días a 27,6).

EMERGENCIA

No se observó emergencia a 37 ºC (Tabla IV.2.1.3).

En las figuras IV.2.1.11 y 12 se pueden observar las curvas medias de emergencia para cada variedad a las distintas temperaturas y en la tabla IV.2.1.3 los valores de los distintos índices.

En las tres variedades hubo poca diferencia en la emergencia a 25 y 31 ºC, que siempre fue algo anterior a 31 ºC, si bien se observó un claro retraso al disminuir la temperatura 19 ºC y un retraso mucho más importante a 13 ºC.

En la figura IV.2.1.4 puede observarse que a 19, 25 y 31 ºC no hubo diferencia entre Piquillo y Buketen, que emergieron ligeramente antes que Pico. A 13 ºC Piquillo emergió antes que Buketen y este ligeramente antes que Pico.

En la parte inferior de las figuras IV.2.1.5, 6, 7, 8, 9 y 10 se han representado los valores de los índices de emergencia, para las distintas temperaturas y variedades, con el fin de facilitar su interpretación.

Analizando los distintos aspectos de la emergencia (tabla IV.2.1.4) se observó que:

Porcentaje final de emergencia (A) (Figura IV.2.1.5)

El efecto varietal no resultó significativo. Los subefectos cuadrático y cúbico de la temperatura resultaron significativos, así como la interacción del "subefecto lineal X variedad".

En Piquillo hubo una ligera disminución del porcentaje final de emergencia a 31 ºC. En Pico hubo una disminución a 13 ºC. En Buketen el porcentaje máximo se alcanzó a 19 ºC y los menores a 13 ºC y 25 ºC.

Comienzo de la emergencia (Et10) y Tiempo al 50 % de emergencia (T50E) (Figuras IV.2.1.6 y 7)

Ambos índices mostraron un comportamiento similar.

El efecto varietal resultó significativo. Los subefectos lineal, cuadrático y cúbico de la temperatura resultaron significativos, así como las interacciones "subefecto lineal X variedad" y "subefecto cuadrático X variedad".

Las diferencias entre variedades fueron pequeñas a todas las temperaturas ensayadas. Se alcanzó antes el T50E en las variedades Piquillo y Buketen, no observándose diferencias entre ambas excepto a 13 ºC, en que el T50E fue menor en Piquillo. La emergencia a 13 ºC comenzó antes en la variedad Pico que en Buketen aunque el T50E fue menor en Buketen.

En todas las variedades se observó un retraso en el comienzo de la emergencia y en el T50E conforme disminuyó la temperatura, siendo muy importante este retraso al pasar de 19 ºC a 13 ºC.

Velocidad de emergencia (MER) (K/2) (Figuras IV.2.1.8 y 9)

Se observó un comportamiento similar en ambos índices.

El efecto varietal fue significativo. Los subefectos lineal y cuadrático de la temperatura resultaron significativos, así como la interacción "subefecto lineal X variedad".

A todas las temperaturas la velocidad de emergencia fue: Buketen > Piquillo> Pico.

En todos los casos se observó un incremento de la velocidad de emergencia al aumentar la temperatura hasta 25 ºC, siendo este incremento menor entre 25 y y 31 ºC, excepto en Piquillo, que disminuyó al subir la temperatura de 25 ºC a 31 ºC.

Uniformidad de la emergencia (Et90-Et10) (Figura IV.2.1.10)

El efecto varietal resultó significativo. Los subefectos lineal, cuadrático y cúbico de la temperatura resultaron significativos, así como las interacciones "subefecto lineal X variedad" y "subefecto cuadrático X variedad".

El orden de uniformidad de la emergencia entre variedades fue: Buketen > Piquillo > Pico, si bien a 19, 25 y 31 ºC las diferencias entre variedades fueron pequeñas, siendo mayores a 13 ºC.

Para cada variedad no hubo diferencias de uniformidad entre 25 ºC y 31 ºC. A 19 ºC se observó una ligera disminución de la misma, que aumentó de forma notable cuando la temperatura disminuyó a 13 ºC, sobre todo en la variedad Pico.

TIEMPO DESDE LA GERMINACION A LA EMERGENCIA

En la figura IV.2.1.13 se ha representado la diferencia entre el número de días que se tarda en alcanzar el 50 % de la emergencia y el número de días que se tarda en alcanzar el 50 % de la germinación. Este valor constituye una estimación del tiempo medio de desarrollo del hipocotilo y la radícula hasta que se produce la emergencia. En dicha figura puede observarse que en la variedad Buketen este valor no fue muy diferente a las distintas temperaturas. Sin embargo, en Piquillo y Pico se observó un incremento del mismo con temperaturas inferiores a 25 ºC.

A 25 y 31 ºC no hubo casi diferencias entre las tres variedades. A 19 ºC Buketen presentó menores valores que las otras dos variedades, siendo el de Piquillo ligeramente inferior al de Pico. A 13 ºC la diferencia entre los valores de Buketen y los de Piquillo y Pico fue mucho mayor, siendo los de Piquillo ligeramente inferiores a los de Pico.

Tabla IV.2.1.1 - Ensayo del efecto de la temperatura en la germinación. Valores medios correspondientes a los distintos índices.

	A (%)	ß	K	Gt10 (días)	MGR (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
PIQUILLO								
13 ºC	95,2	9,98	0,820	9,54	19,96	0,419	12,16	5,25
19 ºC	96,4	9,00	1,615	4,22	39,93	0,828	5,58	2,70
25 ºC	96,7	5,18	1,037	2,88	25,22	0,522	4,99	4,22
31 ºC	93,2	6,56	1,170	3,74	27,79	0,593	5,63	3,78
37 ºC	0							
PICO								
13 ºC	95,0	5,64	0,403	8,53	9,60	0,201	14,01	10,94
19 ºC	98,0	7,47	1,178	4,52	29,54	0,602	6,34	3,65
25 ºC	95,3	5,85	1,113	3,35	28,04	0,588	5,27	3,83
31 ºC	91,6	4,79	0,914	2,88	22,10	0,482	5,28	4,80
37 ºC	0							
BUKETEN								
13 ºC	89,7	4,90	0,154	18,25	3,64	0,081	32,03	27,56
19 ºC	90,6	6,96	0,792	6,03	18,96	0,416	8,94	5,81
25 ºC	93,3	4,48	0,957	2,36	23,86	0,509	4,77	4,81
31 ºC	92,2	4,54	1,106	2,11	26,52	0,573	4,11	4,00
37 ºC	0							

Tabla IV.2.1.2 - Ensayo del efecto de la temperatura en la germinación. Significación de los distintos efectos en los distintos índices.

	A (%)	Gt10 (días)	MGR (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Gt90-Gt10 (días)
VARIEDAD	*	*	*	*	*	*
TEMPERATURA	*	*	*	*	*	*
Subefecto lineal	NS	*	*	*	*	*
Subefecto cuadrático	*	*	*	*	*	*
Subefecto cúbico	NS	*	*	*	*	*
VARIEDAD X TEMPERATURA	*	*	*	*	*	*
Sub. lineal x var.	*	*	*	*	*	*
Sub. cuadrático x var.	NS	*	NS	NS	*	*
Sub. cúbico x var.	NS	NS	*	*	*	*

* efecto significativo al nivel $p<0,05$
NS efecto no significativo

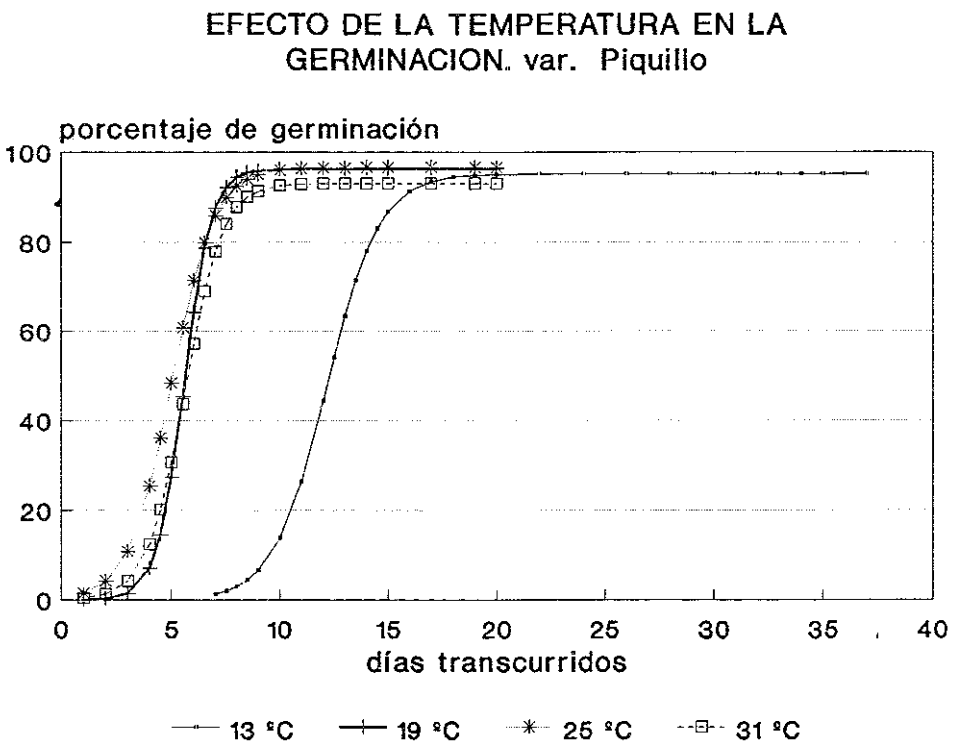
Tabla IV.2.1.3 - Ensayo del efecto de la temperatura en la emergencia. Valores medios correspondientes a los distintos índices.

	A (%)	B	K	Et10 (días)	MER (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Et90-Et10 (días)
PIQUILLO								
13 ºC	95,9	21,05	0,633	29,80	15,55	0,323	33,22	6,83
19 ºC	95,6	19,49	1,459	12,03	39,67	0,830	13,36	2,65
25 ºC	95,8	15,48	2,103	6,42	59,24	1,239	7,36	1,87
31 ºC	93,8	15,73	2,316	5,84	54,80	1,168	6,79	1,91
37 ºC	0							
PICO								
13 ºC	91,0	15,04	0,408	31,52	9,28	0,204	36,92	10,79
19 ºC	97,5	17,68	1,169	13,30	29,81	0,612	15,11	3,61
25 ºC	96,9	14,50	1,644	7,50	40,67	0,839	8,81	2,62
31 ºC	96,3	13,89	1,766	6,65	44,54	0,925	7,89	2,49
37 ºC	0							
BUKETEN								
13 ºC	92,0	27,29	0,756	33,41	19,29	0,420	36,07	5,32
19 ºC	96,8	27,46	2,018	12,55	51,65	1,069	13,56	2,07
25 ºC	91,9	25,23	3,377	6,81	77,36	1,682	7,47	1,32
31 ºC	94,3	23,59	3,484	6,14	85,34	1,805	6,78	1,27
37 ºC	0							

Tabla IV.2.1.4 - Ensayo del efecto de la temperatura en la emergencia. Significación de los distintos efectos en los distintos índices.

	A (%)	Et10 (días)	MER (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Et90-Et10 (días)
VARIEDAD	NS	*	*	*	*	*
TEMPERATURA	*	*	*	*	*	*
Subefecto lineal	NS	*	*	*	*	*
Subefecto cuadrático	*	*	*	*	*	*
Subefecto cúbico	*	*	NS	NS	*	*
VARIEDAD X TEMPERATURA	*	*	*	*	*	*
Sub. lineal x var.	*	*	*	*	*	*
Sub. cuadrático x var.	NS	*	NS	NS	*	*
Sub. cúbico x var.	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* efecto significativo al nivel $p<0,05$
NS efecto no significativo



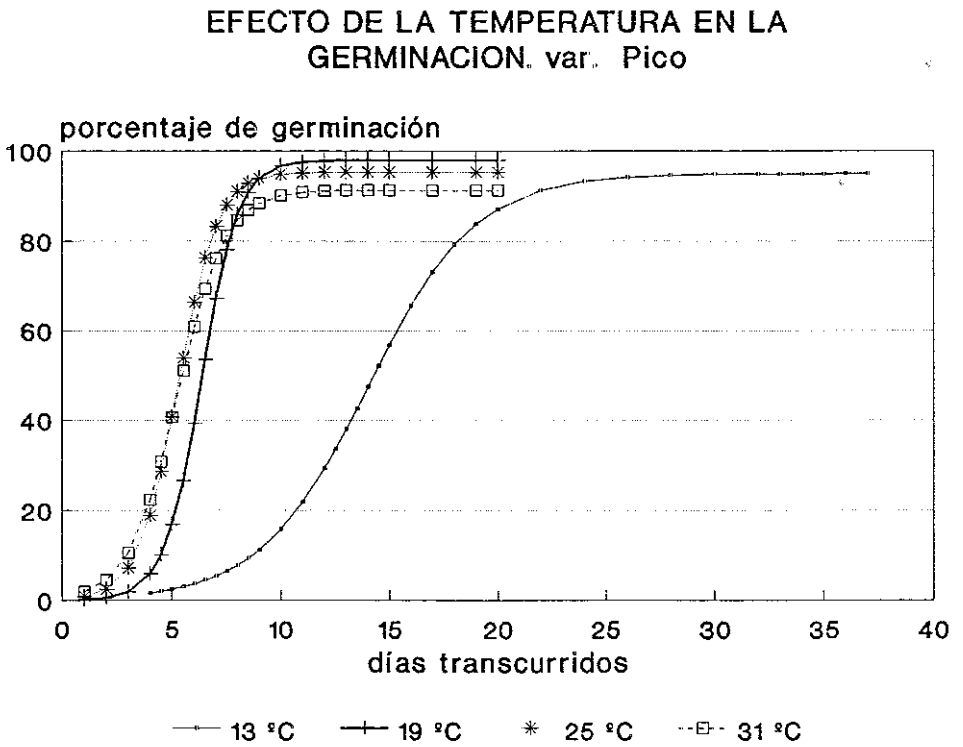


Figura IV.2.1.1 - Curvas medias de germinación

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA GERMINACION. var. Buketen

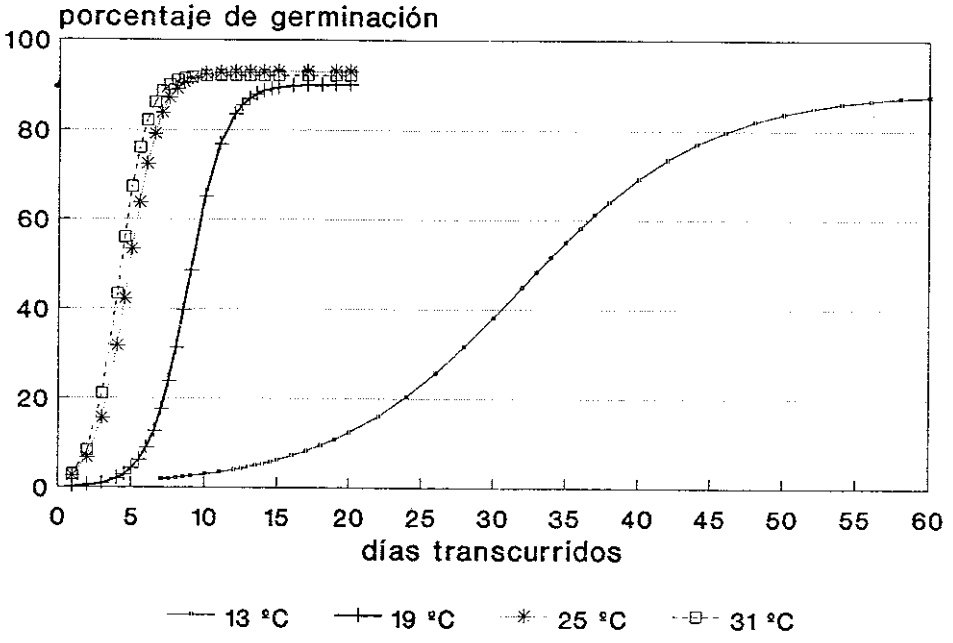
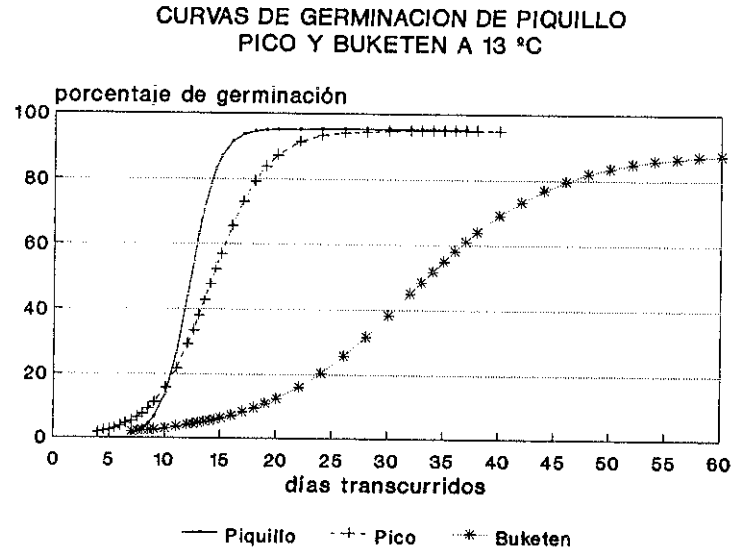
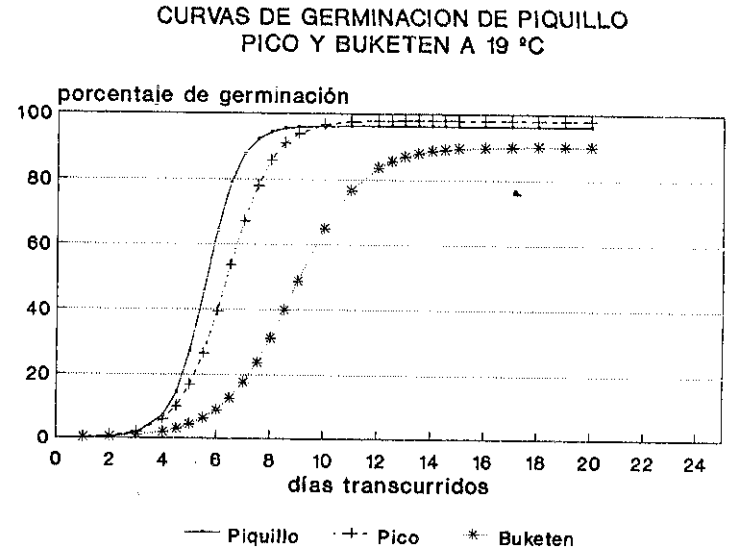
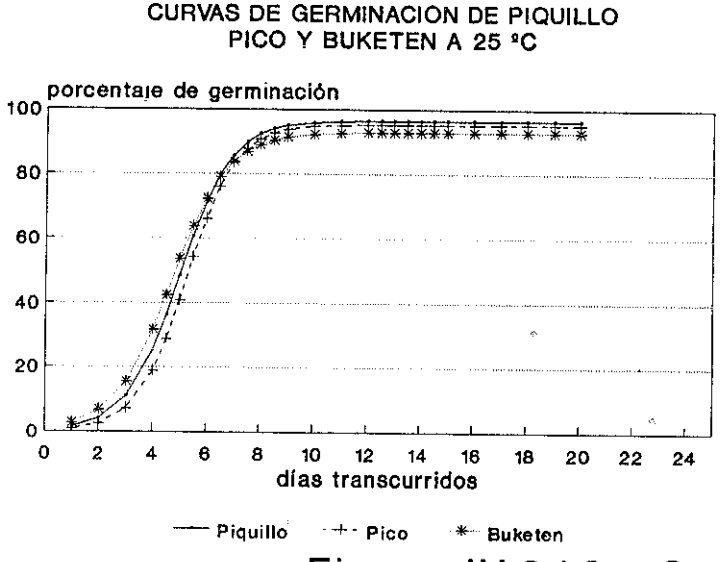


Figura IV.2.1.2 - Curvas medias de germinación







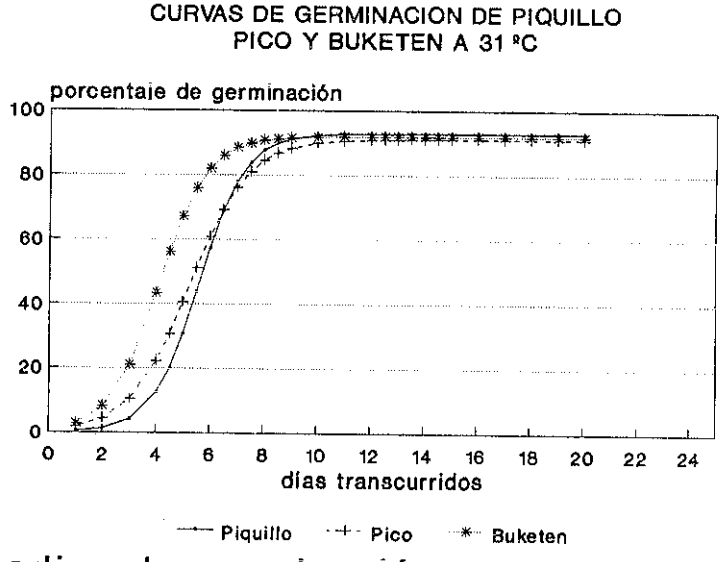


Figura IV.2.1.3 - Curvas medias de germinación

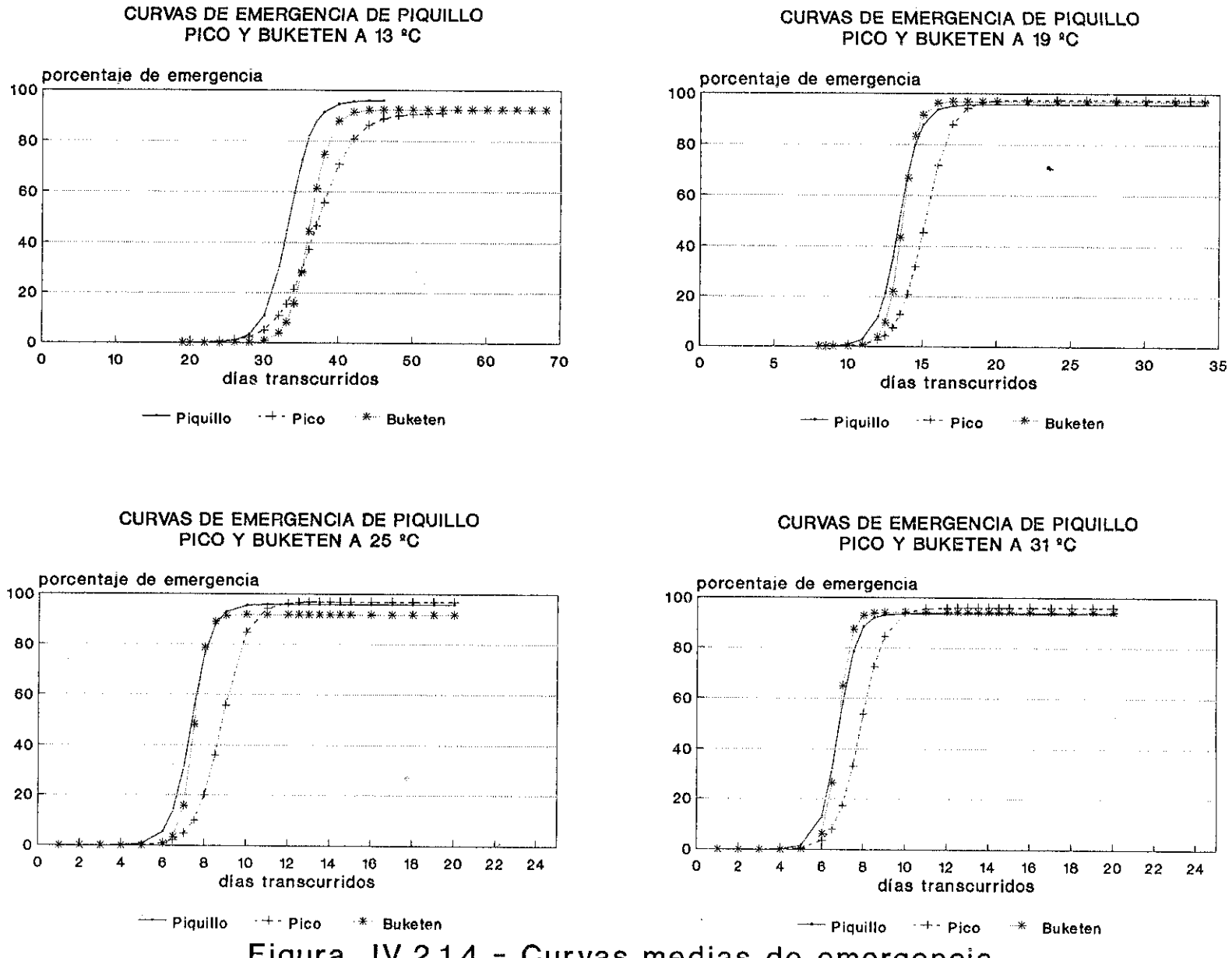
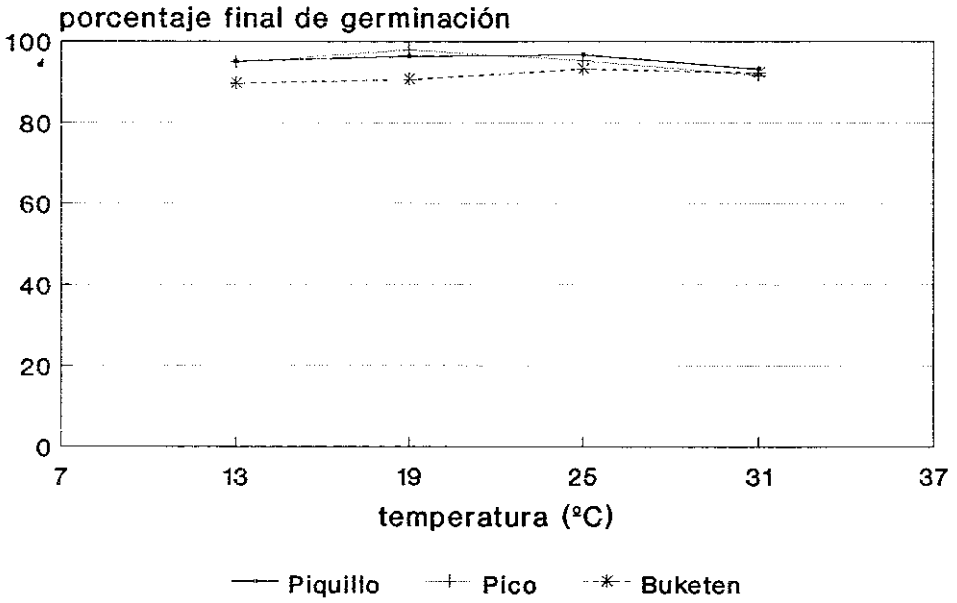


Figura IV.2.1.4 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL
PORCENTAJE FINAL DE GERMINACION (A)
DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL
PORCENTAJE FINAL DE EMERGENCIA (A)
DE TRES VARIEDADES

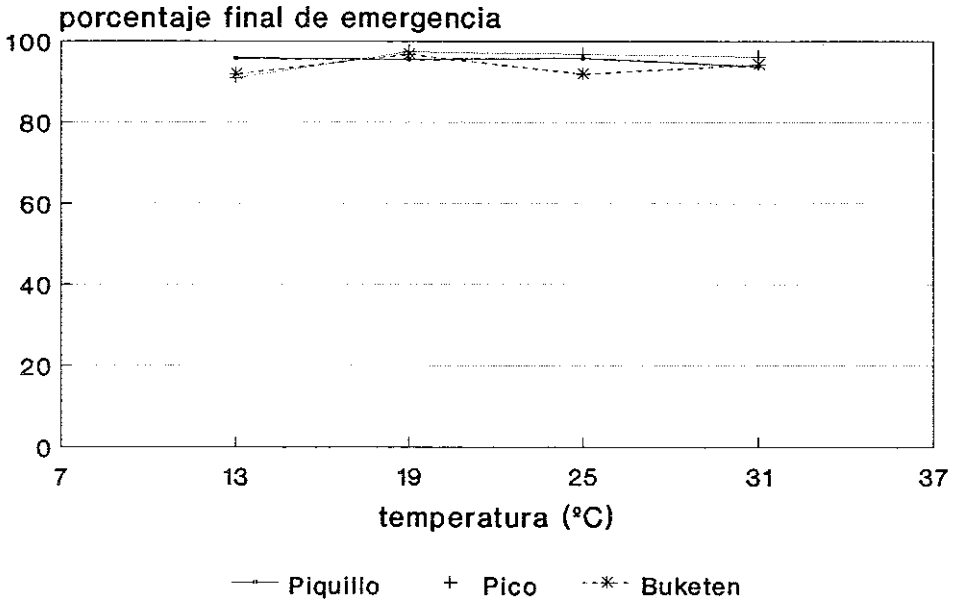
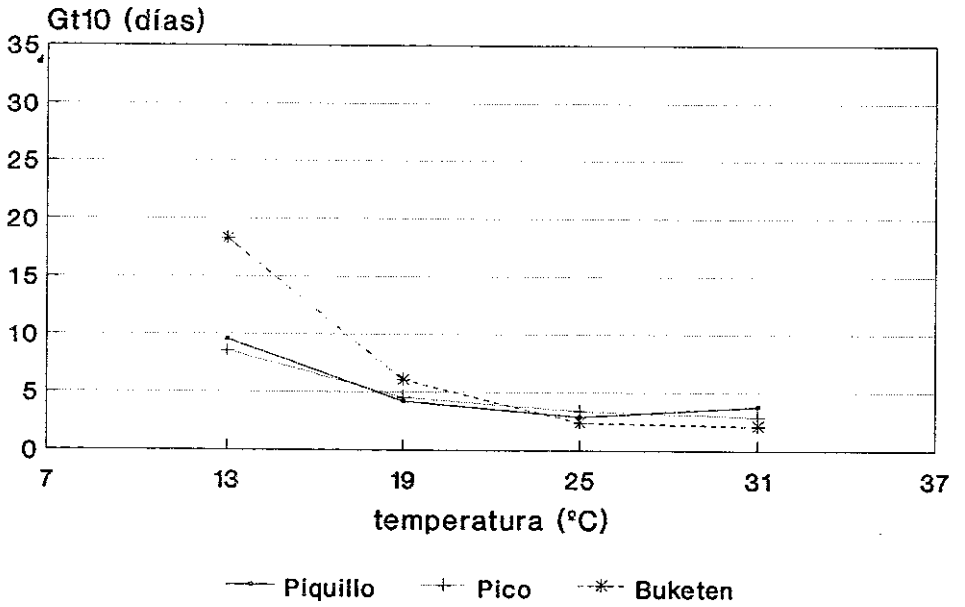


Figura IV.2.1.5

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL COMIENZO DE LA GERMINACION (Gt10) DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL COMIENZO DE LA EMERGENCIA (Et10) DE TRES VARIEDADES

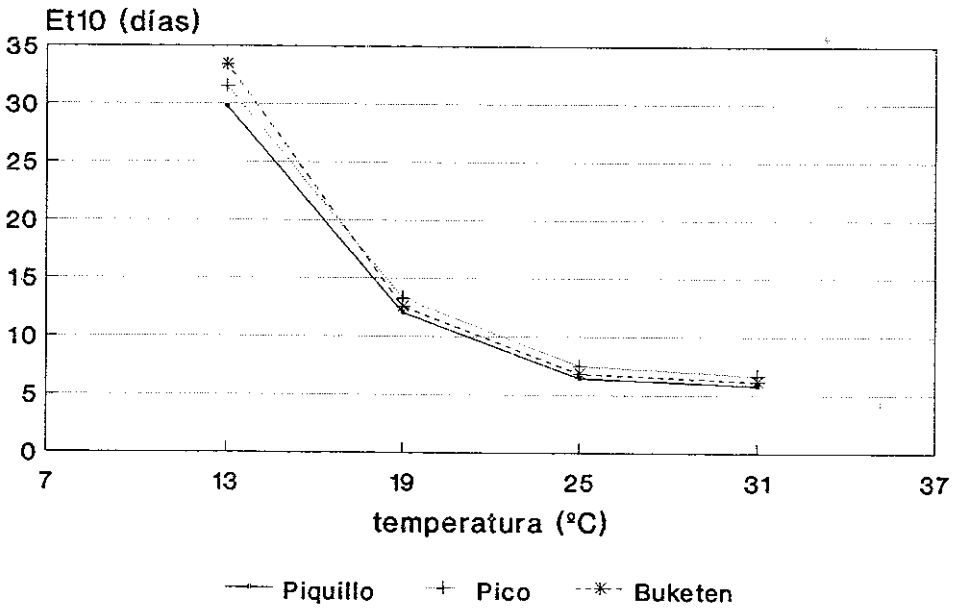
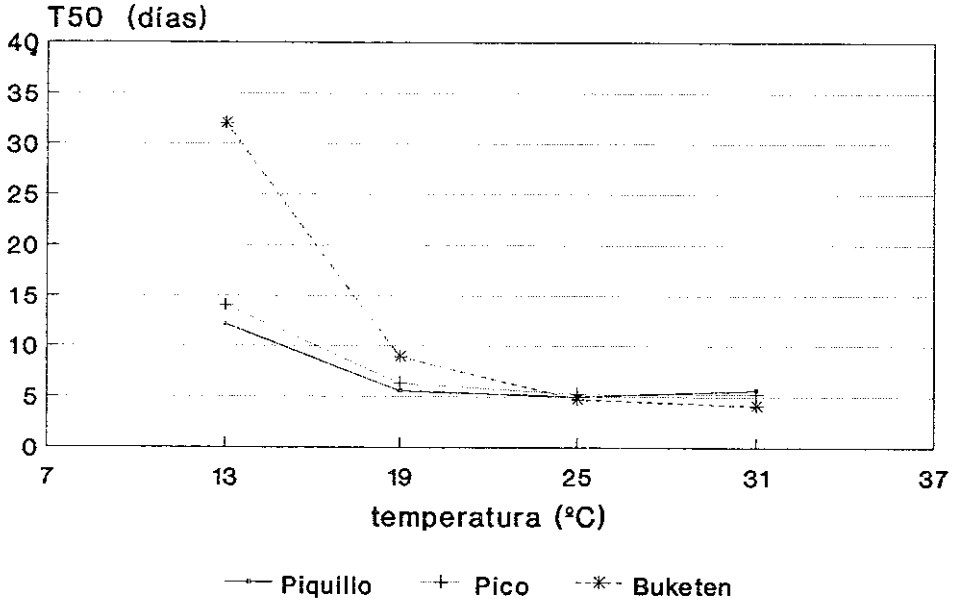


Figura IV.2.1.6

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL TIEMPO EN QUE SE ALCANZA EL 50 % DE LA GERMINACION (T50) DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL TIEMPO EN QUE SE ALCANZA EL 50 % DE LA EMERGENCIA (T50E) DE TRES VARIEDADES

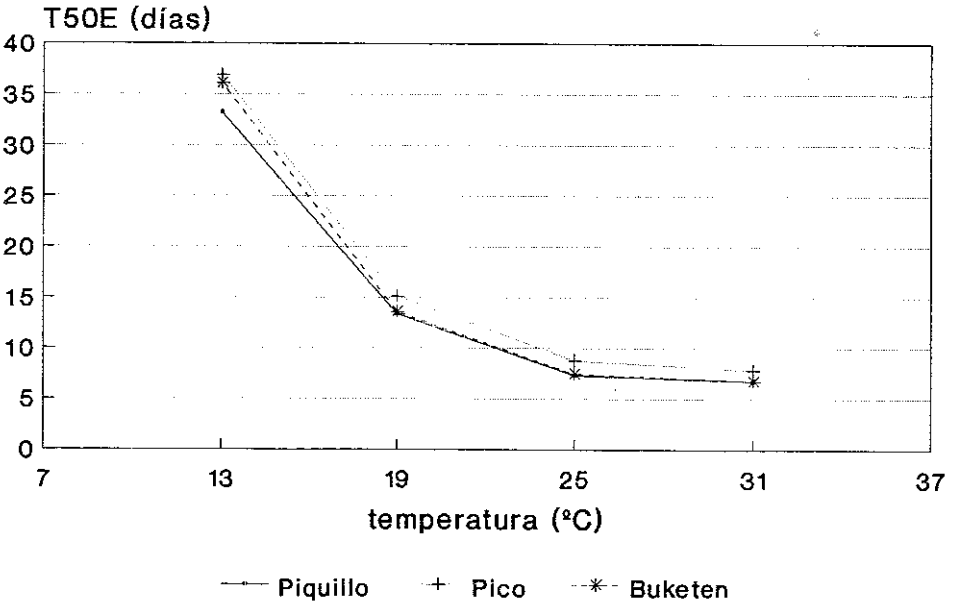
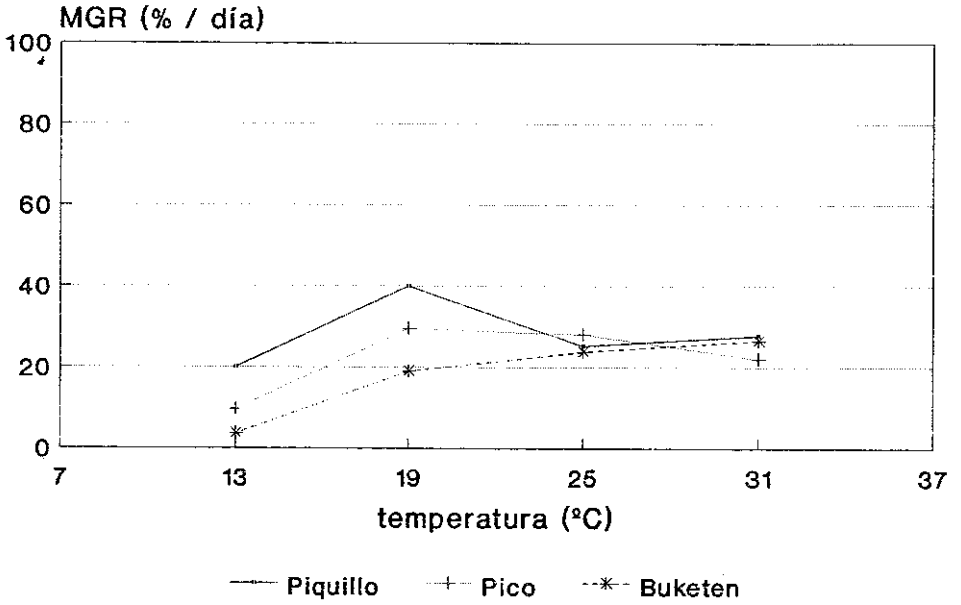


Figura IV.2.1.7

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VELOCIDAD MAXIMA DE GERMINACION (MGR) DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VELOCIDAD MAXIMA DE EMERGENCIA (MER) DE TRES VARIEDADES

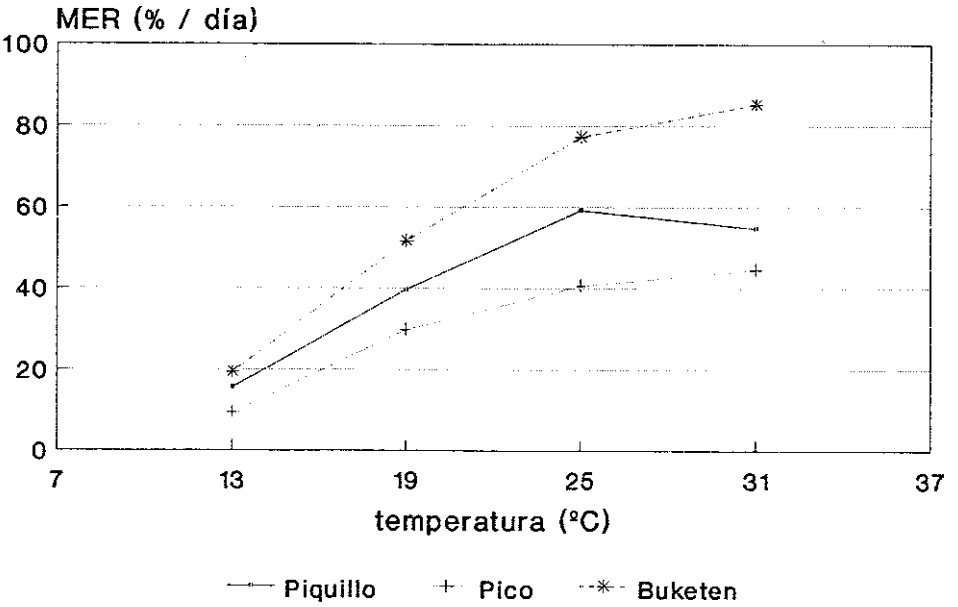
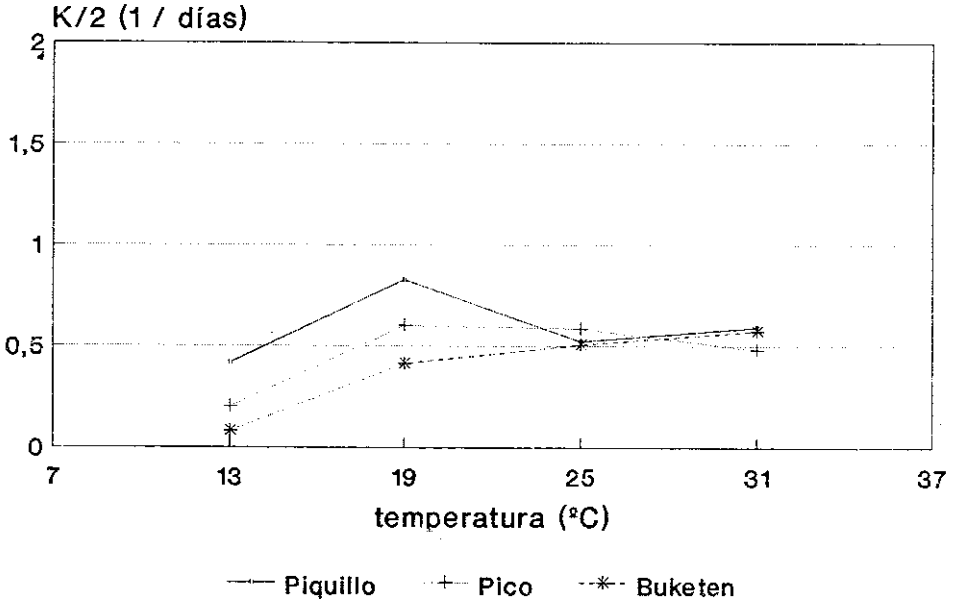


Figura IV.2.1.8

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VELOCIDAD MEDIA RELATIVA DE GERMINACION ACUMULADA (K/2) DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VELOCIDAD MEDIA RELATIVA DE EMERGENCIA ACUMULADA (K/2) DE TRES VARIEDADES

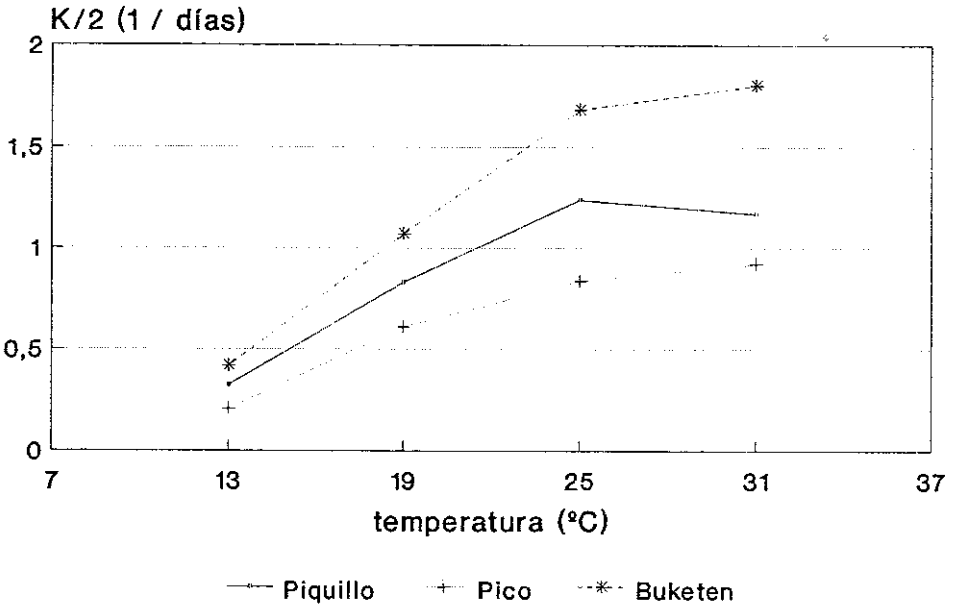
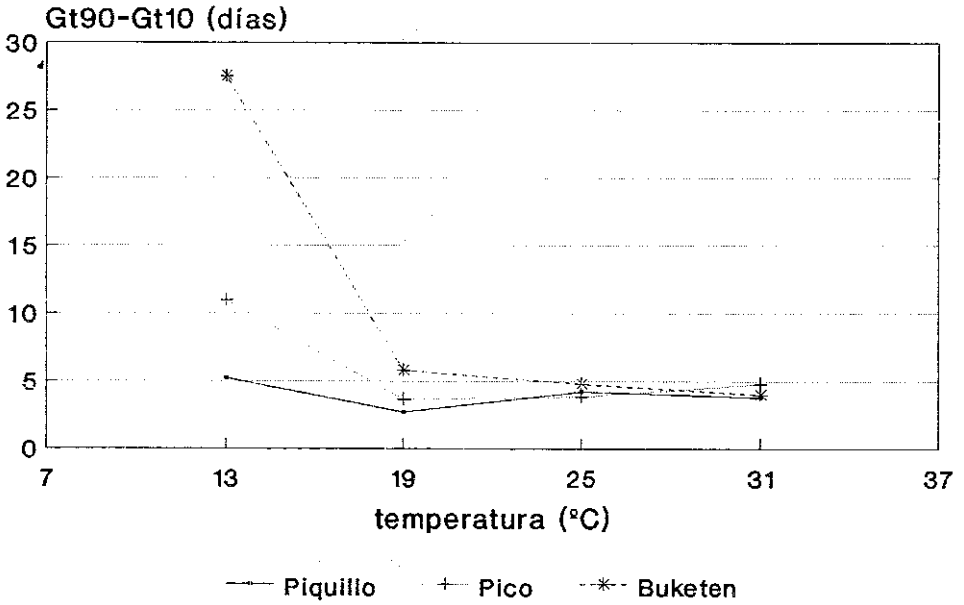


Figura IV.2.1.9

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA UNIFORMIDAD DE LA GERMINACION (Gt90-Gt10) DE TRES VARIEDADES



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA UNIFORMIDAD DE LA EMERGENCIA (Et90-Et10) DE TRES VARIEDADES

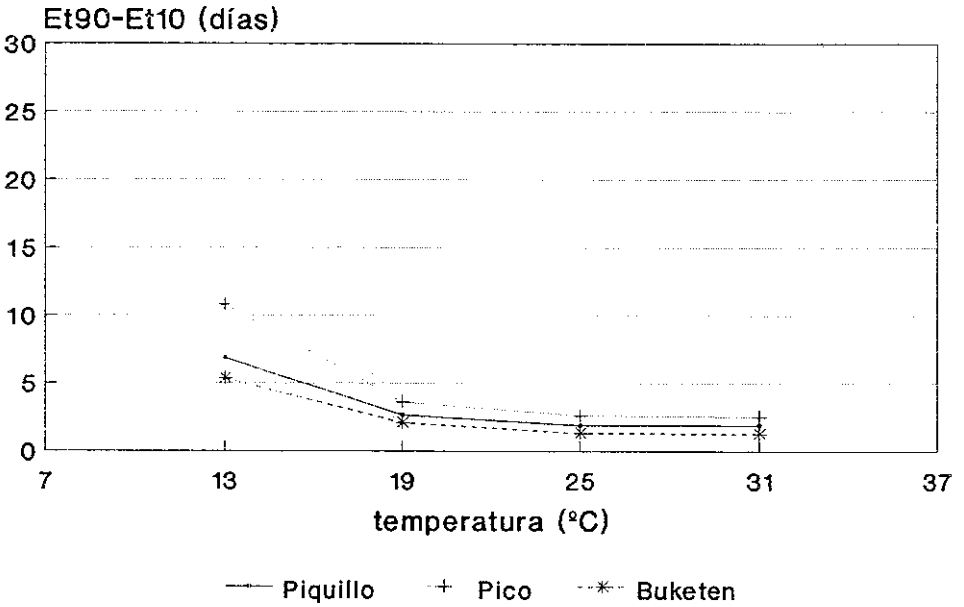
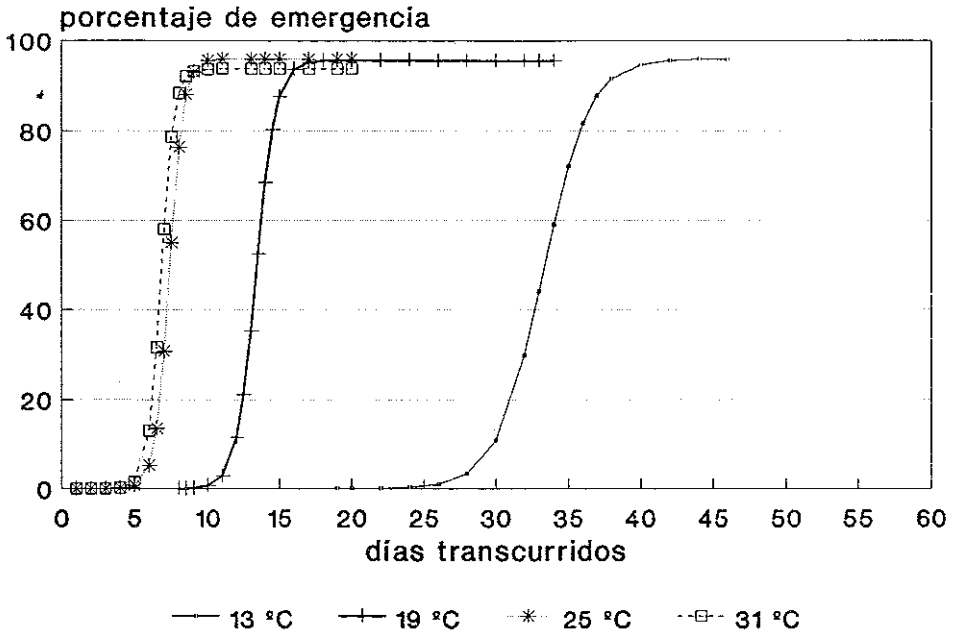


Figura IV.2.1.10

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EMERGENCIA. var. Piquillo



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EMERGENCIA. var. Pico

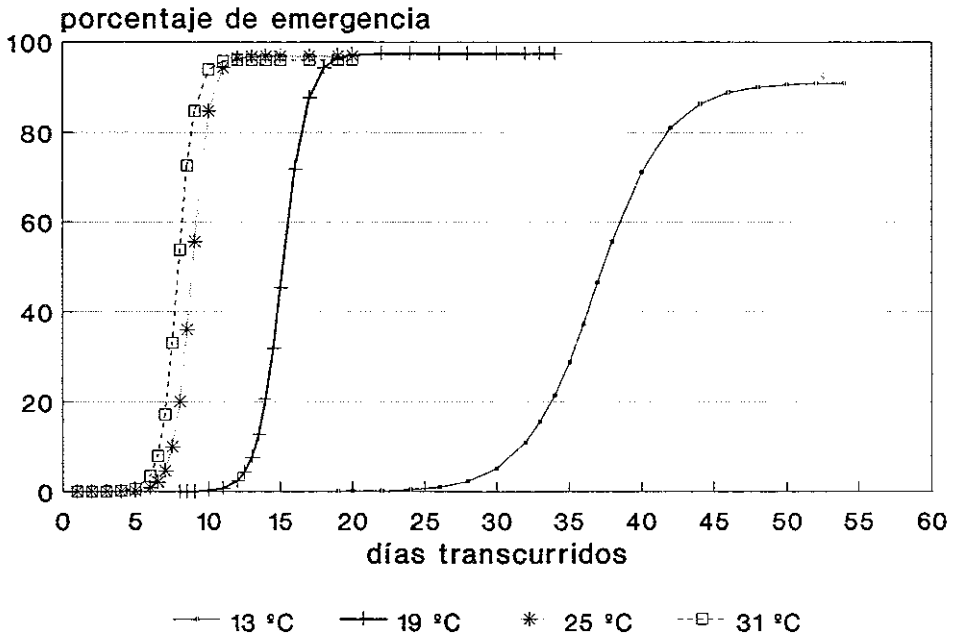


Figura IV.2.1.11 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EMERGENCIA. var. Buketen

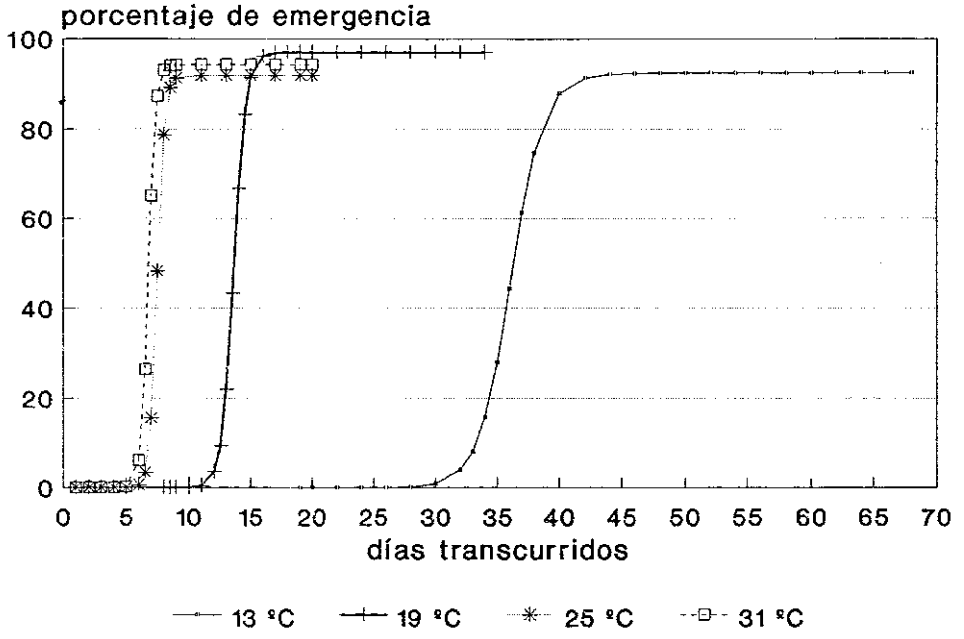


Figura IV.2.1.12 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA DIFERENCIA ENTRE EL T50 DE LA EMERGENCIA Y EL T50 DE LA GERMINACION EN 3 VARIEDADES

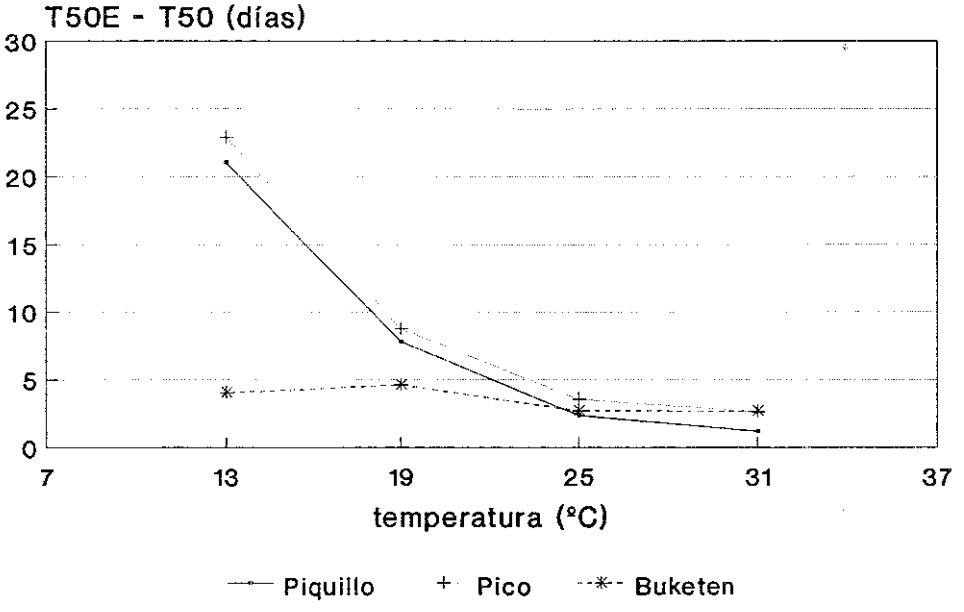


Figura IV.2.1.13

IV.2.2 - Primeros resultados de la selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen.

Al comparar los valores de MTG a 13 ºC de las descendencias de las plantas del grupo A con los de las descendencias de las plantas del grupo B se observó que diferían significativamente ($p \leq 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos para los valores de MTG a 25 ºC. (Tabla IV.2.2.1)

No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en cuánto a los porcentajes finales de germinación tanto a 13 ºC como a 25 ºC. (Tabla IV.2.2.1)

Tomando como variable la diferencia entre los porcentajes de germinación a 13 ºC y a 25 ºC para cada planta, se observó que a 25 ºC los porcentajes de germinación eran un 5 % mayores que a 13 ºC, siendo la diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Se observó una correlación negativa y significativa ($p \leq 0,001$) tanto del MTG a 13 ºC como del MTG a 25 ºC respecto a los porcentajes finales de germinación a ambas temperaturas. Es decir, que las semillas que presentaron porcentajes de germinación menores a 13 ºC y a 25 ºC son las que a su vez tuvieron valores de MTG mayores a ambas temperaturas. (Tabla IV.2.2.2)

Los valores del tiempo medio de germinación a 13 y a 25 ºC resultaron correlacionados positivamente y de forma significativa ($p \leq 0,001$). (Tabla IV.2.2.2)

Tabla IV.2.2.1 - Valores medios de los distintos índices

	MTG (13ºC)	MTG (25ºC)	% Germinación (13ºC)	% Germinación (25ºC)
Semillas descendencia de plantas de rápida germinación a baja tª	22,8 a	7,3 a	76,4 a	80,7 a
Semillas descendencia de plantas de lenta germinación a baja tª	24,9 b	7,3 a	75,0 a	80,9 a

Para cada índice los valores seguidos de letras distintas difieren significativamente con un test t al nivel de $p \leq 0,05$

Tabla IV.2.2.2 - Análisis de correlaciones

	MTG (13ºC)	MTG (25º)	% GERMINACION (13ºC)
MTG (25ºC)	0,535***		
% GERMINACION (13ºC)	-0,583***	-0,433**	
% GERMINACION (25ºC)	-0,441***	-0,438***	0,803***

Nivel de significación: ** $p \leq 0,01$
*** $p \leq 0,001$

IV.2.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón.

En las figuras IV.2.3.1, 2, 3 y 4 se han representado las curvas medias de emergencia de cada variedad en los distintos suelos, a las dos temperaturas ensayadas.

A 25 ºC se observó un retraso en la emergencia en el suelo de Ejea respecto de los otros dos y con la variedad Pico en el suelo de Valfarta respecto del de Montañana (fig. IV.2.3.1 y 2). A 13 ºC la emergencia se produjo antes en el suelo de Montañana que en los otros dos, entre los cuales hubo pequeñas diferencias (fig IV.2.3.3 y 4).

En las tablas IV.2.3.1 y 2 se recoge la significación y los valores medios de los efectos correspondientes a los distintos índices. El efecto varietal resultó significativo en todos los casos. El efecto del tipo de suelo resultó significativo a 25 ºC en todos los índices salvo en A y en ET10; a 13 ºC sólo resultó significativo en A, Et10 y T50. La interacción "variedad x tipo de suelo" únicamente resultó significativa en A a 25 ºC.

Porcentaje final de emergencia (A) (tablas IV.2.3.1 y 2)

A 25 ºC el porcentaje final de emergencia de Pico y Buketen no difirieron en los distintos suelos, ni tampoco entre sí. En Piquillo se observó un porcentaje final de emergencia inferior en los suelos de Ejea y Montañana respecto del de Valfarta, siendo los porcentajes menores que los de las otras variedades.

A 13 ºC Buketen presentó un porcentaje final de emergencia significativamente inferior a Piquillo y Pico, los cuales no difirieron entre sí. En el suelo de Ejea la emergencia fue significativamente menor que en los otros dos, entre los cuales no hubo diferencias.

Comienzo de la emergencia (Et10) (tablas IV.2.3.1 y 2)

A 25 ºC la emergencia comenzó ligeramente antes (menos de 1 día) en Buketen que en Pico, no existiendo diferencias de estas

dos variedades con Piquillo. El tipo de suelo no influyó en el Et10.

A 13 ºC el orden de comienzo de la emergencia fue: Piquillo antes que Buketen y Buketen antes que Pico, siendo las diferencias significativas. En el suelo de Montañana el comienzo de la emergencia fue significativamente anterior que en los otros dos suelos, entre los cuales no hubo diferencias significativas.

Velocidad de emergencia (MER) (K/2) (tablas IV.2.3.1 y 2)

A 25 ºC se observaron valores significativamente menores en Pico que en Piquillo y Buketen. Estos últimos no difirieron entre si en el K/2 pero si en el MER, que fue mayor en Buketen. Se observaron valores significativamente menores en el suelo de Ejea respecto de los otros tipos de suelos, entre los cuales no hubo diferencias.

A 13 ºC Piquillo presentó valores significativamente mayores que Pico y Buketen, que no difirieron entre si. No hubo efecto del tipo de suelo.

Tiempo al 50 % de emergencia (ß/K) (tablas IV.2.3.1 y 2)

A 25 ºC Buketen alcanzó ligeramente antes el 50 % de germinación que Pico, no existiendo diferencias con Piquillo. En el suelo de Montañana se alcanzó el 50 % de emergencia ligeramente antes que en el de Ejea, no existiendo diferencias entre el suelo de Valfarta y los otros dos.

A 13 ºC hubo diferencias significativas en este índice entre las tres variedades: Pico > Buketen > Piquillo.
En el suelo de Montañana se alcanzó el 50 % de emergencia significativamente antes que en los otros dos suelos, entre los cuales no hubo diferencia.

Uniformidad de la emergencia (Et90-Et10) (tablas IV.2.3.1 y 2)

A 25 ºC Buketen emergió ligeramente más uniformemente que Pico, no existiendo diferencia entre estas dos variedades y Piquillo. En el suelo de Ejea la uniformidad fue ligeramente menor que en los otros dos, entre los cuales no hubo diferencia.

A 13 ºC los valores de las tres variedades fueron significativamente diferentes: Piquillo < Buketen < Pico. No hubo diferencia en la uniformidad entre los tres tipos de suelo.

Tabla IV.2.3.1 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 25 ºC. Valores medios de los efectos correspondientes a los distintos índices.

	A (%)	ß	K	Et10 (días)	MER (%/día)	K/2 (1/día)	ß/K (días)	Et90-Et10 (días)
VARIEDAD	S	S	S	S	S	S	S	S
Piquillo	94,1 a	21,85 ab	2,220 b	8,95 ab	52,13 b	1,111 b	10,05 ab	2,20 ab
Pico	96,7 b	19,33 a	1,799 a	9,58 b	43,56 a	0,899 a	10,84 b	2,51 b
Buketen	97,0 b	24,23 b	2,522 b	8,79 a	61,04 c	1,261 b	9,70 a	1,81 a
TIPO DE SUELO	NS	S	S	NS	S	S	S	S
Ejea	95,5	17,46 A	1,625 A	9,46	38,89 A	0,813 A	10,85 B	2,79 B
Valfarta	96,5	23,00 B	2,316 B	9,09	55,80 B	1,158 B	10,10 AB	2,00 A
Montañana	95,8	24,95 B	2,599 B	8,78	62,04 B	1,299 B	9,64 A	1,72 A
VARIEDAD X SUELO	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Piquillo, Ejea	93,0 a							
Piquillo, Valfarta	97,4 b							
Piquillo, Montañana	91,9 a							
Pico, Ejea	94,9 ab							
Pico, Valfarta	97,5 b							
Pico, Montañana	97,7 b							
Buketen, Ejea	98,5 b							
Buketen, Valfarta	94,8 ab							
Buketen, Montañana	97,8 b							

Para cada efecto y cada índice los valores seguidos de letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel de $p<0,05$

S : efecto significativo
NS: efecto no significativo

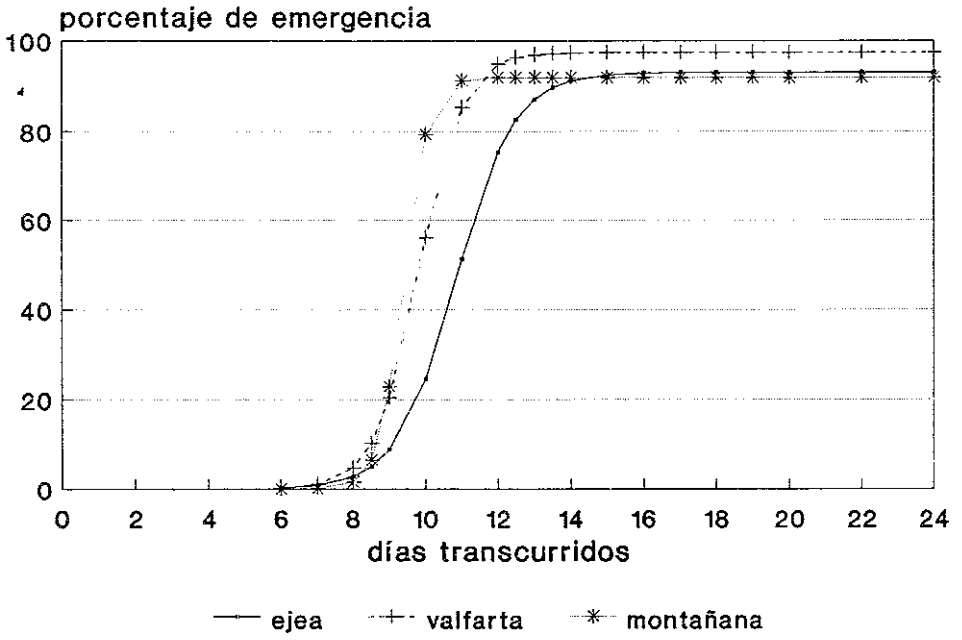
Tabla IV.2.3.2 - Efecto del tipo de suelo en la emergencia a 13 ºC. Valores medios de los efectos correspondientes a los distintos índices.

	A (%)	B	K	Et10 (días)	MER (%/día)	K/2 (1/día)	B/K (días)	Et90-Et10 (días)
VARIEDAD	S	S	S	S	S	S	S	S
Piquillo	89,4 b	26,48 b	0,663 b	36,27 a	14,86 b	0,331 b	39,81 a	7,08 a
Pico	90,6 b	16,43 a	0,332 a	43,13 c	7,51 a	0,166 a	49,83 c	13,40 c
Buketen	80,6 a	18,84 a	0,422 a	39,26 b	8,51 a	0,211 a	44,51 b	10,50 b
TIPO DE SUELO	S	NS	NS	S	NS	NS	S	NS
Ejea	82,9 A	22,82	0,489	43,27 B	10,21	0,244	48,30 B	10,06
Valfarta	88,8 B	22,15	0,478	42,67 B	10,63	0,239	47,88 B	10,42
Montañana	89,0 B	16,78	0,450	32,71 A	10,04	0,225	37,96 A	10,51
VARIEDAD X SUELO	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Para cada efecto y cada índice los valores seguidos de letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel de $p<0,05$

S : efecto significativo
NS: efecto no significativo

EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Piquillo. Tª = 25ºC



EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Pico. Tª = 25ºC

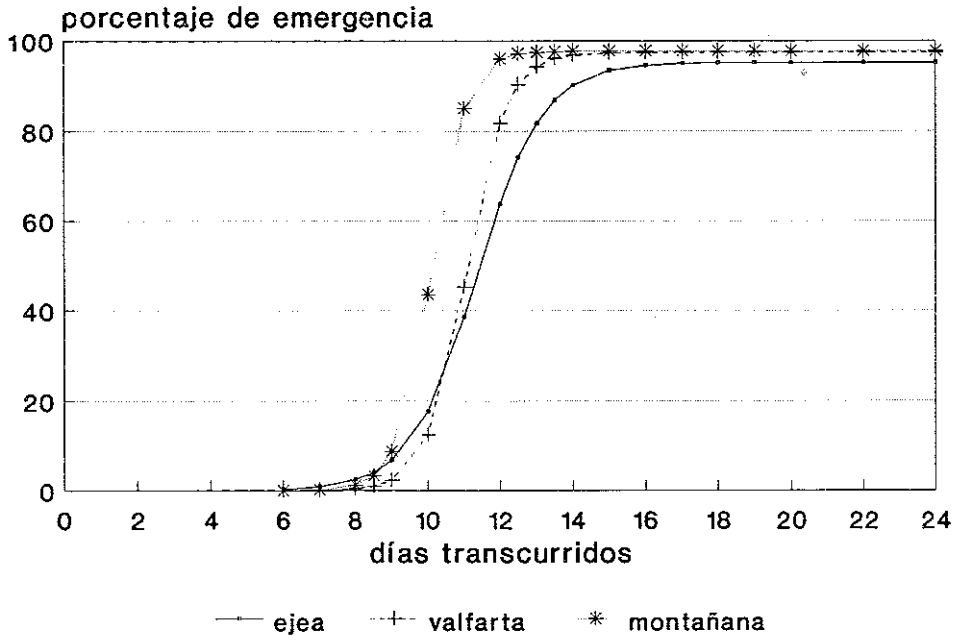


Figura IV.2.3.1 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Buketen. Tª = 25ºC

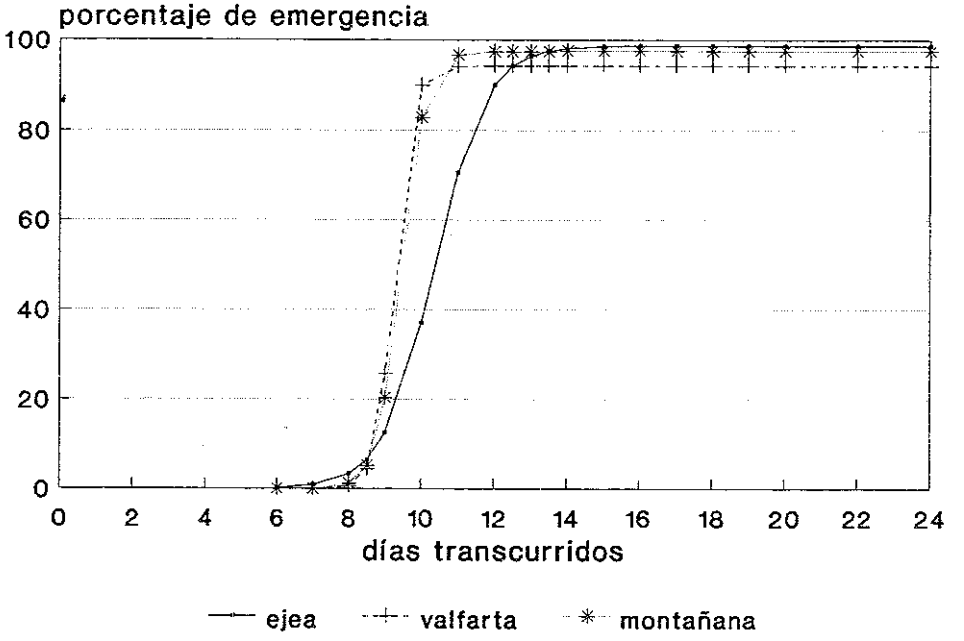
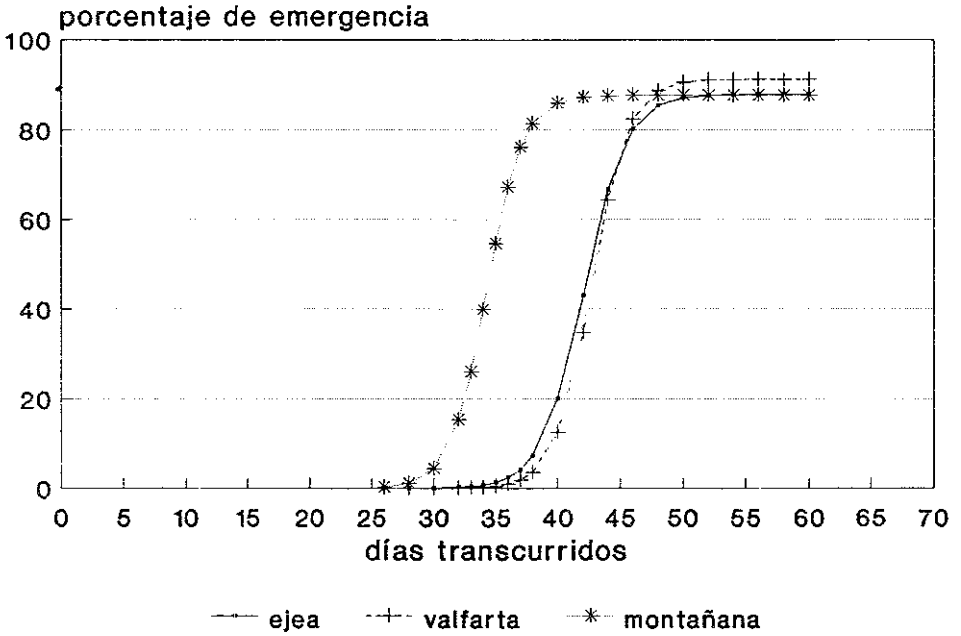


Figura IV.2.3.2 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Piquillo. Tª = 13ºC



EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Pico. Tª = 13ºC

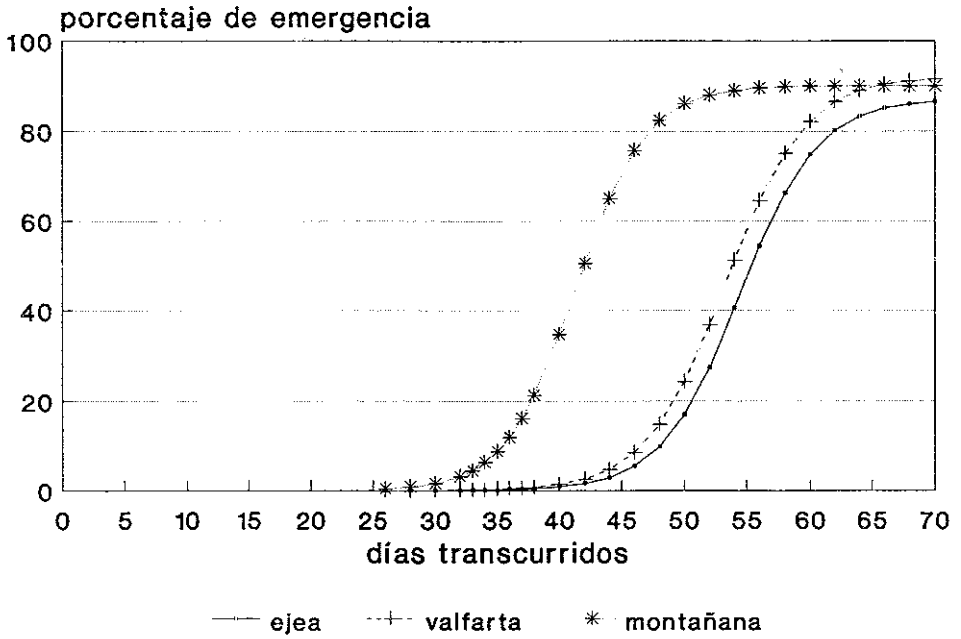


Figura IV.2.3.3 - Curvas medias de emergencia

EFECTO DEL TIPO DE SUELO EN LA EMERGENCIA. var. Buketen. Tª = 13ºC

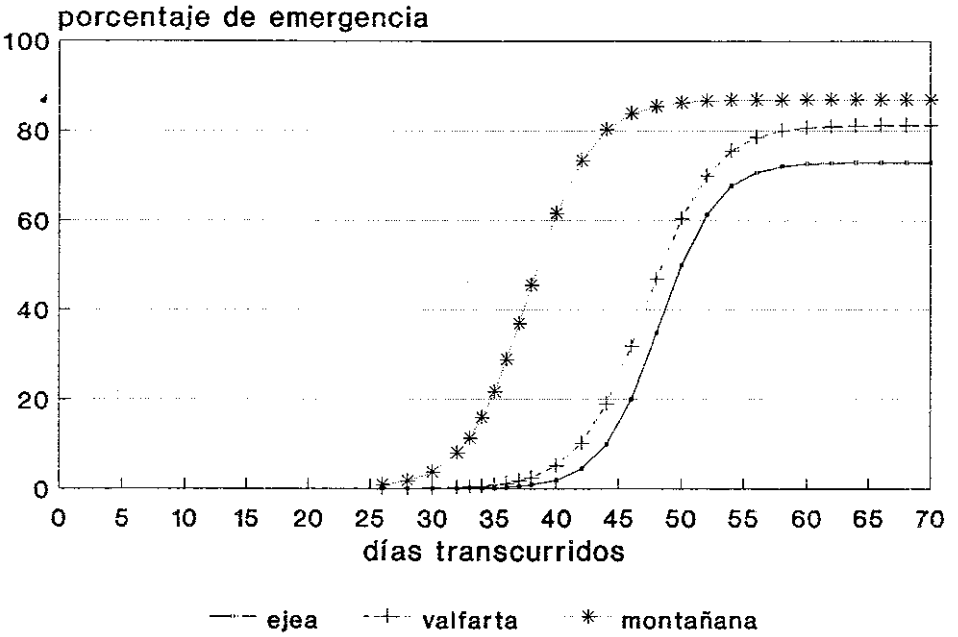


Figura IV.2.3.4 - Curvas medias de emergencia

IV.3 - DISCUSION.

IV.3.1 - Efecto de la temperatura sobre la germinación y la emergencia. Criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura.

En las variedades estudiadas se ha encontrado un rango óptimo de temperaturas para la germinación y la emergencia del pimiento que está alrededor de 25 - 31 ºC. Esto está de acuerdo con lo indicado por diversos autores (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981 ; Watkins y Cantliffe, 1983a; O'Sullivan y Bouw, 1984; Somos, 1984; Coons et al., 1988; Rodríguez y Ayuso, 1988; González et al., 1989). Sin embargo, es interesante señalar que variedades como "Piquillo" y "Pico" también tuvieron rápidas y uniformes germinaciones a 19 ºC, pero cuando se consideró el comportamiento en la emergencia esta temperatura produjo emergencias más lentas que las de 25 y 31 ºC. Somos (1984) y Rodríguez y Ayuso (1988) han indicado que a 30 ºC la emergencia ocurrió antes que a 25 ºC y que temperaturas inferiores a 25 ºC retrasaron la emergencia en 2 - 3 veces. La mayor respuesta de la emergencia, respecto a la germinación, a las altas temperaturas está relacionada con las mayores velocidades de emergencia (fig. IV.2.1.9) al aumentar la temperatura, mientras que en la germinación el incremento de la velocidad se amortigua al aumentar la temperatura por encima de 19 ºC.

A 37 ºC no se produjo germinación ni emergencia. Diversos autores han observado dificultades en la germinación con temperaturas altas: Bierhuizen et al. (1978) indican problemas con temperaturas de 32 y 34 ºC, Lorenz y Maynard (1988) y Aljaro y Martínez (1987) señalan un temperatura máxima de germinación de 35 ºC, Coons et al. (1986) señalan problemas con temperaturas de 35 y 40 ºC.

Con temperaturas inferiores a 25 ºC se observó un aumento del T50 de la germinación y del Gt10 al disminuir la temperatura (figura IV.2.1.3). Esto está de acuerdo con los resultados de Bierhuizen et al. (1978), Suso y Pardo (1981), Watkins y Cantliffe (1983a), Watkins et al. (1983), O'Sullivan y Bouw (1984), Somos (1984), Aljaro y Martínez (1987), González et al. (1989), Suso y Pardo (1991a). A 25 ºC el comportamiento en la germinación de las tres variedades fue similar. Cuando la temperatura descendió a 19 ºC se observó diferencias entre las tres variedades: Piquillo germinó antes (menores valores de Gt10 y T50) que Pico y éste antes que Buketen. A 13 ºC estas diferencias se acentuaron. A 31 ºC la variedad Buketen germinó ligeramente antes que las otras. Buketen se ha manifestado como una especie con mayor requerimiento térmico que Pico y ésta mayor que Piquillo. Diversos autores han encontrado también diferencias entre variedades en la rapidez del proceso de germinación a distintas temperaturas (Coons et al., 1986; Suso y Pardo, 1991a) así como en el proceso de hidratación de las semillas (Suso y Pardo, 1991a). Estas diferencias son más evidentes cuánto menor es la temperatura (Suso y Pardo, 1988).

El T50 de la emergencia (T50E) y el comienzo de la emergencia presentaron valores mayores al disminuir la temperatura (Figura IV.2.1.4). Esto está de acuerdo con los resultados de Gerson y Honma (1978), Somos (1984) y Rodríguez y Ayuso (1988). A 25 ºC y 31 ºC las diferencias entre variedades en la emergencia fueron pequeñas, presentando Piquillo y Buketen un comportamiento similar, con una emergencia ligeramente anterior a Pico. A 19 ºC esta diferencia con Pico fue mayor y a 13 ºC Piquillo emergió antes que Buketen y éste antes que Pico. Gerson y Honma (1978) ya observaron que conforme la temperatura era menor las diferencias entre cultivares eran mayores.

Los porcentajes finales de germinación y emergencia se vieron poco afectados por la temperatura (Tablas IV.2.1.1 y 3). Diversos autores han indicado que dentro de unos límites, 13 - 30 ºC, el porcentaje final de germinación no se vio afectado (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981 ; Somos, 1984; Suso y Pardo, 1991a). Coons et al. (1986) y Suso y Pardo (1991a) han observado diferencias varietales en el porcentaje final de germinación a distintas temperaturas. Aljaro y Wyneken (1985) no observaron diferencias en el porcentaje final de emergencia entre 15 y 20 ºC. Sin embargo, Rodríguez y Ayuso (1988) han indicado en Buketen que este índice aumentó conforme aumentó la temperatura y que hubo una importante disminución cuando la temperatura bajó a 15 ºC, lo cual está en desacuerdo con nuestros resultados, quizás por que en su caso la emergencia se evaluó con suelo.

La uniformidad de la germinación y la emergencia se vieron poco afectadas por la temperatura en el rango 19 - 31 ºC (Figura IV.2.1.10). Al bajar la temperatura a 13 ºC la desuniformización de la germinación fue mucho mayor que la de la emergencia. Diversos autores han indicado que al disminuir la temperatura aumentó la desuniformidad de la germinación (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981 ; Watkins y Cantliffe, 1983a; Watkins et al., 1983; O'Sullivan y Bouw, 1984; Somos, 1984; Aljaro y Wyneken, 1985; Aljaro y Martínez, 1987; González et al., 1989; Suso y Pardo, 1991a) y de la emergencia (Gerson y Honma, 1978; Rodríguez y Ayuso, 1988).

En Buketen el incremento del tiempo de emergencia cuando las temperaturas fueron subóptimas (a 19 ºC y especialmente a 13 ºC) fue debido principalmente a un retraso en la germinación, y no a una disminución en la velocidad de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal (fig. IV.2.1.7 y 13). El mayor tiempo de emergencia encontrado en Piquillo y Pico a 19 ºC, en comparación a los de 25 y 31 ºC, fue principalmente debido a la menor velocidad de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal y no a un mayor tiempo de germinación. Sin embargo, el incremento del T50 de la emergencia cuando la temperatura disminuyó a 13 ºC fue debido tanto a una más lenta germinación como a una menor velocidad de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal (fig. IV.2.1.7 y 13).

Estas diferencias entre variedades han sido encontradas en pimiento también por Gerson y Honma (1978), que indican en algún

caso diferencias en la emergencia debidas a una diferente velocidad de desarrollo del hipocotilo y raíz principal más que a un diferente tiempo de germinación. En tomate, Maluf y Tigchelaar (1980) encontraron que la precocidad en la emergencia a 10 ºC no fue debida a una menor velocidad de crecimiento de la radícula sino a un más temprano inicio de las actividades de la germinación. En esta misma especie Scott y Jones (1985) indican que las diferencias fueron también atribuibles a una más temprana germinación y no a un más rápido crecimiento del hipocotilo.

Este tipo de estudios de germinación y emergencia a varias temperaturas permiten conocer bastante bien el comportamiento de las variedades, aunque no nos permiten conocer si las plántulas que emergen antes proceden de semillas con una más rápida germinación, o de otras que aún germinando más tarde, tienen una mayor velocidad de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal, y consiguientemente son capaces de emerger antes. Este estudio permite conocer la respuesta poblacional del desarrollo del hipocotilo y la raíz principal, pero no el comportamiento individual de las semillas. A pesar de esta desventaja, que sería subsanable mediante un entramado experimental más complicado, aunque en nuestro caso no justificable, pueden ser de gran utilidad para establecer criterios de selección para rápida emergencia a baja temperatura en una variedad población. Así, cuando se quiere realizar una selección para rápida emergencia a baja temperatura en variedades como Buketen, con tiempos medios de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal cortos y poco afectados por las bajas temperaturas y con un proceso de germinación poco uniforme a estas temperaturas (fig. IV.2.1.2) el criterio debería ser seleccionar aquellas semillas que germinen antes. En el caso de variedades como Piquillo y Pico, que a 13 ºC tienen tiempos medios de desarrollo del hipocotilo y la raíz mayores (20,26 y 22,99 respectivamente, fig. IV.2.1.13) que los T50 de germinación (12,61 y 14,01 días, fig. IV.2.1.7) la selección debería hacerse básicamente en la emergencia.

IV.3.2 - Primeros resultados de la selección para rápida germinación a baja temperatura en la variedad Buketen.

El hecho de que a 25 ºC se obtuviesen porcentajes de germinación un 5 % mayores que a 13 ºC pudo ser debido a que existan datos censurados, ya que el conteo terminó a los 60 días. No obstante, 60 días a 13 ºC parece un tiempo razonable para observar el comportamiento de las semillas a esta temperatura (Gerson y Honma, 1978).

La diferencia significativa observada entre las descendencias de las plantas del grupo A y las del grupo B, en cuanto a sus valores de MTG a 13 ºC, no parece que pueda explicarse en función de una mejor calidad o estado general de las semillas procedentes de un grupo con respecto al otro, ya que no se han detectado entre ambos grupos diferencias ni en el MTG a 25 ºC, ni en cuanto a sus porcentajes finales de germinación a las dos temperaturas

ensayadas. Ello sugiere que el menor MTG de las descendencias de las plantas procedentes de semillas con rápida germinación a baja temperatura puede tener un componente genético. Además, aunque los valores medios de MTG a 13 ºC de las descendencias de los grupos de plantas A y B , 22,8 y 24,9 días respectivamente, no distan mucho, dentro del grupo de plantas procedentes de semillas con rápida germinación a baja temperatura se dieron valores de 17,1 , 18,1 y 19,3 días.

La correlación positiva y significativa entre los MTG a 13 y 25 ºC indica que las descendencias que germinan más rápidamente a 25 ºC también son las que mejor lo hacen a 13 ºC, lo cual está de acuerdo con lo señalado por Berry (1969) y Scott y Jones (1982) en tomate. Sin embargo, la no existencia de diferencias significativas entre los dos grupos de plantas en cuanto a los valores de MTG a 25 ºC y, en cambio, la existencia de diferencias significativas entre los mismos para los valores de MTG a 13 ºC indica que, en pimiento, para realizar una selección para rápida germinación a baja temperatura los ensayos deben realizarse a baja temperatura puesto que a temperatura óptima (o próximas) las diferencias en el tiempo de germinación entre semillas son mucho menores o llegan a desaparecer. Esto ya ha sido inndicado por Gerson y Honma (1978).

La existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a su tiempo medio de germinación a 13 ºC sugiere que se ha logrado una cierta selección de plantas con rápida germinación a baja temperatura sin que ello afecte a su comportamiento a temperaturas óptimas.

IV.3.3 - Estudio de la emergencia en tres suelos "típicos" de Aragón.

El efecto del suelo y de la variedad fueron cuantitativamente menos importantes a 25 ºC que a 13 ºC. Esto también se ha puesto de manifiesto en los ensayos de germinación (Capítulo III) y nos indica que cuando las temperaturas están muy por debajo del óptimo, la emergencia puede verse afectada de forma importante por las características del suelo. A 13 ºC las plántulas se desarrollan tan lentamente y con tan poca fuerza que cualquier diferencia, física o química, en el medio en que se encuentran puede originar diferencias importantes en el proceso de emergencia.

A 25 ºC el tipo de suelo sólo influyó en el porcentaje final de emergencia en la variedad Piquillo, que fue menor en los suelos de Ejea y Montañana. Sin embargo, a 13 ºC el porcentaje de emergencia fue menor en todas las variedades en el suelo de Ejea, respecto de los otros dos. El mayor contenido en arena del suelo de Ejea pudo constituir un impedimento físico mayor para la emergencia de las plántulas a la temperatura desfavorable. Rodríguez y Ayuso (1988) observaron un mayor porcentaje de emergencia en un suelo franco-limoso bien estructurado, frente a otro franco-arenoso de peor estructura.

A 25 ºC se observó un comportamiento de la emergencia ligeramente peor en el suelo de Ejea respecto de los otros dos (mayores valores de ß/K y Et90-Et10, y menores valores de MER y K/2). Esto también podría explicarse por el mayor contenido en arena del suelo de Ejea que supuso un impedimento físico mayor a la emergencia de las plántulas.

A 13 ºC hubo un claro adelanto en la emergencia en el suelo de Montañana respecto de los otros dos (valores de Et10 y ß/K menores en 10 días) aunque el suelo no influyó en la velocidad ni en la uniformidad. Esto pudo deberse a la mejor textura del suelo de Montañana y al menor contenido en sales del mismo (tabla IV.2.3.1). Fawusi (1978) ha señalado que las plántulas de pimiento son muy débiles y muy sensibles a impedimentos físicos debidos tanto a la propias características del suelo (texturas que tiendan a la compacidad, mala estructura) como al mal manejo del mismo.

Considerando todos los índices excepto el porcentaje final de emergencia se observó que:

a) A 25 ºC no hubo diferencias en el comportamiento entre Piquillo y Buketen. Ambas variedades se comportaron ligeramente mejor que Pico.
b) A 13 ºC el mejor comportamiento correspondió a Piquillo, seguido de Buketen y Pico.

Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado en el ensayo de emergencia con sustrato artificial a distintas temperaturas (Apartado IV.2.1). Sin embargo, se ha observado en los ensayos con suelo a 25 ºC un retraso en el proceso de emergencia, respecto a los resultados del ensayo de emergencia a esta misma temperatura con sustrato artificial (2 días más en el T50). A 13 ºC este retraso ha sido mayor (6 - 12 días en el T50). Esto pudo ser debido a la mejor textura del sustrato artificial por su alto contenido en materia órganica, lo que proporciona mayor aireación y capacidad de cesión de agua.

V - TECNOLOGIA DE LA SIEMBRA

V - TECNOLOGIA DE LA SIEMBRA.

V.1 - MATERIAL Y METODOS.

V.1.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia.

V.1.1.1 - Ensayos preliminares.

En la primavera de 1990 se establecieron dos ensayos de siembra de pimiento.

ENSAYO 1

Se realizó en Montañana (Zaragoza). El suelo era de textura franca (tabla V.1.1.1.1). La parcela disponía de riego por goteo con goteros distanciados a 4 cm. Tras una labor profunda con arado de vertedera en enero, el terreno se regó un mes antes de la siembra y posteriormente se preparó mediante un pase de rotovator y tabla. Se abonó a razón de 500 kg/ha de 9 - 18 - 27 y se aplicó clorpirifos (Dursban 5% MG) a razón de 50 kg p.c./ha.

Se realizó una primera siembra el 18 de abril, sembrándose 8 líneas de 15 m de longitud y separadas 0,7 m. Se utilizaron las variedades Piquillo y Buketen, sembrándose cuatro líneas con cada variedad. La siembra se realizó con una sembradora manual a una profundidad de 4 cm, siendo la densidad de siembra de 25 semillas/m lineal en Piquillo y de 23 semillas/m lineal en Buketen.

El 11 de mayo se realizó otra siembra de igual forma y con las mismas variedades pero ensayando dos profundidades de siembra, 2 y 4 cm, y dos densidades de siembra, 12 y 25 semillas/m lineal. En este caso se realizó un diseño factorial al azar, siendo la parcela elemental una línea de 4 m de longitud y utilizándose tres repeticiones por tratamiento.

En ambas siembras se hizo un tratamiento herbicida de preemergencia con difenamida a 4 kg m.a./ha.

La siembra se realizó a tempero, colocándose posteriormente las líneas de riego por goteo junto a las líneas de siembra, que se utilizaron para evitar la costra.

ENSAYO 2

Se realizó en La Alfranca (Zaragoza), en una parcela situada a unos 15 Km de la anterior. La textura del terreno era franca (tabla V.1.1.1.1). Tras una labor profunda en invierno la parcela se regó un mes antes de la siembra y posteriormente se preparó con dos pases de grada de discos.

La siembra se realizó a tempero el 15 de mayo con la misma sembradora manual del ensayo 1 así como con una sembradora manual de golpes, según el tratamiento. Se utilizó la variedad Piquillo. Se ensayaron dos sistemas de siembra:

a) en mesas de cultivo de 0,9 m de ancho y 1,5 m de separación entre centros de mesas se sembraron líneas pareadas separadas 0,35 m.

b) en llano se sembraron líneas separadas a 0,75 m.

En ambos sistemas se ensayaron cuatro tipos de siembra:

1 - En fondo de surco y suelo desnudo.
2 - En fondo de surco y cubierto por plástico transparente (microtúnel).
3 - Sobre acolchado de plástico transparente mediante pinchazo con una sembradora manual que perforaba el plástico y depositaba 3 semillas por golpe, con una distancia de unos 10 cm entre golpes.
4 - Como en 3 pero sobre acolchado con plástico negro.

La profundidad de siembra fue de 2 - 3 cm y la densidad de siembra en los tipos de siembras 1 y 2 de 12 semillas/m lineal.

El plástico utilizado fue polietileno de baja densidad de 25 micras de espesor (100 galgas), de 80 cm de ancho en las mesas y de 40 cm de ancho en llano.

Antes de la colocación del plástico se realizó un tratamiento con difenamida como en el ensayo 1.

La parcela elemental en el sistema en mesa estuvo formada por una doble línea de 9 m de longitud y en llano por dos líneas contiguas de la misma longitud. Por razones de facilidad de manejo del ensayo las mesas se dispusieron a un lado de la parcela y la siembra en llano en otro inmediatamente anexo. Cada tratamiento se repitió cuatro veces, siendo la distribución al azar.

En ambos ensayos y en todos los de este capítulo las semillas fueron tratadas con tiram y se determinó su porcentaje de germinación en laboratorio a 25 ºC y 13 ºC de igual forma a como se indica en los ensayos de germinación del apartado III.1.1.2 . La emergencia se evaluó mediante el conteo de las plántulas emergidas y su relación con el número de semillas sembradas (calculado a partir del peso de semilla utilizado), teniendo en cuenta el porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio:

$$\% \text{ Emergencia} = \frac{\dfrac{\text{nº de plántulas emergidas/m lineal}}{\text{nº de semillas sembradas}} \times 100}{\dfrac{\text{\% germinación}}{100}}$$

El porcentaje de germinación se calculó como la media de los porcentajes de germinación a 25 y 13 ºC.

Tabla V.1.1.1.1 - Características de los suelos de los ensayos preliminares

	ENSAYO 1	ENSAYO 2
GRANULOMETRIA		
Arena total (0,05-2 mm), %	45,78	36,57
Limo grueso (0,02-0,05 mm), %	17,26	18,46
Limo fino (0,002-0,02 mm), %	22,17	26,95
Arcilla (< 0,002 mm), %	14,78	18,00
TEXTURA	FRANCA	FRANCA
FERTILIDAD		
PH al agua 1:2,5	8,12	8,32
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,64	0,44
Materia Orgánica, %	1,18	1,85
Fósforo Olsen, ppm	28,00	45,00
Potasio (extracto acetato amónico), ppm	294,00	195,00
SALES SOLUBLES (en extracto de pasta saturada)		
C.E., dS/m a 25 ºC	6,20	3,40
Porcentaje saturación	37,50	41,20
CATIONES		
Calcio, meq/l	48,80	19,20
Magnesio, meq/l	7,20	4,40
Sodio, meq/l	18,60	16,40

V.1.1.2 - Siembras bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo.

Con el objeto de ganar tiempo y aunque las condiciones no eran idénticas a las de primavera, aunque sí parecidas en lo que a temperaturas se refiere, se planteó un ensayo en septiembre - octubre de 1990. Posteriormente se realizaron ensayos en los años 1991 y 1992, procurando aportar soluciones conforme se iban conociendo los problemas y buscando siempre que la técnica pudiera llevarse a la práctica de una forma sencilla y con las mayores garantías posibles.

ENSAYO 1. Septiembre, 1990.

El ensayo se realizó en la finca de La Alfranca (Zaragoza), en una parcela próxima a la utilizada en el ensayo preliminar 2.

La textura del terreno era franca (tabla V.1.1.2.1). El terreno se preparó mediante labor profunda, riego a manta y posteriormente dos pases de grada de discos, que incorporaron el abono (600 kg/ha de 10-18-16) y el insecticida del suelo (clorpirifos, Dursban 5% MG a 70 kg/ha). La siembra se realizó a tempero el 20 de septiembre de 1990, utilizándose la variedad Piquillo de Lodosa.

Se estudiaron tres factores a dos niveles cada uno:

- Sistema de siembra: . en mesa
  . en llano
- Tipo de plástico: . transparente
  . negro
- Profundidad de siembra: . 1,5 cm
  . 3,0 cm

Con el plástico negro se pretendía el control de las malas hierbas hasta la emergencia del pimiento, momento en que se retiraba. Las plántulas emergidas bajo plástico negro requieren ser expuestas a la luz de forma más o menos inmediata. En nuestro caso la exposición a la luz se realizó retirando el plástico negro en distintas fechas tras la emergencia.

La siembra se realizó con una sembradora manual en el fondo de un surco, a una densidad de 25 semillas /m lineal. Inmediatamente después de la siembra se realizó un tratamiento herbicida con difenamida a 3,5 kg m.a./ha. A continuación se acolchó manualmente con polietileno de baja densidad de 25 micras de espesor (100 galgas) y 0,8 m de ancho.

Las mesas en todos los ensayos de este capítulo tenían una anchura de 0,9 m y la distancia entre centros era de 1,5 cm . En llano las líneas estaban separadas a 1,2 m para facilitar la colocación del plástico.

La parcela elemental estaba constituida por una línea de siembra de 6 m de longitud. Cada tratamiento se repitió tres veces siendo la distribución al azar; si bien, por razones operativas, se colocaron a un lado las variantes en llano y al otro las variantes en mesa.

Se contaron las plántulas emergidas a los 17, 24, 28 y 38 días después de la siembra.

Para cada fecha de conteo los datos de emergencia obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza.

Se registró la temperatura del suelo a 2 cm de profundidad con un registrador Grant, que tomaba una medida cada minuto y almacenaba la media de estas medidas cada 15 minutos. El registrador disponía de cuatro sondas que se colocaron en cada una de las cuatro combinaciones sistema x tipo de plástico. A partir de los 17 días tras la siembra la sonda situada en llano - plástico negro registró la temperatura del suelo desnudo pues se levantó el plástico. A partir de estos datos se obtuvieron las temperaturas medias, mínimas y máximas diarias del suelo.

ENSAYO 2. Año 1991.

El ensayo se realizó en Montañana (Zaragoza). El terreno era de textura franca (tabla V.1.1.2.1) y se preparó mediante una

labor profunda en invierno, riego a manta y posteriormente un pase de chisel y de grada de discos que incorporó el abono y el insecticida (las mismas dosis y productos del ensayo 1).

Se estudiaron:

a) Fecha de siembra.
Se realizaron tres siembras: el 8, 12 y 25 de abril. Para poder realizar la siembra a tempero, el riego previo a la preparación del terreno hubo que hacerlo en fechas distintas, lo que obligó a dividir la parcela y hacer la siembra en parcelas anexas.
La siembra se realizó en mesas (foto 3), sembrándose una línea en la parte central de la mesa. Posteriormente se acolchó manualmente con polietileno de baja densidad de 25 micras de espesor (100 galgas) y 1 m de ancho.
La parcela elemental estuvo constituida por una línea de 8 m de longitud, utilizándose seis repeticiones por fecha de siembra.

b) Sistema de siembra.
El 12 de abril además de la siembra en mesas realizada para la comparación de la fecha de siembra, se realizó una siembra en llano en líneas separadas a 1,2 m para poder colocar mejor el plástico. Posteriormente a la siembra se acolchó con plástico de las mismas características indicadas anteriormente pero de 0,8 m de ancho.
La parcela elemental estuvo formada por una línea de siembra de 8 m de longitud, realizándose 8 repeticiones. Por razones de operatividad se colocó la siembra en mesas a un lado de la parcela y la siembra en llano al lado.

En este ensayo la siembra se realizó con una sembradora neumática de precisión de semillas de hortícolas GASPARDO acoplada a un tractor. Se utilizó un cuerpo de siembra y delante del mismo se acopló una reja abridora, de tal forma que ésta abría un surco por el que pasaba a continuación el cuerpo de siembra y depositaba la semilla. Tras el acolchado posterior quedaba formado el microtúnel (foto 4).

Tras la siembra y antes del acolchado se trató con difenamida a 4 kg m.a./ha.

Se sembró también una mesa de 30 m de longitud sin acolchado en la siembra del 12 de abril.

Se utilizó la variedad Piquillo de Lodosa.

La profundidad de siembra fue de 1,5 cm y la sembradora se ajustó para que la distancia entre semillas fuese de 4,1 cm.

Se contaron las plántulas emergidas semanalmente.

Para cada fecha de conteo los datos de emergencia del ensayo de fechas de siembra se analizaron mediante análisis de varianza y los del sistema de siembra con un test t de comparación de medias.

Se registró la temperatura del suelo a 2 cm de profundidad con dos registradores Grant como en el ensayo 1, midiéndose la temperatura tanto bajo acolchado plástico como sin acolchado y en mesa y llano (2 sondas en cada una de las distintas

Foto 3. Conformación de las mesas de cultivo.

Foto 4. Vista del microtúnel en la siembra a una sola línea por mesa.

combinaciones).

El 16 de mayo se comenzó a agujerear el plástico. El 21 de mayo se dio un riego a las mesas y el 30 de mayo se levantó el plástico en las mismas. El 30 de mayo se regó el llano y el 6 de Junio se levantó el plástico en el llano.

Tras el levantado del plástico se ensayó el tratamiento con una sustancia antitranspirante (Vaporgard a 11/40 l de agua). Se contaron las plántulas de pimiento antes del tratamiento y a los 15 días del mismo, con el fin de determinar si dicho producto evitaba la posible muerte de plantas, al quedar éstas expuestas al aire. Para cada variante (tratamiento o no tratamiento) se utilizaron 8 repeticiones, distribuidas al azar, de una parcela elemental de 4 m de longitud, correspondientes a la siembra en llano. En el momento del tratamiento las plántulas tenían 5 - 6 hojas. Como dato se tomó el porcentaje de pérdida de plantas, que se transformó con $\sqrt{x}$ por estar entre 0 y 20 % , y se analizaron mediante un test t.

ENSAYO 3. Año 1992.

El ensayo se realizó en Montañana (Zaragoza). El terreno era de textura franca (tabla V.1.1.2.1), observándose a lo largo del cultivo la existencia de zonas con problemas de salinidad.

El terreno se preparó de igual forma que en el ensayo 2.

Se sembró la variedad Piquillo de Lodosa, realizándose la siembra a tempero el 8 de abril.

Se utilizó la misma sembradora que en el ensayo 2, sembrándose dos filas, separadas a 0,35 m, en mesas de 0,9 m de ancho (foto 5), siendo la profundidad de siembra y la distancia entre semillas las mismas que en el ensayo 2. La siembra de una sóla línea con el marco usado en el ensayo 2 (1,5 m entre centros de mesas), que es un marco usual en el tomate, resultaba insuficiente para el pimiento, que vegeta menos que el tomate. Por ello se ensayó este sistema de doble línea, buscando un marco de siembra más adecuado.

Delante de cada cuerpo de siembra se colocó una reja abridora del surco dónde se realizaba la siembra. La forma de estas rejas permitía la formación de un montículo de tierra en la parte central de la mesa entre las dos líneas de siembra (foto 6).

El acolchado plástico se realizó con un acolchador mecánico acoplado a la sembradora (foto 7), utilizándose polietileno transparente de 25 micras de espesor y 1 m de ancho. Gracias al montículo de tierra formado entre las dos líneas de siembra, al colocar el plástico éste quedaba con un disposición de tejado a dos aguas (foto 8), lo cual era interesante para la evacuación del agua de lluvia, ya que ésta en el caso de sembrar una sola línea podía causar algunos problemas de manejo.

Tras la siembra y antes de colocar el plástico se trató con difenamida a 4 kg m.a./ha.

Se sembraron cinco mesas en cada una de las cuales se marcaron tres parcelas de 8 m de longitud, eliminándose cuatro de estas parcelas por problemas de salinidad.

También se sembró una mesa de 30 m de longitud sin acolchado.

La evaluación de la emergencia se realizó como en los ensayos precedentes, pero distinguiendo en cada mesa entre las líneas

Foto 5. Siembra de dos filas en la mesa y acolchado mecánico. Formación del microtúnel.

Foto 6. Detalle de las rejas abridoras del surco de siembra.

Foto 7. Sembradora neumática de precisión con acolchador mecánico acoplado.

Foto 8. Disposición en "tejado a dos aguas" del plástico.

orientadas al norte y las líneas orientadas al sur (tomando el montículo de separación como línea divisoria).

El 20 de abril se agujereó el plástico por las altas temperaturas detectadas y el 22 de abril se dio un riego. El 12 de mayo se levantó el acolchado plástico.

Se registró la temperatura del suelo a 2 cm de profundidad, tanto del suelo desnudo como del suelo bajo acolchado plástico, de igual forma a ensayos anteriores. También se registró la temperatura en una siembra en llano realizada junto a la siembra en mesas.

Tabla V.1.1.2.1 - Características de los suelos de los ensayos 1, 2 y 3.

	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
GRANULOMETRIA			
Arena total (0,05-2 mm), %	36,57	37,22	44,08
Limo grueso (0,02-0,05 mm), %	18,46	20,81	19,43
Limo fino (0,002-0,02 mm), %	26,95	22,95	21,89
Arcilla (< 0,002 mm), %	18,00	19,01	14,60
TEXTURA	FRANCA	FRANCA	FRANCA
FERTILIDAD			
PH al agua 1:2,5	8,32	8,28	8,17
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,44	0,32	0,47
Materia Orgánica, %	1,85	1,76	1,48
Fósforo Olsen, ppm	45,00	19,60	12,50
Potasio (extracto acet. amónico), ppm	195,00	122,00	49,00
SALES SOLUBLES (en extracto de pasta saturada)			
C.E., dS/m a 25 ºC	3,40	-	4,05
Porcentaje saturación	41,20	-	37,50
CATIONES			
Calcio, meq/l	19,20	-	18,80
Magnesio, meq/l	4,40	-	6,90
Sodio, meq/l	16,40	-	14,60

V.1.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la producción.

Una de las ventajas de la siembra directa frente al transplante es que permite establecer altas densidades de plantas fácilmente y a menor coste. Aprovechando la parcelas de siembra directa utilizadas en los ensayos 2 y 3 del apartado V.1.1.2 se estudió el efecto de la densidad en la producción.

Puesto que la siembra directa bajo acolchado plástico en microtúnel se vio que podía realizarse tanto en mesas de cultivo como en llano, se ha estudiado si el sistema de cultivo puede afectar a la producción.

ENSAYO 1. Año 1991.

a) Estudio de la densidad.

Sobre una parcela de siembra directa con acolchado plástico en llano, de pimiento var. Piquillo de Lodosa (correspondiente al ensayo 2 del apartado V.1.1.2) se establecieron dos densidades de plantas mediante aclareo:

- densidad alta: 14,5 plantas/m lineal
- densidad baja: 7,25 plantas/m lineal

Las líneas de plantas estaban separadas a 1,2 m , que aunque es una separación entre líneas mayor de la usual (0,75 m en transplante), vino impuesta por la utilización de la maquinaria de siembra y realmente lo que importaba era la separación entre plantas dentro de la línea. En cualquier caso, con ese marco se obtendrían las siguientes densidades:

- alta: 120.800 plantas/ha
- baja 60.400 plantas/ha

que son densidades superiores a las normales en transplante (35 - 45.000 plantas/ha , con líneas separadas a 0,75 m y 25 - 30 cm entre plantas)

La parcela elemental estaba formada por una línea de 4 m de longitud, lo cual suponía 58 plantas/parcela en alta densidad y 29 plantas/parcela en baja densidad, realizándose ocho repeticiones por densidad que se distribuyeron al azar.

Además del abonado de fondo (ensayo 2, apartado V.1.1.2) se aportó 50 UF/ha de nitrógeno antes de la floración.

Se recolectaron en tres ocasiones (23 de septiembre, 8 de octubre y 23 de octubre) los frutos maduros de las distintas parcelas, procediéndose a separar:

+ producción comercial
+ destrío por tamaño
+ destrío por otras causas: asolanado, podredumbre apical, etc.

También se determinó el peso medio del producto comercial.

Los datos se analizaron mediante un test t, distinguiendo

entre la producción temprana (1ª recolección) y la total.

También se estudió la distribución porcentual de la producción total en producto comercial y destríos.

b) Estudio del sistema de cultivo.

Con el objeto de comparar si había diferencias en la producción entre el sistema de cultivo en mesa y en llano, se establecieron en unas líneas de pimiento de la misma variedad cultivadas en mesa, anexas a las filas en llano, ocho parcelas de 4 m de longitud en las que se dejó una densidad de 14,5 plantas/m lineal.

Aunque en el caso de las líneas en mesa la distancia entre líneas era de 1,5 m y en llano era de 1,2 m, cabe pensar que no hubo competencia entre líneas en ninguno de los dos casos.

El manejo del cultivo fue similar en mesa y llano, realizándose de la misma forma que en el ensayo de densidades. La recolección y el análisis de los datos se hicieron también de la misma forma.

ENSAYO 2. Año 1992.

Se estudió la influencia en la producción del:

+ sistema : - mesa
- llano
+ densidad : - alta
- baja

Para ello se utilizaron las plantas de siembra directa bajo acolchado plástico de dos parcelas, contigüas por razones de manejo, una con siembra en mesa (ensayo 3, apartado V.1.1.2) y otra con siembra en llano. En ambos casos se habían sembrado líneas pareadas separadas a 0,35 m, siendo la distancia entre centros de líneas pareadas de 1,5 m.

La parcela elemental estaba constituida por una doble línea de 4 m de longitud.

Para cada densidad se utilizó el mismo número de plantas por parcela elemental que las utilizadas en el ensayo 1, pero en este caso distribuidas en la doble línea. De esta forma la densidad era:

+ alta: 96.666 plantas/ha
+ baja: 48.333 plantas/ha

En el ensayo en mesa se realizaron nueve repeticiones por densidad y en llano siete.

El manejo del cultivo en ambos sistemas fue similar, aunque por distintos problemas el cultivo en llano presentó un retraso de unos 15 días frente al cultivo en mesas, debido a un retraso en la emergencia.

El abonado de fondo fue el del ensayo 3 del apartado V.1.1.2. En cobertera se aplicaron 30 UF/ha de nitrógeno antes de la floración y 20 UF/ha de nitrógeno el 15 de septiembre.

Se recolectaron frutos maduros en cuatro ocasiones (3 de septiembre, 16 de septiembre, 7 de octubre y 21 de octubre) clasificándose de igual forma que en el ensayo anterior.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, distinguiéndose entre producción temprana (correspondiente a las dos primeras recolecciones) y producción total.

V.1.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico.

Se utilizaron líneas de plantas de siembra directa bajo acolchado plástico cultivadas en mesa de la variedad Piquillo de Lodosa, correspondientes a las tres fechas de siembra realizadas en el ensayo 2 de 1991, descrito en el apartado V.1.1.2.

Para cada fecha de siembra se marcaron tres parcelas con 25 plantas cada una a una densidad alta (10 plantas/m lineal), siendo la distancia entre líneas de 1,5 m.

En cada una de las tres parcelas de cada fecha de siembra se recolectó en una fecha distinta (26 de septiembre, 11 de octubre y 23 de octubre), realizándose una recolección total de los frutos de cada planta. La producción se separó en:

- frutos podridos
- frutos sobremaduros
- frutos maduros
- frutos entreverados
- frutos verdes de tamaño comercial

controlándose el número de frutos de cada clase y calculándose el porcentaje que representa respecto al total.

De igual forma a lo realizado en la variedad Piquillo, se procedió con líneas de plantas de siembra bajo acolchado plástico en mesa de las variedades Pico de Mendavia, Morrón Luesia (variedad de conserva) y Buketen, pero en este caso procedentes de una sola fecha de siembra: el 12 de abril. En este caso las densidades de plantas fueron:

- Pico de Mendavia : 8 plantas/m lineal
- Morrón Luesia : 9 plantas/m lineal
- Buketen: 14 plantas/m lineal

El manejo del cultivo y los controles fueron idénticos a lo realizado en Piquillo de Lodosa.

V.2 - RESULTADOS

V.2.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia.

V.2.1.1 - Ensayos preliminares.

ENSAYO 1

En las tablas V.2.1.1.1 y V.2.1.1.2 se recogen los porcentajes de emergencia medios y las desviaciones típicas de los distintos tratamientos, de las dos siembras realizadas. En ambas siembras la emergencia fue baja:

- en la siembra del 18 de abril fue de un 11 % en ambas variedades (tabla V.2.1.1.1).
- en la siembra del 11 de mayo a 2 cm de profundidad no se alcanzó el 6 % . A 4 cm de profundidad la emergencia fue mayor, aunque no se alcanzó ni el 18 %, siendo el porcentaje de emergencia ligeramente superior en Buketen. La densidad de siembra no influyó en el porcentaje de emergencia.

El día 23 de mayo se registró una lluvia de 30 l/m2 y el 25 de mayo otra de unos 50 l/m2. Estó provocó el apelmazamiento y encostramiento posterior del terreno, que se procuró superar con el riego, aunque no se consiguió una buena emergencia.

Tabla V.2.1.1.1 - Ensayo 1, siembra realizada el 18 de abril de 1990. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según la variedad y los días transcurridos desde la siembra.

Días tras la siembra	Piquillo	Buketen
33	10,7 ± 5,2	11,2 ± 6,5
40	11,6 ± 6,0	10,5 ± 6,5
47	11,1 ± 5,0	9,7 ± 6,5
58	13,2 ± 5,5	11,5 ± 7,0
70	10,1 ± 4,6	11,0 ± 8,0

Tabla V.2.1.1.2 - Ensayo 1, siembra realizada el 11 de mayo de 1990. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según la profundidad y densidad de siembra y los días transcurridos desde la siembra.

	Profundidad 2 cm				Profundidad 4 cm			
	Densidad 12 s/m lineal		Densidad 25 s/m lineal		Densidad 12 s/m lineal		Densidad 25 s/m lineal	
Días tras la siembra	Piquillo	Buketen	Piquillo	Buketen	Piquillo	Buketen	Piquillo	Buketen
17	0,7 ± 0,5	3,4 ± 2,8	2,6 ± 1,1	2,8 ± 0,2	9,8 ± 1,2	13,8 ± 4,5	6,7 ± 2,0	15,1 ± 4,2
33	4,0 ± 0,8	5,1 ± 2,7	5,6 ± 3,7	5,2 ± 0,9	11,8 ± 0,9	16,0 ± 4,7	9,1 ± 1,0	17,2 ± 3,8
45	4,0 ± 0,8	4,5 ± 2,5	5,0 ± 2,8	4,3 ± 0,7	11,8 ± 0,9	15,5 ± 4,1	7,9 ± 2,0	15,8 ± 4,0

ENSAYO 2

En la tabla V.2.1.1.3 se recogen los porcentajes de emergencia medios y las desviaciones típicas de los distintos tratamientos.

Los porcentajes de emergencia fueron muy bajos, siendo el máximo un 15,1 % en mesa, fondo de surco y plástico transparente (microtúnel). El 23 de mayo se registró una lluvia de unos 30 l/m2. La incidencia de esta lluvia produjo en las variantes sembradas en fondo de surco y con plástico transparente (microtúnel) la formación de bolsas de agua sobre el plástico. Para eliminarlas se agujereó el plástico. De esta forma el plástico actuó como un colector del agua de lluvias posteriores (≈ 50 l/m2), que produjo una elevada humedad en el surco de siembra y que posiblemente produjo la muerte de las semillas que estaban germinando.

En el suelo desnudo la emergencia fue prácticamente nula, tanto en mesa como en llano. El sistema de siembra mediante pinchado del acolchado plástico en mesa resultó en emergencias casi nulas por encostramiento del terreno en la zona de la perforación. En llano y con este sistema se observó una emergencia de un 12 % con el plástico negro, sin duda debido a que por las dificultades prácticas de sujección del plástico éste no quedó pegado al suelo, formándose una cámara de aire sombreada que mantuvo el suelo húmedo y favoreció la emergencia.

Tabla V.2.1.1.3 - Ensayo 2, siembra realizada el 15 de mayo de 1990. Porcentajes de emergencia medios y desviaciones típicas, según el sistema de siembra y los días transcurridos desde la siembra.

	MESA				LLANO			
Tratamiento*	1	2	3	4	1	2	3	4
Días tras la siembra								
31	1,2 ± 1,2	15,1 ± 10,2	0,0	2,0 ± 0,8	0,0	7,1 ± 5,1	4,7 ± 0,9	12,8 ± 6,3
36	1,5 ± 1,5	13,1 ± 10,5	0,0	1,1 ± 0,9	0,7 ± 0,9	2,6 ± 1,4	2,6 ± 1,0	11,9 ± 6,4

* 1 - En fondo de surco y suelo desnudo.
2 - En fondo de surco y cubierto por polietileno tranparente.
3 - Sobre acolchado plástico mediante pinchazo con una sembradora manual que perforaba el plástico.
4 - Como 3 pero sobre acolchado con plástico negro.

V.2.1.2 - Siembras bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo.

ESTUDIO DE LAS EMERGENCIAS

ENSAYO 1. Septiembre de 1990.

En la tabla V.2.1.2.1 se indican los porcentajes de emergencia obtenidos con acolchado plástico con polietileno transparente. Los datos correspondientes a plástico negro no se muestran, pues si bien los porcentajes de emergencia fueron similares a los obtenidos bajo plástico transparente, su utilización como acolchado no resultó viable en las condiciones ensayadas. En todas las fechas en que se retiró el plástico se produjo una alta mortandad de plántulas al retirar el plástico negro.

En el análisis de varianza no resultó significativa la interacción "sistema x profundidad", pero sí hubo un claro efecto del factor profundidad, habiéndose obtenido mayores porcentajes de emergencia con siembras superficiales (1,5 cm) que con siembras más profundas (3 cm). Para cada fecha las diferencias de emergencia entre las dos profundidades resultaron significativas, $p<0,05$), en todos los casos.

No se observaron diferencias significativas de emergencia entre los dos sistemas de siembra (mesa o llano) salvo en la evaluación realizada a los 24 días de la siembra, que fue mayor en la mesa.

En la tabla V.2.1.2.2 se reseña la pluviometría recogida en Montañana (a 12 Km de la parcela del ensayo) durante los días del ensayo. Durante el ensayo llovió bastantes veces, por lo que se

formaron bolsas de agua encima de los plásticos, que hizo que en algunos casos se observaran plántulas chafadas.

También se observó un número reducido de plantas con problemas de cuello, siendo mayor la incidencia en la siembra en llano que en las mesas.

La temperatura media del aire registrada en Montañana (a 12 km del ensayo) estuvo entre 20 y 25 ºC durante los primeros días pero posteriormente descendió por debajo de los 20 ºC (fig. V.2.1.2.1). Las temperaturas mínimas estuvieron, en general, por encima de 10 ºC y las máximas, tras los primeros días que estuvieron por encima de 25 ºC, descendieron por debajo de esta temperatura (fig. V.2.1.2.1).

El acolchado del suelo incrementó ligeramente la temperatura media, mínima y máxima del suelo, que estuvo, en general, por encima de la del aire (fig V.2.1.2.2, 3 y 4). La temperatura media bajo el acolchado estuvo entre 20 y 25 ºC durante los primeros 12 días tras la siembra y posteriormente osciló entre 15 y 20 ºC. Las mínimas se situaron los primeros días entre 15 y 20 ºC y posteriormente descendieron pero siempre fueron mayores de 10 ºC. Las máximas se mantuvieron durante la mayor parte del periodo entre 20 y 30 ºC, siendo superior algunos días.

El efecto del acolchado fue mayor sobre las temperaturas mínimas que sobre las máximas (fig. V.2.1.2.3 y 4). No hubo diferencias de temperatura reseñables entre los dos sistemas de siembra, mesa o llano, bajo acolchado plástico (fig. V.2.1.2.5 y 6).

Tabla V.2.1.2.1 - Ensayo 1. Porcentajes de emergencia medios bajo polietileno transparente según el sistema y profundidad de siembra.

Días tras la siembra	Sistema		Profundidad	
	Llano	Mesa	1,5 cm	3,0 cm
17	41,8 a	35,3 a	52,3 A	24,7 B
24	34,7 a	44,2 b	55,9 A	23,0 B
28	38,1 a	46,4 a	59,3 A	25,2 B
38	32,1 a	39,6 a	51,1 A	20,5 B

Para cada fecha y cada efecto las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel de $p<0,05$.

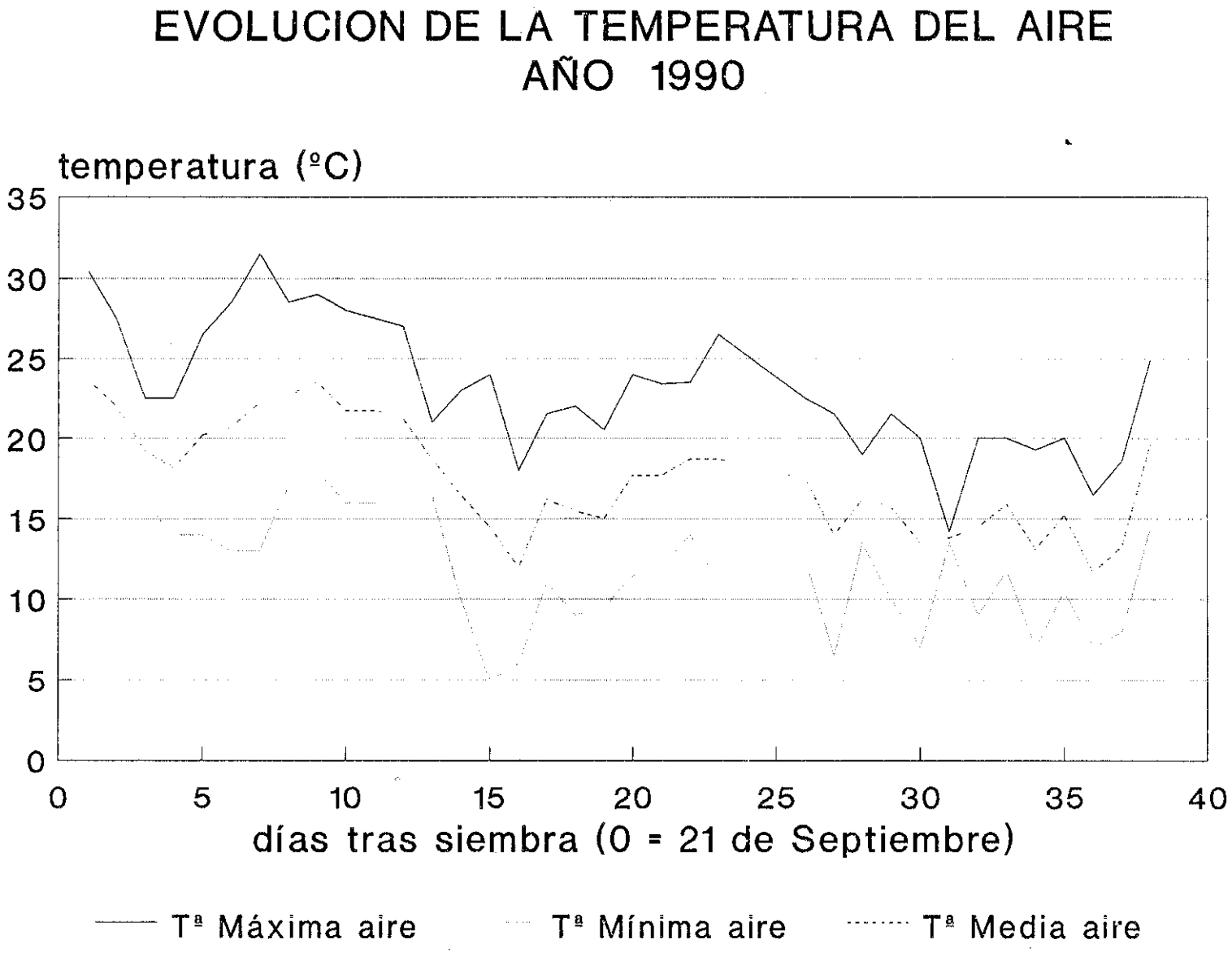


Figura V.2.1.2.1 - Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1990

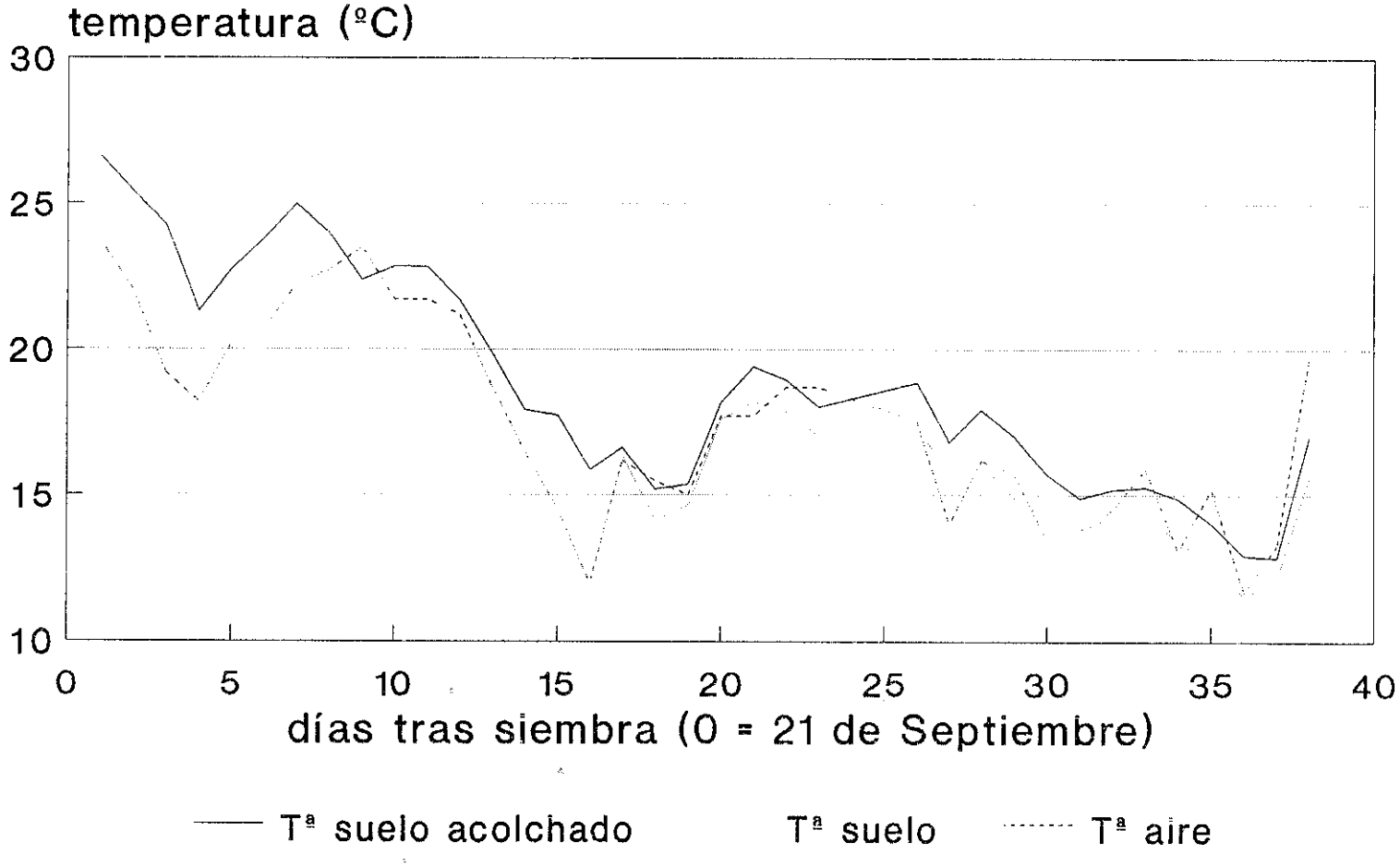


Figura V.2.1.2.2 - Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MAXIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1990

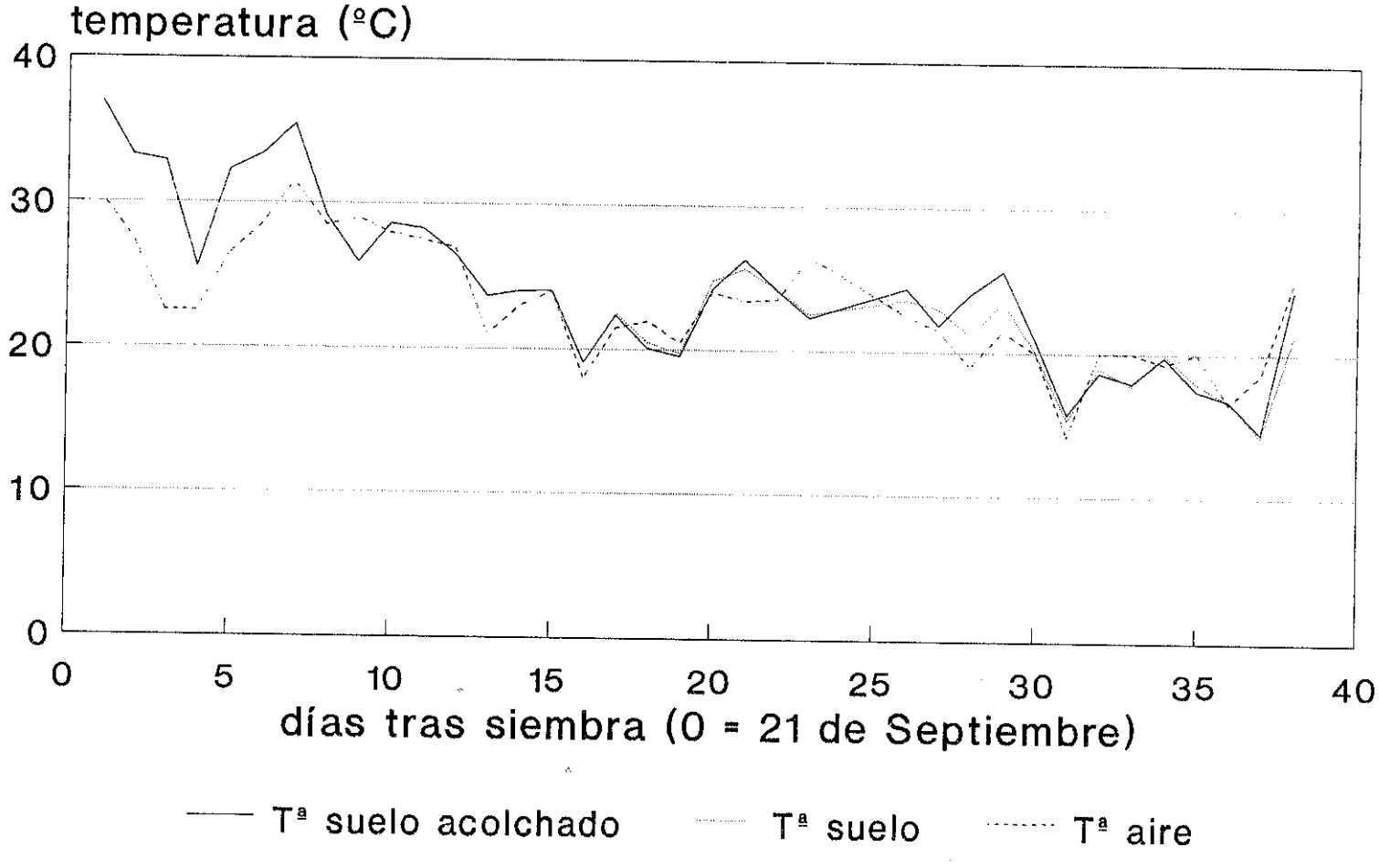


Figura V.2.1.2.3 - Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1990

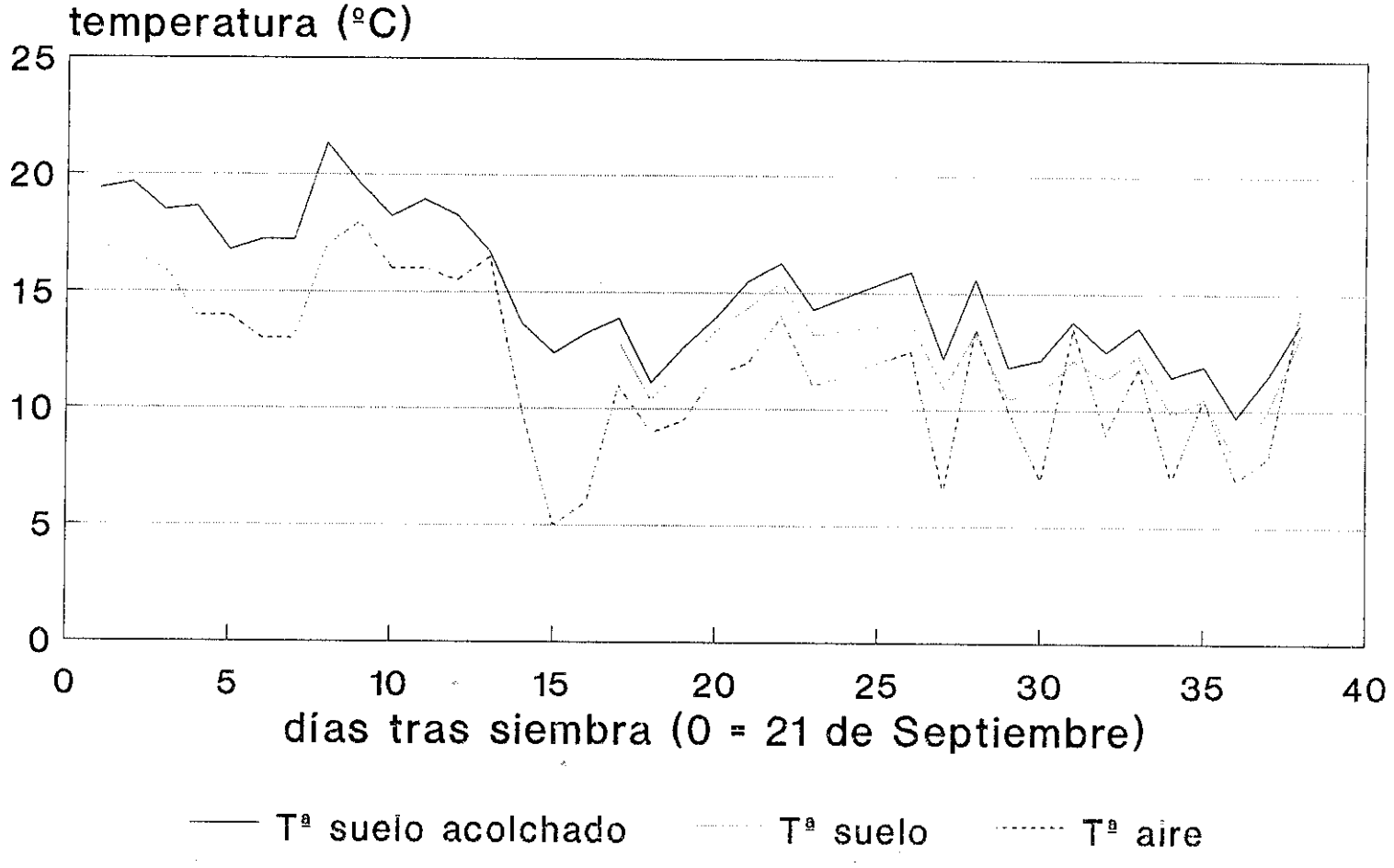


Figura V.2.1.2.4 - Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL SUELO EN MESA Y LLANO AÑO 1990

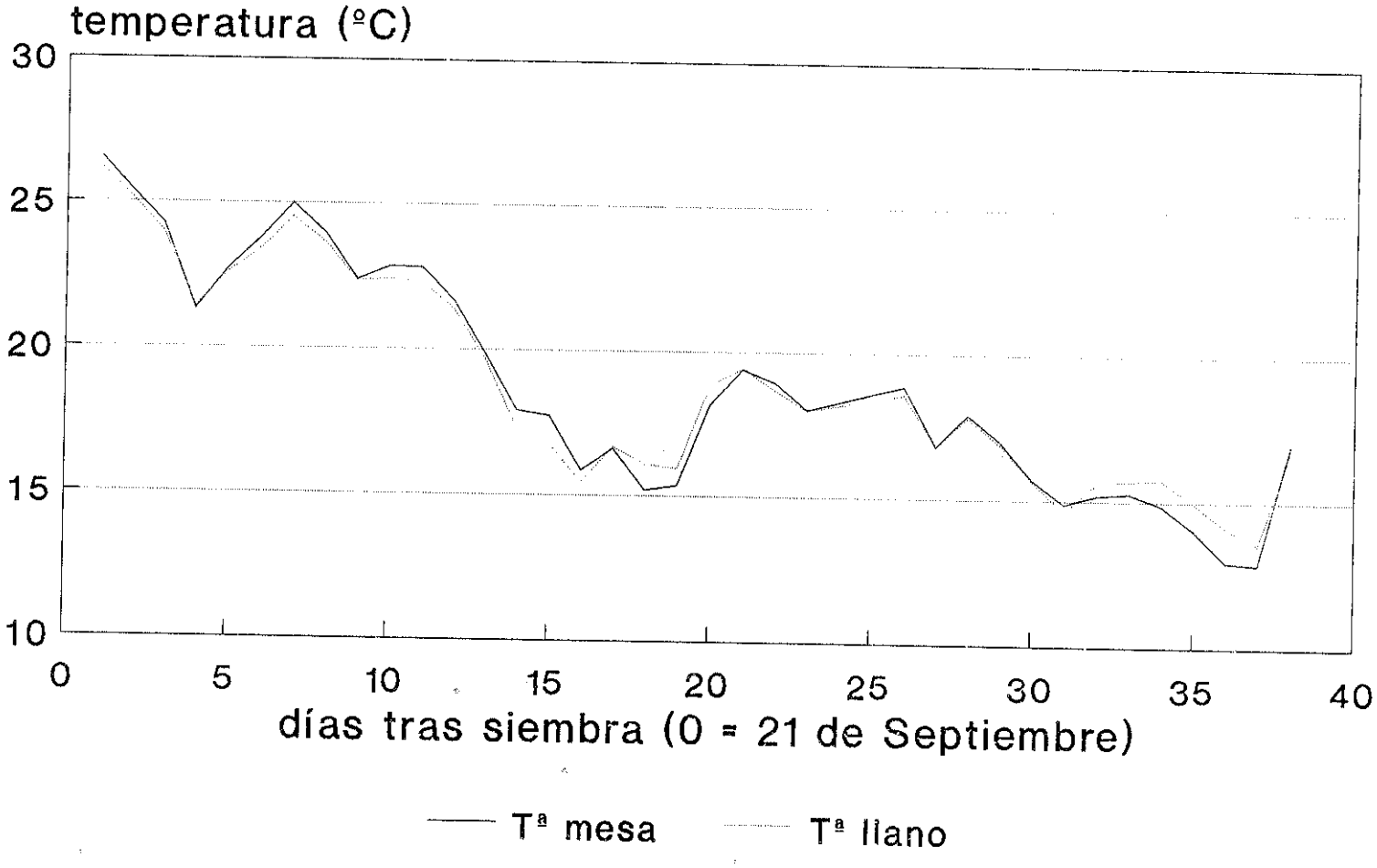


Figura V.2.1.2.5 - Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA DEL SUELO EN MESA Y LLANO AÑO 1990

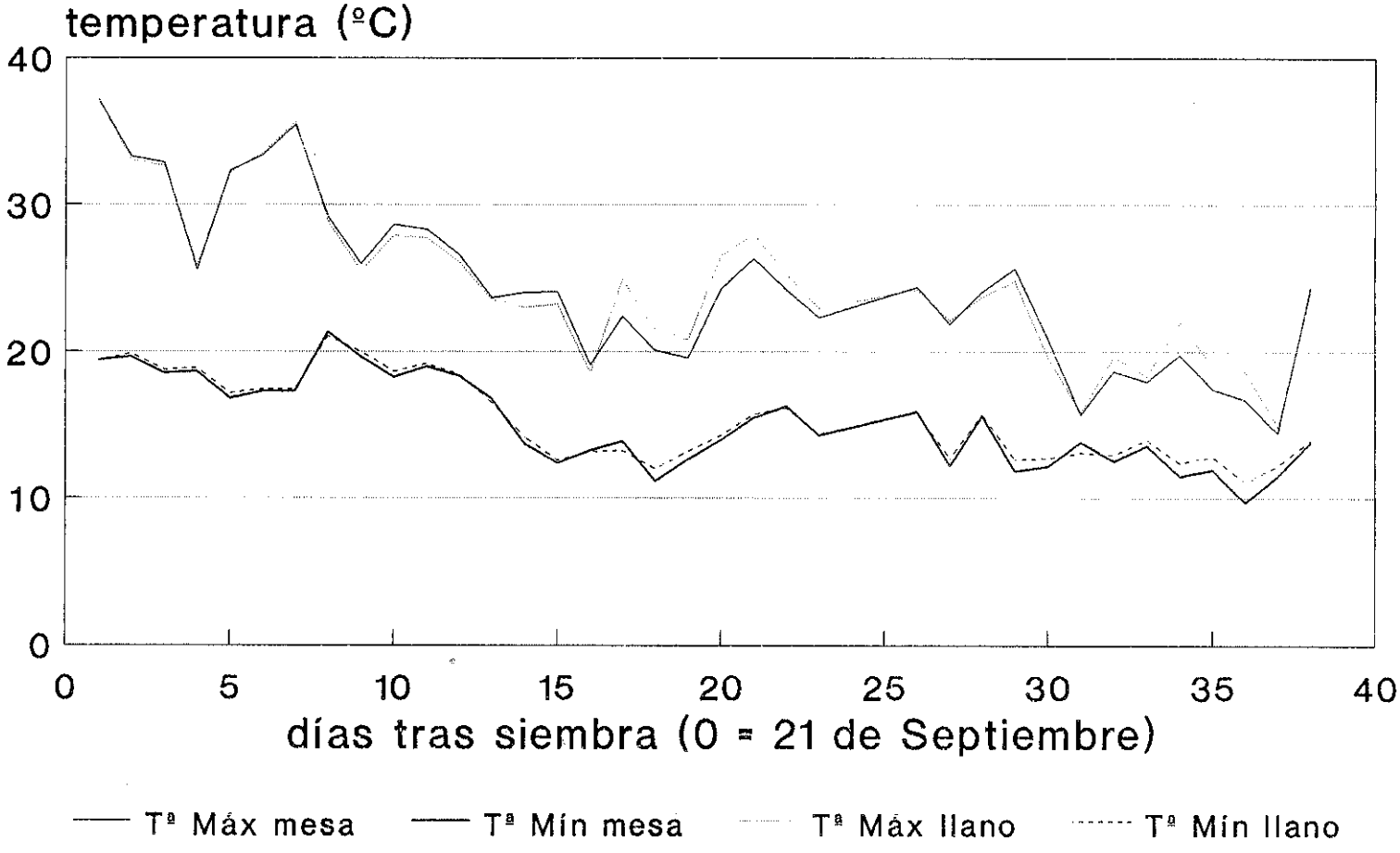


Figura V.2.1.2.6 -Ensayo 1. Alfranca (Zaragoza)

Tabla V.2.1.2.2 - Ensayo 1. Precipitaciones diarias registradas en Montañana (Zaragoza).

Fecha	Días tras la siembra	mm
29-9	8	6,8
30-9	9	0,5
12-10	21	0,8
14-10	23	0,3
15-10	24	5,6
18-10	27	2,7
21-10	30	14,1
22-10	31	15,6
23-10	32	1,2
27-10	36	0,6
28-10	37	4,5

ENSAYO 2. Año 1991.

En la mesa sin acolchado no se observó emergencia.

En la tabla V.2.1.2.3 se recogen los porcentajes de emergencia medios según la fecha de siembra y los días tras la siembra.

En la siembra realizada más tarde (25 de abril) el porcentaje de emergencia fue el menor, posiblemente como consecuencia de las altas temperaturas registradas bajo el plástico (casi todos los días temperaturas máximas mayores de 35 ºC) (fig. V.2.1.2.7), así como al ligero encostramiento que se produjo al llover y secarse el terreno en el tiempo transcurrido entre la siembra y el acolchado (la siembra y el acolchado se realizaron, por problemas de trabajo, con un día de diferencia).

En las siembras del 8 y 12 de abril el porcentaje máximo de emergencia se produjo a los 28 días tras la siembra (foto 9). La siembra del 12 de abril produjo el mejor resultado de emergencia (80,9 %), que fue significativamente superior ($p<0,05$) al obtenido con la primera siembra. En el resto de conteos no se observaron diferencias significativas entre ambas siembras, posiblemente porque sólo se realizaron con 4 días de diferencia. Las altas temperaturas registradas, bajo acolchado plástico, con posterioridad a los 28 días tras la siembra (fig. V.2.1.2.7) produjeron la muerte de gran número de plántulas y la reducción del porcentaje de emergencia.

En la segunda siembra, en la que se analizaron dos sistemas de siembra, a los 21 días tras la siembra no se observó diferencia en el porcentaje de emergencia entre los dos sistemas, pero a los 28 días fue significativamente mayor en las mesas (tabla V.2.1.2.4). Posteriormente se produjo la muerte de gran número de plantas en las mesas, ya mencionada, pero en llano la reducción del número de plantas fue muy pequeña, posiblemente porque las temperaturas no fueron tan altas como en las mesas (fig. V.2.1.2.8) y además en llano había mayor humedad en el

suelo (en las mesas hay un mayor drenaje del agua). Esto hizo que a los 49 días tras la siembra el porcentaje de emergencia fuese significativamente menor en mesa que en llano.

Las precipitaciones posteriores a las dos primeras siembras fueron de cierta importancia (tabla V.2.1.2.5), formándose bolsas de agua encima del plástico (foto 10), pero ésto no impidió que se obtuviesen emergencias importantes (fotos 11 y 12).

No se observaron diferencias significativas entre el uso o no de antitranspirante. Los porcentajes medios de pérdidas de plantas fueron:

- testigo sin tratamiento: 1,1 %
- tratado con antitranspirante: 2,3 %

Tabla V.2.1.2.3 - Ensayo 2, Año 1991. Porcentajes de emergencia medios (± desviación típica) según la fecha de siembra y los días tras la siembra.

Días tras la siembra	Siembra del 8 de abril	Siembra del 12 de abril	Siembra del 25 de abril
21	43,9 ± 16,6 a	36,7 ± 13,4 a	26,6 ± 5,4 a
28	58,9 ± 16,2 a	80,9 ± 8,1 b	-
35	55,4 ± 14,4 b	39,4 ± 27,7 ab	23,4 ± 4,8 a
49	44,0 ± 15,8 a	32,0 ± 26,7 a	23,9 ± 5,8 a

Para cada número de días tras la siembra las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test LSD al nivel de $p<0,05$

Tabla V.2.1.2.4 - Ensayo 2, Año 1991. Porcentajes de emergencia medios (± desviación típica) según el sistema de siembra y los días tras la siembra.

Días tras la siembra	LLano	Mesa
21	46,2 ± 14,5 a	36,7 ± 13,4 a
28	63,9 ± 11,1 a	80,9 ± 8,1 b
35	60,7 ± 10,8 a	39,4 ± 27,7 a
49	58,5 ± 11,3 b	32,0 ± 26,7 a

Para cada número de días tras la siembra las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test t al nivel de $p<0,05$

Foto 9. Detalle de la emergencia del pimiento.

Foto 10. Formación de bolsas de agua encima del acolchado.

Foto 11. Detalle de las plantas tras el retirado del plástico.

Foto 12. Línea de siembra.

RELACION ENTRE LA EMERGENCIA SEGUN LA FECHA DE SIEMBRA Y LA TEMPERATURA AÑO 1991

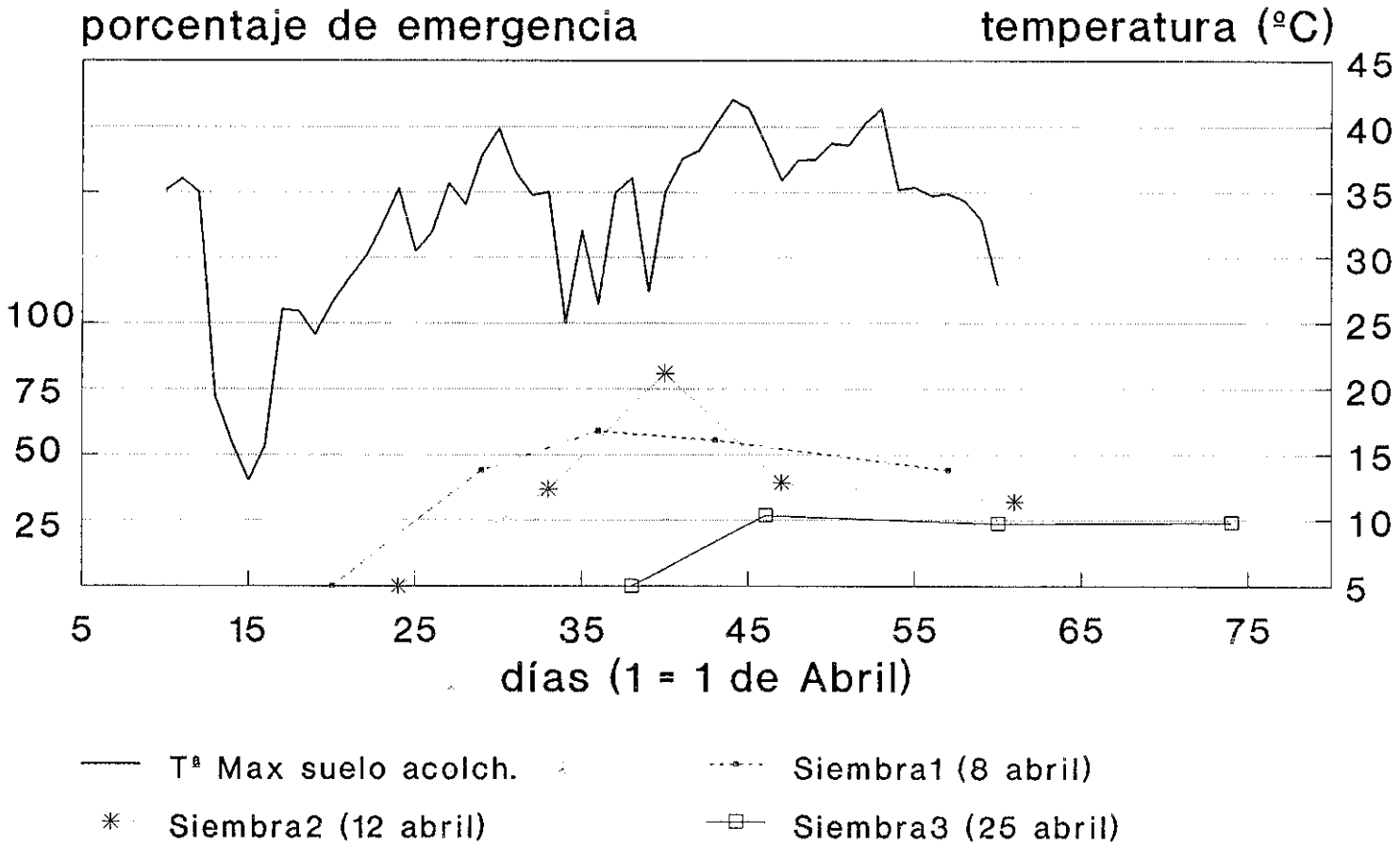


Figura V.2.1.2.7 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

RELACION ENTRE LA EMERGENCIA SEGUN EL SISTEMA DE SIEMBRA Y LA TEMPERATURA
Siembra 2 (12 abril). Año 1991.

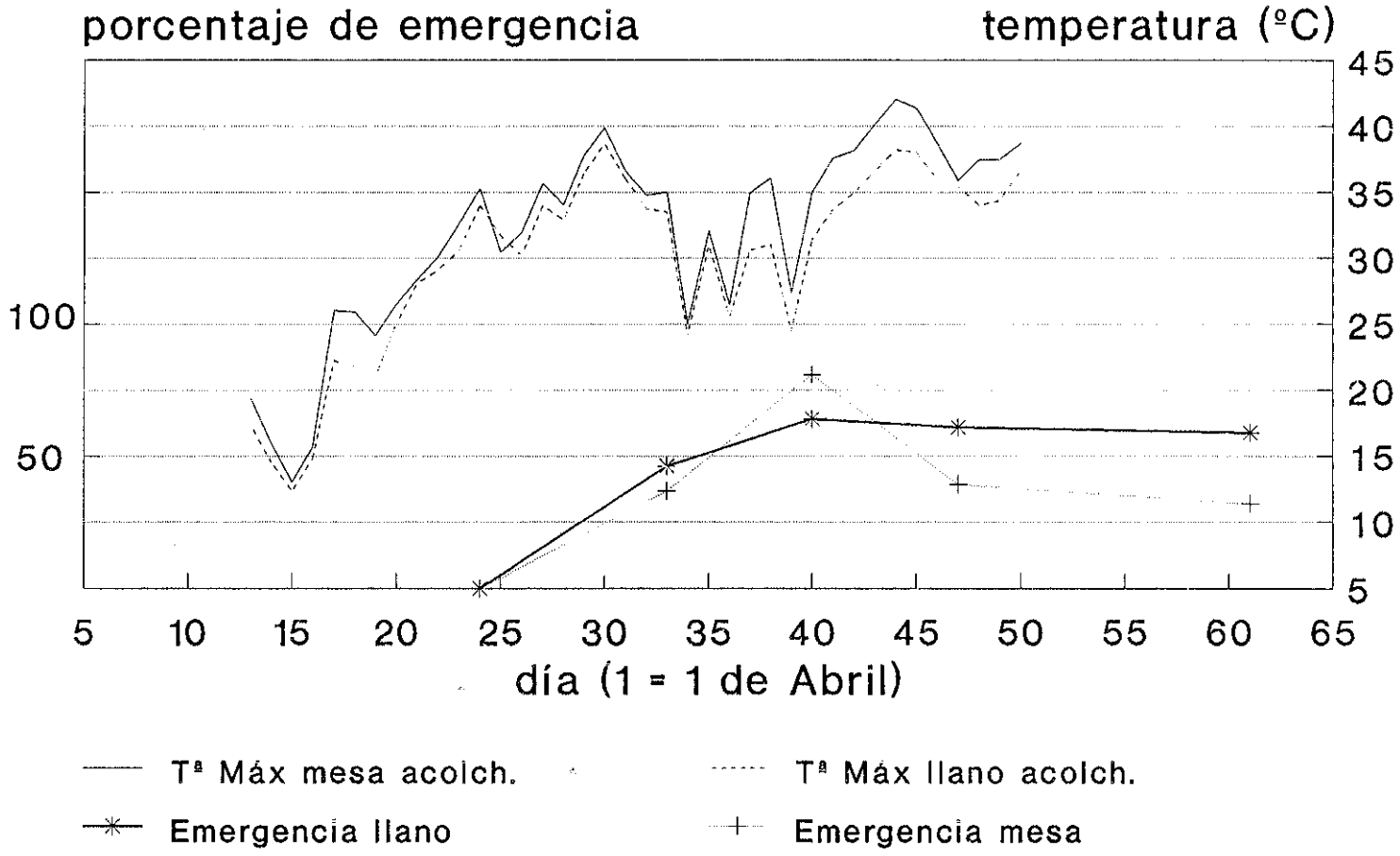


Figura V.2.1.2.8 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

Tabla V.2.1.2.5 - Ensayo 2, Año 1991. Precipitaciones diarias registradas en Montañana (Zaragoza).

Fecha	mm
13-4	7,6
15-4	16,4
16-4	8,8
17-4	3,4
24-4	0,2
2-5	0,2
8-5	8,0

ENSAYO 3. Año 1992.

En la mesa sin acolchado no se observó emergencia.

Se observó una diferencia importante entre los porcentajes de emergencia de las líneas orientadas al norte, que fueron mayores, y los de las filas orientadas al sur (tabla V.2.1.2.6). Esto posiblemente haya sido causado por:

1) la incidencia de fuertes vientos que levantaron algunos plásticos por la parte sur; con lo cual se perdió humedad en esta zona.
2) las mayores temperaturas registradas en las filas orientadas al sur (fig. V.2.1.2.9 y 10). Es importante resaltar que las temperaturas máximas en las filas orientadas al Sur superaron los 35 ºC muchos días, mientras que en las orientadas al norte apenas se alcanzó esta temperatura alguna vez durante el periodo considerado (1 - 19 abril). La temperatura máxima en las líneas orientadas al sur fue unos 4 ºC mayor que en las orientadas al norte.

La siembra en doble línea con acolchado plástico dio lugar a que la superficie de plástico expuesta a la acción del viento fuera importante. El tiempo seco que siguió a la siembra (tabla V.2.1.2.7) y la imposibilidad de regar antes del 22 de abril, para favorecer la sujección del plástico, causó estos problemas de levantado parcial de los mismos por los fuertes vientos.

El máximo porcentaje de emergencia se alcanzó a los 28 días de la siembra. Posteriormente la incidencia de altas temperaturas (fig V.2.1.2.11) produjo la muerte de algunas plantas.

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LA MESA SEGUN LA ORIENTACION DE LA LINEA DE SIEMBRA. AÑO 1992.

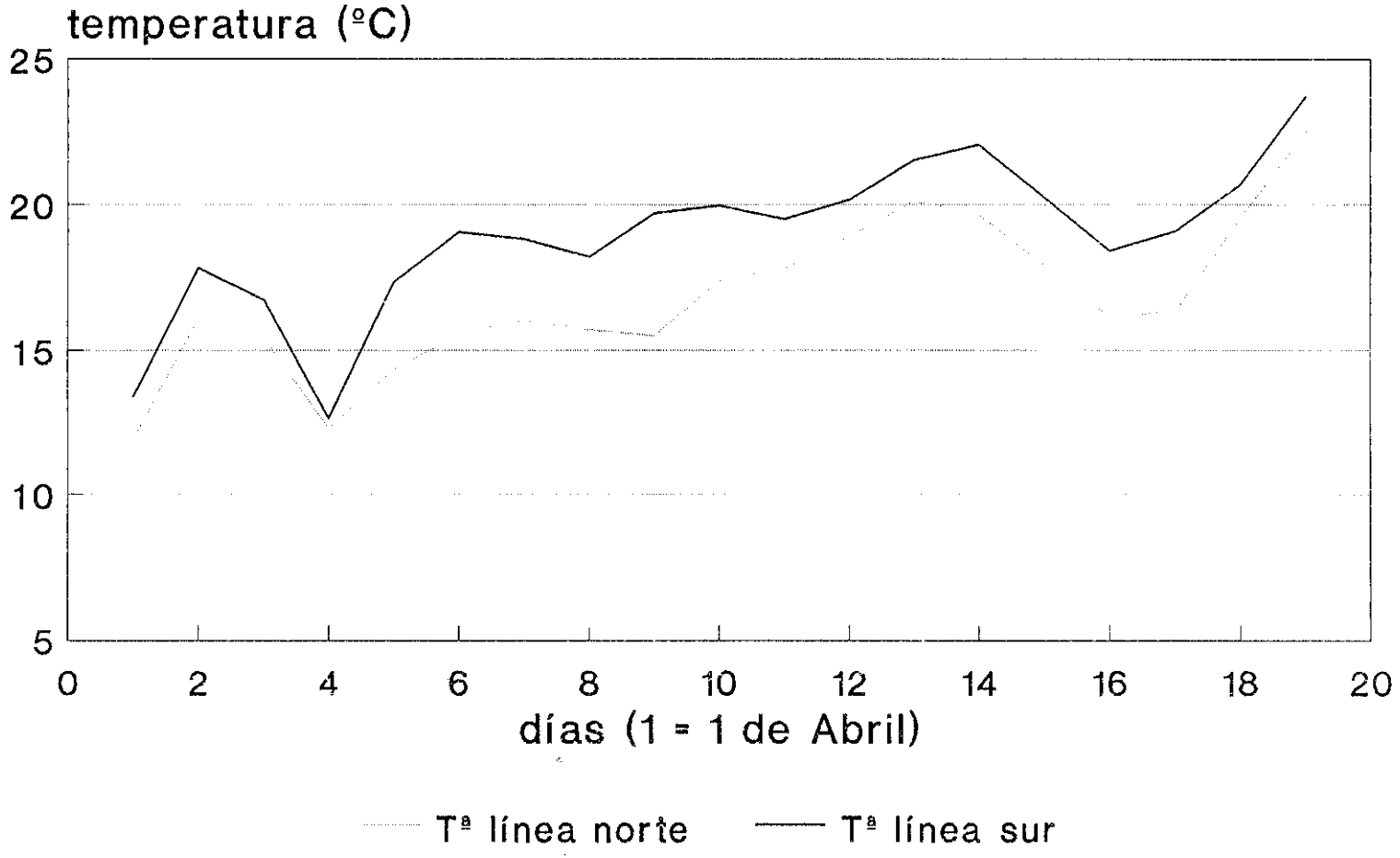


Figura V.2.1.2.9 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LAS TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA DE LA MESA SEGUN LA ORIENTACION DE LA LINEA DE SIEMBRA. AÑO 1992

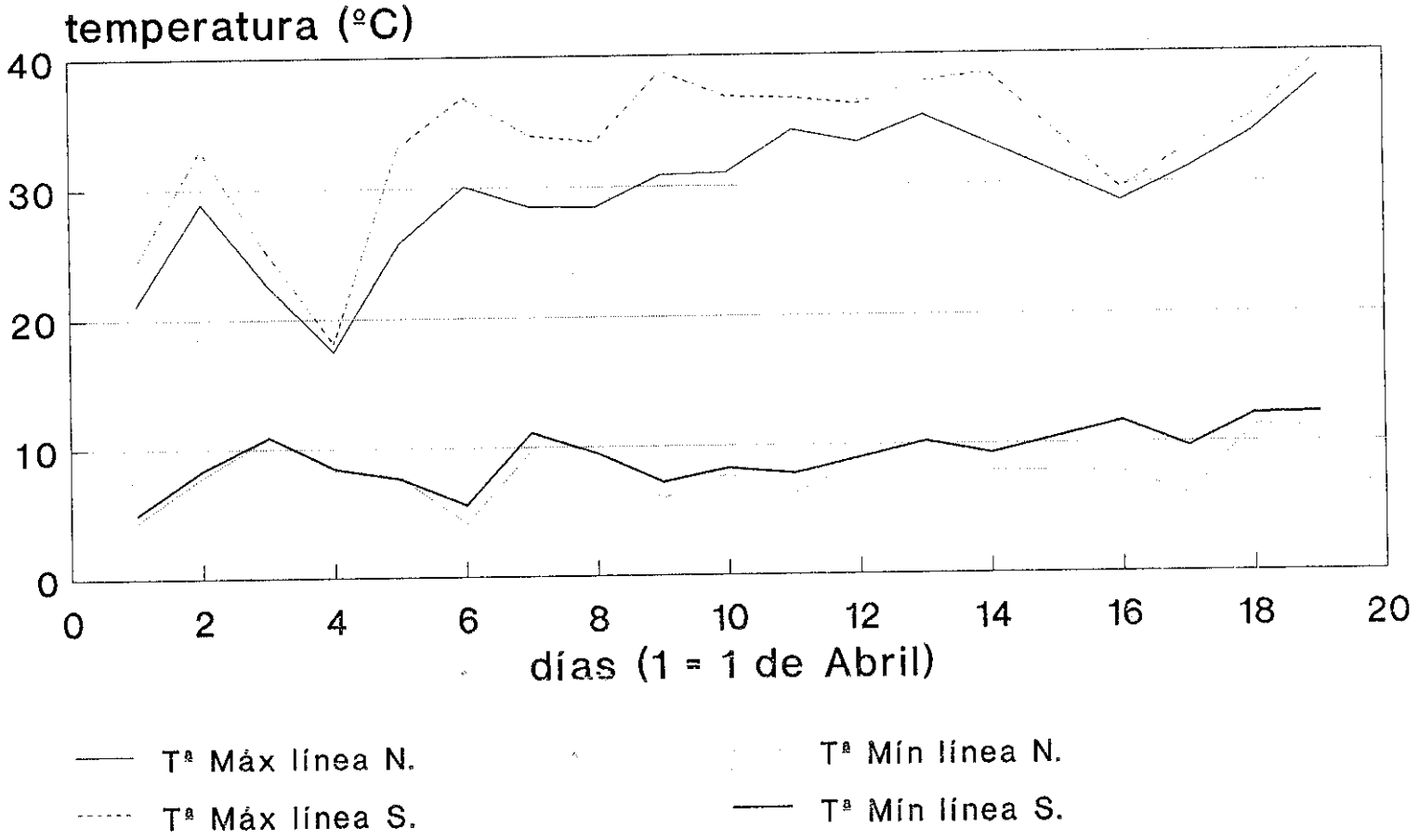


Figura V.2.1.2.10 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

RELACION ENTRE LA EMERGENCIA SEGUN LA ORIENTACION DE LA LINEA DE SIEMBRA Y LA TEMPERATURA. AÑO 1992.

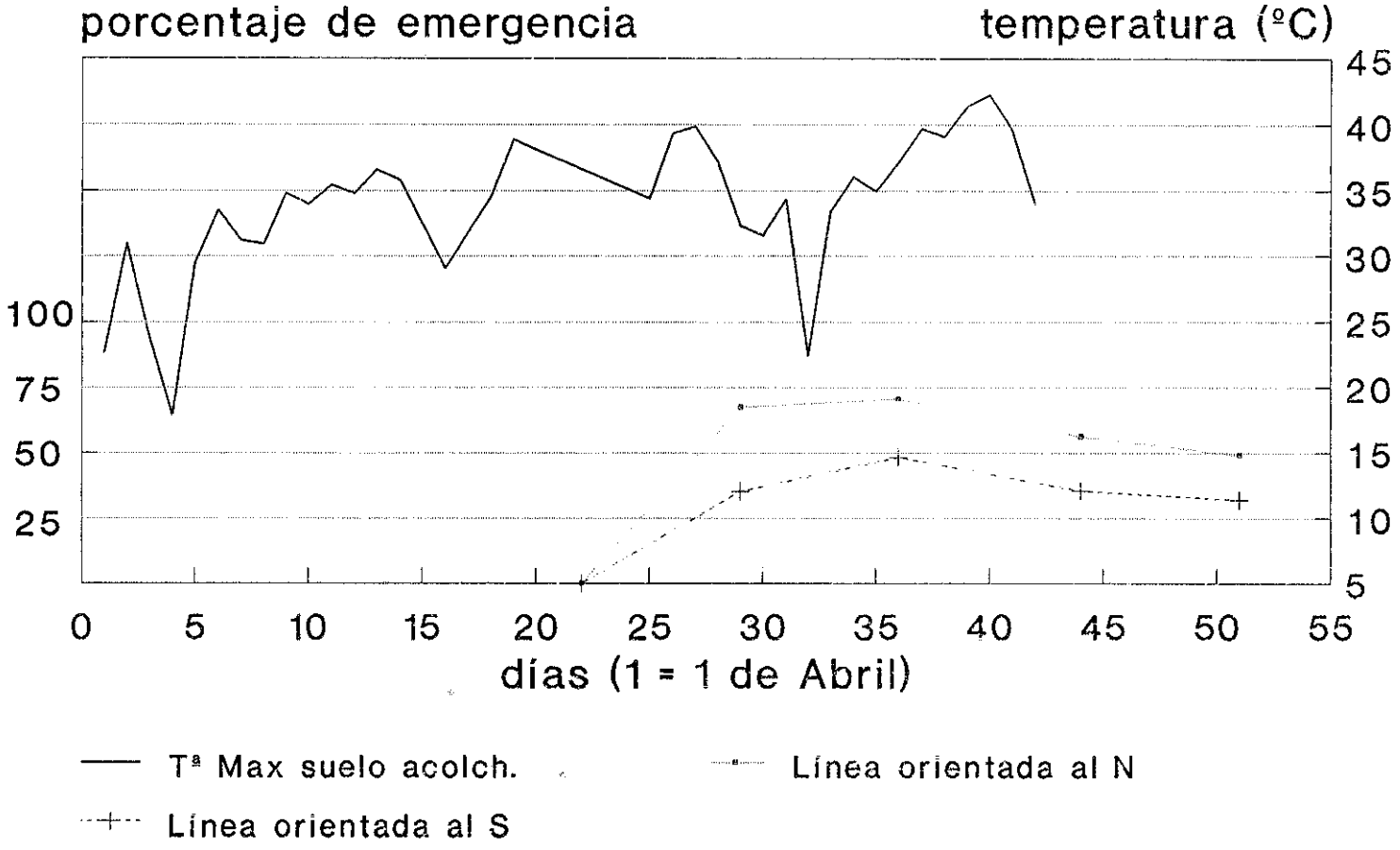


Figura V.2.1.2.11 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

Tabla V.2.1.2.6 - Ensayo 3, Año 1992. Porcentajes de emergencia medios (± desviación típica) según la orientación de las líneas de siembra y los días tras la siembra.

Días tras la siembra	Líneas de siembra orientadas al Norte	Líneas de siembra orientadas al Sur
21	67,3 ± 11,8	35,1 ± 12,0
28	70,4 ± 10,2	48,1 ± 9,5
36	56,1 ± 9,9	35,2 ± 7,7
43	49,0 ± 8,7	31,9 ± 8,1

Tabla V.2.1.2.7 - Ensayo 3, Año 1992. Precipitaciones diarias registradas en Montañana (Zaragoza).

Fecha	mm
8-4	1,2
16-4	0,2
21-4	0,2
1-5	2,2
2-5	2,0

ESTUDIO DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE Y DEL SUELO.

ENSAYO 2. Año 1991. Periodo: 10 abril - 30 mayo

Temperatura del aire (figura V.2.1.2.12)

La temperatura media del aire durante el periodo del 10 al 30 de abril varió entre 7 y 17 ºC. Durante el mes de mayo la temperatura media fue aumentando hasta alcanzar los 20 ºC. Las temperaturas mínimas oscilaron entre los 5 y los 10 ºC, produciendose heladas los días 21 y 22 de abril. Las temperaturas máximas estuvieron, en general, por debajo de los 20 ºC hasta el 18 de mayo. Posteriormente alcanzaron los 30 ºC.

Relación entre la temperatura del aire, temperatura del suelo desnudo y temperatura bajo acolchado plástico en mesa

a) Temperatura media (figura V.2.1.2.13)

Mientras la temperatura del suelo desnudo fluctuó durante los primeros 30 días (10 abril - 10 de mayo) entre 10 y 15 ºC, la del suelo acolchado estuvo durante ese mismo periodo por encima de

los 15 ºC.

La temperatura media del suelo se mantuvo ligeramente (2 - 3,3 ºC) por encima de la del aire y el uso del acolchado plástico aumentó de forma notoria (5,3 - 7,1 ºC) la temperatura del suelo desnudo (tabla V.2.1.2.8).

b) Temperatura mínima (figura V.2.1.2.14)

Aunque la temperatura del aire fue inferior a 0 ºC en dos ocasiones, la temperatura del suelo desnudo se mantuvo a 2 - 3 ºC. El uso del acolchado plástico supuso que con temperaturas del aire de - 1 ºC, la temperatura del suelo se quedara en 7,5 - 8,5 ºC. Durante los primeros 30 días las mínimas alcanzadas en el suelo desnudo estuvieron por debajo de los 10 ºC, mientras que bajo el plástico únicamente en 6 días fue inferior a los 10 ºC (y en cualquier caso > 7,5 ºC).

La temperatura mínima del suelo se mantuvo muy próxima a la del aire, pero el uso del acolchado plástico aumentó (en 4,4 - 5,4 ºC) la temperatura del suelo desnudo (tabla V.2.1.2.8).

c) Temperatura máxima (Figura V.2.1.2.15)

Mientras que desde el 15 de abril al 15 de mayo las temperaturas del aire se mantuvieron, en general, por debajo de 20 ºC, las temperaturas del suelo desnudo se mantuvieron por encima de esta temperatura (entre 20 y 30 ºC) y con acolchado plástico entre 25 y 35 ºC. Posteriormente con acolchado plástico se superaron los 35 ºC bajo el plástico.

Las temperaturas máximas del suelo fueron superiores (en 4,9 - 8,4 ºC) a las del aire. El acolchado plástico aumentó (en 6,8 - 9,5 ºC) la temperatura del suelo (tabla V.2.1.2.8). El agujereado posterior del plástico hizo que este aumento de la temperatura máxima del suelo con el acolchado fue sólo de 3 ºC.

En la tabla V.2.1.2.8 puede observarse que la influencia del acolchado fue mayor en las temperaturas máximas que en las mínimas.

Tabla V.2.1.2.8 - Ensayo 2, año 1991. Diferencias medias de temperatura (± desviación típica) durante distintos periodos entre las temperaturas del aire, el suelo desnudo y el suelo bajo acolchado plástico con microtúnel.

	Tª suelo desnudo > Tª aire			Tª acolchado > Tª desnudo		
Periodo	Tª med.	Tª mín.	Tª máx.	Tª med.	Tª mín.	Tª máx.
10-4,30-4	2,0±1,1	1,4±1,7	4,9±2,7	5,3±1,9	4,4±1,3	6,8±3,1
1-5,16-5	3,3±1,3	2,1±2,2	8,4±2,4	7,1±0,6	5,4±0,8	9,5±1,7
16-5,30-5 (agujereado)				2,7±1,7	2,7±0,8	3,0±4,0

Regresión lineal entre la temperatura bajo acolchado plástico en mesa y la temperatura del aire

A partir de los datos de la temperatura del suelo bajo acolchado plástico en mesa y de los datos diarios de temperaturas medias, mínimas y máximas en una estación meteorológica automática próxima (300 m), que tomaba 1 dato cada 20 minutos, se ha estudiado la relación entre las temperaturas del suelo bajo acolchado plástico con la técnica del microtúnel y las temperaturas del aire, en el periodo del 15 de abril al 16 de mayo. También se ha utilizado la temperatura media del día anterior en el modelo de regresión porque se ha visto que explicaba mejor los datos observados.

Se obtuvieron las siguientes relaciones:

a) Temperatura media:

Tª media bajo acolchado = 8,0080 + 1,1152 * Tª media del aire

R2 = 0,766

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte superior de la figura V.2.1.2.16. Con temperaturas medias del aire superiores a 7 ºC se consiguieron temperaturas medias con acolchado mayores de 15 ºC y temperaturas medias del aire mayores de 11 ºC dieron lugar a temperaturas bajo el acolchado mayores de 20 ºC.

La inclusión de la temperatura media del día anterior mejoró el modelo de regresión:

Tª media bajo acolchado = 6,8886 + 0,8801 * Tª media del aire
+ 0,3354 * Tª media aire del dia anterior

R2 = 0,808

b) Temperatura mínima:

Tª mínima bajo acolchado = 7,7646 + 0,7313 * Tª mínima aire

R2 = 0,675

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte superior de la figura V.2.1.2.17. Con temperaturas mínimas del aire mayores de 5 ºC las temperaturas mínimas con el acolchado no bajaron de los 10 ºC.

La inclusión de la temperatura media del día anterior mejoró el modelo de regresión:

Tª mínima bajo acolchado = 4,2654 + 0,5003 * Tª mínima aire
+ 0,4376 * Tª media aire del dia anterior

R2 = 0,804

c) Temperatura máxima:

Tª máxima bajo acolchado = 12,0692 + 1,2891 * Tª máxima aire

R2 = 0,664

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte superior de la figura V.2.1.2.18. Con temperaturas máximas del aire por encima de 18 ºC bajo acolchado plástico se sobrepasaron los 35 ºC.

La inclusión de la temperatura media del día anterior mejoró el modelo de regresión:

Tª máxima bajo acolchado = 9,9228 + 1,0106 * Tª máxima aire
+ 0,6064 * Tª media aire del dia anterior

R2 = 0,727

Comparación de temperaturas bajo acolchado plástico entre mesas y llano

Hubo pocas diferencias en las temperaturas medias (fig. V.2.1.2.19) y las temperaturas mínimas (V.2.1.2.20). Las temperaturas máximas en mesa fueron superiores (en 0,5 - 5 ºC) a las temperaturas máximas en llano (fig. V.2.1.2.20).

ENSAYO 3. Año 1992. Periodo: 1 abril - 12 mayo

Temperatura del aire (Figura V.2.1.2.21)

La temperatura media del aire en el periodo considerado osciló entre 8 y 20 ºC. Durante los primeros 15 días de abril las temperaturas mínimas estuvieron alrededor de los 5 ºC, con varios días a 1 - 1,5 ºC, después fueron de unos 10 ºC. Hasta el 18 de abril la temperatura máxima estuvo, salvo algún día, por debajo de los 20 ºC. Posteriormente las temperaturas máximas estuvieron por encima de 20 ºC e incluso de 25 ºC.

Relación entre la temperatura del aire, temperatura del suelo desnudo y temperatura bajo acolchado plástico en mesa

a) Temperatura media (Figura V.2.1.2.22)

Mientras la temperatura del suelo desnudo fluctuó durante los primeros 20 días de abril entre 10 y 15 ºC, la del suelo bajo acolchado en minitunel estuvo, durante ese mismo periodo, por encima de 15 ºC y posteriormente entre 20 y 25 ºC.

La temperatura media del suelo se mantuvo ligeramente (1,0 - 2,7 ºC) por encima de la del aire. El uso del acolchado plástico dio lugar a temperaturas superiores (en 6,6 ºC) a las del suelo desnudo, incluso tras el agujereado del mismo (en este caso 5 ºC) (tabla V.2.1.2.9).

b) Temperatura mínima (Figura V.2.1.2.23)

Durante los primeros 15 días de abril la temperatura mínima del suelo desnudo fue inferior a 7,5 ºC mientras que la del suelo acolchado estuvo por encima. Posteriormente estuvo por encima de 10 ºC con el acolchado, pero en el suelo desnudo se registraron temperaturas menores de 10 ºC.

La temperatura mínima del suelo desnudo se mantuvo cercana a la del aire pero casi siempre por encima de la de este (en 1,4 - 2,3 ºC). El uso de acolchado plástico produjo temperaturas superiores (en 2,3 ºC) a las del suelo desnudo, incluso tras el agujereado del mismo (en 3,4 ºC) (tabla V.2.1.2.9).

b) Temperatura máxima (Figura V.2.1.2.24)

Durante los primeros 18 días de abril las temperaturas máximas del aire estuvieron, en general, por debajo de los 20 ºC, las del suelo desnudo por debajo de los 25 ºC y las temperaturas bajo acolchado no superaron (salvo algún día) los 35 ºC. Posteriormente se produjo un periodo de unos 10 días durante el cual las máximas del aire superaron los 20 ºC, e incluso los 25 ºC, siendo las temperaturas del suelo desnudo mayores de 30 ºC y bajo acolchado mayores de 35 ºC. A partir del 4 de mayo se reprodujo este situación.

Las temperaturas máximas del suelo fueron superiores a las del aire (en 2,8 - 5,9 ºC). El acolchado plástico aumentó la temperatura del suelo (en 13,5 ºC), aunque tras el agujereado este aumento fue menor (7,4 ºC) (tabla V.2.1.2.9).

En la tabla V.2.1.2.9 puede observarse que la influencia del acolchado plástico fue mayor en las temperaturas máximas que en las mínimas.

Tabla V.2.1.2.9 - Ensayo 3, año 1992. Diferencias medias de temperatura (± desviación típica) durante distintos periodos entre las temperaturas del aire, el suelo desnudo y el suelo bajo acolchado plástico con microtúnel.

	Tª suelo desnudo > Tª aire			Tª acolchado > Tª desnudo		
Periodo	Tª med.	Tª mín.	Tª máx.	Tª med.	Tª mín.	Tª máx.
1-4,20-4	1,0±1,7	1,4±1,5	2,8±3,2	6,6±1,9	2,3±0,9	13,5±4,5
20-4,12-5	2,7±2,0	2,3±1,7	5,9±3,2	*5,0±2,5	*3,4±1,8	*7,4±4,8

* con el plástico agujereado

Regresión lineal entre la temperatura bajo acolchado plástico en mesa y la temperatura del aire

Se realizó de igual forma que con los datos del ensayo 2, pero en este caso la estación meteorológica estaba más cercana (50 m). Como temperaturas en las mesas se tomó la media de las correspondientes a las líneas de orientación norte y sur. Se consideró el periodo del 1 de abril al 12 de mayo.

Se obtuvieron las siguientes relaciones:

a) Temperatura media:

Tª media bajo acolchado = 6,9353 + 1,0167 * Tª media del aire

R2 = 0,813

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte inferior de la figura V.2.1.2.16. Temperaturas medias del aire superiores a 8 ºC produjeron temperaturas medias mayores de 15 ºC bajo acolchado. Temperaturas medias del aire mayores de 13 ºC dieron lugar a temperaturas medias bajo el acolchado mayores de 20 ºC.

La inclusión de la temperatura media del día anterior mejoró el modelo de regresión:

Tª media bajo acolchado = 6,0028 + 0,8324 * Tª media del aire + 0,2580 * Tª media aire del dia anterior

R2 = 0,840

b) Temperatura mínima:

Tª mínima bajo acolchado = 4,4944 + 0,9951 * Tª mínima aire

R2 = 0,527

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte inferior de la figura V.2.1.2.17. Con temperaturas mínimas del aire mayores de 7 ºC las temperaturas mínimas con el acolchado no bajaron de los 10 ºC.

La inclusión de la temperatura media del día anterior mejoró el modelo de regresión:

Tª mínima bajo acolchado = 0,5466 * Tª mínima aire + 0,5849 * Tª media aire del dia anterior

R2 = 0,988

c) Temperatura máxima:

Tª máxima bajo acolchado = 19,3194 + 0,7346 * Tª máxima aire

R2 = 0,545

La recta de regresión anterior y los datos observados se han representado en la parte inferior de la figura V.2.1.2.18. Con temperaturas máximas del aire de 18 - 19 ºC se alcanzaron o superaron los 35 ºC bajo acolchado plástico.

En este caso la inclusión de la temperatura media del día anterior no mejoró el modelo de regresión.

Comparación de temperaturas bajo acolchado plástico en mesa entre las líneas orientadas al norte y las orientadas al sur

Las temperaturas medias (fig. V.2.1.2.9), mínimas y máximas (fig. V.2.1.2.10) fueron mayores en las líneas orientadas al Sur que en las orientadas al norte, siendo lo más importante el que las máximas en las líneas orientadas al sur superaron los 35 ºC muchos días mientras que en las orientadas al norte apenas se alcanzó esta temperatura alguna vez. La temperatura máxima de las filas orientadas al sur fueron unos 4 ºC superiores a las de orientación norte.

Comparación de temperaturas bajo acolchado plástico entre mesa y llano

Hasta el 5 de mayo, en que se regó la parte de llano, por un problema de falta de humedad, las temperaturas fueron similares entre ambos sistemas, siendo las temperaturas medias y máximas ligeramente mayores en las mesas y las mínimas mayores en llano (figs. V.2.1.2.25 y 26). Posteriormente al riego y como consecuencia del mismo las temperaturas medias, mínimas y máximas de las mesas fueron superiores.

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE
AÑO 1991

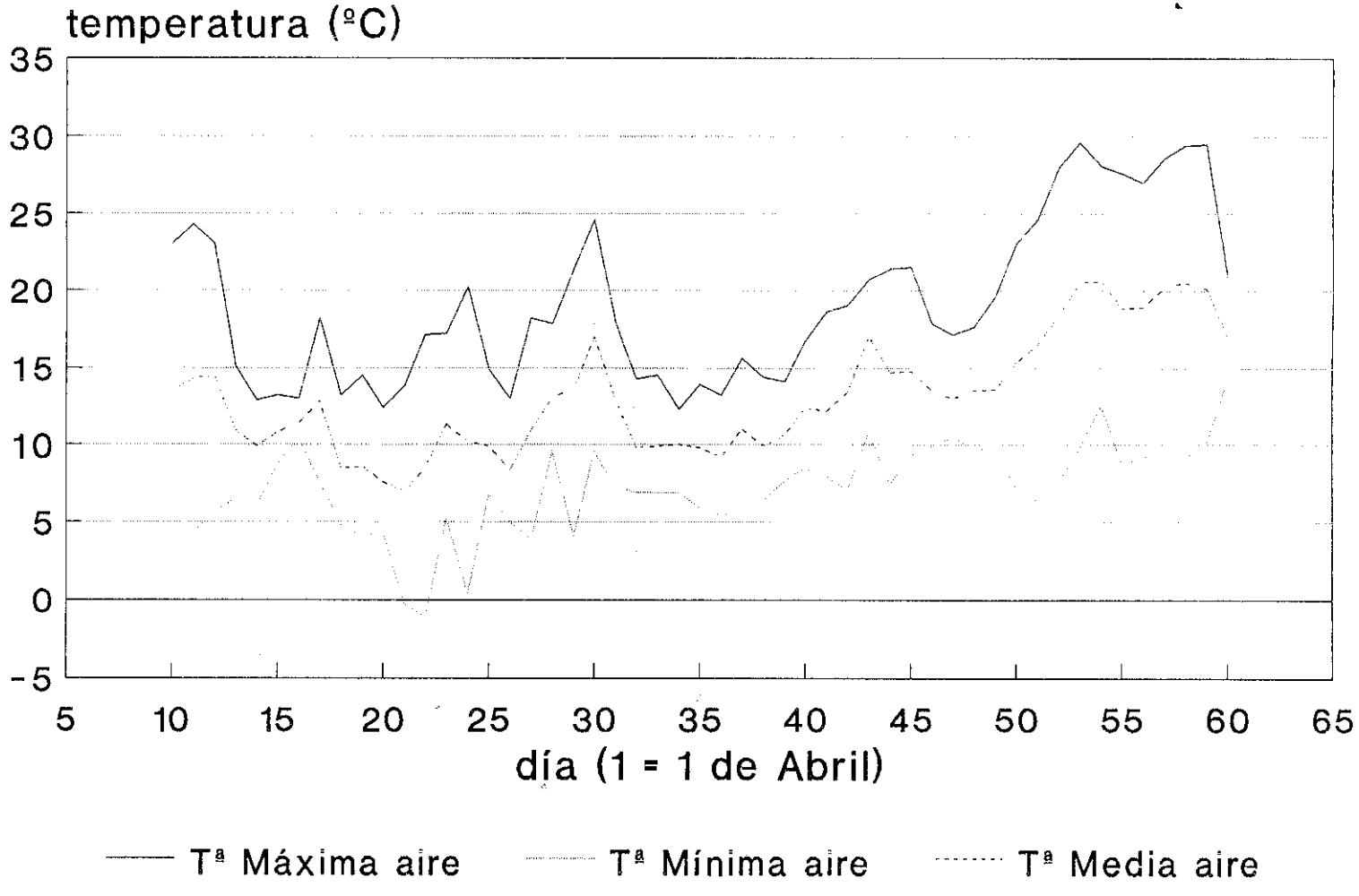


Figura V.2.1.2.12 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1991

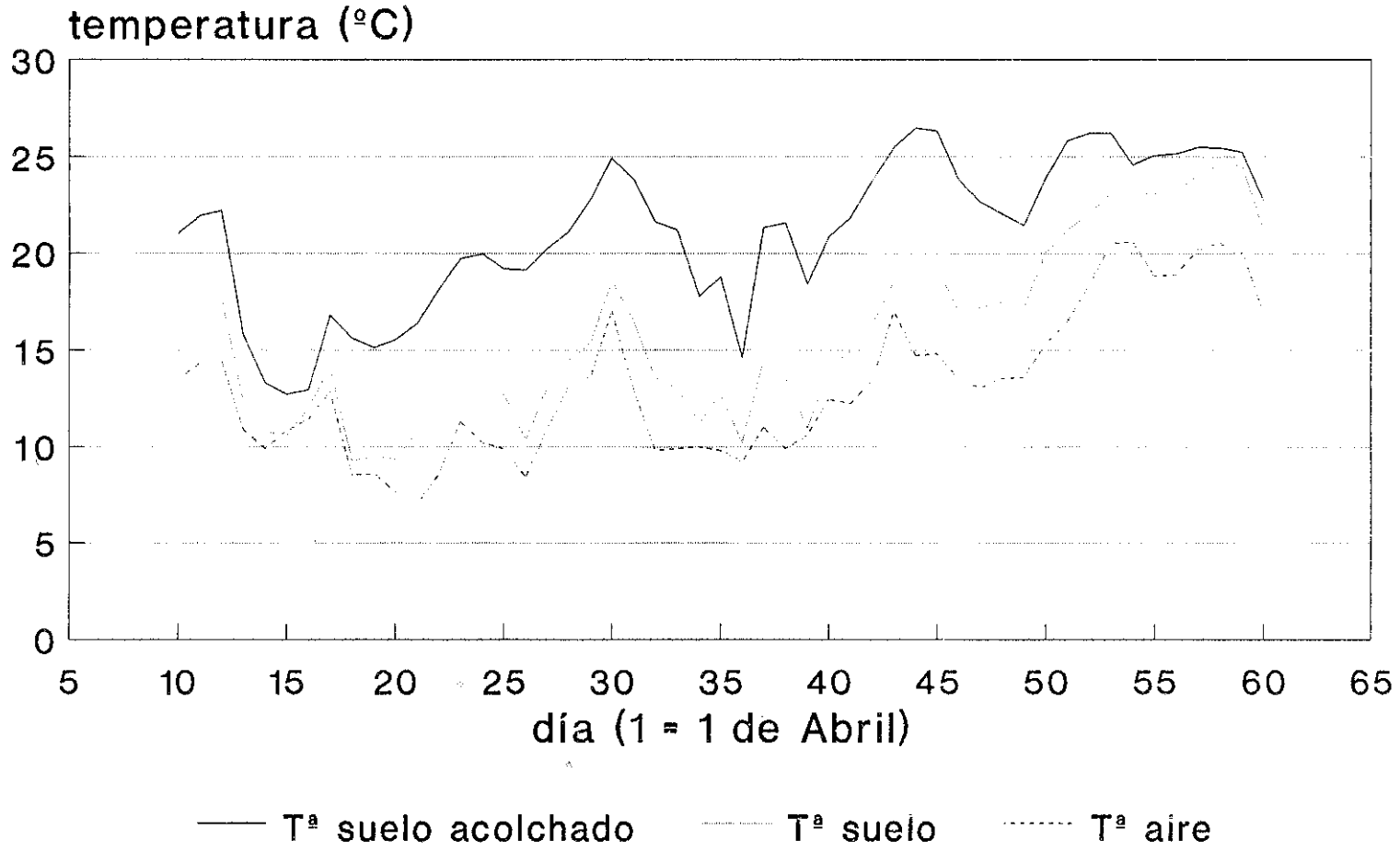


Figura V.2.1.2.13 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1991

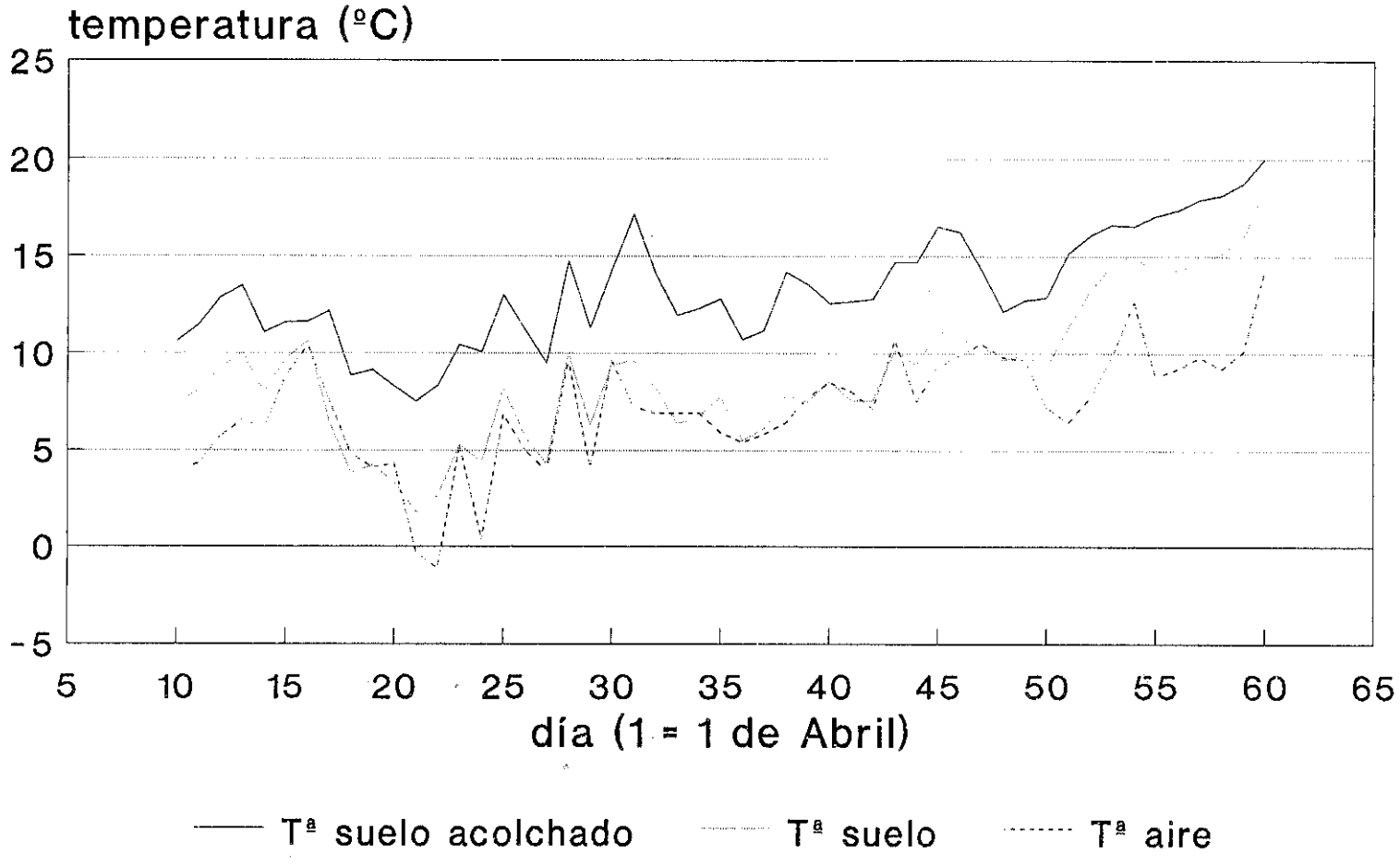


Figura V.2.1.2.14 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MAXIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1991

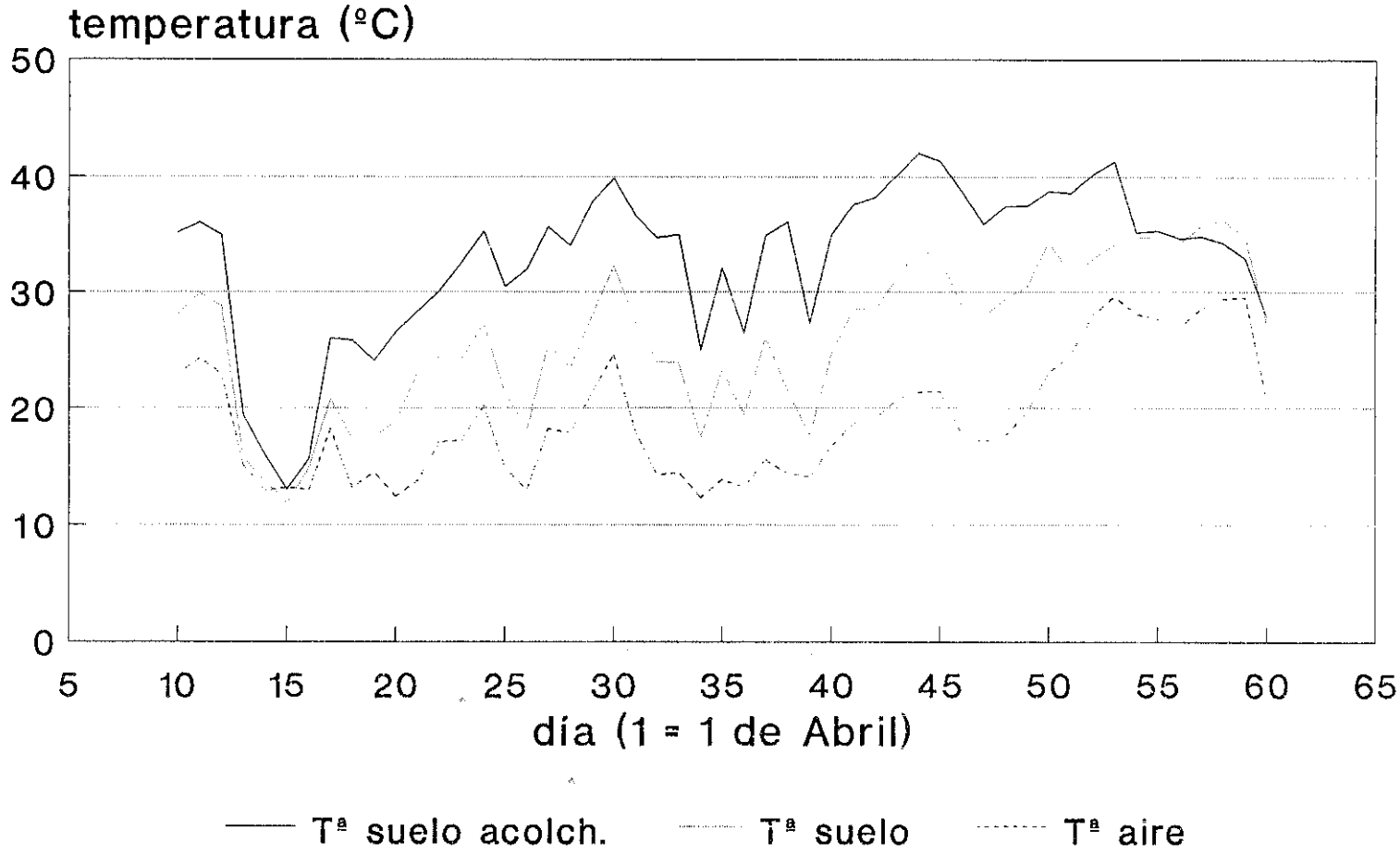
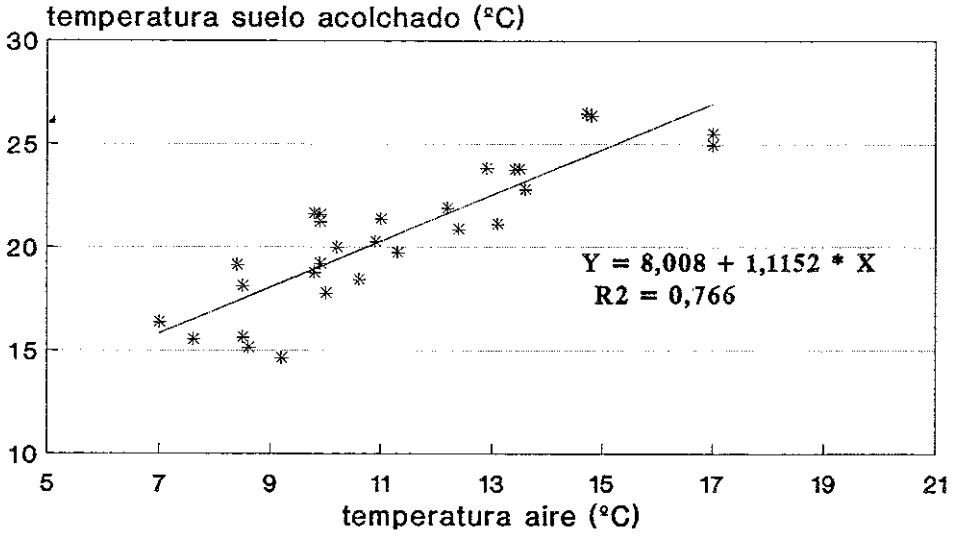


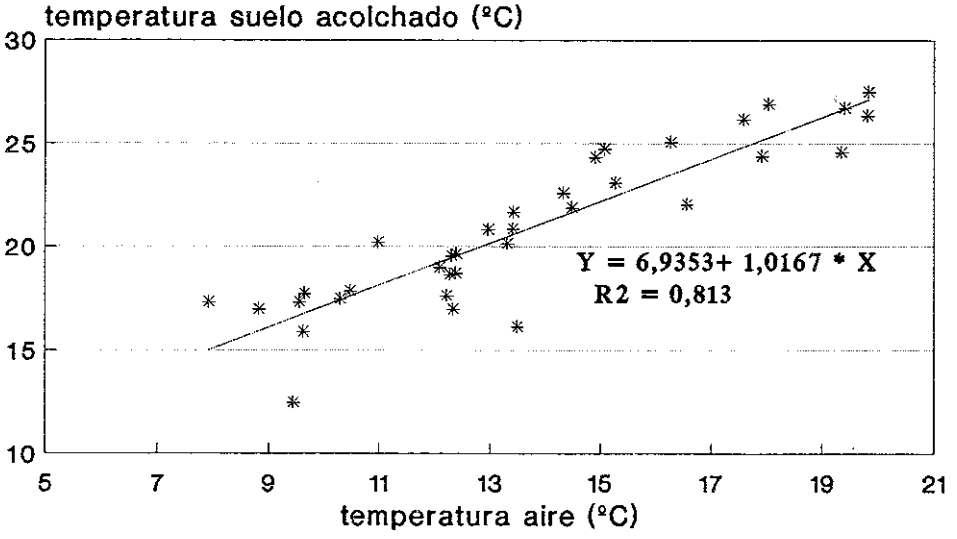
Figura V.2.1.2.15 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

RELACION ENTRE LA Tª MEDIA DEL AIRE Y LA
Tª MEDIA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(15 abril - 16 mayo). AÑO 1991



* observado

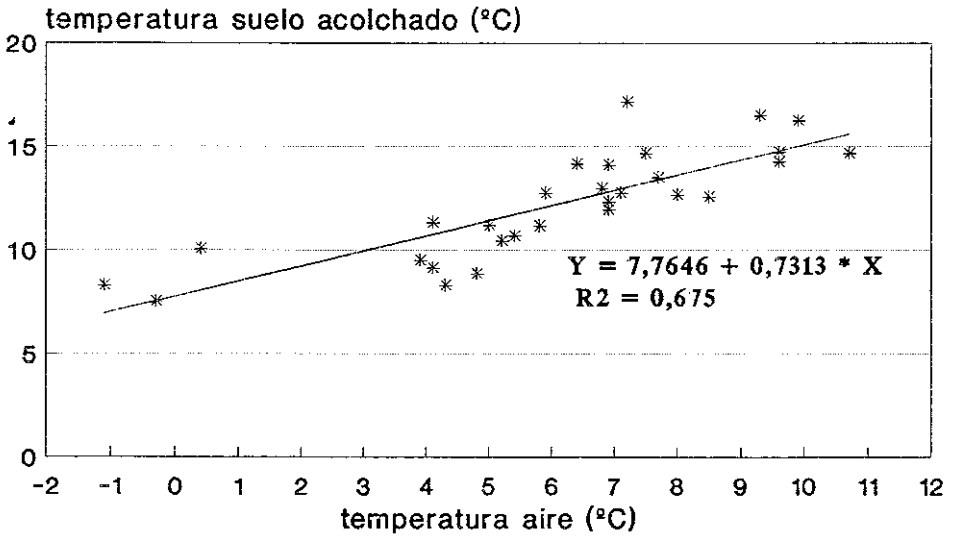
RELACION ENTRE LA Tª MEDIA DEL AIRE Y
LA Tª MEDIA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(1 abril - 12 mayo). AÑO 1992



* observado

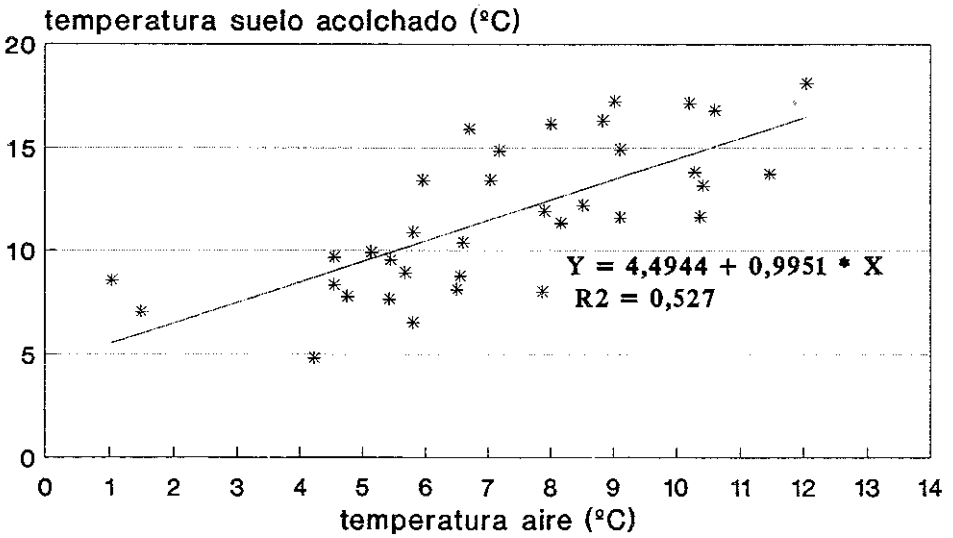
Figura V.2.1.2.16 - Ensayos 2 y 3. Montañana (Zaragoza)

RELACION ENTRE LA Tª MINIMA DEL AIRE Y
LA Tª MINIMA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(15 abril - 16 mayo). AÑO 1991



* observado

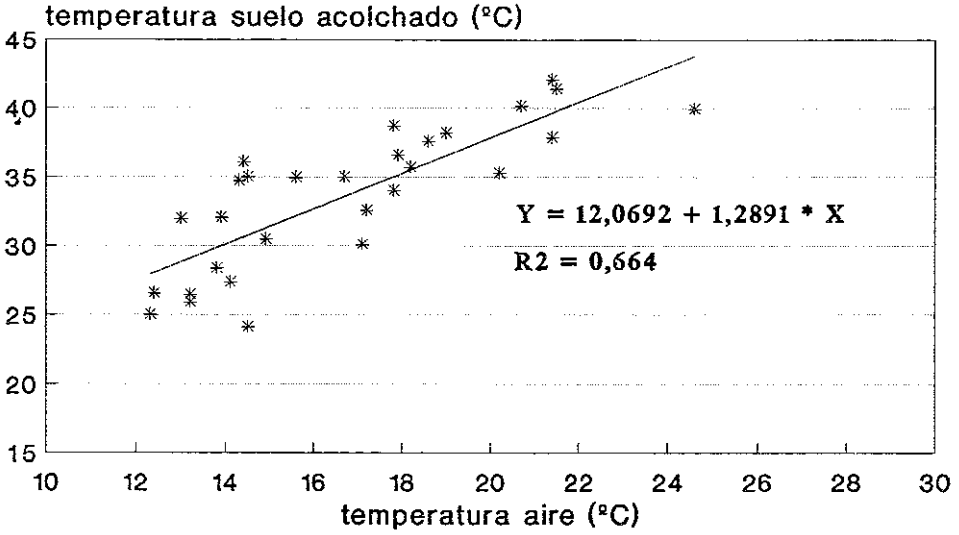
RELACION ENTRE LA Tª MINIMA DEL AIRE Y
LA Tª MINIMA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(1 abril - 12 mayo). AÑO 1992



* observado

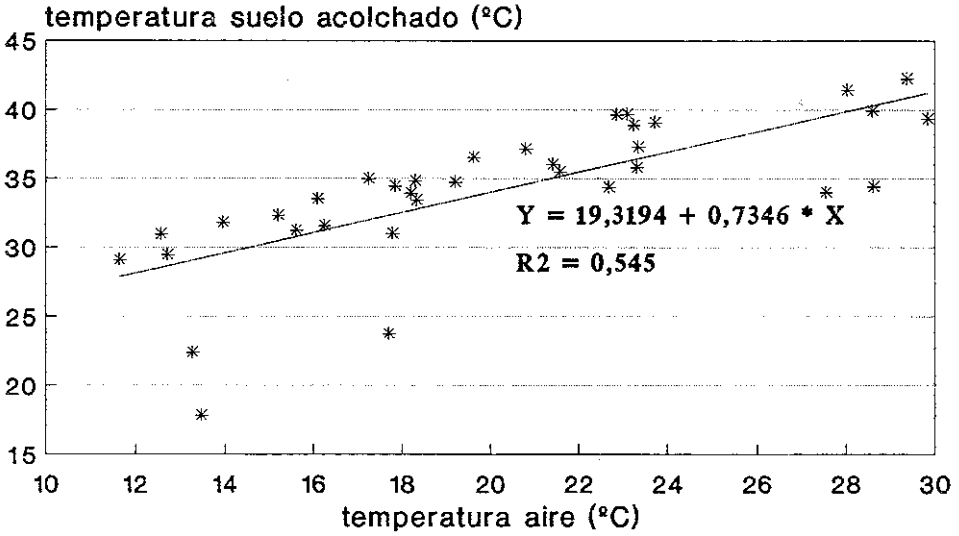
Figura V.2.1.2.17 - Ensayos 2 y 3. Montañana (Zaragoza)

RELACION ENTRE LA Tª MAXIMA DEL AIRE Y
LA Tª MAXIMA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(15 abril - 16 mayo). AÑO 1991



* observado

RELACION ENTRE LA Tª MAXIMA DEL AIRE Y
LA Tª MAXIMA DEL SUELO BAJO ACOLCHADO
(1 abril - 12 mayo). AÑO 1992



* observado

Figura V.2.1.2.18 - Ensayos 2 y 3. Montañana (Zaragoza)

TEMPERATURA MEDIA DEL SUELO EN MESA Y LLANO BAJO ACOLCHADO PLASTICO
Siembra 2 (12 de Abril). AÑO 1991

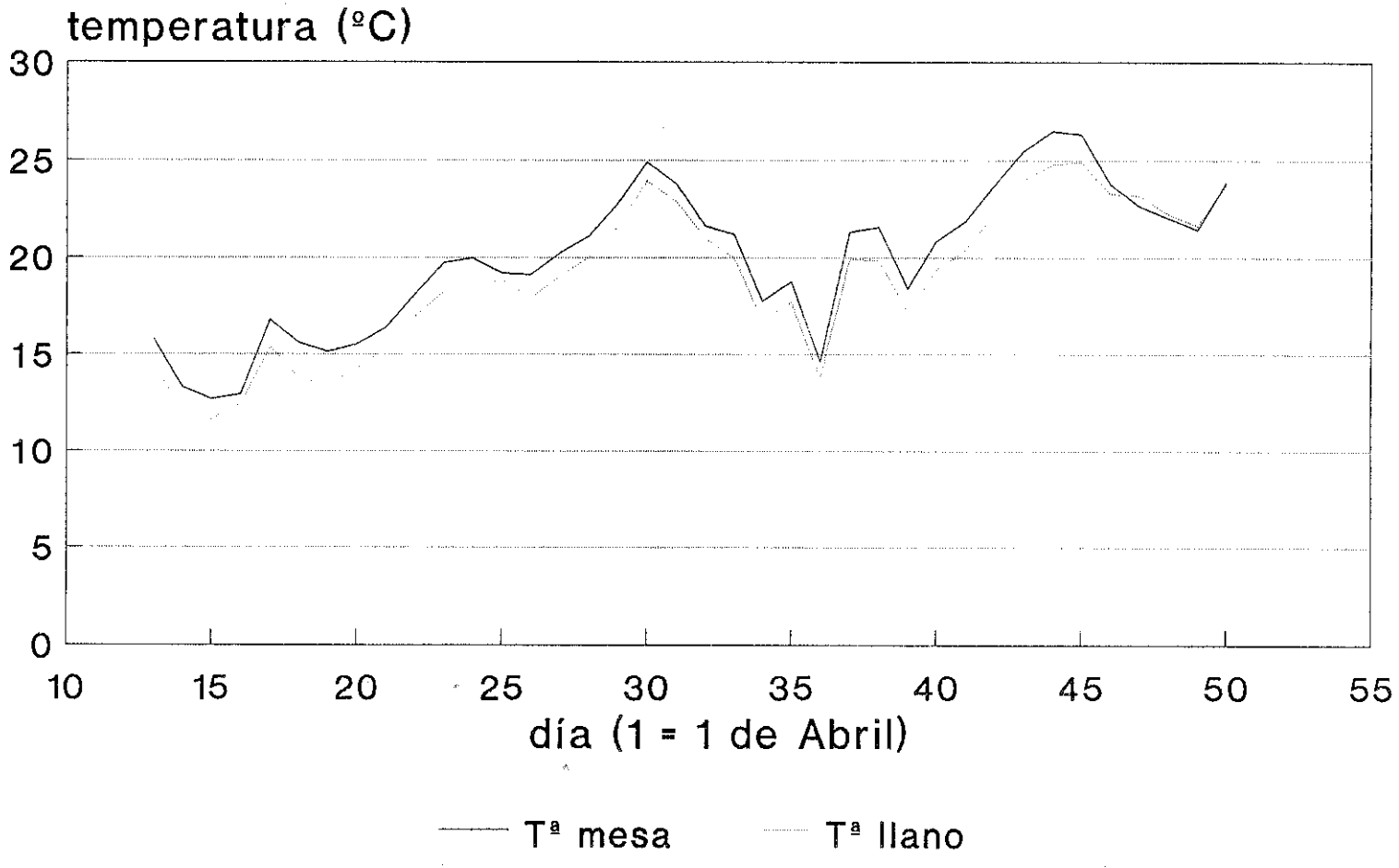


Figura V.2.1.2.19 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA DEL SUELO EN MESA Y LLANO BAJO ACOLCHADO PLASTICO
Siembra 2 (12 de Abril). AÑO 1991

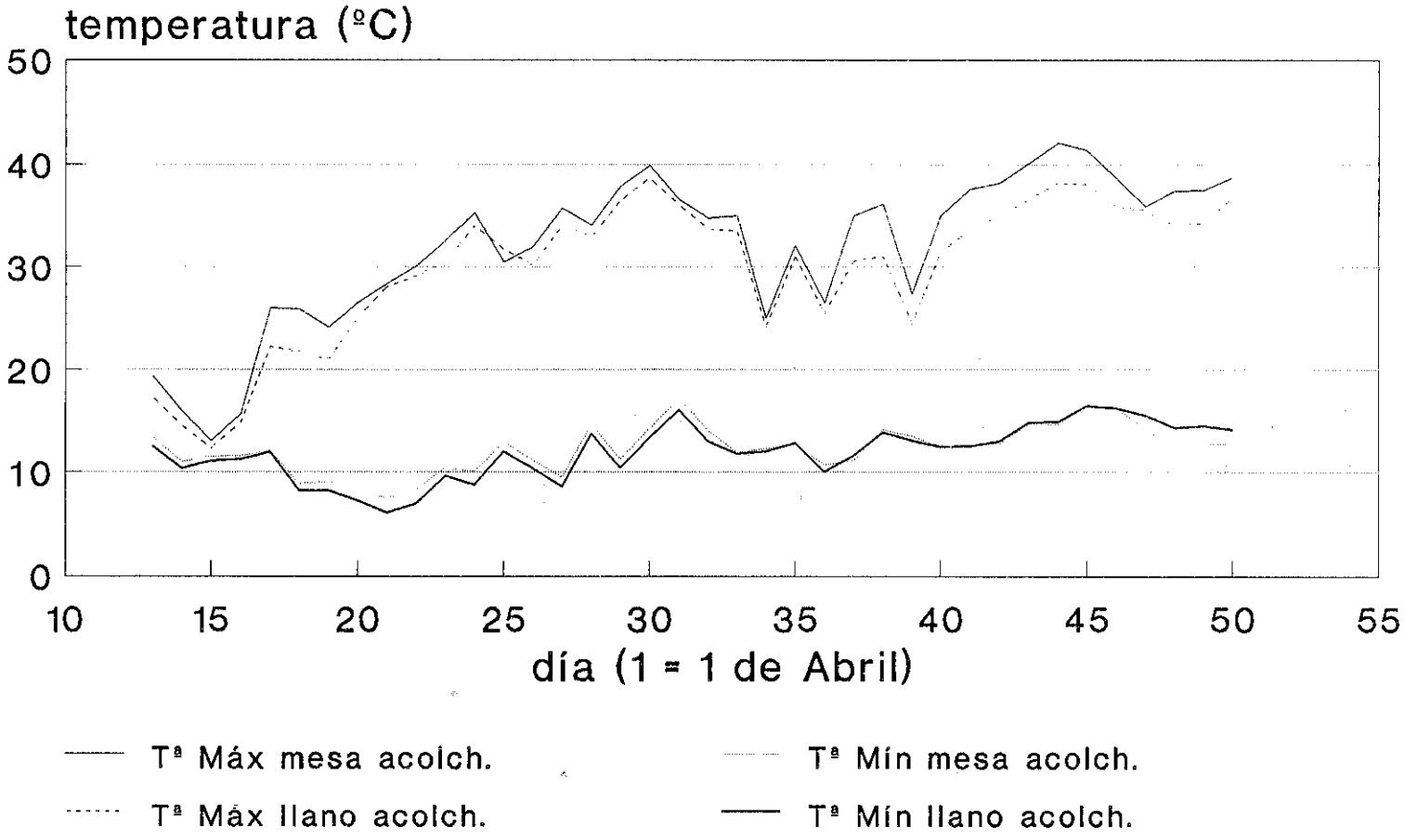


Figura V.2.1.2.20 - Ensayo 2. Montañana (Zaragoza)

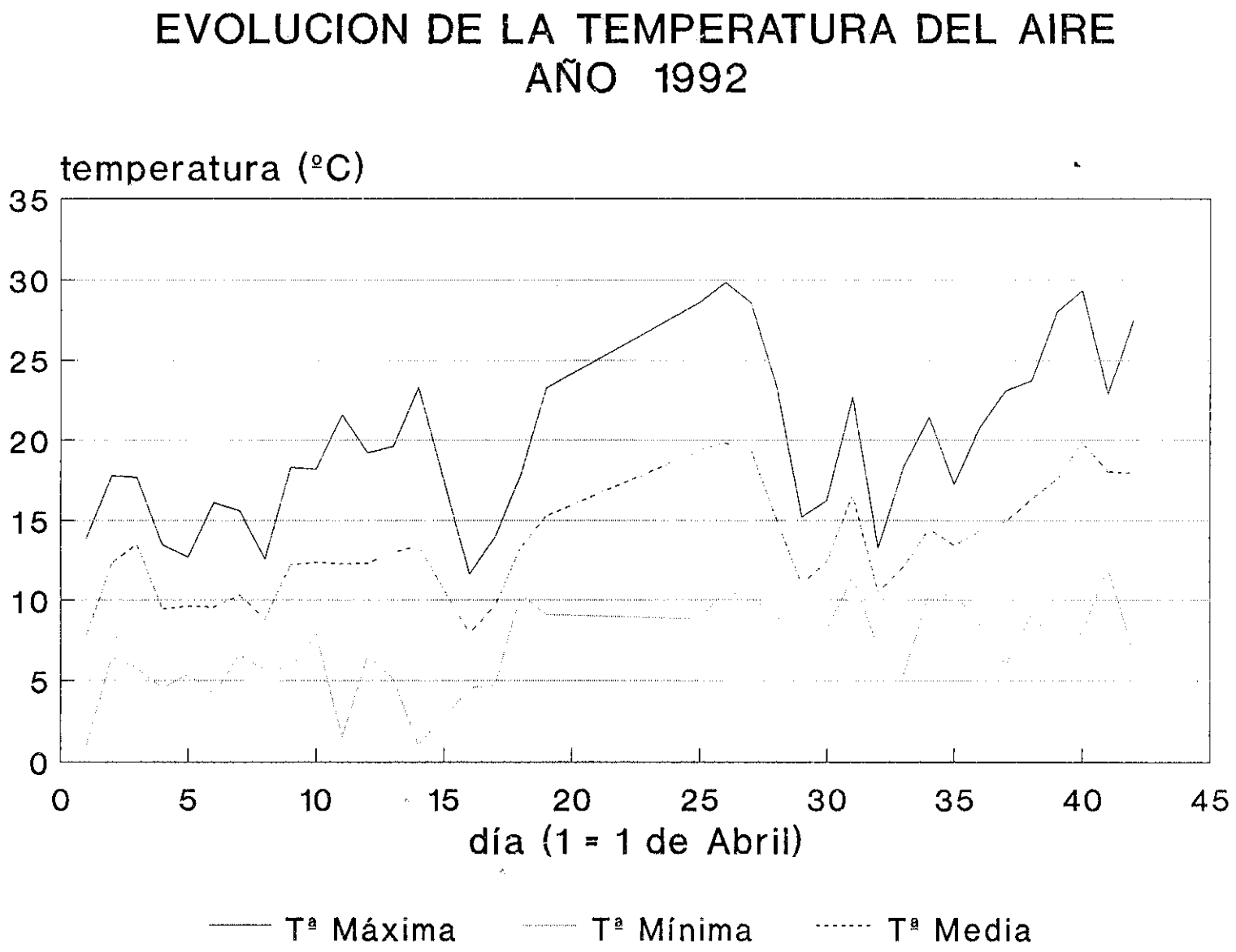


Figura V.2.1.2.21 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1992

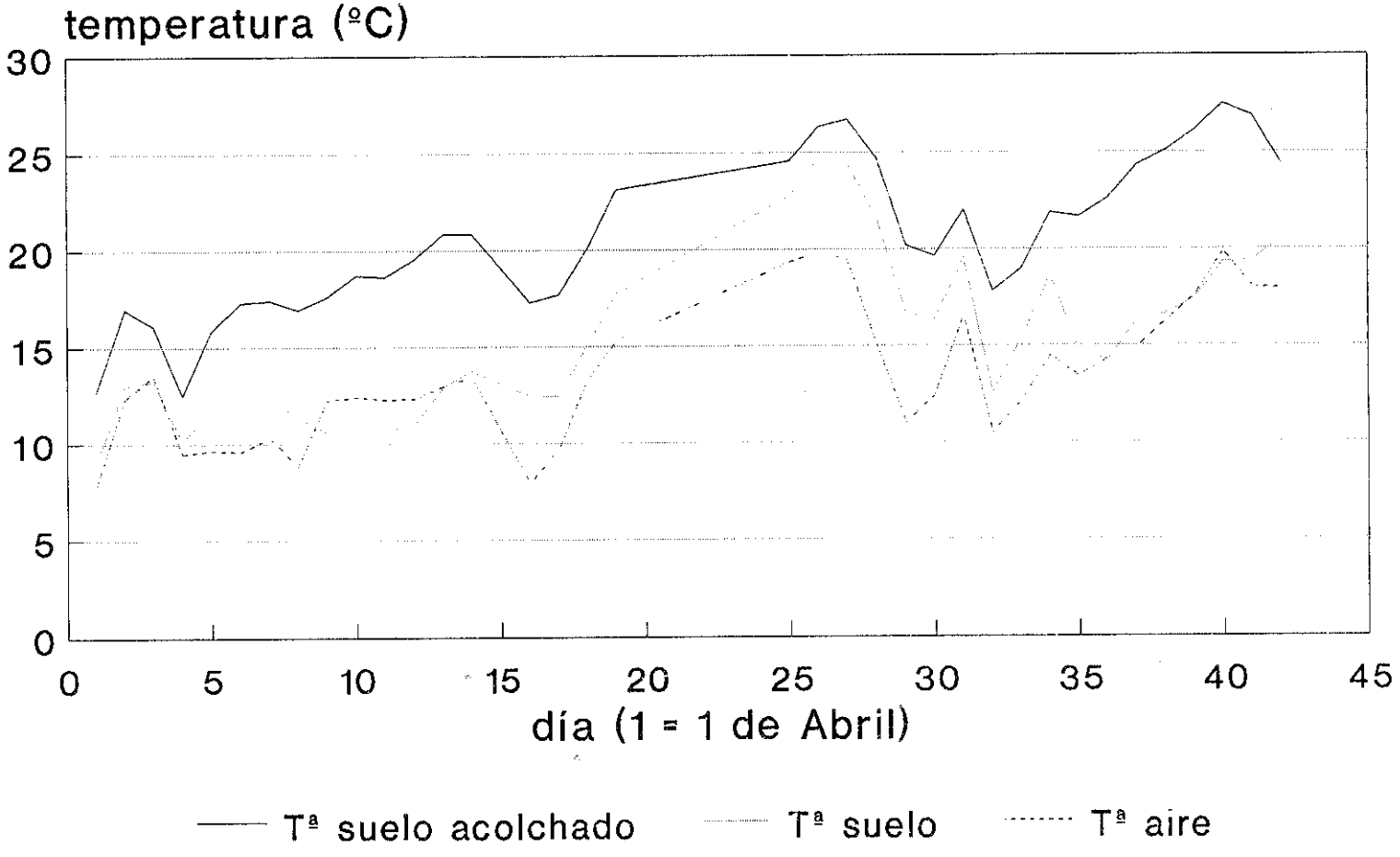


Figura V.2.1.2.22 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MINIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1992

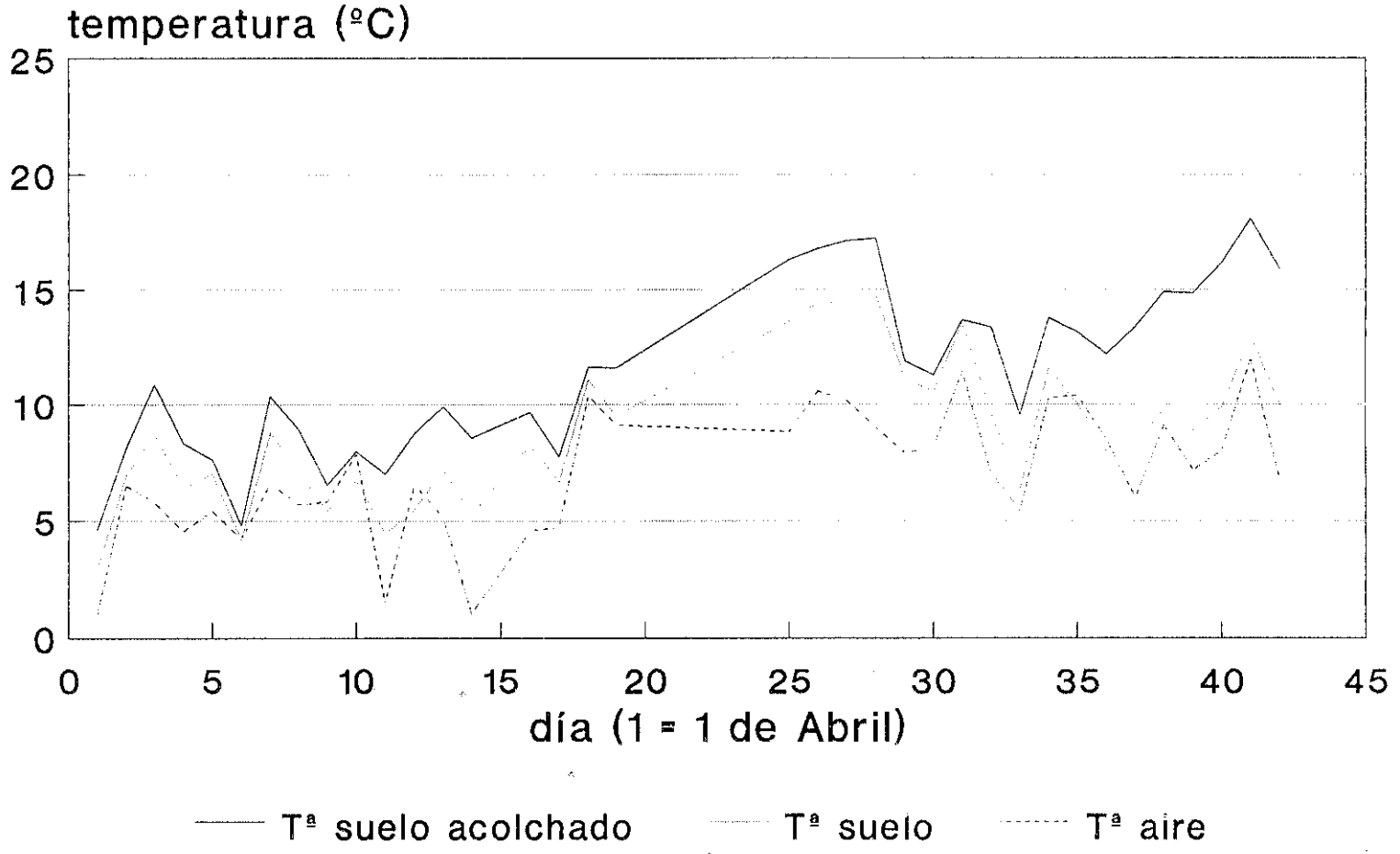


Figura V.2.1.2.23 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LA TEMPERATURA MAXIMA DEL AIRE Y DEL SUELO DESNUDO Y CON ACOLCHADO AÑO 1992

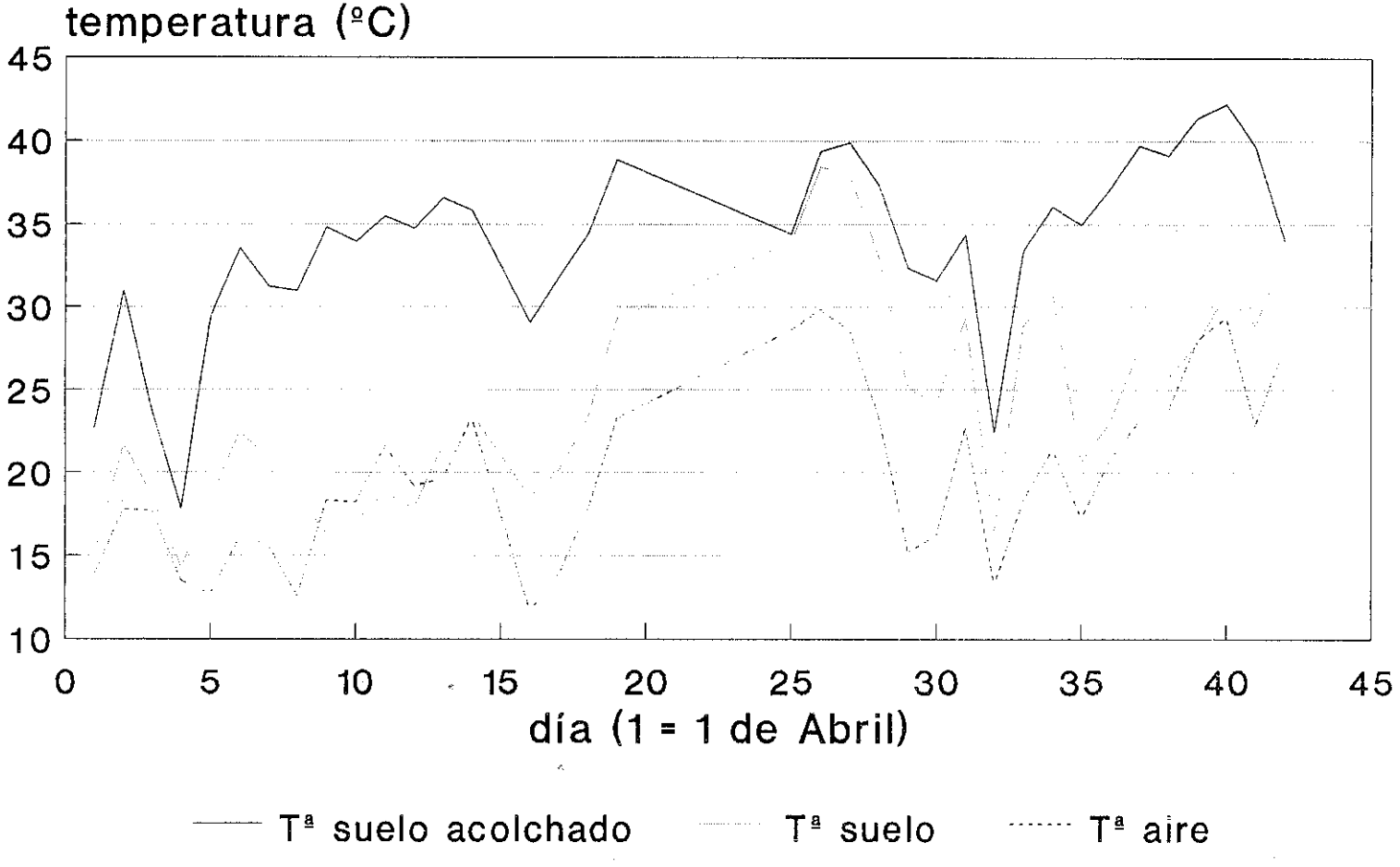


Figura V.2.1.2.24 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LAS TEMPERATURA MEDIA EN MESA Y LLANO BAJO ACOLCHADO PLASTICO AÑO 1992

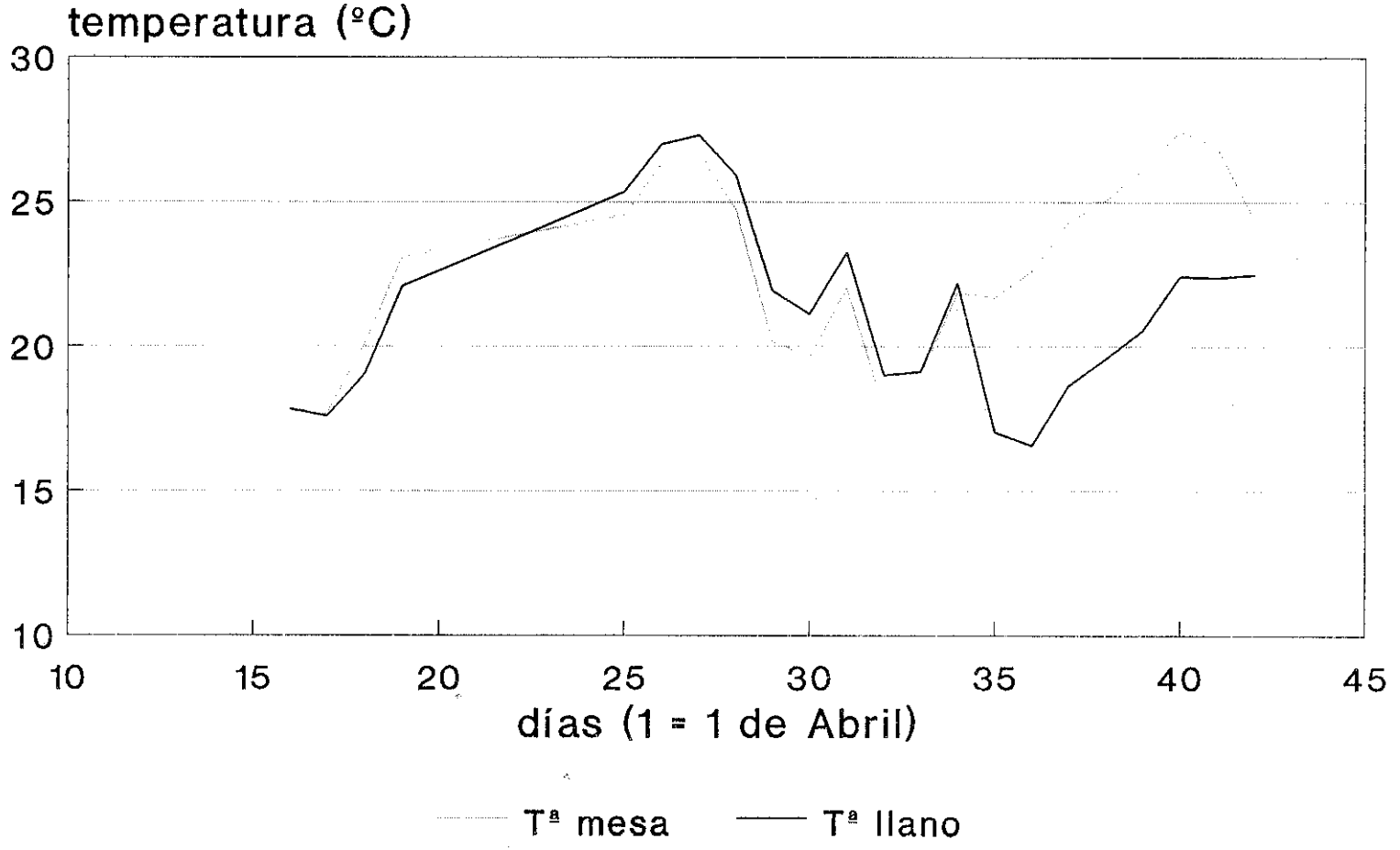


Figura V.2.1.2.25 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

EVOLUCION DE LAS TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA EN MESA Y LLANO BAJO ACOLCHADO AÑO 1992

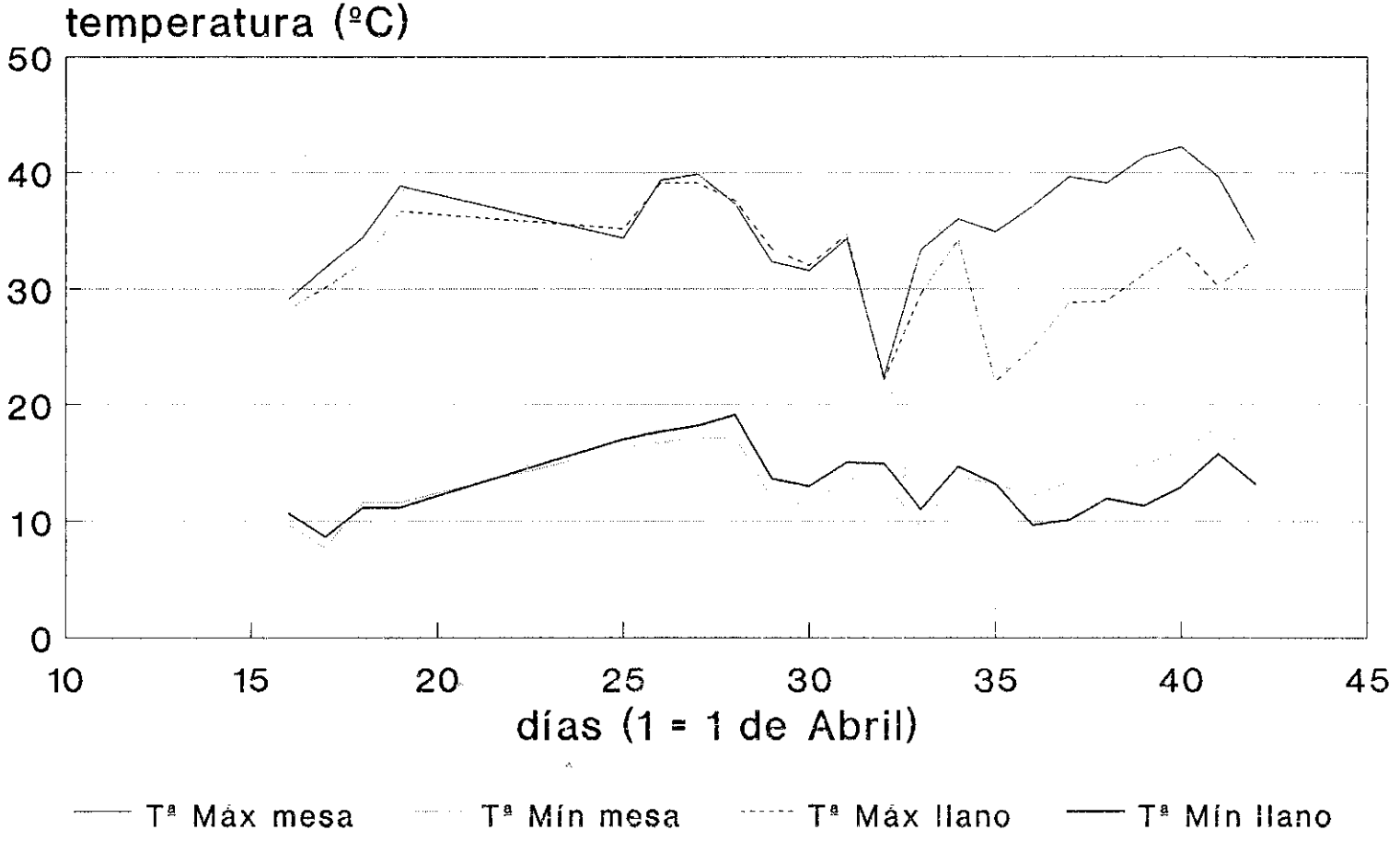


Figura V.2.1.2.26 - Ensayo 3. Montañana (Zaragoza)

Tabla V.2.1.2.10 - Valores medios de las temperaturas medias, mínimas y máximas diarias del aire desde 1982 a 1991, medidas en la estación meteorológica de Montañana (Zaragoza).

MES	MARZO			ABRIL			MAYO		
TEMPERATURA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA
DIA									
1	11,2	7,5	15,0	12,0	6,3	17,8	15,3	8,8	21,7
2	10,9	5,6	15,8	11,3	5,6	17,2	14,4	6,6	22,3
3	9,5	3,6	15,5	11,2	6,6	15,8	14,1	7,4	20,9
4	9,5	3,9	14,7	10,2	3,8	16,5	13,6	8,1	19,0
5	9,2	3,1	15,1	11,3	5,9	16,5	13,7	7,2	20,3
6	9,2	2,4	15,6	11,9	5,7	18,2	14,5	8,4	20,6
7	9,3	3,5	15,4	13,1	6,8	19,3	14,9	7,7	22,0
8	9,7	3,4	16,0	13,0	6,3	19,7	14,8	8,2	21,6
9	10,8	3,6	17,2	12,5	6,4	18,6	15,2	8,9	21,6
10	10,4	3,2	17,0	12,2	6,5	19,0	15,4	8,9	22,0
11	11,2	3,7	17,5	12,6	7,0	19,3	15,4	8,8	22,2
12	11,3	3,9	17,9	12,9	7,9	17,9	16,2	9,3	23,0
13	11,2	4,4	16,2	12,1	6,8	17,4	15,7	9,7	21,5
14	10,5	4,5	15,8	11,3	5,9	16,9	16,0	9,5	22,4
15	10,1	3,0	16,8	12,2	6,3	18,2	15,9	9,4	22,6
16	10,7	2,9	17,8	12,7	7,6	18,0	15,5	10,0	21,3
17	10,8	4,9	15,7	12,7	6,7	18,7	16,5	10,2	22,9
18	10,4	3,6	16,5	12,9	6,3	19,9	16,8	10,8	22,9
19	11,2	4,4	17,8	13,7	7,5	20,1	16,9	10,1	23,9
20	12,0	5,6	17,7	13,5	6,6	20,5	17,6	11,8	23,5
21	12,8	6,1	18,8	12,7	6,1	19,2	16,9	9,6	24,1
22	12,8	6,4	18,0	13,2	5,9	20,5	17,1	9,9	24,2
23	12,3	6,2	18,1	13,4	7,1	19,7	17,4	11,5	23,1
24	11,9	6,1	18,5	12,9	7,0	18,7	17,6	11,4	23,8
25	11,6	5,9	17,6	12,7	7,2	18,3	18,8	12,9	24,8
26	11,3	5,4	17,1	12,5	6,1	19,0	18,4	12,5	24,2
27	11,3	4,8	17,6	13,4	6,0	20,8	17,8	11,3	24,1
28	10,6	5,1	16,9	13,9	7,9	20,3	17,4	10,8	23,9
29	10,0	4,0	16,2	14,2	7,6	20,7	17,6	11,5	23,8
30	10,4	5,3	15,7	15,0	9,2	20,9	18,5	11,8	25,3
31	10,5	5,1	17,1				19,3	13,0	25,6

V.2.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la producción.

ENSAYO 1. Año 1991.

En la tabla V.2.2.1 se recoge la producción (g/parcela) de frutos maduros según las distintas partidas para la producción temprana y total del ensayo de densidades. En la tabla V.2.2.2 se recogen los datos del ensayo de sistema de cultivo.

a) Estudio de la densidad.

No se observaron diferencias significativas entre las dos densidades ensayadas en ninguna de las distintas variables estudiadas: producción total, producción comercial, peso medio del fruto comercial, destrío por tamaño y destrío por otras causas, ni en la producción temprana ni en el conjunto de las tres recolecciones.

Tampoco la distribución porcentual de la producción total en las distintas partidas se vio afectada por la densidad (tabla V.2.2.3).

El producto comercial supuso el 57 % de la producción y el destrío por tamaño alcanzó el 34 % (tabla V.2.2.3).

En la segunda recolección (8 de octubre) se apreciaron síntomas de enfermedad (posiblemente Verticilium). El número de plantas con síntomas fue:

+ baja densidad : 2 - 12 plantas afectadas por parcela, con 7 plantas afectadas por parcela como media.
+ alta densidad : 2 - 11 plantas afectadas por parcela, con 6 plantas afectadas por parcela como media.

Así en las parcelas de baja densidad un 27 % de las plantas presentaron síntomas, mientras que en las de alta densidad fue de un 11 % .

b) Estudio del sistema de cultivo.

Tanto en la producción temprana como en el conjunto de las tres recolecciones la producción total y comercial en mesa fue más del doble que en llano, siendo la diferencia significativa.

El peso medio del fruto comercial fue significativamente mayor en mesa que en llano en la primera recolección, pero esta diferencia no fue significativa en la cosecha total.

Aunque la producción de destrío fue mayor en mesa que en llano, en porcentaje sobre la producción total el porcentaje de destrío por tamaño fue inferior en las mesas (tabla V.2.2.4).

En mesa el producto comercial representó el 66 % respecto del total, significativamente mayor que en llano dónde fue de un 57% , debido sobre todo al mayor destrío por tamaño que se dio en éste.

En las mesas no se observaron síntomas de enfermedad en las plantas, a diferencia de lo que ocurrió en llano, según se ha indicado. Las plantas presentaron en mesa un desarrollo mucho mayor que en llano.

ENSAYO 2. Año 1992.

En la tabla V.2.2.5 se recogen los valores medios de los distintos efectos. El efecto de la densidad sólo resultó significativo en el peso medio del fruto comercial de la cosecha total. El efecto del sistema resultó significativo en todas las variables estudiadas excepto en el peso medio del fruto comercial. La interacción "densidad x sistema" sólo resultó significativa en el destrío por tamaño de la cosecha total.

No se observaron diferencias significativas en la producción total y comercial entre las dos densidades. El peso medio del fruto comercial sólo fue significativamente mayor con la densidad baja en la cosecha total (aunque cuantitativamente no fue importante la diferencia) pero no en la producción temprana. El destrío no se vio afectado por la densidad.

La densidad de plantas no afectó a la distribución porcentual de la producción aunque en la cosecha temprana si se observó que con la baja densidad hubo un mayor porcentaje de destrío por asolanado respecto de la alta densidad (tabla V.2.2.6).

Tanto en la cosecha temprana como en la total la producción total y comercial fueron mayores con el sistema de cultivo en mesa que con llano, siendo la diferencia cuantitativamente importante. El peso medio no se vio afectado por el sistema de siembra. El destrío por asolanado y tamaño fue mayor en mesa que en llano, aunque en el caso de éste último en la cosecha total sólo se observó esta diferencia cuando la densidad fue baja.

El sistema de siembra no produjo diferencias en la distribución porcentual de la producción, aunque sí se observó que el porcentaje de frutos de destrío por asolanado y podredumbres en la cosecha temprana fue superior en llano (tabla V.2.2.6).

Este año 1992 no se observó síntoma alguno de enfermedad en las plantas ni en la siembra en mesa ni en la siembra en llano.

Tabla V.2.2.1 - Ensayo 1, año 1991. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total en gramos/parcela según la densidad de plantas.

	1ª RECOLECCION (23 de septiembre)					COSECHA TOTAL				
DENSIDAD	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comerc.	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comer.
BAJA	2949,8 a	1777,4 a	863,5 a	308,9 a	29,9 a	4339,2 a	2578,0 a	1388,6 a	372,5 a	31,4 a
ALTA	2663,9 a	1451,7 a	990,6 a	221,6 a	28,8 a	4248,0 a	2416,9 a	1540,1 a	290,9 a	31,9 a

Para cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test t al nivel $p<0,05$

Tabla V.2.2.2 - Ensayo 1, año 1991. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total en gramos/parcela según el sistema de siembra.

	1ª RECOLECCION (23 de septiembre)					COSECHA TOTAL				
SISTEMA	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comerc.	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comer.
MESA	5900,1 b	3975,1 b	1278,8 a	643,4 b	32,8 b	8381,9 b	5546,4 b	2072,4 b	760,3 b	32,8 a
LLANO	2663,9 a	1451,7 a	990,6 a	221,6 a	28,8 a	4248,0 a	2416,9 a	1540,1 a	290,9 a	31,9 a

Para cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test t al nivel $p<0,05$

Tabla V.2.2.3 - Ensayo 1, año 1991. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según la densidad del cultivo en la recolección temprana y total.

	1ª RECOLECCION (23 de septiembre)			COSECHA TOTAL		
DENSIDAD	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros
BAJA	58,0 a	31,5 a	10,5 a	58,2 a	33,5 a	8,3 a
ALTA	54,7 a	36,6 a	8,7 a	56,8 a	36,3 a	6,9 a

Para cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test t al nivel $p<0,05$

Tabla V.2.2.4 - Ensayo 1, año 1991. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según el sistema de cultivo en la recolección temprana y total.

	1ª RECOLECCION (23 de septiembre)			COSECHA TOTAL		
DENSIDAD	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros
MESA	67,0 b	21,9 a	11,1 a	65,9 b	24,9 a	9,2 b
LLANO	54,7 a	36,6 b	8,7 a	56,8 a	36,3 b	6,9 a

Para cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test t al nivel $p<0,05$

Tabla V.2.2.5 - Ensayo 2, año 1992. Valores medios de la producción total, comercial, destrío por tamaño, por otras causas y peso medio del fruto comercial en la recolección temprana y total en gramos/parcela según la densidad de plantación y el sistema de siembra.

	COSECHA TEMPRANA (16 de septiembre)					COSECHA TOTAL				
	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comerc.	Producción total	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Peso medio fruto comer.
DENSIDAD	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S
Baja	2550,6	1634,7	505,0	411,0	38,9	8447,6	5875,8	1890,7	624,4	40,5 b
Alta	2878,6	1842,0	632,4	404,3	37,9	8467,9	5875,3	1955,1	637,6	39,2 a
SISTEMA	S	S	S	S	NS	S	S	S	S	NS
Mesa	3868,4 b	2508,1 b	837,7 b	522,6 b	38,0	10098,9 b	7038,2 b	2284,7 b	719,4 b	39,5
Llano	1560,9 a	968,6 a	299,6 a	292,6 a	38,8	6816,6 a	4712,9 a	1561,0 a	542,6 a	40,3
INTERACCION	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS
Baja - Mesa	3723,0	2428,4	777,6	516,9	38,7	10494,0	7190,7	2457,6 c	732,4	39,8
Baja - LLano	1378,3	840,9	232,3	305,3	39,1	6401,2	4560,9	1323,4 a	516,5	41,2
Alta - Mesa	4013,8	2587,7	897,8	528,3	37,4	9703,8	6885,7	2111,8 bc	706,3	39,1
Alta - Llano	1743,5	1096,3	366,9	280,3	38,4	7232,1	4864,9	1798,3 ab	568,9	39,3

Para cada efecto y cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test LSD al nivel $p<0,05$.
S : efecto significativo
NS: efecto no significativo

Tabla V.2.2.6 - Ensayo 2, año 1992. Distribución porcentual de las distintas partidas de la producción según la densidad de plantas y el sistema de cultivo en la recolección temprana y total.

	COSECHA TEMPRANA (16 de septiembre)			COSECHA TOTAL		
	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros	Producción comercial	Destrío tamaño	Destrío otros
DENSIDAD	NS	NS	S	NS	NS	NS
Baja	62,6	18,6	18,8 b	69,7	22,2	7,6
Alta	63,5	21,7	14,8 a	68,8	23,5	7,7
SISTEMA	NS	NS	S	NS	NS	NS
Mesa	65,2	21,2	13,6 a	69,7	22,7	7,1
Llano	60,9	19,1	19,9 b	68,7	23,0	8,2
INTERACCION	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Para cada efecto y cada variable las cifras seguidas de letras diferentes difieren significativamente según un test LSD al nivel $p<0,05$

S : efecto significativo
NS: efecto no significativo

V.2.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico.

En la tabla V.2.3.1 se recogen los porcentajes de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes, según la fecha de siembra y el momento de recolección para la variedad Piquillo de Lodosa y en la tabla V.2.3.2 para las variedades Pico de Mendavia, Morrón Luesia y Buketen. También se han representado estos valores en las figuras V.2.3.1, 2 y 3, con el fin de facilitar su interpretación.

En la variedad Piquillo se observó que conforme la siembra se realizaba más tarde la maduración de los frutos se retrasaba (figura V.2.3.1) siendo el efecto más patente en las dos primeras recolecciones.

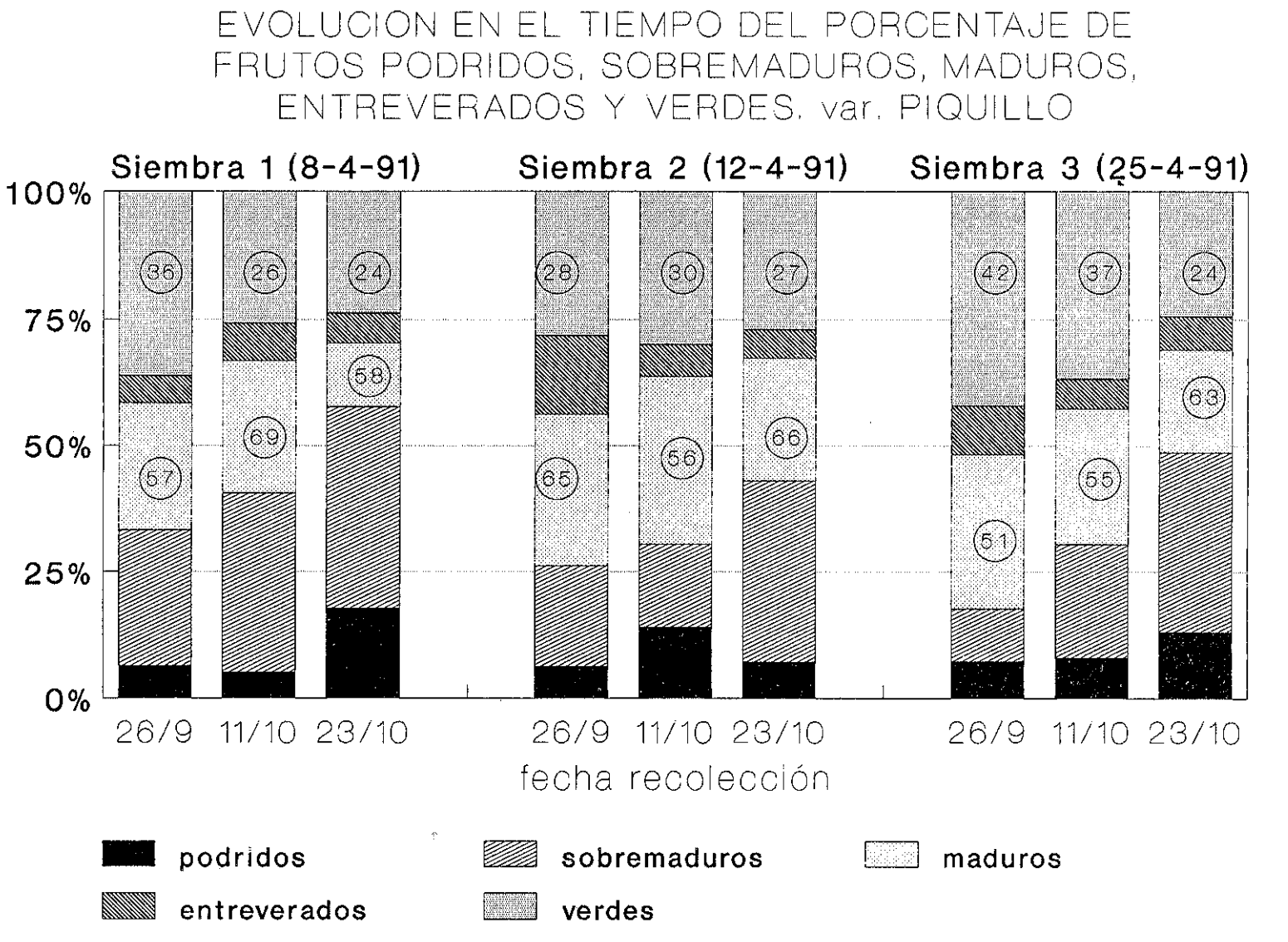
Piquillo cubrió su ciclo con las tres fechas de siembra (figura V.2.3.1). La incidencia de frutos podridos fue poco importante pero en la primera recolección (26 de septiembre) y para las dos primeras fechas de siembra la suma del porcentaje de frutos podridos y sobremaduros superaba el 25 % .

Las variedades Pico de Mendavia, Morrón Luesia y Buketen cubrieron bien su ciclo (tabla V.2.3.2 y figuras V.2.3.2 y 3).

En Pico de Mendavia los frutos podridos y sobremaduros representaron en la primera recolección más del 25 % del total. Se observó una producción bastante escalonada, siendo notable la incidencia de podredumbres conforme la recolección se retrasaba (figura V.2.3.2).

Se observó un gran agrupamiento de la maduración en Morrón Luesia (figura V.2.3.3), siendo la fecha idónea de recolección a finales de septiembre, pues si se retrasa aumenta de forma importante el número de frutos podridos. En esta variedad la proporción de frutos sobremaduros fue pequeña.

En Buketen (variedad destinada a la obtención de pimentón) destacó la baja proporción de frutos podridos y la alta proporción de frutos sobremaduros en la primera recolección (tabla V.2.3.2). Se observó que los frutos sobremaduros aguantaban muy bien sin pudrirse en la planta. En esta variedad se observó la aparición de rebrotes que produjeron gran cantidad de frutos verdes en la segunda fecha de recolección (tabla V.2.3.2).

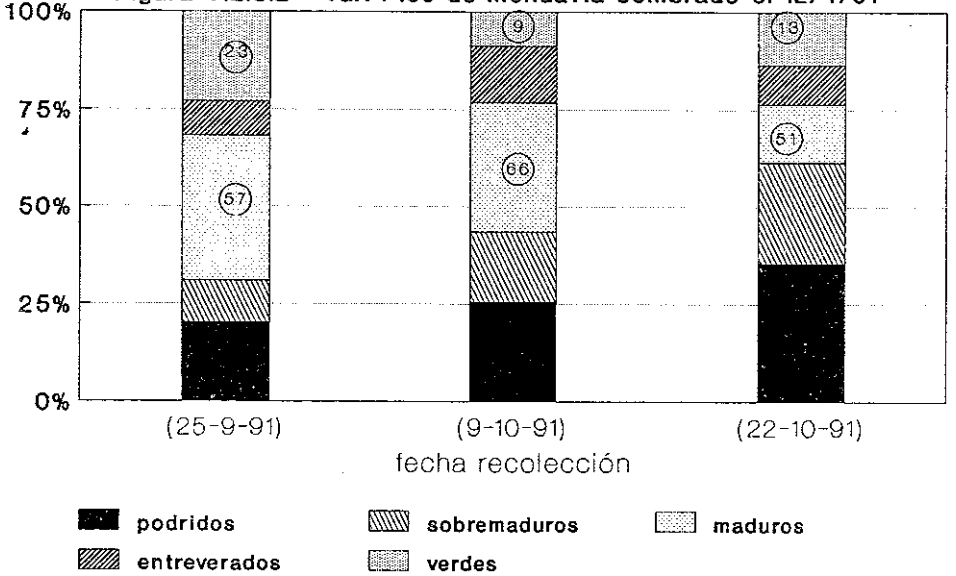


La cifra en un ◯ hace referencia, para cada columna y de arriba a abajo respectivamente al porcentaje de frutos verdes y sobremaduros + maduros + entreverados.

Figura V.2.3.1 - Evolución de la maduración de los frutos según la fecha de siembra

EVOLUCION EN EL TIEMPO DEL PORCENTAJE DE FRUTOS PODRIDOS, SOBREMADUROS, MADUROS, ENTREVERADOS Y VERDES

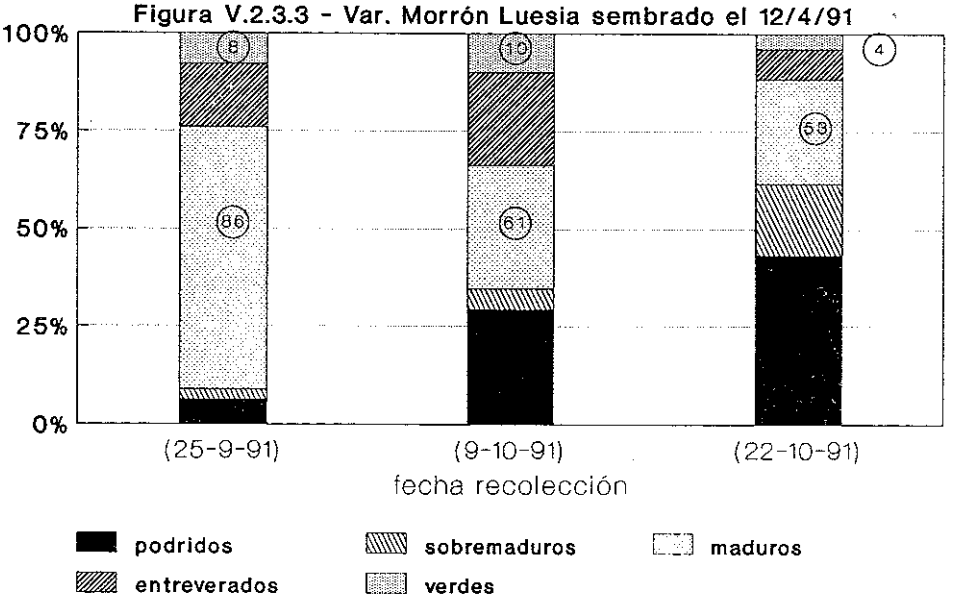
Figura V.2.3.2 - Var. Pico de Mendavia sembrado el 12/4/91



La cifra en un ◯ hace referencia para cada columna y de arriba a abajo respectivamente al porcentaje de frutos verdes y sobremaduros + maduros + entreverados

EVOLUCION EN EL TIEMPO DEL PORCENTAJE DE FRUTOS PODRIDOS, SOBREMADUROS, MADUROS, ENTREVERADOS Y VERDES

Figura V.2.3.3 - Var. Morrón Luesia sembrado el 12/4/91



La cifra en un ◯ hace referencia para cada columna y de arriba a abajo respectivamente al porcentaje de frutos verdes y sobremaduros + maduros + entreverados

Tabla V.2.3.1 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes en la variedad Piquillo de Lodosa según la fecha de siembra.

(fecha recolección)	PODRIDOS	SOBREMAD.	MADUROS	ENTREVERADOS	VERDES
Siembra 1					
(26/9)	6,4	26,9	25,1	5,5	36,1
(11/10)	5,2	35,4	26,2	7,4	25,8
(23/10)	17,8	39,9	12,6	5,9	23,8
Siembra 2					
(26/9)	6,3	19,9	30,1	15,5	28,2
(11/10)	14,0	16,5	33,3	6,2	30,0
(23/10)	7,2	35,8	24,3	5,7	27,0
Siembra 3					
(26/9)	7,3	10,4	30,5	9,7	42,1
(11/10)	8,0	22,4	27,0	5,9	36,7
(23/10)	13,0	35,6	20,4	6,6	24,4

Tabla V.2.3.2 - Evolución en el tiempo del porcentaje de frutos podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes en las variedades Pico de Mendavia, Morrón Luesia y Buketen.

(fecha recolección)	PODRIDOS	SOBREMAD.	MADUROS	ENTREVERADOS	VERDES
Pico					
(26/9)	20,3	10,6	37,4	8,9	22,8
(11/10)	25,6	17,9	33,4	14,5	8,6
(23/10)	35,4	26,0	15,0	10,2	13,4
Morrón Luesia					
(26/9)	6,3	2,5	67,1	16,4	7,7
(11/10)	29,3	5,4	31,6	23,9	9,8
(23/10)	43,3	18,3	26,9	7,7	3,8
Buketen					
(26/9)	1,7	53,4	21,3	4,5	19,1
(11/10)	2,3	33,2	7,3	3,2	54,0
(23/10)	6,7	61,5	8,7	0,5	22,6

V.3 - DISCUSION

V.3.1 - Influencia de la técnica de siembra en la emergencia.

V.3.1.1 - Ensayos preliminares.

La siembra de pimiento en el suelo desnudo produjo emergencias muy pobres o nulas en ambos ensayos por el apelmazamiento y formación de costra en el terreno como consecuencia de la incidencia de lluvias. Esto ha ratificado que en estas condiciones edafoclimáticas la costra constituye el principal problema para el éxito de la siembra directa, lo cual ha sido puesto de manifiesto por otros autores en otros lugares (Mc Grady y Cotter, 1984; Rodríguez, 1988; Ruíz, 1988; Schultheis y Cantliffe, 1988; Costa, 1991). Aún así se observó una mayor emergencia en suelo desnudo con la siembra más profunda (4 cm) lo cual está de acuerdo con lo señalado por otros autores (Rodríguez y Ayuso, 1988).

El uso de riego por goteo no resultó un sistema seguro para lograr buenas emergencias.

El uso del sistema de siembra mediante pinchado sobre acolchado plástico con polietileno transparente y negro produjo emergencias pobres o nulas ya que no evitó la formación de costra en la zona del pinchazo.

La siembra en fondo de surco y cubrición del mismo con plástico transparente (microtúnel), que podía ser interesante por el aumento de la temperatura del suelo y por evitar la formación de costra (Mikhov et al., 1989; Guerard, 1990; López, 1990; Márquez, 1990; Casallo, 1991), fracasó porque la inoportunidad y la localización del agujereado del mismo hizo que el plástico actuase como un colector del agua de lluvia que inundó la línea de siembra y provocó la muerte de las semillas que estaban germinando. Esto, que también ha sido indicado por Márquez (1990) en algodón, determinó el manejo del plástico en los ensayos posteriores (V.1.1.2), que no se agujereó hasta la emergencia.

V.3.1.2 - Siembras bajo acolchado plástico. Temperatura del suelo.

La siembra bajo acolchado plástico con polietileno transparente en microtúnel, que ya ha sido utilizada en tomate (López, 1990; Villa, 1990; Casallo, 1991; Macua 1991) y en algodón (Márquez, 1990) en nuestro país, se ha mostrado como perfectamente válida para el pimiento ya que garantiza la emergencia del mismo en porcentajes superiores al 60 % , frente a la no emergencia, por encostramiento, en suelo desnudo.

La utilización del plástico negro tal y como se realizó en el ensayo 1 debe desecharse, ya que la retirada del mismo provoca cambios bruscos en el microclima del entorno de la plántula y, por tanto, su muerte.

La mayor rapidez de emergencia obtenida con siembras superficiales en el ensayo 1 es lógica. En el microtúnel la humedad es muy alta y, al contrario de lo que ocurre al aire libre (Rodríguez y Ayuso, 1988), no son necesarias siembras profundas para asegurar que la semilla disponga de suficiente humedad (Márquez, 1990). El menor recorrido a realizar por las plántulas hasta alcanzar la superficie resulta en la mayor rapidez de emergencia. Ese más corto recorrido evita la pérdida de plántulas, ya sea por su menor vigor, ya por estar más tiempo expuestas a la acción de los parásitos durante la delicada fase hasta la emergencia. Ello se tradujo en los mayores porcentajes de emergencia obtenidos con siembras superficiales. Los resultados de emergencia obtenidos en los ensayos 2 y 3 han confirmado que cuando la siembra se hace con esta técnica las siembras superficiales a 1,5 cm producen emergencias satisfactorias.

El mejor drenaje de las mesas puede explicar la mayor

emergencia final producida en éstas respecto a la siembra en llano en los ensayos 1 y 2. La mesa evita humedades excesivas en la cama de siembra (O'Sullivan y Bouw, 1984; Márquez, 1990), que pueden interferir tanto en la fase de preemergencia como posteriormente con la aparición de problemas de cuello en las plántulas recien emergidas. Esta pudo ser la causa de la mayor muerte de plántulas que con el paso del tiempo se produjo en la siembra en llano en el ensayo 1. Hay que tener en cuenta que en otoño se avanza hacia menores temperaturas y mayor humedad, lo que en el ensayo 1 pudo repercutir más desfavorablemente en la siembra en llano respecto a la siembra en mesa. En primavera conforme pasan los días, las temperaturas aumentan y generalmente el ambiente es más seco. Así se observó en el ensayo 2 que la mayor humedad en la siembra en llano puede ser un factor favorable ya que hace que las plantas no sufran tanto por altas temperaturas. Esto pudo ser debido, en parte, a que cuanto mayor es el contenido en humedad del suelo, más energía se necesita para aumentar la temperatura del mismo (Kwon, 1988).

Desde el punto de vista de obtener una buena emergencia puede concluirse que ambos sistemas, mesa o llano, son satisfactorios, si bien las mesas presentan la desventaja de calentarse más, lo cual deberá ser evitado con el agujereado o el riego. En llano puede haber algún problema si se producen lluvias de cierta importancia y además la colocación del plástico puede resultar algo más dificultosa. Márquez (1990) ha indicado estas mismas diferencias entre las siembras en mesa y en llano.

La fecha de siembra idónea es a principios de abril ya que con el uso del acolchado plástico la temperatura media del suelo está por encima de 15 ºC (figuras V.2.1.2.13 y V.2.1.2.22), que ha sido indicada como una buena temperatura para realizar la siembra (Somos, 1984). Además, posteriormente hay más riesgo de "golpes de calor" con el acolchado plástico. Estos problemas de altas temperaturas con esta técnica han sido indicadas también por Márquez (1990) en algodón y Villa (1990) en tomate. Esta fecha de siembra supone adelantar un mes la misma frente al suelo desnudo, con lo cual como se vió en el apartado V.2.3 no hay problemas para cubrir el ciclo de las distintas variedades de pimiento cultivadas al aire libre.

Si la siembra se realiza en mesas como las utilizadas para el tomate (lo cual supone una ventaja para el agricultor) es interesante la siembra de dos líneas de pimiento en la misma para obtener un marco adecuado. La colocación mecánica del acolchado plástico con doble línea se realizó con éxito y además presentó, frente a la siembra de una sola línea, la ventaja de que el plástico puede quedar en una disposición de tejado a dos aguas, lo cual favorece la evacuación de agua de lluvia, que podía dificultar el manejo en el caso de la siembra de una sola línea.

Sin embargo, esta disposición originó, cuando la siembra se realizó en dirección este - oeste, mayores temperaturas en las líneas de siembra orientadas al sur, lo cual puede afectar

negativamente a la emergencia. Además, al ser mayor la superficie de plástico expuesta a la acción del viento, si éste es fuerte y el plástico no está bien sujeto puede levantarse. Por todo ello, se recomienda que si se hace una siembra en doble línea se realice un riego posterior a la misma para favorecer la sujección del plástico y que la orientación de las mesas de cultivo sea norte - sur o en cualquier caso evitar la dirección este - oeste. En el caso de que necesariamente deban realizarse las mesas con esta orientación se puede plantear el agujereado del plástico en fecha temprana, al menos en la cara sur.

En principio, y a la vista de las inundaciones de la cama de siembra provocadas por lluvias y agujereado temprano del plástico en los ensayos preliminares, se pensó que era mejor mantener el plástico sin agujerear hasta la emergencia del pimiento y dejarlo hasta que este alcanzase 3 - 4 hojas. Sin embargo, la disposición del plástico en tejado a dos aguas (cuando se siembran dobles líneas) puede solventar los aspectos negativos del agujereado (la inundación de la línea de siembra al conducir el agua de lluvia a la misma) y por otra parte este agujereado puede reducir el riesgo de "golpes de calor". En cualquier caso esto debería ser probado y lo que si se puede recomendar es que una vez que se alcance la emergencia máxima, lo cual ocurre entre las 3 y 4 semanas desde la siembra, el plástico debe agujerearse o retirarse, al igual que recomienda Márquez (1990) en algodón. Esto puede decidirse en función de las condiciones meteorológicas:

+ con tiempo nublado: se puede mantener el acolchado agujereado.
+ con tiempo soleado: debe agujerearse mucho o eliminarse.

El comportamiento de las temperaturas bajo plástico en otoño (ensayo 1) y primavera (ensayos 2 y 3) es muy distinto:

- en otoño se parte de un suelo caliente y las temperaturas van disminuyendo, con lo que el problema de temperaturas máximas altas no se detectó.
- en primavera se parte de un suelo frío y las temperaturas van aumentando.

Como la siembra de pimiento se realiza en primavera no se va a comentar nada sobre los resultados de la temperatura del suelo del ensayo 1.

En 1991 y 1992 las temperaturas medias diarias del aire en abril y la primera quincena de mayo estuvieron entre 7 y 20 ºC, las mínimas entre 5 y 10 ºC y las máximas por debajo de 20 ºC, aunque en 1992 hubo un periodo (del 18 de abril al 28 de abril) de temperaturas anormalmente altas (máximas superiores a 25 ºC), de acuerdo con los datos de los últimos 10 años (tabla V.2.1.2.10).

La temperatura media y mínima del suelo desnudo estuvo muy próxima o fue ligeramente superior a la del aire, pero las

máximas del suelo fueron claramente superiores a las del aire (en 3 - 8 ºC).

El uso del acolchado plástico aumentó la temperatura media del suelo en 5 - 7 ºC, la mínima en 2 - 5 ºC y la máxima en 7 - 13 ºC. Esta mayor influencia del uso de plásticos sobre las temperaturas máximas que sobre las mínimas ha sido señalada también por Gerber et al. (1988) y Gerber et al. (1989). El agujereado del plástico hizo que este incremento fuese menor, pudiendose reducir a menos del 50 % . Esto hizo que con el acolchado plástico la temperatura media del suelo se situase en 15 - 25 ºC, las mínimas por encima de 10 ºC (incluso con heladas ligeras la temperatura bajo acolchado fue de 7,5 - 8,5 ºC) y las máximas entre 25 y 40 ºC. Wells y Loy (1985) y Kwon (1988) han indicado también que bajo el acolchado plástico pueden evitarse heladas ligeras, sobre todo si la humedad del suelo permite que se forme una película de agua en la superficie interna del plástico, que sirve como barrera a la pérdida de calor.

Si bien se ha indicado que el pimiento soporta bien las altas temperaturas bajo plástico (Gerber et al., 1988; Kwon, 1988), éstas resultan indeseables tanto en la fase de germinación como posteriormente sobre las débiles plántulas recien emergidas y sería deseable, como ha indicado Kwon (1988), el desarrollo de materiales plásticos que proporcionasen un buen aislamiento a bajas temperaturas, pero que cuando las temperaturas fuesen altas se volviesen más opacos o más porosos, para que las temperaturas no subiesen tanto.

Puesto que la predicción de las temperaturas del suelo bajo acolchado a partir de las del aire puede resultar de gran interés, podemos indicar a partir de nuestros resultados que:

1 - Con Tª medias del aire > 7-8 ºC => Tª media bajo acolchado fue > 15 ºC

- Con Tª medias del aire > 11-13 ºC => Tª media bajo acolchado fue > 20 ºC

2 - Con Tª mínimas del aire > 5-7 ºC => Tª mínima bajo acolchado fue > 10 ºC

3 - Con Tª máximas del aire ≥ 18 ºC => Tª máxima bajo acolchado fue ≥ 35 ºC

Si se tiene en cuenta para la predicción la temperatura media del aire del día anterior, ésta mejora, lo cual es lógico pues supone indicar en que estado térmico quedó el suelo el día anterior. La mejor predicción de las temperaturas mínimas bajo acolchado, respecto de las máximas, a partir de las temperaturas del aire, que hemos encontrado, también ha sido encontrada por Gerber et al. (1989), que lo atribuyen al menor efecto del acolchado plástico sobre las temperaturas mínimas frente a su mayor efecto sobre las máximas.

Los datos históricos de las temperaturas medias, mínimas y máximas diarias del aire de los últimos díez años (tabla V.2.1.2.11) y los resultados obtenidos hacen pensar que para la zona de estudio, efectivamente las siembras a principios de abril pueden ser las idóneas, pero que se requiere un seguimiento detallado de las temperaturas y de la emergencia para adoptar las medidas de manejo (agujereado, riego, levantado del plástico) más adecuadas. La correcta aplicación de estas medidas se ha revelado de gran importancia tanto en el cultivo del tomate (Villa, 1990) como en el del algodón (Márquez, 1990)

V.3.2 - Influencia de la densidad de plantación y del sistema de cultivo en la producción.

Los resultados obtenidos sugieren que, con las densidades ensayadas, no se logra aumentar la producción al aumentar la densidad de plantas, pero que tampoco se disminuye. Sin embargo, otros autores (Batal y Smith, 1981; Locascio y Stall, 1982; Everett y Subramanya, 1983; Sundstrom *et al.*, 1984; Stofella y Bryan, 1988) han encontrado un aumento de la producción con la densidad. Si se tiene en cuenta que en el ensayo 1 un 27 % de las plantas de las parcelas de baja densidad presentaron síntomas de enfermedad (posiblemente *Verticillium*), frente a un 11 % de las plantas de las parcelas de alta densidad, y que en el ensayo 2 el mismo número de plantas por parcela estaba distribuido, a diferencia del ensayo 1, en dos líneas, ésto nos indica la plasticidad de la variedad Piquillo de Lodosa, que tuvo una producción similar con distintas densidades y marcos.

Esto puede resultar de gran interés para la siembra directa, ya que es posible que la densidad de plantas no sea uniforme en toda la parcela. En cualquier caso, para confirmar esto sería interesante ensayar densidades intermedias y superiores a las utilizadas.

También resulta positivo el hecho de que el peso medio del fruto comercial no se viese afectado, desde un punto de vista cuantitativo, por la densidad de plantas, aunque en el ensayo 2 la diferencia (de 1,3 g) fuese significativa. Esto está de acuerdo con lo indicado por Porter y Etzel (1982), Holle *et al.* (1983), Somos (1984) y Markovic *et al.* (1989).

El menor porcentaje de destrío por asolanado y podredumbre observado en el ensayo 2 en la densidad alta, frente a la baja, pudo estar relacionado con la mayor vegetación, y por lo tanto mayor sombreado de los frutos, en las parcelas de alta densidad de plantas. Sin embargo, López y Silvas (1979) han indicado en pimiento una mayor incidencia de asolanado al aumentar la densidad de plantas.

La diferencia de producción observada entre el cultivo en llano y en mesa ha sido importante en ambos años: en 1991 la producción en llano supuso el 51 % de la producción en mesa y en 1992 el 67 % . La existencia de un 11 % de plantas con síntomas

de enfermedad (posiblemente Verticillium) en 1991, así como el retraso en la emergencia observado en llano en el año 1992, pudieron contribuir a este hecho. Sin embargo, la magnitud de la diferencia y el mayor vigor de las plantas observado en las mesas (sobre todo en 1991), hacen pensar que esta diferencia pudo ser motivada por la conocida sensibilidad del pimiento a la asfixia radical, que puede ocurrir más fácilmente en el sistema de cultivo en llano, cuando el riego se hace a pie. En el caso de que el riego fuese por aspersión el riesgo de asfixia sería menor y quizás no se produjeran estas diferencias.

La no influencia del sistema de cultivo en el peso medio del fruto comercial (salvo en el ensayo 1 en la cosecha temprana) indica que la menor producción obtenida en llano fue debida al desarrollo de un menor número de frutos, al menos en el ensayo 2 dónde los destríos por tamaño representaron porcentajes similares.

Mientras que en el año 1992 el sistema de cultivo no influyó en la distribución porcentual de la producción total en distintas partidas, en 1991 si se observó una influencia, observándose en llano un mayor porcentaje de destrío por tamaño, un menor porcentaje de producción comercial y un ligero menor porcentaje de destrío por otras causas. Esto pudo estar relacionado con la diferencia de vigor observada entre llano y mesa en 1991, que fue menos patente en 1992.

El mayor porcentaje de destrío por asolanado y podredumbre en llano, frente a mesa, en la cosecha temprana de 1992 pudo ser causado por el retraso observado en el cultivo en llano.

A la vista de lo anterior, en el caso de que la parcela disponga de riego por inundación resulta interesante por su repercusión en la producción y por la facilidad de manejo del riego, el cultivo en mesas, al menos en parcelas de condiciones edáficas parecidas a las de nuestros ensayos.

En 1991 se observó un peso medio del fruto comercial bajo (≈ 32 g/fruto), si se compara con los 38 g/fruto que se obtuvieron en plantas de transplante (con una separación entre plantas de 25 - 30 cm) en una parcela distinta pero no muy alejada. Sin embargo, en 1992 el peso medio del fruto comercial fue de 39 - 40 g, no observándose diferencias con plantas de transplante (separadas a 25 - 30 cm) de una parcela anexa. Esto junto con las mayores producciones observadas el año 1992 frente a 1991 puede estar relacionado con la distribución de las plantas en dos líneas en 1992 (foto 13), frente a una en 1991 (foto 14), lo cual implicó un mejor aprovechamiento del terreno y una menor competencia entre las plantas, aunque las distintas condiciones edafoclimáticas también pudieron influir.

Foto 13. Vista del cultivo con dos líneas de plantas en la mesa. Año 1992.

Foto 14. Vista del cultivo con una línea de plantas en llano. Año 1991.

V.3.3 - Estudio del ciclo de producción de algunas variedades de pimiento cuando se siembran bajo acolchado plástico.

La siembra directa bajo acolchado plástico a principios de abril permitió que las variedades Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia, Morrón Luesia y Buketen cubrieran bien su ciclo, no retrasándose la maduración de los frutos respecto al cultivo de transplante, de acuerdo con la experiencia que sobre estas variedades se tiene en la zona de ubicación de los ensayos.

En Piquillo de Lodosa se observó que al retrasar la fecha de siembra se perdió precocidad, pero que si la siembra se realiza con esta técnica en abril, la variedad cubre bien su ciclo.

Piquillo de Lodosa es una variedad que necesita varias recolecciones pues al mismo tiempo coexisten gran proporción de frutos verdes y sobremaduros. La busqueda de maduración agrupada sería interesante para reducir los costes de recolección. Si la siembra se realiza antes del 15 de abril resulta necesario realizar una primera recolección en la primera quincena de septiembre.

Pico de Mendavia requiere también varias recolecciones ya que su producción es muy escalonada y además los frutos se pudren mucho más fácilmente que los de Piquillo. Si la siembra se realiza a primeros de abril deberá preverse una recolección para mediados de septiembre.

La variedad Morrón Luesia presentó una gran agrupación de la maduración, lo cual está de acuerdo con lo indicado por Gil (1991), si bien en nuestro caso observamos una mayor precocidad, quizás debida a la mayor densidad de plantas o al distinto sistema de cultivo (transplante). La fecha idónea de recolección resultó ser a finales de septiembre, no debiendo demorarse la misma, pues debido al gran contenido en agua de los frutos éstos pueden podrirse con facilidad. Sin embargo, Gil (1991) ha indicado una menor incidencia de podredumbres, lo cual pudo ser debido al mayor espaciamiento de las plantas en su caso y por supuesto también a las condiciones meteorológicas reinantes.

Buketen se comportó como una variedad de ciclo corto, como ya se sabía (Costa, 1991), siendo reseñable el que los frutos sobremaduros aguantaron muy bien en la planta sin pudrirse, lo cual es de gran interés dado que su destino es la obtención de pimentón. Esta variedad necesita altas densidades de plantas para obtener un rendimiento comercial aceptable (Rodríguez y Ayuso, 1988; García y Ruíz, 1990; Costa, 1990), lo que puede explicar el que con el marco utilizado se produjeran rebrotes indeseables que podían disminuir la alta proporción de frutos maduros y/o sobremaduros necesarios para realizar una recolección mecanizada, a la que por sus características se adapta bien.

VI - CONTROL DE MALAS HIERBAS

VI - CONTROL DE MALAS HIERBAS

VI.1 - MATERIAL Y METODOS

VI.1.1 - Ensayos preliminares.

ENSAYO 1. Preemergencia.

Se realizó en 1990 en una parcela situada en Montañana (Zaragoza) (la misma del ensayo 1 del apartado V.1.1.1).

El suelo era de textura franca, PH de 8,1 y 1,2 % de materia orgánica (tabla V.1.1.1.1). Las labores previas a la siembra, el abonado y tratamiento con insecticida del suelo fueron las mismas que las del citado ensayo.

Se utilizó la variedad Piquillo de Lodosa que se sembró el 11 de Mayo de igual forma a como se indica en el ensayo 1 (apartado V.1.1.1), siendo la profundidad de siembra de 4 cm y la densidad de siembra de 25 semilllas/m lineal. La parcela disponía de riego por goteo con goteros distanciados a 4 cm.

Se ensayaron cinco tratamientos aplicados en preemergencia:

1 - difenamida a 4 kg/ha
2 - difenamida a 5 kg/ha
3 - difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha
4 - napropamida a 1 kg/ha
5 - napropamida a 2 kg/ha

El tratamiento se realizó a los 15 días de la siembra con un pulverizador de precisión, que utilizaba nitrógeno como gas impulsor, siendo el volumen de aplicación de 380 l/ha.

Se realizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela elemental tenía 5 x 2,1 m y abarcaba tres líneas de siembra. Al lado de cada parcela elemental había otra sin tratamiento herbicida que se usó como testigo.

A las cuatro semanas de la aplicación se evaluó visualmente la eficacia de los tratamientos, por comparación con los testigos adyacentes, siguiendo la escala de eficacia y fitotoxicidad utilizada por el Grupo de Trabajo de Herbicidas de los Servicios de Sanidad Vegetal de las Comunidades Autónomas (tabla VI.1.1.1).

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza.

El ensayo no se continuó al haberse obtenido una emergencia muy pobre del pimiento.

ENSAYO 2. Postemergencia.

Se realizó en 1990 en una parcela situada en Valdegón (Logroño). El suelo era de textura franco arenosa, PH de 8,2 y 1,2 % de materia orgánica (tabla VI.1.1.2).

Se utilizó la variedad Pico de Mendavia, que se sembró en líneas de 25 m de longitud y separadas a 0,75 m, regándose por aspersión.

Los productos se aplicaron en postemergencia del pimiento, estando éste entre 4 y 8 hojas. El tratamiento se realizó con un pulverizador logarítmico (que utilizaba propano como gas

impulsor) a lo largo de la línea de siembra, variando la dosis aplicada desde cuatro veces la dosis considerada normal a la mitad de dicha dosis. El rango de dosificación de los herbicidas fue:

- alacloro : desde 7,7 a 0,95 kg/ha
- dietatil : desde 8,0 hasta 1,0 kg/ha
- cinmethylin : desde 6,0 a 0,75 kg/ha
- isoxaben : desde 0,5 hasta 0,062 kg/ha
- pendimetalina : desde 5,28 hasta 0,62 kg/ha

La fitotoxicidad se evaluó visualmente a las 3, 5, 7 y 10 semanas del tratamiento.

Tabla VI.1.1.1 - Escala de eficacia y fitotoxicidad del Grupo de Trabajo de Herbicidas de los Servicios de Sanidad Vegetal de las Comunidades Autónomas.

ESCALA	DESCRIPCION	
	EFICACIA	FITOTOXICIDAD
10	Control total de m.h.	Cultivo completemente destruido
9	Control muy bueno o excelente	Sólo algunas plantas de cultivo supervivientes
8	Control bueno	Cultivo casi destruido
7	Control aceptable o satisfactorio	Daños muy importantes
6	Control moderado pero insatisfactorio	Daños importantes y probablemente no recuperables
5	Control deficiente-moderado	Daños leves pero de recuperación dudosa
4	Control deficiente	Daño leve pero pasajero
3	Control muy deficiente	Daño muy leve y pasajero
2	Control malo	Apreciable decoloración o depresión
1	Control muy malo	Ligera decoloración o depresión
0	Control nulo	Cultivo sin daños

Tabla VI.1.1.2 - Características del suelo del ensayo preliminar 2.

GRANULOMETRIA	
Arena gruesa, %	23,40
Arena fina, %	52,10
Limo, %	14,00
Arcilla, %	10,50
TEXTURA	Franco arenosa
FERTILIDAD	
PH al agua 1:2,5	8,20
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,21
Materia Orgánica, %	1,16
Fósforo Olsen, ppm	22,50
Potasio (extracto acetato amónico,ppm)	200,00
Capacidad total de cambio, meq/100 g suelo	6,90
CATIONES	
Calcio, meq/100 g suelo	8,40
Magnesio, meq/100 g suelo	0,98
Sodio, meq/100 g suelo	-

VI.1.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel).

La siembra con acolchado plástico en microtúnel favorece la nascencia del pimiento pero también de las malas hierbas. Por ello, el éxito de esta técnica depende en gran medida de que se disponga de un tratamiento herbicida selectivo y eficaz en las primeras fases de cultivo.

En los ensayos realizados se ha estudiado la selectividad y eficacia, cuando se usa esta técnica, tanto de herbicidas autorizados en España para su uso en preemergencia del pimiento, difenamida y napropamida, como de otros dos, dietatil y clomazone que aunque no están autorizados podían ser interesantes por su selectividad en pimiento (apartado I.5).

ENSAYO 1. Montañana (Zaragoza). Año 1991.

Se estudió la selectividad de 4 tratamientos herbicidas en preemergencia sobre las variedades Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen. Los tratamientos fueron:

1 - Testigo sin tratar
2 - Difenamida a 4 kg/ha
3 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha

La siembra se realizó a tempero el 25 de Abril en mesas de cultivo, con la técnica de microtúnel, de igual forma a como se

describe en el ensayo 2 del apartado V.1.1.2 . La profundidad de siembra fue de 1,5 cm.

Todos los tratamientos se realizaron inmediatamente después de la siembra con un equipo de pulverización con nitrógeno como gas impulsor, con un volumen de aplicación de 170 l/ha. En todos los ensayos de este apartado, posteriormente al tratamiento se procedió a acolchar con polietileno de baja densidad de 25 micras de espesor (100 galgas).

La parcela elemental estaba constituida por una mesa con una línea de siembra, de 5 m de longitud y 0,9 m de ancho. El diseño fue en bloques al azar con tres repeticiones.

El suelo era franco, con PH 8,3 y 1,8 % de materia orgánica (el mismo que el del ensayo 2 del apartado V.1.1.2, tabla V.1.1.2.1).

El riego se hizo por surcos y las labores, abonado y tratamientos fitosanitarios fueron los mismos del ensayo 2 del apartado V.1.1.2. El manejo fue el adecuado a las buenas prácticas agronómicas de la zona.

Se controló la emergencia a los 21, 32 y 43 días tras la siembra.

La fitotoxicidad se evaluó también de forma visual a las 7 y a las 11 semanas del tratamiento siguiendo la escala de la tabla VI.1.1.1, así como mediante el peso fresco y seco (1 día en estufa a 80 ºC) de la parte aérea de 10 plantas por parcela. La toma de plantas se hizo de forma que produjese un aclareo uniforme en la parcela y las plantas quedasen a 20 - 25 cm de distancia.

El 9 de octubre se cosecharon los frutos de 10 plantas por parcela separándose la producción en podridos (número), sobremaduros, maduros, entreverados y verdes con tamaño comercial.

La eficacia de los tratamientos se evaluó mediante el conteo de las malas hierbas lanzándose 4 veces por parcela un rectángulo de 0,5 m x 0,05 m en el surco de siembra. Esto se hizo a las 2 y 4 semanas tras la siembra. Posteriormente se escardó manualmente todas las parcelas manteniéndolas libres de malas hierbas durante todo el tiempo. Los datos del número de malas hierbas se transformaron con $\sqrt{(x+1/2)}$ en este y en todos los demás ensayos (Steel y Torrie, 1980; Ahrens et al., 1990).

En todos los ensayos de este apartado y del siguiente los datos se analizaron mediante análisis de varianza.

ENSAYO 2. Valdegón (Logroño). Año 1991.

Se estudió la selectividad de difenamida, dietatil y clomazone en preemergencia del pimiento.

Los tratamientos fueron:

1 - Testigo sin herbicida
2 - Difenamida a 4 kg/ha
3 - Difenamida a 6 kg/ha
4 - Difenamida a 8 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha
6 - Dietatil a 9 kg/ha
7 - Clomazone a 1 kg/ha

8 - Clomazone a 2 kg/ha

Se utilizó la variedad Piquillo de Lodosa. La siembra se realizó el 16 de mayo en llano en líneas separadas a 1,2 m con una sembradora manual a una densidad de 22 semillas/m lineal.

El terreno era francoarenoso, con PH 8,2 y 1,1 % de materia orgánica (tabla VI.1.2.1).

La parcela elemental estaba constituida por una línea de siembra de 5 m de longitud, considerándose 0,5 m de ancho para la evaluación de la eficacia herbicida. Se realizó un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones.

Los tratamientos se aplicaron con una mochila de palanca. El volumen de aplicación fue de 400 l/m2.

Se controló el número de plantas emergidas a los 21 y 32 días de la siembra. El plástico se retiró a los 32 días de la siembra. Posteriormente se controló el número de plantas a los 46 y 57 días de la siembra, determinándose la reducción del número de plantas respecto del máximo número de plantas emergidas.

Se evaluó la eficacia de los tratamientos a los 21 y 32 días de la siembra lanzando dos veces un aro rectangular de 0,5 x 0,1 m en el surco de siembra.

Tabla VI.1.2.1 - Características del suelo del ensayo 2. Preemergencia.

GRANULOMETRIA	
Arena gruesa, %	24,30
Arena fina, %	55,20
Limo, %	12,00
Arcilla, %	8,50
TEXTURA	Franco arenosa
FERTILIDAD	
PH al agua 1:2,5	8,20
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,15
Materia Orgánica, %	1,10
Fósforo Olsen, ppm	21,50
Potasio (extracto acetato amónico,ppm)	98,00
Capacidad total de cambio, meq/100 g suelo	5,30
CATIONES	
Calcio, meq/100 g suelo	7,00
Magnesio, meq/100 g suelo	1,03
Sodio, meq/100 g suelo	-

ENSAYO 3. Montañana (Zaragoza). Año 1992.

Se estudió la selectividad de 5 tratamientos herbicidas en preemergencia sobre las variedades Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen. Los tratamientos fueron:

1 - Testigo sin tratar
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha
3 - Clomazone a 1 kg/ha
4 - Clomazone a 2 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha
6 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha

La siembra se realizó a tempero el 9 de abril en mesas de cultivo con la técnica de microtunel, en líneas pareadas, de igual forma a como se describe en el ensayo 3 del apartado V.1.1.2. La profundidad de siembra fue de 1,5 cm.

El tratamiento herbicida se realizó de igual forma que en el ensayo 1, pero el volumen de aplicación fue de 400 l/ha.

Se realizó un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela elemental estuvo formada por una mesa con dos líneas de siembra, separadas a 0,35 m, de 4 m de longitud y 0,9 m de ancho.

El suelo era franco, con PH de 8,2 y 1,5 % de materia orgánica (el mismo que el del ensayo 3 del apartado V.1.1.2, tabla V.1.1.2.1).

El manejo del cultivo fue el mismo que se indica en el citado apartado.

Se controló la emergencia a los 24 y 45 días tras la siembra. También se evaluó la fitotoxicidad por el peso fresco y seco de 10 plantas por parcela a las 7 semanas de la siembra, así como mediante la producción de 10 plantas por parcela, procediéndose de igual forma que en el ensayo 1.

La eficacia de los tratamientos se evaluó a los 24 y 45 días tras la siembra como en el ensayo 1.

VI.1.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia.

ENSAYO 1. Montañana (Zaragoza). Año 1991.

Se evaluaron 4 tratamientos herbicidas sobre las variedades Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen. Los tratamientos fueron:

1 - Testigo sin tratar
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha
3 - Clomazone a 1 kg/ha
4 - Clomazone a 2 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha

La parcela en que se realizó el ensayo fue la misma que la del ensayo de herbicidas en preemergencia 1 y el manejo similar.

Los herbicidas se aplicaron el 20 de junio a los 15 días de retirar el plástico y con el pimiento en 6 - 8 hojas. Se utilizó el mismo equipo de pulverización de los ensayos 1 y 3 de preemergencia, siendo el volumen de aplicación de 480 l/ha. En el momento del tratamiento todas las parcelas estaban limpias de malas hierbas.

La parcela elemental estaba constituida por una mesa con una línea de plantas de 5 m de longitud y 0,9 m de ancho. El diseño fue en bloques al azar con tres repeticiones.

Se controló la reducción del número de plantas a los 15 días del tratamiento, transformándose los datos con $\sqrt{x}$, y a las 3 y 7 semanas del mismo se evaluó visualmente la fitotoxicidad utilizando la escala de la tabla VI.1.1.1 , así como mediante el peso fresco y seco (1 día en estufa a 80 ºC) de la parte aérea de 10 plantas por parcela. La toma de plantas se realizó de forma que produjese un aclareo uniforme de la parcela quedando las plantas a 20 - 25 cm. El 9 de octubre se recogieron los frutos de 10 plantas por parcela separándose según su madurez de igual forma que en los ensayos de preemergencia.

A las 7 semanas del tratamiento todas las parcelas estaban limpias de malas hierbas anuales, incluso los testigos, por lo que no se pudo evaluar la eficacia de los tratamientos. A partir de este momento las parcelas se escardaron manualmente para evitar que la presencia de malas hierbas interfiriese en la evaluación de la selectividad.

ENSAYO 2. Valdegón (Logroño). Año 1991.

Se ensayaron 10 tratamientos herbicidas sobre la variedad Pico de Mendavia. Los tratamientos fueron:

1 - Testigo
2 - Testigo
3 - Clomazone a 0,7 kg/ha
4 - Clomazone a 2 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha
6 - Difenamida a 6 kg/ha
7 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha
8 - Alacloro a 1,92 Kg/ha
9 - Cinmethylin a 2,5 kg/ha
10 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha
11 - Pendimetalina a 1,32 kg/ha
12 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha

La siembra se realizó el 20 de Mayo en llano con el sistema de acolchado plástico en microtunel en líneas separadas a 1,4 m.

El terreno era franco, de PH 8,5 y 1,8 % de materia orgánica (tabla VI.1.3.1).

La parcela elemental estaba formada por una línea de siembra de 5 m de longitud. El diseño fue en bloques al azar con 6 repeticiones por tratamiento.

El tratamiento herbicida se realizó con las plantas de pimiento en 7 - 10 hojas con el mismo pulverizador que en el ensayo 1, siendo el volumen de aplicación de 480 l/ha. En el momento del tratamiento todas las parcelas estaban limpias de malas hierbas.

A las 3 y 7 semanas de la aplicación se evaluó visualmente la fitotoxicidad. También se controló el peso de plantas como en el ensayo 1 a las 3 semanas. No se controló la producción por que la parcela se inundó por una tormenta.

Se evaluó la eficacia de los tratamientos herbicidas mediante

conteo de malas hierbas lanzando en cada parcela 2 veces un aro rectangular de 0,3 m x 0,33 m.

ENSAYO 3. Montañana (Zaragoza). Año 1992.

Se evaluaron 5 tratamientos herbicidas sobre las variedades Piquillo de Lodosa y Pico de Mendavia. En principio se pensaba evaluarlos también sobre Buketen pero dado que se obtuvo una mala emergencia en esta variedad, no se pudo realizar. Los tratamientos fueron:

1 - Testigo sin tratar
2 - Clomazone a 1 kg/ha
3 - Clomazone a 2 kg/ha
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha
6 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha

La parcela en que se realizó este ensayo fue la misma que la del ensayo 3 de herbicidas en preemergencia y el manejo similar.

Los tratamientos se realizaron el 17 de junio, con el pimiento en 5 - 6 hojas, utilizando el mismo equipo pulverizador que en los ensayos 1 y 2, siendo el volumen de aplicación de 450 l/ha.

La parcela elemental estaba constituida por una mesa con dos líneas de plantas, separadas a 0,35 m, de 4 m de longitud y 0,9 m de ancho. El diseño fue en bloques al azar con 4 repeticiones.

Los controles realizados fueron los mismos que en el ensayo 1, aunque en este caso las evaluaciones visuales y por peso de plantas de la fitotoxicidad se hicieron a las 2 y 6 semanas del tratamiento. La recolección se realizó el 1 de octubre.

La eficacia del control de malas hierbas se evaluó como en el ensayo 2, a las 3 y 6 semanas de la aplicación. Posteriormente se escardó manualmente todas las parcelas y cuando las plantas tenían 15 - 20 cm se hizó un tratamiento dirigido con paraquat (0,6 kg/ha) para eliminar la juncia (Cyperus rotundus L.).

Tabla VI.1.3.1 - Características del suelo del ensayo 2. Postemergencia.

GRANULOMETRIA	
Arena total (0,05-2mm), %	38,78
Limo grueso (0,02-0,05 mm), %	10,17
Limo fino (0,002-0,02 mm), %	25,80
Arcilla (<0,002 mm), %	25,23
TEXTURA	Franca
FERTILIDÁD	
PH al agua 1:2,5	8,51
C.E. 1:5, dS/m a 25 ºC	0,35
Materia Orgánica, %	1,83
Fósforo Olsen, ppm	37,80
Potasio (extracto acetato amónico,ppm)	406,00
SALES SOLUBLES (en extracto de pasta saturada)	
C.E., dS/m a 25 ºC	3,24
Porcentaje saturación	39,70
CATIONES	
Calcio, meq/l	20,00
Magnesio, meq/l	4,40
Sodio, meq/l	7,90

VI.2 - RESULTADOS

VI.2.1 - Ensayos preliminares.

ENSAYO 1. Preemergencia.

En la tabla VI.2.1.1 se relacionan las principales especies anuales presentes en el testigo y su abundancia y en la tabla VI.2.1.2 se muestra la eficacia de los tratamientos.

El mejor control de las malas hierbas anuales se obtuvo con la mezcla de difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha. No se observó aumento de la eficacia al incrementar la dosis de difenamida. El tratamiento con napropamida a 1 kg/ha resultó insatisfactorio, mejorando su acción al doblar la dosis.

ENSAYO 2. Postemergencia.

El alacloro fue selectivo hasta 1,6 kg/ha, siendo muy sensibles a este producto las plantas con menos de 8 hojas verdaderas. Las plantas con 8 hojas verdaderas y en buen estado vegetativo pudieron resistir dosis mayores, si bien sufrieron un parón en su desarrollo que retrasó su crecimiento.

El comportamiento del dietatil fue variable según la madurez de la planta. Resultó selectivo hasta 1,35 kg/ha. En plantas con

menos de 6 hojas, dosis mayores de 3 kg/ha produjeron su muerte. En plantas de 6 o más hojas, dosis de hasta 6,75 kg/ha dieron síntomas de fitotoxicidad en un principio (hojas abullonadas, clorosis), si bien éstos acabaron desapareciendo.

El cinmethylin resultó selectivo hasta 4,8 kg/ha; a dosis mayores aparecieron síntomas transitorios de fitotoxicidad (abullonado de hojas).

El isoxaben fue selectivo hasta 0,125 kg/ha, a dosis mayores de 0,2 kg/ha resultó muy fitotóxico, paralizando el desarrollo de las plantas que, desde entonces, estuvieron retrasadas respecto del testigo.

La pendimetalina resultó selectiva hasta 0,9 kg/ha, a dosis de 0,9 a 2,1 kg/ha se observaron síntomas de fitotoxicidad y a dosis mayores produjo paralización total del crecimiento de las plantas.

Tabla VI.2.1.1 - Malas hierbas presentes en el testigo del ensayo 1.

Especie	plantas/ m2
Portulaca oleracea L.	41
Sonchus oleraceus L.	18
Chenopodium album L.	2
Anagallis arvensis L.	2
Amaranthus blitoides S. Watson	1

Tabla VI.2.1.2 - Valores medios de la eficacia de los tratamientos del ensayo 1.

Tratamiento	Eficacia
1 - difenamida (4 kg/ha)	7,5 bc
2 - difenamida (5 kg/ha)	7,5 bc
3 - difenamida (4 kg/ha) + napropamida (1 kg/ha)	9,0 c
4 - napropamida (1 kg/ha)	5,0 a
5 - napropamida (2 kg/ha)	6,7 ab

Las cifras seguidas de letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p<0,05$.

VI.2.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel).

ENSAYO 1. Preemergencia. Montañana (Zaragoza), año 1991.

Emergencia. (tabla VI.2.2.1)

Los distintos tratamientos no afectaron de forma significativa al porcentaje de emergencia en ninguna de las tres fechas en que se evaluó. A los 21 días se observó que la variedad Buketen. tuvo una emergencia significativamente mayor que las otras dos variedades, desapareciendo esta diferencia en los controles posteriores. La interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

En la última evaluación realizada se observó una reducción del número de plantas sobre la evaluación anterior. Para determinar si esto se debió al tratamiento herbicida aplicado se calculó el porcentaje de reducción, transformándose los datos con $\sqrt{x}$ (Steel y Torrie, 1980). No se observó que ninguno de los tratamientos influyera en la reducción del número de plántulas (tabla VI.2.2.1). El efecto varietal y la interacción "tratamiento x variedad" tampoco resultaron significativos.

Fitotoxicidad visual y por peso de plantas. (tabla VI.2.2.2)

Los efectos del tratamiento y de la variedad no resultaron significativos. La interacción "tratamiento x variedad" tampoco fue significativa. Sólo se observaron síntomas visuales leves de fitotoxicidad (abullonado de hojas, ligera depresión de la vegetación) en el tratamiento con dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha.

Fitotoxicidad por producción. (tabla VI.2.2.3)

No se observó influencia significativa de ninguno de los tratamientos ni en la producción total ni en cada una de las partidas en que ésta se puede dividir. Sí se observó efecto varietal, siendo la producción total de Piquillo y Pico mayor que la de Buketen. La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

En las figuras VI.2.2.1, 2 y 3 se ha representado para cada variedad y cada tratamiento la distribución en porcentaje del número de frutos según su madurez (podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes de tamaño comercial). Se aprecia un ligero retraso en la maduración con el tratamiento 4 (dietatil a 4,5 kg/ha) que fue más acusado en la variedad Piquillo de Lodosa.

Eficacia herbicida. (tabla VI.2.2.4)

En la tabla VI.2.2.4 se relacionan los valores medios del número de malas hierbas/m2 (vueltos a transformar a partir de la transformación $\sqrt{(x+1/2)}$) correspondientes a los distintos tratamientos. Unicamente se relacionan malas hierbas dicotiledóneas ya que la presencia de gramíneas fue despreciable

y se redujo a algunas plantas de Sorghum halepense (L.) Pers. de semilla y alguna Digitaria sanguinalis.

El tratamiento más eficaz resultó ser el dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha, que mostró un buen control de Portulaca oleracea, Amaranthus spp. y Chenopodium album . Datura stramonium no fue controlada por ninguno de los tratamientos. La adición de difenamida al dietatil mejoró la acción de éste contra Amaranthus spp. y Chenopodium album.

Aunque la mezcla de difenamida y napropamida controló mejor las malas hierbas que la difenamida sola, ambos tratamientos no fueron suficientemente eficaces.

ENSAYO 2. Preemergencia. Valdegón (Logroño), año 1991.

Emergencia (tabla VI.2.2.5)

Con todos los tratamientos herbicidas hubo un mayor porcentaje de emergencia que en el testigo. Esta diferencia aún cuando no fue significativa a los 21 días de la siembra, sí lo fue a los 32 días de la siembra, salvo en los tratamientos con dietatil a 9 kg/ha y con clomazone a 2 kg/ha. La emergencia máxima se observó en el tratamiento con dietatil a 4,5 kg/ha con un 74,1 % .

El dietatil a 9 kg/ha produjo una importante reducción de las plantas una vez emergidas (un 59,5 % a los 46 días y un 63,5 % a los 57 días), que fue significativamente superior al testigo a los 46 de la siembra. Se observó una reducción importante (el 36,1 % a los 46 días y el 40,7 % a los 57 días) aunque no significativamente distinta del testigo con clomazone a 2 kg/ha.

El clomazone produjo síntomas de fitotoxicidad consistentes en que la primeras hojas aparecieron cloróticas, pero luego las plantas se recuperaron perfectamente. El dietatil produjo abullonado de hojas, que desapareció con el tiempo.

Eficacia herbicida. (tabla VI.2.2.6)

El clomazone a 1 y 2 kg/ha controló todas las malas hierbas presentes en las evaluaciones realizadas (Amaranthus spp., Chenopodium album, Datura stramonium, Portulaca oleracea, Solanum nigrum,).

El dietatil a 4,5 kg/ha no controló Chenopodium ni Datura y tampoco Amaranthus a los 32 días. La dosis de 9 kg/ha controló Amaranthus y algo el Chenopodium.

Los tratamientos a base de difenamida no controlaron de forma eficaz ninguna de las malas hierbas presentes.

ENSAYO 3. Preemergencia. Montañana (Zaragoza), año 1992.

Emergencia. (tabla VI.2.2.7)

El efecto del tratamiento resultó significativo en la evaluación realizada a los 24 días tras la siembra, pero no en la realizada a los 45 días. A los 24 días el tratamiento con clomazone a 1 kg/ha produjo un porcentaje de emergencia menor que

el testigo, pero el resto de tratamientos no difirieron del mismo. A los 45 días tras la siembra se observó que el tratamiento con clomazone a 2 kg/ha redujo de forma significativa el número de plantas emergidas (un 50 %). El resto de tratamientos no produjo una reducción significativa del número de plantas, aunque cabe resaltar que el tratamiento con dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha redujo el número de plantas en un 35 % .

El efecto varietal resultó significativo en todos los casos, observándose el mayor porcentaje de emergencia en la variedad Pico y el menor en Buketen. La reducción en el número de plantas emergidas en esta última variedad a los 45 días tras la siembra fue mayor que en las otras dos variedades.

La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa en ningún caso.

Fitotoxicidad por peso de plantas. (tabla VI.2.2.7)

Los distintos tratamientos herbicidas no dieron lugar a diferencias significativas del peso de las plántulas respecto del testigo. Tampoco se observaron diferencias significativas entre las variedades. La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

Fitotoxicidad por producción. (tabla VI.2.2.8)

No se recolectó la variedad Buketen ya que por problemas de emergencia, no había suficiente número de plántulas.

No se observó influencia significativa de ninguno de los tratamientos ni en la producción total ni en ninguna de las distintas partidas consideradas de la misma. Si se observó un efecto varietal, siendo mayor la producción en la variedad Pico. La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

En la figura VI.2.2.4 y 5 se ha representado para las variedades Piquillo y Pico la distribución en porcentaje del número de frutos según su madurez. No se aprecia que ninguno de los tratamientos retrasase la maduración, respecto del testigo.

Eficacia herbicida. (tabla VI.2.2.9)

Cyperus rotundus no fue controlado por ninguno de los tratamientos.

Todos los tratamientos controlaron las gramíneas anuales *Setaria glauca* auct., non (L.) Beauv. y *Digitaria sanguinalis*.

La presencia de malas hierbas dicotiledóneas fue baja. Se obtuvo un buen control de las mismas (*Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* y *Sinapis arvensis*) con clomazone a 1 y 2 kg/ha y con la mezcla de dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha. Con los tratamientos con dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha y con difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha no se observó diferencia con el testigo en el número de dicotiledóneas en la evaluación realizada a los 24 días tras la siembra, pero posteriormente estos tratamientos tuvieron un cierto control de las malas hierbas.

Tabla VI.2.2.1 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios del porcentaje de emergencia a distintos días tras la siembra y de la reducción del mismo desde los 32 a los 43 días según el tratamiento y la variedad.

	Emergencia			Reducción
	21 días	32 días	43 días	*
Tratamiento	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	32,8	38,3	31,2	10,0
2 - Difenamida a 4 kg/ha	36,2	45,8	35,7	13,0
3 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha	38,0	45,2	33,8	19,4
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	38,0	45,6	39,8	9,3
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	36,0	41,3	37,6	10,4
Variedad	S	S	NS	NS
Piquillo	33,9 a	36,2 a	31,3	12,0
Pico	25,4 a	45,5 ab	37,1	11,8
Buketen	49,3 b	47,9 b	38,5	12,7
Interacción	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

* : medias transformadas a partir de los datos $\sqrt{x}$

Tabla VI.2.2.2 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco (entre paréntesis) de 10 plantas a las 7 y 11 semanas tras la siembra según el tratamiento y la variedad.

	Fitotoxicidad visual		Peso de plantas (g)	
Semanas tras siembra	7	11	7	11
Tratamiento	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	2,2	2,5	12,4 (1,8)	171,4 (26,2)
2 - Difenamida a 4 kg/ha	1,8	1,4	13,1 (1,9)	216,9 (32,9)
3 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha	1,8	2,0	13,7 (2,0)	204,5 (31,2)
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	2,6	1,5	14,8 (2,1)	199,7 (29,9)
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	3,3	1,7	12,5 (1,8)	192,1 (29,4)
Variedad	NS	NS	NS	NS
Piquillo	2,4	2,2	14,3 (2,0)	219,0 (31,8)
Pico	2,4	1,8	12,7 (1,8)	189,7 (28,2)
Buketen	2,3	1,5	12,9 (2,0)	182,0 (29,7)
Interacción	NS	NS	NS	NS

NS : efecto no significativo

Tabla VI.2.2.3 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas (en gramos) de 10 plantas según el tratamiento y la variedad.

	Podridos (nº)	Sobremaduros	Maduros	Entreverados	Verdes	Total
Tratamiento	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	21,4	916,4	2045,4	969,3	1217,1	5148,2
2 - Difenamida a 4 kg/ha	19,7	914,4	1677,1	467,9	705,7	3765,3
3 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha	20,9	1105,1	1567,7	597,0	834,5	4105,3
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	15,3	814,4	1320,7	587,7	1180,2	3902,0
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	20,1	789,3	1986,7	840,7	929,3	4546,0
Variedad	S	S	S	S	S	S
Piquillo	19,5 ab	928,2 b	2056,5 b	546,3 a	1559,2 c	5090,1 b
Pico	26,2 b	465,9 a	2223,2 b	1272,3 b	1040,7 b	5002,2 b
Buketen	12,8 a	1329,7 c	878,8 a	258,9 a	320,2 a	2787,6 a
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.2.4 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios del número de malas hierbas anuales (*) por metro cuadrado según el tratamiento herbicida a las 2 y 4 semanas tras la siembra.

	Portulaca		Amaranthus		Datura		Chenopodium		Xanthium		Total Dicot.	
semanas tras siembra	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Tratamiento												
1 - Testigo	47 b	61 c	45 b	55 d	39 a	49 a	14 a	18 b	3 a	1 a	208 c	230 b
2 - Difenamida a 4 kg/ha	16 ab	19 b	36 b	34 cd	38 a	89 a	4 a	18 b	9 a	5 a	134 bc	215 b
3 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 1 kg/ha	7 a	14 ab	33 b	16 bc	62 a	135 a	4 a	2 a	0 a	1 a	106 abc	190 b
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	3 a	7 ab	30 b	15 b	28 a	58 a	9 a	28 b	2 a	2 a	88 ab	140 ab
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	1 a	0 a	8 a	0 a	19 a	40 a	2 a	4 a	3 a	3 a	37 a	55 a

Para cada mala hierba y en cada fecha las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

*: Portulaca => *Portulaca oleracea*
Amaranthus => *Amaranthus* spp.
Datura => *Datura stramonium*
Chenopodium => *Chenopodium album*
Xanthium => *Xanthium strumarium*

Tabla VI.2.2.5 - Ensayo 2, Valdegón (Logroño). Valores medios del porcentaje de emergencia a los 21 y 32 días tras la siembra y de la reducción del número de plantas a los 46 y los 57 días, con respecto al número máximo de plantas emergidas, según el tratamiento .

días tras la siembra	Emergencia		Reducción	
	21	32	46	57
Tratamiento				
1 - Testigo	33,3 a	31,3 a	29,0 bc	36,8 bc
2 - Difenamida a 4 kg/ha	50,5 a	49,4 b	13,2 abc	15,4 ab
3 - Difenamida a 6 kg/ha	52,0 a	52,5 b	9,3 ab	18,2 ab
4 - Difenamida a 8 kg/ha	50,5 a	58,9 bc	2,9 a	4,1 a
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha	65,8 a	74,1 c	13,6 ab	15,7 ab
6 - Dietatil a 9 kg/ha	53,8 a	48,9 ab	59,5 d	63,5 c
7 - Clomazone a 1 kg/ha	57,6 a	55,6 b	20,8 abc	25,4 ab
8 - Clomazone a 2 kg/ha	55,1 a	43,3 ab	36,1 cd	40,7 bc

Para cada variable las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.2.6 - Ensayo 2, Valdegón (Logroño). Valores medios del número de malas hierbas anuales (*) por metro cuadrado según el tratamiento herbicida a las 3 y 4 semanas tras la siembra.

	Amaranthus		Chenopodium		Datura		Portulaca		Solanum		Total	Dicot.
semanas tras siembra	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
Tratamiento												
1 - Testigo	43 c	105 bc	332 bc	166 bc	13 a	0 a	42 c	43 c	52 c	1 a	501 e	322 c
2 - Difenamida a 4 kg/ha	51 c	89 bc	224 bc	247 c	5 a	3 a	39 c	49 c	38 c	12 a	389 de	415 c
3 - Difenamida a 6 kg/ha	59 c	164 c	392 c	114 bc	5 a	4 a	29 bc	74 c	26 bc	5 a	575 e	389 c
4 - Difenamida a 8 kg/ha	21 bc	116 c	131 b	101 b	1 a	6 a	10 ab	11 b	8 ab	9 a	208 cd	270 c
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha	1 ab	46 b	158 bc	166 bc	5 a	6 a	0 a	0 a	0 a	3 a	187 cd	248 c
6 - Dietatil a 9 kg/ha	0 a	9 a	36 ab	58 b	3 a	0 a	0 a	0 a	2 a	0 a	83 bc	103 b
7 - Clomazone a 1 kg/ha	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
8 - Clomazone a 2 kg/ha	0 a	0 a	3 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	6 ab	0 a

Para cada mala hierba y en cada fecha las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

*: Amaranthus => *Amaranthus* spp.
Chenopodium => *Chenopodium album*
Datura => *Datura stramonium*
Portulaca => *Portulaca oleracea*
Solanum => *Solanum nigrum*

Tabla VI.2.2.7 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios del porcentaje de emergencia a distintos días tras la siembra, reducción del mismo desde los 24 a los 45 días y peso fresco y seco (entre paréntesis) de 10 plantas a las 7 semanas de la siembra, según el tratamiento y la variedad.

tiempo tras la siembra	Emergencia 24 días	Emergencia 45 días	Reducción 43 días	Peso plantas (g) 7 semanas
Tratamiento	S	NS	S	NS
1 - Testigo	50,7 b	39,3	23,9 abc	26,8 (4,4)
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	51,9 b	37,6	30,3 bc	29,3 (4,9)
3 - Clomazone a 1 kg/ha	35,8 a	34,6	12,6 a	27,1 (4,3)
4 - Clomazone a 2 kg/ha	45,1 ab	25,7	49,5 d	24,6 (4,1)
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	48,5 ab	31,4	35,1 cd	39,3 (6,5)
6 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	48,3 ab	39,9	19,6 ab	31,6 (5,3)
Variedad	S	S	S	NS
Piquillo	45,1 a	33,9 b	26,6 a	27,8 (4,4)
Pico	57,3 b	47,6 c	17,5 a	32,9 (5,4)
Buketen	37,8 a	22,0 a	42,9 b	28,9 (5,0)
Interacción	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.2.8 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas (en gramos) de 10 plantas según el tratamiento y la variedad.

	Podridos (nº)	Sobremaduros	Maduros	Entreverados	Verdes	Total
Tratamiento	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	2,3	216,7	1300,0	680,0	2263,3	4460,0
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	3,1	128,6	1511,4	545,7	2160,0	4346,7
3 - Clomazone a 1 kg/ha	4,6	308,0	2008,0	820,0	2716,0	5852,0
4 - Clomazone a 2 kg/ha	9,5	260,0	1940,0	900,0	2120,0	5220,0
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	5,0	216,0	2568,0	652,0	2040,0	5476,0
6 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	5,5	226,7	1726,7	806,7	2326,7	5087,8
Variedad	NS	S	S	S	S	S
Piquillo	3,0	369,3 b	1438,7 a	478,7 a	1597,3 a	3884,0 a
Pico	5,7	72,5 a	2120,0 b	920,0 b	2920,0 b	6032,5 b
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.2.9 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios del número de malas hierbas (*) por metro cuadrado según el tratamiento herbicida a los 24 y 45 días tras la siembra.

	Cyperus		Setaria		Digitaria		Total Dicot.	
días tras siembra	24	45	24	45	24	45	24	45
Tratamiento								
1 - Testigo	57 a	79 a	20 b	30 b	3 b	4 b	8 c	17 d
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 4 kg/ha	77 a	125 a	0 a	1 a	0 a	0 a	7 bc	5 bc
3 - Clomazone a 1 kg/ha	28 a	59 a	0 a	0 a	0 a	0 a	1 a	1 ab
4 - Clomazone a 2 kg/ha	43 a	79 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	38 a	80 a	1 a	1 a	0 a	1 a	2 ab	3 abc
6 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	63 a	132 a	1 a	1 a	0 a	0 a	6 bc	6 c

Para cada mala hierba y en cada fecha las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

*: Cyperus => *Cyperus rotundus*
Setaria => *Setaria glauca*
Digitaria => *Digitaria sanguinalis*
Dicotiledóneas => *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Sinapis arvensis*

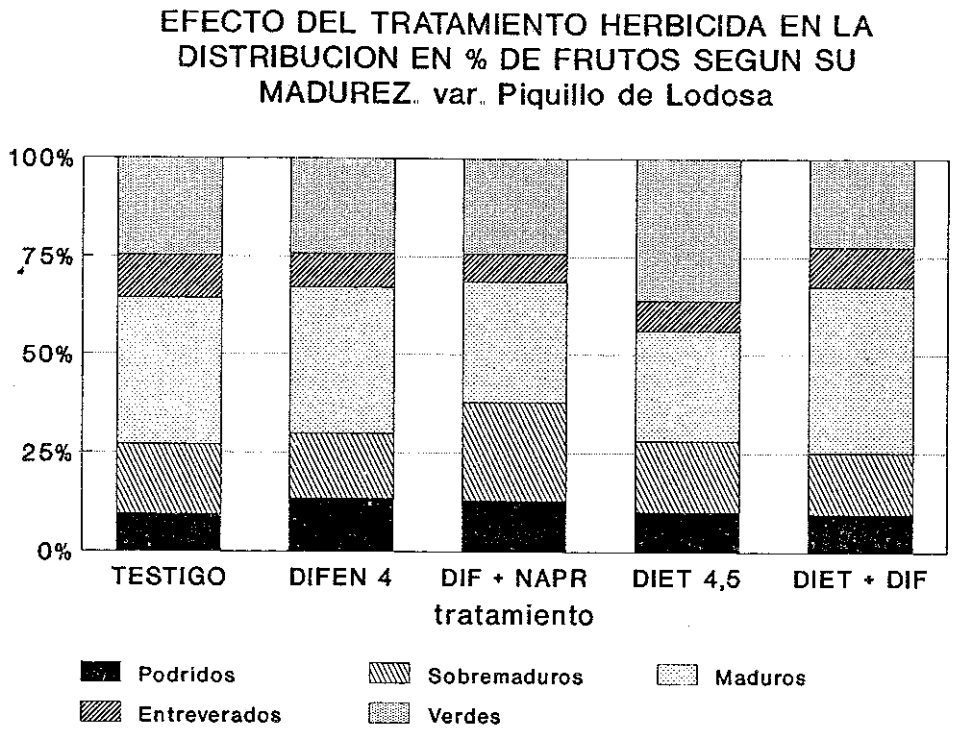


Figura VI.2.2.1 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991.

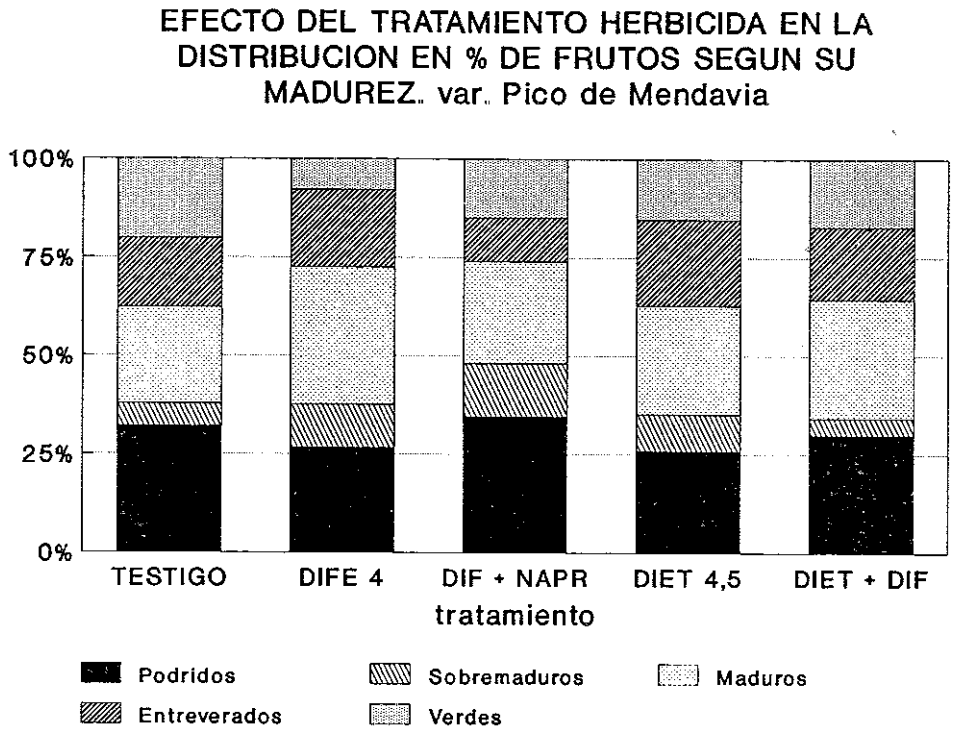


Figura VI.2.2.2 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Buketen

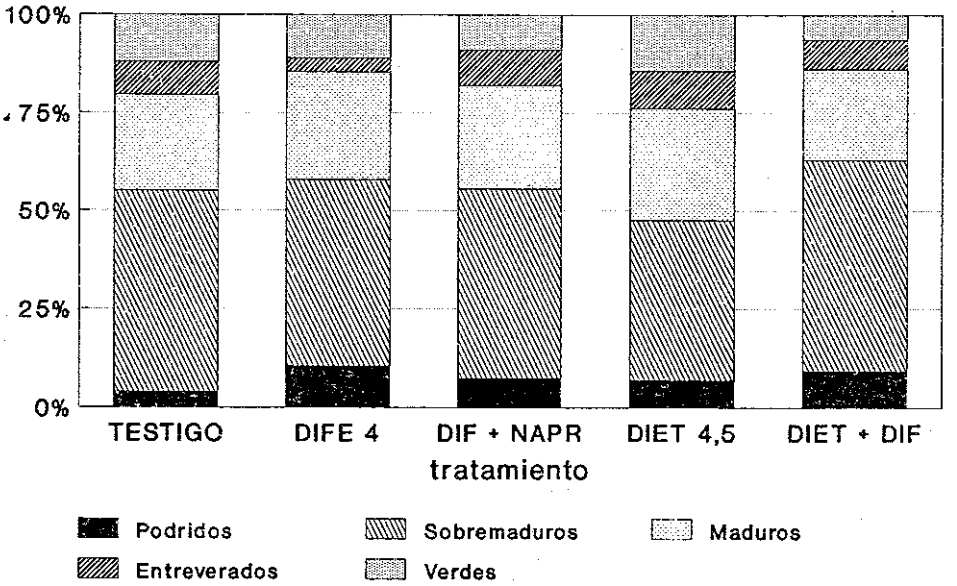


Figura VI.2.2.3 - Ensayo preemergencia 1. Montañana, 1991

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Piquillo de Lodosa

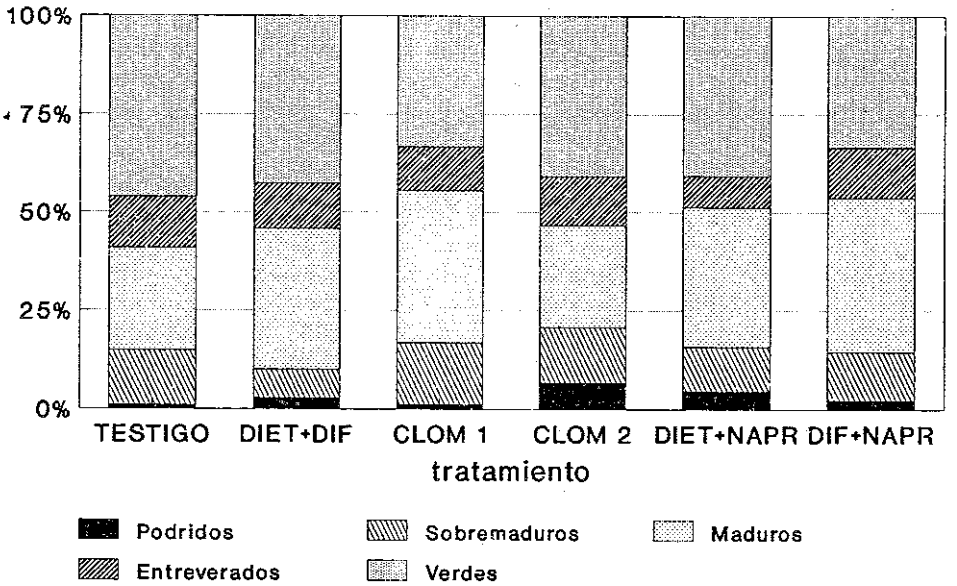


Figura VI.2.2.4 - Ensayo preemergencia 3. Montañana, 1992

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Pico de Mendavia

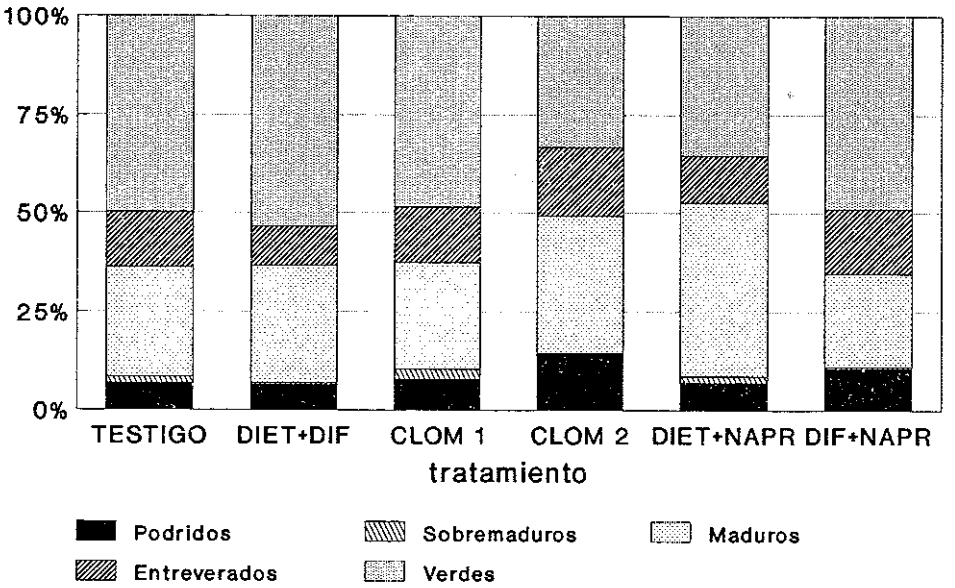


Figura VI.2.2.5 - Ensayo preemergencia 3. Montañana, 1992

VI.2.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia.

ENSAYO 1. Montañana (Zaragoza), año 1991.

Fitotoxicidad por reducción del número de plantas a los 15 días tras el tratamiento. (tabla VI.2.3.1)

Los distintos tratamientos no produjeron una reducción significativa del número de plantas respecto del testigo.

No se observó efecto varietal y la interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

Fitotoxicidad visual y por peso de plantas. (tabla VI.2.3.1)

A las tres semanas del tratamiento el clomazone produjo síntomas leves de fitotoxicidad (principalmante a 2 kg/ha) que fueron significativos. El dietatil también produjo síntomas leves (principalmente abullonado de hojas) que fueron algo más importantes cuando se usó mezclado con difenamida. En la evaluación realizada a las 7 semanas del tratamiento estos síntomas desaparecieron y no fueron estadísticamente significativos. No hubo efecto varietal y la interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

No se observó una reducción significativa del peso de las plantas con ninguno de los tratamientos, respecto del testigo, ni a las 3 ni a las 7 semanas de la aplicación. A las 7 semanas se observó que las plantas de la variedad Pico tenían un peso significativamente mayor que las de Piquillo y Buketen. La interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

Fitotoxicidad por producción. (tabla VI.2.3.2)

Ninguno de los tratamientos redujo de forma significativa la producción total, ni tampoco ninguna de las partidas en que ésta se puede dividir: podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes de tamaño comercial. El efecto varietal resultó significativo, siendo Pico de Mendavia la variedad más productiva, seguida de Piquillo de Lodosa y Buketen resultó la menos productiva. La interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

En la figura VI.2.3.1 puede verse que los tratamientos con clomazone retrasaron ligeramente la maduración en Piquillo. En Pico el tratamiento con dietatil + difenamida retrasó ligeramente la maduración (figura VI.2.3.2). En Buketen todos los tratamientos retrasaron ligeramente la maduración (figura VI.2.3.3).

ENSAYO 2. Valdegón (Logroño), año 1991.

Fitotoxicidad visual. (tabla VI.2.3.3)

En la evaluación visual de fitotoxicidad realizada a las 3 semanas los tratamientos con clomazone a 2 kg/ha, dietatil a 4,5 kg/ha, alacloro a 1,92 kg/ha y dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin

a 2,5 kg/ha, dieron lugar a síntomas leves de fitotoxicidad, significativamente diferentes del testigo (clorosis, abullonado de hojas). Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha y pendimetalina a 1,32 kg/ha produjeron daños más importantes.

A las 7 semanas únicamente el tratamiento con pendimetalina dio lugar a síntomas importantes de fitotoxicidad.

Fitotoxicidad por peso de plantas. (tabla VI.2.3.3)

No se observaron diferencias significativas respecto del testigo en el peso de las plantas a las 3 semanas del tratamiento.

Eficacia herbicida. (tabla VI.2.3.4)

La densidad de malas hierbas fue muy baja, siendo *Xanthium spinosum* L. la especie más abundante, no siendo controlada por ninguno de los tratamientos.

Además de la anterior estuvieron presentes en el testigo sin tratar : *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Datura stramonium* y *Solanum nigrum*.

Considerando el número total de malas hierbas anuales destacaron los tratamientos : clomazone a 0,7 y 2 kg/ha, dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha y dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha y dietatil a 4,5 kg/ha.

ENSAYO 3. Montañana (Zaragoza), año 1992.

Fitotoxicidad por reducción del número de plantas a los 15 días tras el tratamiento. (tabla VI.2.3.5)

Los distintos tratamientos no produjeron una reducción significativa del número de plantas respecto del testigo. No se observó efecto varietal y la interacción "tratamiento x variedad" no fue significativa.

Fitotoxicidad visual. (tabla VI.2.3.5)

A las dos semanas del tratamiento el clomazone produjo síntomas leves de fitotoxicidad (clorosis en las hojas), que eran mayores cuanto menor desarrollo tenían las plantas en el momento del tratamiento. Los tratamientos con dietatil produjeron daños consistentes en el abullonado de hojas y la muerte o deformación del ápice, sobre todo cuando se usó mezclado con difenamida. Esto hizo que apareciesen rebrotes de las hojas inferiores del pimiento.

En la evaluación realizada a las seis semanas los síntomas del clomazone y del dietatil (solo o mezclado) habían desaparecido, aunque se observó algún síntoma en el tratamiento de dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha.

No hubo efecto varietal y la interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

Fitotoxicidad por peso de plantas. (tabla VI.2.3.5)

Los tratamientos herbicidas no afectaron significativamente al peso fresco y seco de las plantas en las dos evaluaciones realizadas.

A las 6 semanas las plantas de la variedad Piquillo tuvieron un peso fresco significativamente mayor que las de Pico.

La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

Fitotoxicidad por producción. (tabla VI.2.3.6)

Ninguno de los tratamientos redujo de forma significativa la producción total (que fue en todos los casos mayor que la del testigo), ni tampoco ninguna de las partidas en que ésta se puede dividir: podridos, sobremaduros, maduros, entreverados y verdes de tamaño comercial. Si se observó un efecto varietal, siendo la variedad Pico más productiva que la Piquillo. La interacción "tratamiento x variedad" no resultó significativa.

En la variedad Piquillo se observó un retraso en la maduración con los tratamientos 4 y 5 (dietatil a 4,5 kg/ha y dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha) (figura VI.2.3.4). En Pico todos los tratamientos herbicidas produjeron un cierto retraso en la maduración, siendo más importante en el tratamiento 3 (clomazone a 2 kg/ha) y en las mezclas de dietatil con difenamida y cinmethylin (tratamientos 5 y 6) (figura VI.2.3.5).

Eficacia herbicida. (tabla VI.2.3.7)

La presencia de malas hierbas anuales fue muy baja, posiblemente por la gran infestación de juncia, que ningún tratamiento pudo controlar.

El clomazone controló bien las malas hierbas anuales: la única gramínea presente (*Setaria glauca*) y las dicotiledóneas (*Sinapis arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*). El dietatil, solo o mezclado con difenamida, no controló las malas hierbas anuales presentes, pero sí fue eficaz mezclado con cinmethylin.

Tabla VI.2.3.1 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios del porcentaje de reducción del número de plantas a los 15 días del tratamiento, de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco (entre paréntesis) de 10 plantas a las 3 y 7 semanas tras el tratamiento, según el tratamiento y la variedad.

	Reducción *	Fitotoxicidad visual		Peso de plantas (g)	
Semanas tras siembra	2	3	7	3	7
Tratamiento	NS	S	NS	NS	NS
1 - Testigo	6,5	1,2 a	0,9	153,4 (22,8)	1335,0 (171,0)
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha	7,7	4,4 cd	1,8	127,7 (18,5)	1189,9 (148,3)
3 - Clomazone a 1 kg/ha	2,1	2,7 b	0,9	142,0 (20,8)	1386,7 (191,9)
4 - Clomazone a 2 kg/ha	3,2	3,8 c	1,9	135,8 (20,5)	1176,6 (144,7)
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	5,3	5,1 d	2,2	105,6 (15,8)	1031,2 (126,8)
Variedad	NS	NS	NS	NS	S
Piquillo	5,0	3,5	1,5	130,8 (18,6)	1106,7 a (143,3)
Pico	5,8	3,3	1,3	144,5 (21,0)	1506,7 b (196,8)
Buketen	4,1	3,5	1,7	123,4 (19,4)	1058,1 a (123,1)
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.
* : medias transformadas a partir de los datos $\sqrt{x}$

Tabla VI.2.3.2 - Ensayo 1, Montañana (Zaragoza). Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas (en gramos) de 10 plantas según el tratamiento y la variedad.

	Podridos (nº)	Sobremaduros	Maduros	Entreverados	Verdes	Total
Tratamiento	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	15,0	530	796	463	906	2695
2 - Dietatil a 4,5 kg/ha	13,4	402	958	499	806	2666
3 - Clomazone a 1 kg/ha	13,5	518	768	502	771	2559
4 - Clomazone a 2 kg/ha	15,5	513	1029	536	1242	3320
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	16,1	354	851	694	919	2819
Variedad	S	S	S	S	S	S
Piquillo	14,4 ab	496 b	1038 b	320 a	1127 b	2981 b
Pico	18,9 b	275 a	1135 b	1135 b	1378 b	3922 c
Buketen	10,8 a	619 b	469 a	162 a	282 a	1532 a
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.3.3 - Ensayo 2, Valdegón (Logroño). Valores medios de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco (entre paréntesis) de 10 plantas a las 3 y 7 semanas tras la siembra según el tratamiento.

	Fitotoxicidad visual		Peso plantas(g)
Semanas tras siembra	3	7	3
Tratamiento			
1 - Testigo	1,5 a	0,7 a	350 a (56,0)
2 - Testigo	2,7 ab	1,2 abc	260 a (46,8)
3 - Clomazone a 0,7 kg/ha	3,2 bcd	2,3 cd	247 a (38,1)
4 - Clomazone a 2 kg/ha	4,3 cdef	2,7 d	221 a (35,2)
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha	4,7 def	2,1 bcd	267 a (41,6)
6 - Difenamida a 6 kg/ha	3,0 abc	2,0 bcd	247 a (39,2)
7 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	5,8 f	1,3 abc	309 a (48,0)
8 - Alacloro a 1,92 kg/ha	4,3 cdef	1,3 abc	207 a (34,2)
9 - Cynmethilin a 2,5 kg/ha	3,5 bcde	1,9 bcd	257 a (40,3)
10 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha	4,8 ef	2,2 cd	302 a (44,9)
11 - Pendimetalina a 1,32 kg/ha	5,7 f	5,1 e	234 a (35,8)
12 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	1,9 ab	1,0 ab	257 a (40,8)

Para cada variable las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.3.4 - Ensayo 2, Valdegón (Logroño). Valores medios del número de malas hierbas (*) por metro cuadrado según el tratamiento herbicida a las 3 semanas tras el tratamiento.

Tratamiento	Xanthium	Total Dicot.
1 - Testigo	4,8 a	20,3 de
2 - Testigo	5,2 a	19,9 de
3 - Clomazone a 0,7 kg/ha	6,1 a	6,9 ab
4 - Clomazone a 2 kg/ha	5,7 a	6,2 a
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha	3,3 a	9,2 abc
6 - Difenamida a 6 kg/ha	8,1 a	21,3 e
7 - Dietatil a 4,5 kg/ha+ difenamida a 3,5 kg/ha	2,9 a	8,1 abc
8 - Alacloro a 1,92 kg/ha	8,7 a	13,6 bcde
9 - Cinmethylin a 2,5 kg/ha	6,2 a	15,1 cde
10 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha	3,7 a	6,5 ab
11 - Pendimetalina a 1,32 kg/ha	7,6 a	12,9 abcde
12 - Difenamida a 4 kg/ha + napropamida a 2 kg/ha	4,5 a	11,4 abcd

Para cada mala hierba las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

* : Dicotiledóneas => *Xanthium spinosum*, *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*.

Tabla VI.2.3.5 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios del porcentaje de reducción del número de plantas a los 15 días del tratamiento, de la fitotoxicidad visual y del peso fresco y seco (entre paréntesis) de 10 plantas a las 2 y 6 semanas tras el tratamiento, según el tratamiento y la variedad.

	Reducción*	Fitotoxicidad visual		Peso de plantas (g)	
Semanas tras siembra	2	2	6	2	6
Tratamiento	NS	S	S	NS	NS
1 - Testigo	3,5	0,0 a	1,7 ab	63,5 (9,7)	491,4
2 - Clomazone a 1 kg/ha	0,0	4,1 b	1,6 a	71,0 (10,6)	662,5
3 - Clomazone a 2 kg/ha	5,4	4,6 bcd	3,2 bc	54,8 (8,2)	605,0
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	7,1	5,1 cd	3,3 bc	45,6 (6,8)	495,7
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	5,4	5,4 d	3,4 c	44,8 (6,7)	460,0
6 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha	9,1	4,4 bc	2,0 abc	61,4 (9,3)	650,0
Variedad	NS	NS	NS	NS	S
Piquillo	5,1	3,8	2,1	61,4 (9,2)	617,4 b
Pico	4,8	4,1	3,1	51,9 (7,8)	498,5 a
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.
* : medias transformadas a partir de los datos $\sqrt{x}$.

Tabla VI.2.3.6 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios de la producción total y de sus distintas partidas (en gramos) de 10 plantas según el tratamiento y la variedad.

	Podridos (nº)	Sobremaduros	Maduros	Entreverados	Verdes	Total
Tratamiento	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1 - Testigo	5,2	136	1448	612	1648	3844
2 - Clomazone a 1 kg/ha	6,7	174	1763	646	2200	4783
3 - Clomazone a 2 kg/ha	5,3	149	1457	648	2611	4866
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	5,7	229	1466	666	2420	4781
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	7,3	160	1003	750	2730	4643
6 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha	7,2	123	1483	913	2683	5383
Variedad	NS	S	NS	S	S	S
Piquillo	6,2	24 b	1455	504 a	1910 a	4101 a
Pico	6,4	19 a	1428	1013 b	3217 b	5708 b
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS

S : efecto significativo
NS : efecto no significativo
Para cada variable y cada efecto significativo las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

Tabla VI.2.3.7 - Ensayo 3, Montañana (Zaragoza). Valores medios del número de malas hierbas (*) por metro cuadrado según el tratamiento herbicida a las 3 y 6 semanas tras el tratamiento.

	Cyperus		Setaria		Dicotiledóneas	
semanas tras siembra	3	6	3	6	3	6
Tratamiento						
1 - Testigo	222 a	231 a	1 ab	4 b	6 c	8 c
2 - Clomazone a 1 kg/ha	166 a	246 a	0 a	1 a	1 a	1 ab
3 - Clomazone a 2 kg/ha	219 a	268 a	0 a	0 a	1 a	0 a
4 - Dietatil a 4,5 kg/ha	182 a	243 a	3 b	4 b	4 bc	4 bc
5 - Dietatil a 4,5 kg/ha + difenamida a 3,5 kg/ha	127 a	161 a	1 ab	4 b	4 bc	4 bc
6 - Dietatil a 4,5 kg/ha + cinmethylin a 2,5 kg/ha	108 a	169 a	0 a	2 ab	2 ab	1 ab

En cada columna las cifras seguidas por letras distintas difieren significativamente según un test LSD al nivel $p < 0,05$.

*: Cyperus => *Cyperus rotundus*
Setaria => *Setaria glauca*
Dicotiledóneas => *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus oleraceus*.

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Piquillo de Lodosa

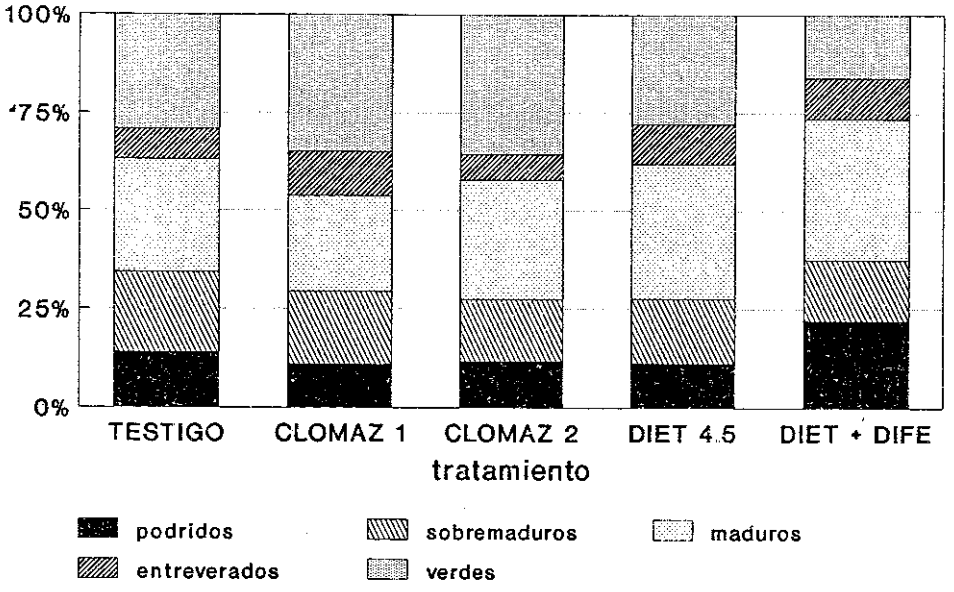


Figura VI.2.3.1 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Pico de Mendavia

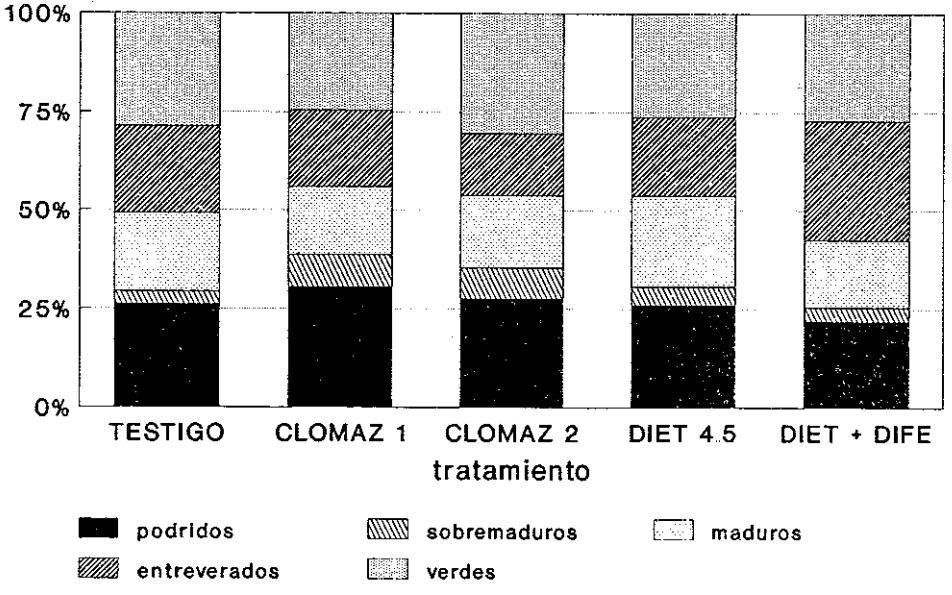


Figura VI.2.3.2 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Buketen

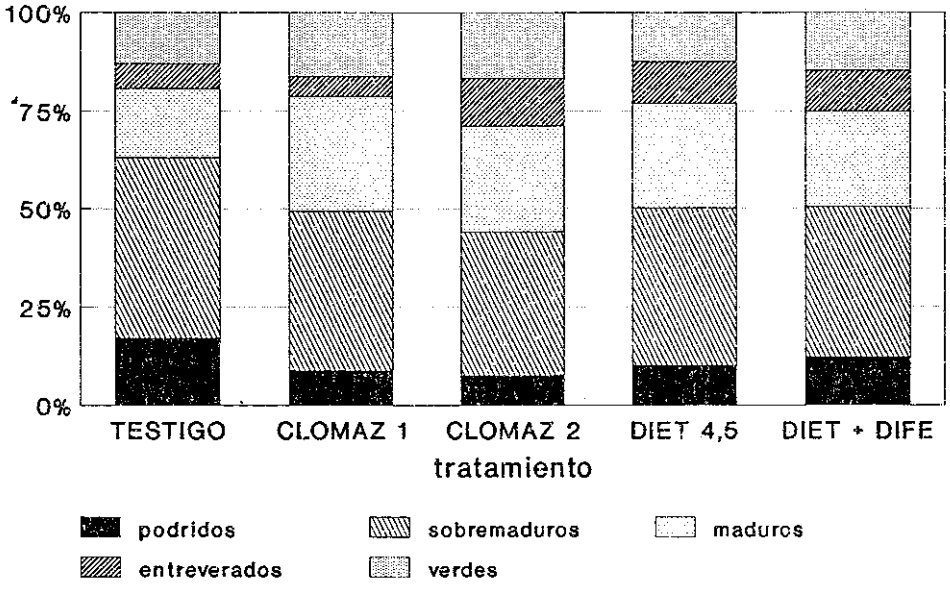


Figura VI.2.3.3 - Ensayo postemergencia 1. Montañana, 1991

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Piquillo de Lodosa

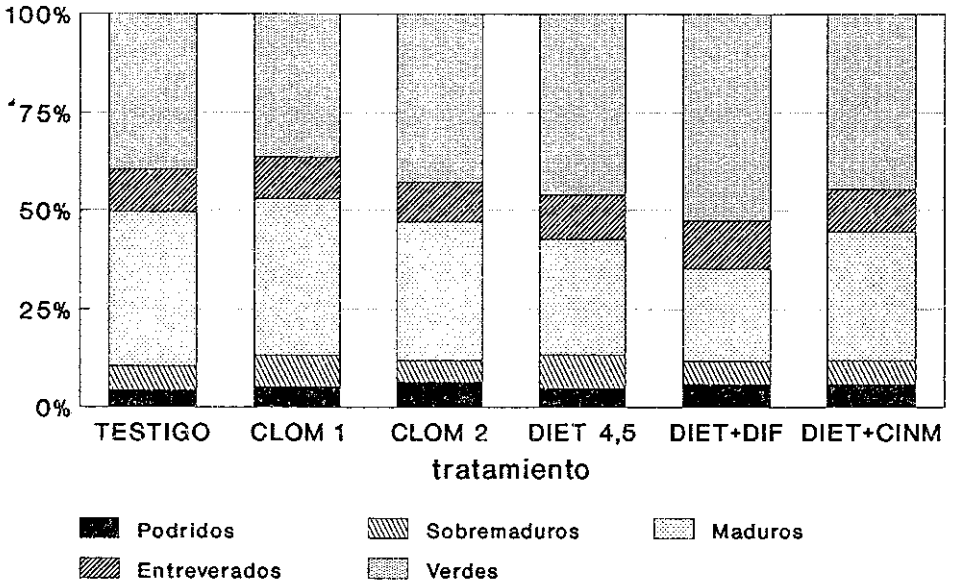


Figura VI.2.3.4 - Ensayo postemergencia 3. Montañana, 1992

EFECTO DEL TRATAMIENTO HERBICIDA EN LA DISTRIBUCION EN % DE FRUTOS SEGUN SU MADUREZ. var. Pico de Mendavia

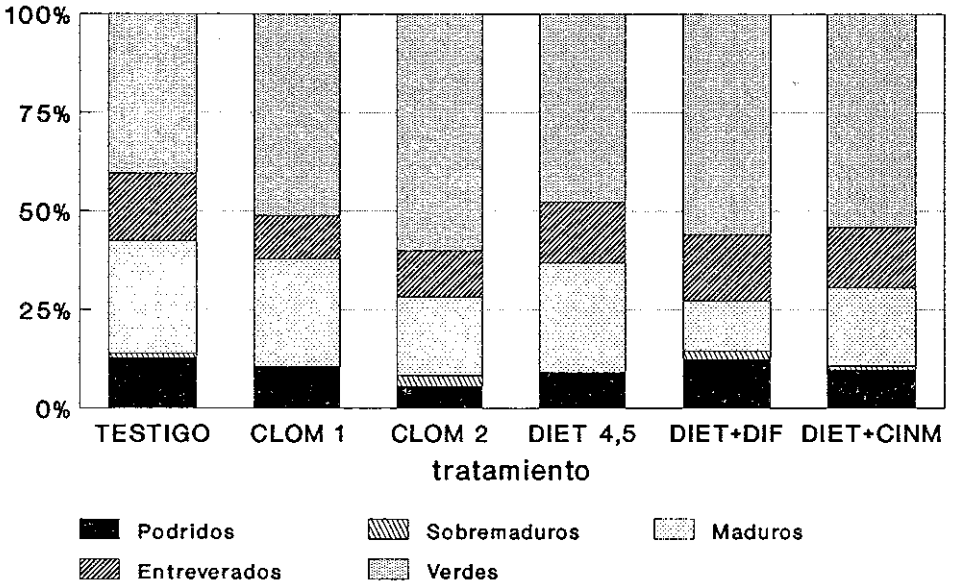


Figura VI.2.3.5 - Ensayo postemergencia 3. Montañana, 1992

VI.3 - DISCUSION.

VI.3.1 - Ensayos preliminares.

En las condiciones del ensayo 1 el uso de difenamida en preemergencia del pimiento sembrado resultó eficaz. La napropamida a las dosis ensayadas (1 y 2 kg/ha) no fue suficientemente eficaz. La combinación de ambos productos a dosis relativamente bajas resultó bastante eficaz, lo cual ha sido también indicado por Eshel et al. (1973).

El estado de desarrollo del pimiento en el momento de la aplicación de un producto en postemergencia resultó muy importante para que no se produjese daño o paralización del crecimiento. Se observó que las plantas con más de 6 - 8 hojas eran menos sensibles, en general, a los productos ensayados.

Dietatil y cinmethylin son productos que se comportaron como bastante selectivos a dosis eficaces (la dosis mínima recomendada por su eficacia en dietatil es de 2 kg/ha y en cinmethylin de 1,5 kg/ha), lo que también ha sido observado por Monaco y Bonanno (1985), Majek y Johnston (1989) y Snyder et al. (1990) y Weston y Jones (1990).

El alacloro fue selectivo a dosis consideradas casi normales en otros cultivos (dosis mínima recomendada: 1,92 kg/ha) pero fue muy importante el estado de desarrollo de la planta, lo que ha sido indicado por otros autores (Kang et al., 1986). Con metolacloro, herbicida similar, Teasdale (1985) y Graça et al. (1989), en cultivo de transplante, han indicado también una mayor tolerancia si la aplicación se retrasaba hasta 2 - 4 semanas tras el transplante. El isoxaben (dosis mínima recomendada: 0,125 kg/ha) resultó poco interesante por su gran fitotoxicidad. La pendimetalina presentó problemas de fitotoxicidad a dosis normales de uso (dosis mínima recomendada: 1,32 kg/ha), lo cual ha sido también indicado por Zaragoza (1975), Bagley y Beste (1982) y Graça et al. (1989).

VI.3.2 - Selectividad y eficacia de herbicidas en preemergencia bajo acolchado plástico (microtúnel).

Tanto la difenamida sola como mezclada con napropamida fue selectiva cuando se usó bajo acolchado plástico, no afectando ni a la emergencia, ni al peso de las plantas, ni a la producción ni a la maduración de los frutos. Tampoco se observaron síntomas de fitotoxicidad.

El dietatil resultó también selectivo, no afectando tampoco a ninguno de los aspectos anteriormente citados, si bien en 1991 se observó un ligero retraso en la maduración, pero no en 1992. Cuando se ensayó a dosis muy altas (9 kg/ha) produjo la muerte de algunas plantas. La mezcla de dietatil (a 4,5 kg/ha) con difenamida (a 4 kg/ha) o napropamida (a 2 kg/ha) aunque dio lugar

a algunos síntomas visuales de fitotoxicidad (abullonado de hojas), que desaparecieron con el tiempo, resultó selectiva ya que no afectó ni al porcentaje de emergencia, ni al peso de las plantas, ni a la producción y proceso de maduración de los frutos. Esta selectividad del dietatil ha sido también indicada por Snyder et al. (1990).

El uso del clomazone en preemergencia, aun cuando no afectó al peso de las plantas ni a la producción, ni retrasó el proceso de maduración de los frutos, no resultó selectivo a las dosis ensayadas (1 y 2 kg/ha) ya que en 1992 se observó que reducía el número de plantas finales establecidas y además producía síntomas muy espectaculares (plantas cloróticas), aunque desaparecían con el tiempo. Sin embargo, Weston y Barret (1989) en condiciones de invernadero sólo observaron problemas de fitotoxicidad a dosis más elevadas. En el microtúnel las altas temperaturas que se registraron en algunos momentos pudieron dar lugar a mayores problemas de fitotoxicidad (Weston y Jones, 1990).

No se observaron diferencias varietales en cuanto a la sensibilidad a los herbicidas con las variedades estudiadas: Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen.

Desde el punto de vista de la eficacia, los tratamientos con difenamida, sola o con napropamida, no controlaron satisfactoriamente las malas hierbas dicotiledóneas, lo cual, aunque también ha sido indicado por otros autores (Eshel et al., 1973; Bagley y Beste, 1982; Orengo-Santiago et al., 1987; Zaragoza, 1988), se pudo ver agravado por las condiciones bajo el microtúnel, que favorecen la nascencia y desarrollo de las malas hierbas.

El uso del dietatil solo fue eficaz contra Portulaca oleracea y Solanum nigrum, pero no controló Chenopodium album (lo cual es lógico, pues es un herbicida utilizado en remolacha, también quenopodiácea) y también tuvo dificultades con Amaranthus spp. Sin embargo, cuando se usó mezclado con difenamida o napropamida mejoró su control contra estas malas hierbas, aunque no fue eficaz sobre Datura stramonium. Esto ya ha sido indicado por otros autores (Snyder et al., 1990; Weston y Jones, 1990). Dada la selectividad demostrada por el dietatil, podría ser interesante la búsqueda de una mezcla con difenamida o napropamida a dosis adecuadas, con el fin de obtener un tratamiento herbicida de preemergencia selectivo, eficaz y barato.

El clomazone se comportó como un herbicida muy eficaz en el control de las malas hierbas anuales tanto gramíneas como dicotiledóneas, presentando el interés de controlar Datura stramonium y Solanum nigrum, malas hierbas solanáceas de difícil control en pimiento por su proximidad botánica. Sin embargo, los problemas indicados de fitotoxicidad sugieren que sería interesante seguir trabajando con este herbicida con dosis más reducidas para su uso, solo o en mezcla con algunos de los herbicidas que se han comportado como selectivos.

En cualquier caso, hay que reseñar que tanto dietatil como clomazone no están registrados en pimiento y que para su autorización sería necesario realizar el correspondiente análisis de residuos en los frutos.

VI.3.3 - Selectividad y eficacia de herbicidas en postemergencia.

Los tratamientos en postemergencia temprana, 6 - 8 hojas, con clomazone y con dietatil (solo o mezclado con difenamida, napropamida o cinmethylin) no provocaron la muerte de plantas ni afectaron al peso de las mismas ni a la producción, pero sí que produjeron síntomas visuales de fitotoxicidad y en algunos casos retrasaron la maduración.

El clomazone produjo clorosis en las hojas, que fue mayor a la dosis de 2 kg/ha y cuanto menor era el desarrollo de las plantas de pimiento en el momento del tratamiento. Sin embargo, en la segunda evaluación realizada (6 - 7 semanas) estos síntomas habían desaparecido. Esta sintomatología transitoria ha sido también observada por Weston y Jones (1990) y Snyder et al. (1990). Este herbicida provocó un ligero retraso en la maduración en Piquillo y Buketen en 1991 y en Pico en 1992, siendo más importante a la dosis más elevada.

El dietatil produjo abullonado de hojas y en el año 1992 deformación y daños en el ápice, lo que indujo a que apareciesen rebrotes de las hojas inferiores. Estos síntomas fueron mayores cuando se usó mezclado con difenamida. En los ensayos del año 1991 estos síntomas habían desaparecido en la evaluación realizada a las 7 semanas del tratamiento, pero en el año 1992 aún se observó algún síntoma. Este comportamiento ha sido también observado por Majek y Johnston (1989) y Weston y Jones (1990). El uso de la mezcla de dietatil + difenamida produjo en ambos años un retraso, mayor o menor en su cuantía, en la maduración en todas las variedades, salvo en Piquillo el año 1991. El dietatil, utilizado solo, produjo un menor retraso en la maduración.

Se confirmó la fitotoxicidad de la pendimetalina y del alacloro, a dosis normales de uso, que se había observado en los ensayos preliminares y que está de acuerdo con los resultados de Zaragoza (1975), Bagley y Beste (1982), Beste (1986), Kang et al. (1986) y Graça et al. (1989).

Aunque no se observaron diferencias entre las variedades estudiadas en la sensibilidad a los herbicidas, el retraso producido en la maduración por los distintos herbicidas fue algo menos patente en Piquillo que en Pico en el año 1992.

Aunque la presencia de malas hierbas anuales fue baja en todos los ensayos, se pudo observar la gran eficacia del clomazone. El dietatil mezclado con cinmethylin también tuvo un buen comportamiento, así como cuando se usó solo o mezclado con

difenamida, aunque en estos últimos casos se observó en 1992 que no controló Setaria glauca.

El clomazone por su gran eficacia (demostrada más patentemente en los ensayos de preemergencia) y la escasa fitotoxicidad observada (clorosis transitoria y ligero retraso de la maduración) puede ser un herbicida de gran interés en postemergencia del pimiento, ya que quizás tratamientos a menores dosis sean suficientemente eficaces en esta fase del cultivo, y probablemente los síntomas de fitotoxicidad fueran menores.

El dietatil si bien ha mostrado una mayor fitotoxicidad que el clomazone en postemergencia, puede resultar interesante, sobre todo mezclado con difenamida, cinmethylin o napropamida, pero debería conocerse mejor su selectividad y eficacia con menores dosis.

Otra línea interesante de trabajo con estos herbicidas es la de su aplicación dirigida, con o sin incorporación, aprovechando la realización de una escarda mecánica con un apero, utilizado en el cultivo de tomate, que dispone de un rotovator en el que se han eliminado las cuchillas que coinciden con las líneas de plantas y se han sustituido por un tunelillo metálico que protege a las plantas de daños mecánicos. También el estudio del estado de desarrollo óptimo del pimiento para la aplicación de los herbicidas puede ser una futura línea interesante de trabajo.

VII - COMPARACION ECONOMICA Y DE NECESIDAD DE MANO DE OBRA DE LA SIEMBRA DIRECTA Y EL TRANSPLANTE

VII - COMPARACION ECONOMICA Y DE NECESIDAD DE MANO DE OBRA DE LA SIEMBRA DIRECTA Y EL TRANSPLANTE.

La presente comparación es sólo aproximada, puesto que no se ha pretendido un estudio exhaustivo de la misma.

Los datos se refieren a los costes correspondientes a 1992 en la zona del Valle Medio del Ebro (Aragón, Navarra y Rioja) y han sido proporcionados, en su mayor parte, por Miguel Gutierrez (Centro de Transferencia Tecnológica en Producción Vegetal de la DGA, Ejea de los Caballeros (Zaragoza)) y por Juan Ignacio Macua (Instituto Técnico y de Gestión del Cereal, Navarra).

Se han calculado los costes para tres marcos de plantación habituales en la zona (1, 2 y 3 en la tabla VII.1) y también para una densidad mayor (75000 plantas/ha), para la variedad Piquillo de Lodosa.

Para los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

1 - Los datos de costes de mano de obra y maquinaria en la siembra directa se han extrapolado a partir de los conocidos en tomate:

a) la conformación de mesas incluye el alquiler del apero conformador y el coste del tractor.
b) la siembra incluye el alquiler de la sembradora con acolchador y el coste del tractor.
c) el retirado del plástico incluye la mano de obra y el coste del tractor con remolque.

2 - El precio de la semilla se ha estimado en 12000 pts/kg

3 - Se ha considerado una nascencia del 50 % de las semillas y este gasto de semilla se ha incrementado en un 10 % .

4 - El precio del plástico considerado ha sido de 200 pts/kg, considerando el uso de plástico de 100 galgas y de 1 m de ancho, con mesas de cultivo separadas a 1,5 m entre centros.

5 - El precio de la planta de transplante considerado ha sido de 1,5 pts/unidad.

6 - El coste del transplante manual se ha calculado para un rendimiento de 3300 plantas/hombre y día, con un coste de 5000 pts/persona y día, lo que supone 1,5 pts/planta.

7 - El coste del transplante a máquina se ha calculado para un rendimiento de 8000 plantas/hora y un coste de máquina transplantadora + tractor + mano de obra de 7000 pts/hora, lo que supone 0,9 pts/planta.

8 - En la siembra directa se ha considerado un tratamiento herbicida en preemergencia a base de Enide (difenamida 50 %) a 8 kg/ha + Devrinol (napropamida 50 %) a 2 kg/ha, con unos precios de 6000 y 4500 pts/kg respectivamente. Se ha considerado que el tratamiento se realiza sólo en la zona de las líneas de siembra (≈ 0,5 m). En transplante se ha considerado un tratamiento en pretransplante con Treflan (trifluralina 48 %) a 1,5 kg/ha, con un precio de 1000 pts/kg.

En las tablas VII.1 y VII.2 se recogen los costes para transplante y siembra directa, así como las necesidades de mano de obra, según la densidad de plantación. En la tabla VII.3 se recogen las diferencias de costes entre los dos sistemas según la densidad.

Con las densidades utilizadas en la actualidad (1, 2 y 3) la siembra directa supone un ahorro en los costes de implantación del cultivo respecto del transplante manual, siendo mayor el ahorro cuanto mayor es la densidad de plantas. Respecto del transplante mecanizado, con bajas densidades los costes de la siembra directa pueden ser ligeramente superiores, aunque conforme la densidad aumenta los costes se igualan e incluso son menores con la siembra directa. Con densidades de 75.000 plantas/ha la reducción de costes con la siembra directa es importante respecto de ambos tipos de transplante.

Desde el punto de vista de las necesidades de mano de obra, la siembra directa es la que menos necesita (17 horas hombre/ha), siendo la diferencia muy notable respecto del transplante manual, pero pequeña respecto del transplante mecanizado con las menores densidades. A la densidad de 50.000 plantas/ha el ahorro de mano de obra es de un 32 % respecto del transplante mecánico y a 75.000 plantas/ha con siembra directa las necesidades son menos de la mitad.

Pero el aspecto que hay que resaltar es que mientras que con la técnica de siembra directa la necesidad de mano de obra en el momento de la siembra es de 4 horas hombre/ha, el transplante mecanizado para una densidad de 37.000 pl/ha requiere unas 19 horas hombre/ha. Esto supone una menor dependencia de la mano de obra con la siembra directa.

Tabla VII.1 - Costes del transplante manual o mecanizado y necesidades de mano de obra por hectárea según la densidad de plantación.

Marco (cm x cm)	Densidad (pl/ha)	Coste planta (pts)	Transplante (pts)		Coste TOTAL (pts)		MANO OBRA (horas)	
			manual	mecanizado	manual	mecanizado	manual	mecanizado
(1) 90 x 30	37.037	55.555	55.555	33.333	111.110	88.888	78	19
(2) 80 x 30	41.667	62.500	62.500	37.500	125.000	100.000	88	21
(3) 80 x 25	50.000	75.000	75.000	45.000	150.000	120.000	106	25
	75.000	112.500	112.500	67.500	225.000	180.000	159	37

Tabla VII.2 - Costes de la siembra directa (pts) y necesidades de mano de obra (horas hombre) por hectárea según la densidad de plantas.

Operación	DENSIDAD (plantas/ha)				MANO OBRA (horas-hombre)
	37.037	41.667	50.000	75.000	
Conformación mesas	13.600	13.600	13.600	13.600	3
Siembra	12.000	12.000	12.000	12.000	4
Semilla	5.688	6.396	7.680	11.508	
Plástico	30.600	30.600	30.600	30.600	
Herbicida	25.020	25.020	25.020	25.020	
Retirar plástico	15.000	15.000	15.000	15.000	10
TOTAL	101.908	102.616	103.900	107.728	17

Tabla VII.3 - Diferencia de coste entre la siembra directa (SD) y el transplante manual (TMAN) y mecanizado (TMEC) según la densidad de plantas.

Densidad (pl/ha)	TMAN - SD (pts)	TMEC - SD (pts)
37.037	10.702	- 13.512
41.667	23.884	- 2.400
50.000	47.600	17.600
75.000	118.772	73.772

VIII - DISCUSION GENERAL

VIII - DISCUSION GENERAL.

VIII.1 - Factores que afectan a la germinación y la emergencia del pimiento en condiciones controladas.

Una de las principales razones para acometer los estudios realizados en los capítulos III y IV y probablemente la razón principal de muchos trabajos realizados por diferentes autores sobre la germinación y emergencia del pimiento, es la dificultad de obtener emergencias satisfactorias en condiciones de campo al aire libre como se explica en el apartado I.4. Si las condiciones de humedad para la germinación y la emergencia son satisfechas, dicha dificultad puede ser debida tanto a la calidad de la semilla como a factores externos a la misma, como la temperatura y las características del terreno.

El análisis de posibles factores que afectan a la calidad de la semilla responsables de emergencias pobres en campo, realizado a través de los ensayos comprendidos en el capítulo III no permite apuntar a ninguno de ellos en particular, ni a ningún conjunto de ellos, como potencial explicación del fenómeno en cuestión. En efecto, si bien se han obtenido respuestas significativamente favorables cuando se ha utilizado semilla de frutos pasificados en lugar de la procedente de frutos maduros, lo que está de acuerdo con trabajos previos de Randle y Honma (1981) y Quagliotti et al. (1981), las pequeñas ganacias obtenidas con los mejores lotes respecto a sus testigos, no permitiría explicar los fallos de emergencia que ocurren cuando se siembra el pimiento al aire libre. En este caso las temperaturas son subóptimas, pero tampoco se han observado conjuntos de tratamientos cuya respuesta relativa haya sido diferente según la temperatura de ensayo (25 ºC ó 13 ºC) hasta el extremo de poder explicar emergencias deficientes. En todas las experiencias la temperatura de 13 ºC ha potenciado las diferencias germinativas entre lotes de semillas con distintos tratamientos, respecto a 25 ºC, pero las respuestas de los lotes a una y otra temperatura han sido comparables.

Se confirmó que las semillas extraidas de frutos entreverados tienen un peor comportamiento germinativo que las semillas obtenidas de frutos maduros (Randle y Honma, 1981; Quagliotti et al., 1981; Somos, 1984; Edwards y Sundstrom, 1987), hasta el extremo de que el uso de semillas procedentes directa y exclusivamente de frutos entreverados sí podría explicar una comportamiento anómalo en campo, pero esto no se puede considerar algo normal entre los agricultores, que en líneas generales utilizan semilla de aceptable calidad como se vió en el apartado III.2.9.

Por otro lado, no se encontró una respuesta consistente en cuanto a la posible influencia de la posición del fruto en la planta, en la calidad germinativa de su semilla, resultando probablemente más importante el periodo relativo, dentro del ciclo del cultivo, en el que se producen las semillas (Somos,

1984 ; Edwards y Sundstrom, 1987).

Tampoco se pudieron confirmar los resultados de Doijode (1991) según los cuales las semillas que ocupan diferente posición en la placenta de frutos alargados tienen diferente comportamiento germinativo, probablemente por que las variedades con que se ha trabajado en esta tesis tenían placentas más bien esféricas.

Igualmente no se encontró un efecto favorable consistente utilizando semillas de mayor peso, a pesar de que Cochran (1974) les atribuye plántulas más vigorosas que emergen antes.

La mejora de las condiciones de almacenamiento (baja temperatura y uso de silicagel) en un periodo de hasta seis meses (periodo recolección de semilla - siembra) tampoco mejoró el comportamiento germinativo de las semillas respecto a lotes almacenados en condiciones de laboratorio, probablemente porque se estudió un periodo relativamente corto.

Se confirmaron las recomendaciones de Somos (1984) sobre métodos de extracción de semillas, sugiriendo el uso de trituradora con adición de agua y eliminación de sobrenadantes. Dicha extracción mejoró moderadamente el comportamiento germinativo de las semillas, particularmente cuando se las trató con una solución 1/10 de ClH durante 5 minutos. Los tratamientos con ClH han sido señalados por Edwards y Sundstrom (1987) como favorecedores de la separación de las semillas de la placenta. El mayor efecto favorable del uso de del ClH a 25 ºC respecto a 13 ºC sugiere que el ClH también podría actuar como sustancia escarificante, debilitando las cubiertas seminales y quizás también el endospermo, facilitando la salida de la radícula (Watkins y Cantliffe, 1983b).

Finalmente, la desinfección de las semillas con tiram resultó eficaz en la protección de las semillas contra ataques de hongos durante la germinación, sin que dicho producto afectara al porcentaje final de germinación ni al desarrollo de las plántulas. Coons et al. (1989) y Rodríguez y Ayuso (1988) han indicado que el uso de este fungicida no afecta a la germinación de las semillas de pimiento.

El estudio de la influencia de la temperatura en la germinación y la emergencia realizado en el capítulo IV ha confirmado que es el factor que más influye en la rapidez de estos procesos, si bien dentro de unos límites (13 - 31 ºC) no afectó al porcentaje final de germinación y emergencia, lo que está de acuerdo con lo indicado por Bierhuizen et al. (1978), Suso y Pardo (1981) y Somos (1984).

Se observó un alto requerimiento térmico del pimiento en la germinación y emergencia, constatándose un rango óptimo de temperaturas que está alrededor de 25 - 31 ºC, lo que está de acuerdo con lo indicado por otros autores (Bierhuizen et al., 1978; Suso y Pardo, 1981 ; Watkins y Cantliffe, 1983a; O'Sullivan

y Bouw, 1984; Somos, 1984). Por debajo de este intervalo, conforme la temperatura disminuye ambos procesos se hacen más lentos y menos uniformes, acentuándose las diferencias entre las variedades (Gerson y Honma, 1978; Suso y Pardo, 1988). Sin embargo, se observó que la disminución de la temperatura a 19 ºC produjo una mayor ralentización de la emergencia que de la germinación, posiblemente porque al disminuir la temperatura se ralentizan no sólo los procesos metabólicos si no también la fuerza de la plántula para vencer el impedimento físico del suelo. Se ha confirmado que temperaturas altas (en nuestro caso 37 ºC) pueden impedir la germinación y la emergencia (Coons et al., 1989; Aljaro y Martínez, 1987; Lorenz y Maynard, 1988).

Por otra parte, el estudio de la germinación y la emergencia a varias temperaturas puede resultar una herramienta sencilla y de gran utilidad para establecer criterios de selección intravarietal para rápida emergencia a baja temperatura, ya que la diferencia entre el T50 de la emergencia y el T50 de la germinación permite estimar el tiempo de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal hasta la emergencia. Se observó que la importancia relativa del tiempo hasta la germinación respecto del periodo desde la germinación a la emergencia puede ser distinta según la variedad (Gerson y Honma, 1978; Scott y Jones, 1985), lo cual conduce a criterios de selección distintos. Cuando el tiempo medio de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal es corto respecto del de germinación, el criterio debería ser seleccionar aquellas semillas que germinen antes, mientras que cuando el tiempo medio de desarrollo del hipocotilo y la raíz principal es igual o mayor que el de germinación, la seleción debería hacerse sobre la emergencia. La aplicación de estos criterios en la variedad Buketen permitió iniciar la mejora para rápida emergencia a baja temperatura con resultado positivo y sin que se viese afectado el comportamiento de las semillas a temperaturas óptimas.

En condiciones de laboratorio se observó que el tipo de suelo puede influir ligeramente en la emergencia del pimiento, siendo ésta influencia mayor a temperatura desfavorable (13 ºC). A baja temperatura las plántulas se desarrollan tan lentamente y con tan poca fuerza que cualquier diferencia, física o química, en el medio en que se encuentran puede originar diferencias en la emergencia. El mejor comportamiento en la emergencia cuando se usó un sustrato artificial con alto contenido en materia orgánica, respecto de cuando se usó suelo, confirmó la debilidad y poca rusticidad de las semillas de pimiento, que son muy débiles a cualquier impedimento físico (Fawusi, 1978).

VIII.2 - Influencia de la técnica de siembra en la nascencia al aire libre, el ciclo y la producción del pimiento.

En las condiciones del Valle Medio del Ebro, el ciclo de las variedades cultivadas para conserva exige que si se hace siembra directa al aire libre, la siembra se realice en abril o la

primera quincena de mayo. Debido a que en esta época las temperaturas del suelo están por debajo de las favorables a la germinación y emergencia del pimiento (se han registrado temperaturas de 8 - 20 ºC), la nascencia se dilata en el tiempo y es poco uniforme si se realiza en suelo desnudo. Dadas las características edáficas y climáticas en esta zona y época (abundancia de suelos con tendencia a formar costra y al apelmazamiento e incidencia de lluvias primaverales y vientos) la formación de costra, que ha sido indicada como el principal factor que limita la siembra directa del pimiento y otras especies hortícolas en España y otros lugares del mundo (Royle y Hegarty, 1978; Mc Grady y Cotter, 1984; Herner, 1986; Matthews y Powell, 1986; Rodríguez, 1988; Ruíz, 1988; Schultheis y Cantliffe, 1988; Costa, 1991), está prácticamente asegurada como se ha constatado en los ensayos realizados. En ellos también se ha confirmado que las débiles plántulas de pimiento son incapaces de emerger cuando se forma costra.

La siembra bajo acolchado plástico con polietileno transparente en microtúnel, que mejora las condiciones de temperatura y humedad para la nascencia y evita la formación de costra (López, 1990; Márquez, 1990; Casallo, 1991) y que ya ha sido utilizada en nuestro país en tomate (López, 1990) y algodón (Márquez, 1990), se ha mostrado como perfectamente válida para el pimiento, ya que garantizó la emergencia del mismo en porcentajes superiores al 60 % .

Cuando la siembra se realiza a tempero, la humedad en el microtúnel es muy alta y, al contrario de lo que ocurre al aire libre (Rodríguez y Ayuso, 1988), no son necesarias siembras profundas para asegurar que la semilla disponga de suficiente humedad (Márquez, 1990). Situando la semilla a 1,5 - 2 cm de profundidad se asegura la nascencia y se produce una mejor emergencia, según se observó en nuestros ensayos.

En el periodo de abril - 1ª quincena de mayo el uso del acolchado plástico con esta técnica incrementó, respecto del suelo desnudo, la temperatura media en 5 - 7 ºC, la mínima en 2 - 5 ºC y la máxima en 7 - 13 ºC. Esto hizo que las temperaturas medias del suelo se situasen en 15 - 25 ºC, las mínimas por encima de 10 ºC y las máximas entre 25 y 40 ºC. Esta mayor influencia del acolchado plástico sobre las temperaturas máximas, respecto de las mínimas, ha sido también señalada por Gerber et al. (1988).

El efecto favorable del incremento de las temperaturas con esta técnica tiene, sin embargo, el inconveniente de que en el microtúnel pueden alcanzarse temperaturas muy altas (35 - 40 ºC), que afectan negativamente a las plántulas que están emergiendo y a las que ya lo han hecho. Esto también se ha indicado cuando está técnica se usa en tomate (Villa, 1990) y algodón (Márquez, 1990).

Los resultados de los ensayos junto con el estudio de los datos históricos de las temperaturas, permiten indicar que la

fecha idónea para la siembra del pimiento con esta técnica es a primeros de abril, pues la temperatura media del suelo está por encima de 15 ºC, que ha sido indicada como una buena temperatura para realizar la siembra (Somos, 1984) y porque disminuye, respecto a fechas posteriores de siembra, el riesgo de altas temperaturas en el microtúnel. Realizando la siembra en estas fechas se ha comprobado que las variedades de conserva Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Morrón Luesia, cubrieron bien su ciclo, no retrasándose la maduración de los frutos respecto al cultivo de transplante, de acuerdo con la experiencia que sobre estas variedades se tiene en la zona de ubicación de los ensayos. Buketen, variedad de pimentón, también cubrió su ciclo que, por ser corto, permitiría siembras posteriores a dicha fecha.

Si la siembra se realiza en mesas como las utilizadas en tomate con esta técnica (0,9 m de ancho y 1,5 cm entre centros de mesas) es interesante la siembra de dos líneas de pimiento en la misma para obtener un marco más adecuado. El acolchado mecánico de la doble línea con polietileno de 1 m de ancho puede realizarse sin ningún problema y mediante el uso de rejas de apertura del surco de siembra adecuadas puede quedar en una disposición de "tejado a dos aguas", que favorece la evacuación del agua de lluvia. Sin embargo, esta disposición originó, cuando la siembra se hizo en dirección este - oeste, mayores temperaturas en las líneas de siembra orientadas al sur, lo cual puede afectar negativamente a la emergencia.

Se ha podido constatar que la apertura de agujeros disminuye la temperatura en el microtúnel como indica Márquez (1990). Al igual que indica este autor, se ha constatado que si la apertura se hace en el momento de la siembra, disminuye el riesgo de altas temperaturas, pero también la temperatura media, y además el plástico actúa como un colector que recoge el agua de lluvia conduciéndola al interior del microtúnel, dónde las semillas que están germinando y las plántulas que están emergiendo pueden morir por pudriciones. Esto ocurre cuando la siembra se hace a una sola línea, pero la disposición "a dos aguas" del plástico en el caso de sembrar una doble línea podría solventar este problema y permitir el agujereado, disminuyendo el riesgo de las altas temperaturas. En cualquier caso, esta hipótesis debería ser confirmada y lo que sí se puede indicar como estrategia de manejo es que una vez se alcance la emergencia máxima, lo cual ocurre entre las 3 y 4 semanas de la siembra, el plástico debe agujerearse, al igual que recomienda Márquez (1990) en algodón. El retirado del mismo debe decidirse en función de las condiciones meteorológicas, pero teniendo en cuenta que el mantenimiento del mismo supone un riesgo importante de pérdida de plantas por altas temperaturas.

Desde el punto de vista de la nascencia, tanto la siembra en mesas como la siembra en llano son sistemas válidos, si bien las mesas presentan la desventaja de mayor riesgo de altas temperaturas en el microtúnel (Márquez, 1990). Sin embargo, las mesas facilitan la colocación del plástico, permiten el riego por surcos y, sobre todo, su mayor drenaje evita humedades excesivas

en la cama de siembra (O'Sullivan y Bouw, 1984; Márquez, 1990), que pueden interferir tanto en la fase de preemergencia como posteriormente con la aparición de problemas de cuello en las plántulas recien emergidas, según se constató.

Desde el punto de vista de la producción y en ensayos realizados en dos años, se observó un incremento de más de un 50 % de la producción en el cultivo en mesas respecto del llano que, en parte, pudo estar motivado en 1991 por la incidencia de alguna enfermedad (Verticillium posiblemente) o por un cierto retraso en la emergencia en 1992. Sin embargo, la magnitud de la diferencia y el mayor vigor de las plantas observado en las mesas hacen pensar que esta diferencia pudo ser motivada por la conocida sensibilidad del pimiento a la asfixia radical, que puede ocurrir más fácilmente en el sistema en llano, cuando el riego se hace a pie, al menos en el tipo de suelos francos en que se han realizado los ensayos. Así, aunque la siembra en llano evita la formación de las mesas y podría facilitar un espaciamiento entre líneas más plástico a las exigencias de una hipotética recolección mecánica, si la parcela dispone de riego por inundación, el cultivo en mesas resulta interesante, por su repercusión en la producción y por la facilidad de manejo del riego.

Una de las ventajas que presenta la siembra directa frente al transplante es la facilidad y el bajo coste con que se puede aumentar la densidad de plantas (Randle y Honma, 1980; Orzolek, 1981; Somos, 1984; Markovic et al., 1989; Casallo, 1991). Aunque diversos autores han reseñado el aumento del rendimiento al aumentar el número de plantas (Locascio y Stall, 1982; Batal y Smith, 1981; Everett y Subramanya, 1983; Sundstrom et al., 1984; Stofella y Bryan, 1988), los resultados que se han obtenido con la variedad Piquillo de Lodosa utilizando una densidad baja y otra alta (60.400 y 120.800 plantas/ha en 1991, 48.333 y 96.666 plantas/ha en 1992) están en desacuerdo con ésto, ya que el rendimiento no aumentó al aumentar la densidad de plantas, si bien tampoco disminuyó. Al igual que indican otros autores (Porter y Etzel, 1982; Holle et al., 1983; Somos, 1984; Markovic et al., 1989) el peso medio del fruto comercial no se vio afectado por la densidad de plantas.

La distribución del mismo número de plantas por longitud de mesa en dos líneas (en 1992) en vez de en una (en 1991) resultó en un mayor rendimiento y un mayor peso medio del fruto comercial que, aunque pudo estar influido por las distintas condiciones edafoambientales, probablemente estuvo relacionado con el mejor aprovechamiento del terreno y la menor competencia entre plantas que se dio con dos líneas en la mesa.

Para la total explotación de la siembra directa resulta imprescindible determinar las densidades óptimas para cada variedad en cada circunstancia edáfica. Para ello deberán realizarse estudios con más densidades, sin olvidar que el hecho de que una variedad tenga rendimientos similares a densidades altas y bajas indica una plasticidad que resulta interesante para

una técnica como la siembra directa, en la que siempre es posible que la densidad de plantas no sea uniforme en toda la parcela.

VIII.3 - Control de malas hierbas.

El desarrollo de la técnica de siembra directa bajo acolchado plástico en microtúnel depende en gran medida de que se puedan controlar las malas hierbas hasta que se produce la nascencia y se retira el plástico. Se ha podido constatar, como han observado otros autores (Bond y Walker, 1989; Bond y Burch, 1989), que el uso del acolchado plástico favorece la nascencia y el crecimiento de la flora arvense, sobre todo de aquellas especies más exigentes en calor como Portulaca oleracea (Jensen et al., 1989) y Cyperus rotundus.

Los únicos herbicidas autorizados en España para su uso en preemergencia del pimiento, difenamida y napropamida, resultaron selectivos cuando se usaron bajo acolchado plástico. La difenamida no controló satisfactoriamente las especies dicotiledóneas (Portulaca oleracea, Chenopodium album, Amaranthus spp., Datura stramonium, Solanum nigrum y Sinapis arvensis). Aunque cuando se usó mezclada con napropamida mejoró su acción, como ha sido indicado por Bagley y Beste (1982), el control de estas malas hierbas no fue satisfactorio.

El uso del dietatil en preemergencia, solo o mezclado con difenamida o napropamida, resultó selectivo, al igual que han señalado Snyder et al. (1990), aunque se observaron algunos síntomas de fitotoxicidad que desaparecieron con el tiempo. Cuando se usó solo no controló Chenopodium album y tuvo dificultades con Amaranthus spp., pero mezclado con difenamida o napropamida controló estas malas hierbas, si bien no se observó control de Datura stramonium. Demostrada su selectividad y puesto que a dosis menores de las ensayadas puede resultar eficaz, convendría ensayar distintas mezclas de dietatil con difenamida y napropamida, con el fin de disponer de un tratamiento de preemergencia selectivo, eficaz y barato.

El clomazone aplicado en preemergencia fue muy eficaz en el control de las adventicias anuales tanto gramíneas como dicotiledóneas, presentando el interés de controlar Datura stramonium y Solanum nigrum. Sin embargo, aunque Weston y Barrett (1989) han indicado su selectividad, a las dosis ensayadas (1 y 2 kg/ha) produjo síntomas muy espectaculares (plantas cloróticas) y en uno de los dos años redujo el número de plantas finales establecidas, lo cual pudo deberse a las altas temperaturas que se pueden producir en el microtúnel, que han sido indicadas por Weston y Jones (1990) como causa de fitotoxicidad. En cualquier caso, su alta eficacia puede hacer aconsejable que se siga con su estudio a dosis menores.

En postemergencia del pimiento, sólo difenamida y napropamida están autorizados en nuestro país para su aplicación directamente sobre las plantas. El ensayo de otras moléculas herbicidas

resulta de gran interés dado que diversos autores han observado dificultades de control de algunas especies con estos herbicidas (Beste, 1985; Liu et al., 1987) y que la difenamida ha sido recientemente prohibida para su uso en cultivos hortícolas en algunos lugares de Estados Unidos (Weston y Jones, 1990).

En nuestros ensayos hemos podido confirmar la fitotoxicidad del alacloro y de la pendimetalina, ya indicadas por otros autores (Zaragoza, 1975; Bagley y Beste, 1982; Beste 1985, Kang et al., 1986; Graça et al., 1989).

El clomazone ha resultado ser el herbicida más interesante para su aplicación en postemergencia, pues aunque dio lugar a algunos síntomas de fitotoxicidad tras la aplicación (clorosis en las hojas), observados también por Snyder et al. (1990) y Weston y Jones (1990), éstos desaparecieron posteriormente y fue muy eficaz en el control de las malas hierbas.

El dietatil aplicado en postemergencia resultó menos selectivo que aplicado en preemergencia, pues produjo, en uno de los años, deformaciones y daños en el ápice de las plantas de pimiento, que fueron mayores cuando se usó mezclado con difenamida. Este comportamiento está de acuerdo con lo indicado Majek y Johnston (1989) y Weston y Jones (1990), si bien en nuestro caso observamos que estos daños, aunque van desapareciendo con el paso del tiempo, retrasaron la maduración de los frutos, sobre todo cuando se usó la mezcla de dietatil y difenamida.

Así pues, se ha podido confirmar que dietatil y clomazone son dos herbicidas interesantes para el pimiento. El primero para su uso en preemergencia mezclado con algún otro (difenamida y/o napropamida) que controle Chenopodium album y el segundo para su aplicación en postemergencia. En cualquier caso, hay que recordar que estos dos herbicidas no están registrados en pimiento. Por ello, si se va a utilizar la siembra directa y hasta que se registren éstos u otros herbicidas, el control de las malas hierbas debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) deben evitarse aquellas parcelas con problemas importantes de malas hierbas perennes, como Cyperus rotundus y Sorghum halepense y de solanáceas: Solanum nigrum y Datura stramonium.

b) la mezcla de difenamida y napropamida en preemergencia es más eficaz que ambos herbicidas solos.

c) una vez retirado el plástico puede realizarse una escarda mecánica con un apero, usado en tomate (Villa, 1990), que dispone de un rotovator en el que se han sustituido las cuchillas que coinciden con las líneas de plantas por un tunelillo metálico que protege las plantas. Este apero permite la aplicación dirigida de herbicidas de contacto no selectivos sin mojar las plantas.

d) cuando las plantas tiene 20 - 25 cm pueden realizarse

aplicaciones dirigidas con herbicidas de contacto como paraquat y diquat.

VIII.4 - Aspectos económicos y de necesidades de mano de obra en la siembra directa y el transplante.

Con las densidades utilizadas en la actualidad en la zona del Valle Medio del Ebro con variedades de conserva como Piquillo de Lodosa (37.000 - 50.000 plantas/ha), la siembra directa puede suponer un ahorro en los costes de implantación del cultivo respecto del transplante manual. Sin embargo, respecto del transplante mecanizado, los costes son similares. Conforme la densidad de plantas aumenta, el ahorro en los costes con la siembra directa puede ser muy importante. Con 75.000 plantas/ha el ahorro sobre el transplante manual puede ser de 120.000 pts/ha y sobre el transplante mecanizado de 70.000 pts/ha. Es evidente el gran ahorro que supondría su uso en variedades como Buketen que requieren densidades de 300 - 400.000 plantas/ha (Rodríguez, 1988; Costa, 1991), densidades, por otra parte, no asumibles mediante la técnica de transplante.

Pero la siembra directa presenta la gran ventaja de que sus necesidades de mano de obra en el momento de la siembra son del orden de 4 horas hombre/ha, mientras que el transplante mecanizado para una densidad de 37.000 plantas/ha requiere unas 19 horas hombre/ha.

Así, la siembra directa supone una menor dependencia de la mano de obra frente al transplante y permite obtener altas densidades de plantas a un coste mucho menor que el transplante, tanto manual como mecanizado.

IX - CONCLUSIONES

IX - CONCLUSIONES

IX.1 - Factores que afectan a la germinación y la emergencia del pimiento en condiciones controladas.

1 - La temperatura ha resultado ser el factor que más influencia tiene en la germinación y emergencia del pimiento en condiciones controladas. Sin embargo, dentro de unos límites (13' - 31 ºC) el porcentaje final de germinación y emergencia no se vio afectado. El rango óptimo para la germinación y emergencia del pimiento está alrededor de 25 - 31 ºC. Por debajo de este intervalo, conforme disminuye la temperatura ambos procesos se hacen más lentos y menos uniformes, acentuándose las diferencias entre variedades. Temperaturas ligeramente desfavorables (19 ºC) afectaron más a la emergencia que a la germinación. A 37 ºC no se observó germinación ni emergencia.

2 - Entre los factores analizados que pueden afectar a la calidad de la semilla, no hay ninguno que pueda ser determinante del mal comportamiento de las semillas en campo. Como factores más influyentes se han encontrado:

a) la madurez del fruto en el momento de extracción de las semillas.

- La pasificación durante un mes, a temperatura ambiente, de frutos recogidos maduros mejoró ligeramente el comportamiento germinativo aunque no afectó al porcentaje final de germinación.

- Las semillas extraidas de frutos entreverados dieron porcentajes finales de germinación menores y tuvieron un comportamiento germinativo mucho peor que las semillas extraidas de frutos maduros.

- El proceso de maduración, fuera de la planta, de frutos recogidos entreverados, mejoró tanto el porcentaje final de germinación como el resto de aspectos del comportamiento germinativo, aunque éste fue inferior al de frutos recogidos maduros.

b) la desinfección de las semillas con tiram.

- Resultó eficaz en la protección frente a parásitos y no afectó al porcentaje final de germinación ni al desarrollo de las plántulas.

- La utilización de un fungicida para la desinfección de las semillas es totalmente necesaria, sobre todo en condiciones de baja temperatura, en que el proceso de germinación es muy largo en el pimiento.

Como factores no influyentes de forma consistente se encontraron:

a) la posición del fruto en la planta.

. No parece que sea tan importante la posición del fruto en la planta, sino el estado nutricional y de desarrollo de la planta en el momento en que se desarrolla el fruto.

b) la posición de la semilla en la placenta.

. En variedades con placentas más o menos esféricas (Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Buketen) no se observaron diferencias según la posición de la semilla en la placenta.

c) el peso de la semilla.

. No afectó al porcentaje final de germinación ni modificó el comportamiento germinativo a temperatura favorable (25 ºC). A temperatura desfavorable (13 ºC) se observó una ligera influencia, variable según la variedad.

d) las condiciones de conservación de la semilla en periodos de hasta seis meses.

. Si las semillas de pimiento van a ser almacenadas durante un periodo de seis meses (periodo recolección semilla - siembra), la conservación en condiciones de laboratorio en un bote de plástico con doble cierre hermético es el mejor método por ser el más barato, el más sencillo y no haberse detectado pérdidas del poder de germinación ni del vigor de las semillas, respecto de la conservación a baja temperatura (4 ºC) y/o con uso de silicagel.

3 - Las diferencias en el comportamiento germinativo entre las distintas variantes de los factores analizados, que afectaron en mayor o menor grado a la germinación, se potenciaron a 13 ºC.

4 - Como método de extracción de las semillas se propone el uso de trituradora con adición de agua y eliminación de sobrenadantes, que es un método cómodo y rápido y que mejoró moderadamente el comportamiento germinativo. La adición de una dilución 1/10 de ClH durante 5 minutos tras el triturado favoreció la separación de las semillas de la placenta y mejoró el comportamiento germinativo de las semillas, sobre todo a temperatura favorable (25 ºC).

5 - El tipo de suelo influyó ligeramente en la emergencia del pimiento, potenciándose las diferencias a temperatura desfavorable (13 ºC).

6 - El estudio de la germinación y la emergencia a varias temperaturas puede resultar una herramienta sencilla y de

gran utilidad para establecer criterios de selección intravarietal para rápida emergencia a baja temperatura. La aplicación de estos criterios en la variedad Buketen permitió iniciar la mejora para este carácter con resultado positivo y sin que se viese afectado el comportamiento de las semillas a temperaturas favorables.

IX.2 - Influencia de la técnica de siembra en la nascencia al aire libre, el ciclo y la producción del pimiento.

1 - En las condiciones edafoclimáticas del Valle Medio del Ebro la siembra del pimiento en suelo desnudo debe descartarse, ya que las bajas temperaturas alargan el periodo de emergencia y ésta es muy pobre por la casi segura formación de costra en el terreno. Solamente con variedades de ciclo muy corto, que permitan realizar la siembra a finales de mayo y junio, en que las temperaturas son más favorables, en suelos ligeros y si se dispone de riego por aspersión o goteo, cabría la realización de siembras en suelo desnudo.

2 - La siembra bajo acolchado plástico con polietileno transparente en microtúnel, que aumentó la temperatura del suelo y evitó la formación de costra, se ha mostrado como perfectamente válida para el pimiento, ya que garantizó la emergencia del mismo en porcentajes superiores al 60 % .

3 - Cuando la siembra se realiza a tempero la humedad en el microtúnel es muy alta, por lo que la siembra a una profundidad de 1,5 - 2 cm es la óptima ya que asegura la nascencia y los porcentajes de emergencia son mayores.

4 - La siembra bajo acolchado plástico en microtúnel presenta el inconveniente de que con temperaturas máximas del aire iguales o mayores a 18 ºC la temperatura del suelo en microtúnel puede superar los 35 ºC, afectando negativamente a la germinación y la emergencia, así como a las plántulas recien emergidas.

5 - La fecha idónea para realizar la siembra en microtúnel es a primeros de abril ya que la temperatura media del suelo está por encima de 15 ºC y si se realiza posteriormente aumenta el riesgo de altas temperaturas en el microtúnel.

6 - Se comprobó que realizando la siembra en microtúnel a principios de abril las variedades de conserva Piquillo de Lodosa, Pico de Mendavia y Morrón Luesia, así como la variedad de pimentón Buketen, cubrieron bien su ciclo, no retrasándose la maduración respecto del cultivo de transplante.

7 - Si el plástico se agujerea en el momento de la siembra, disminuye el riesgo de altas temperaturas en el microtúnel, pero en caso de lluvias los agujeros conducen el agua al

interior del microtúnel, afectando negativamente a la germinación y la emergencia. El agujereado del plástico debe realizarse cuando se produzca la emergencia máxima (a las 3 - 4 semanas de la siembra).

8 - La retirada del plástico una vez que se ha producido la emergencia puede realizarse en función de las condiciones meteorológicas, pero si se retrasa excesivamente se corre el riesgo de que se pierdan plantas por temperaturas altas.

9 - Aunque no se observaron diferencias consistentes en la emergencia entre las siembras en llano y en mesa, y el llano presenta las ventajas de menor riesgo de altas temperaturas, de evitar la labor de formación de mesas y de mayor plasticidad ante una hipotética recolección mecanizada, la mayor producción observadas en las mesas, así como la facilidad de riego por surcos con las mismas y su mayor drenaje que evita humedades excesivas en la cama de siembra en suelos pesados, hacen que la siembra en mesas resulte más interesante cuando se dispone de riego por inundación.

10 - No se observaron diferencias en el rendimiento ni en el peso medio del fruto comercial entre densidades bajas y altas de plantas en la variedad Piquillo de Lodosa.

11 - Si la siembra se realiza en mesas como las utilizadas en tomate (0,9 m de ancho y 1,5 m entre centros de mesas), la siembra de dos líneas de pimiento en la mesa resulta interesante ya que permite una mejor distribución de las plantas en el terreno, lo que produjo un aumento notable de la producción y además permitió que el plástico quedara en una disposición de "tejado a dos aguas" que favoreció la evacuación del agua de lluvia. Sin embargo, cuando la siembra se hizo en dirección este - oeste, está disposición provocó diferencias de temperatura entre las dos líneas, sobre todo de las máximas. Con doble línea se debe realizar un riego tras la siembra para asegurar la sujección del plástico.

IX.3 - Control de malas hierbas.

1 - La siembra bajo acolchado plástico en microtúnel favoreció la nascencia y el crecimiento de las malas hierbas, sobre todo de aquellas más exigentes en calor: *Portulaca oleracea*, *Cyperus rotundus*.

2 - La difenamida, sola o mezclada con napropamida, resultó selectiva bajo acolchado plástico pero no controló satisfactoriamente las especies dicotiledóneas. La mezcla de difenamida y napropamida resultó algo más eficaz que la difenamida sola.

3 - El dietatil aplicado en preemergencia, solo o mezclado con difenamida o napropamida, resultó selectivo aunque produjo

algunos síntomas de fitotoxicidad que desaparecieron con el tiempo. Dado que no es eficaz contra Chenopodium album, necesita usarse en mezcla y de esta forma controla bien las especies gramíneas y dicotiledóneas, con la excepción de Datura stramonium. Sin embargo, aplicado en postemergencia precoz (6 - 8 hojas del pimiento) produjo, en uno de los años, deformaciones y daños en el ápice de las plantas que provocaron un retraso en la maduración, siendo el efecto más patente cuando se usó mezclado con difenamida.

4 - El clomazone aplicado en preemergencia produjo síntomas muy espectaculares (clorosis) y en uno de los años redujo el número de plantas finales establecidas. Resultó muy eficaz en el control de gramíneas y dicotilédoneas (particularmente de Datura stramonium y Solanum nigrum). Aplicado en postemergencia resultó suficientemente selectivo, observándose únicamente una ligera y pasajera clorosis foliar.

5 - Tanto dietatil como clomazone son dos herbicidas sobre los que se debería seguir trabajando en pimiento para precisar mejor las dosis necesarias para una escarda satisfactoria.

6 - Alacloro, pendimetalina e isoxaben aplicados en postemergencia resultaron fitotóxicos a dosis normales de uso.

7 - La siembra bajo acolchado plástico no puede realizarse en parcelas con problemas importantes de malas hierbas perennes, como Cyperus spp. y Sorghum halepense. Hasta que no se disponga de otros herbicidas autorizados en preemergencia tampoco debe realizarse en parcelas con infestaciones de Solanum spp. y Datura stramonium.

8 - Aprovechando su cultivo en líneas, la escarda mecánica y las aplicaciones dirigidas con herbicidas de contacto (paraquat, diquat) puede ser una buena solución en postemergencia.

IX.4 - Aspectos económicos y de necesidades de mano de obra en la siembra directa y el transplante.

1 - Con bajas densidades de plantas (<50.000 plantas/ha) la siembra directa con acolchado plástico en microtúnel supone un ahorro en los costes respecto del transplante manual, pero no respecto del transplante mecanizado.

2 - Con densidades iguales o mayores de 50.000 plantas/ha, el ahorro en los costes respecto del transplante mecanizado aumenta con la densidad de plantas.

3 - La siembra directa supone una menor dependencia de la mano de obra en el momento de implantación del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, J.D.; SMITH, M., 1964. Germination of seed affected by thiram treatment. New Zealand Journal of Agriculture, 108: 454. (citado por Jeffs 1978).

ALLISON, L.E., 1952. Effect of synthetic polyelectrolytes on the structure of saline and alkali soils. Soil Sci., 73: 443 - 454.

ALJARO, A.; MARTINEZ, M., 1987. Evaluación agrónomica del acondicionamiento osmótico en semillas de pimiento: I - Efectos sobre el comportamiento germinativo, bajo distintas temperaturas. Agricultura técnica (Chile), 47(3):248-253.

ALJARO, A.; WYNEKEN, L., 1985. Acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento y sus efectos sobre la germinación y la emergencia. Agricultura técnica (Chile), 45 (4): 293 - 302.

ALVARADO, A.D.; BRADFORD, K.J.; HEWITT,S.D., 1987. Osmotic priming of tomato seeds: Effects on germination, field emergence, seedling growth, and fruit yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 112(3):427 - 432.

ALVARADO, D.; BRADFORD, K.J., 1987. Storage life and vigor of tomato (Lycopersicum esculentum Mill.) seeds following osmotic priming. Acta Horticulturae, 200: 205.

ARGERICH, C.A.; BRADFORD, K.J., 1989. The effects of priming and ageing on seed vigour in tomato. Journal of Exp. Botany, 40 (214): 599-607.

BAGLEY, F.C.; BESTE, C.E., 1982. Pebulate and other herbicides for transplanted peppers. Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, 38: 126 - 127.

BALTAZAR, A.M.; MONACO, T.J., 1984. Uptake, translocation, and metabolism of bentazon by two peppers species (Capsicum annuum) and (Capsicum chinense). Weed Science, 32: 258 - 263.

BALTAZAR, A.M.; MONACO, T.J.; PEELE, D.M., 1984. Bentazon selectivity in hot pepper (Capsicum chinense) and sweet pepper (Capsicum annuum). Weed Science, 32: 243 - 246.

BAÑON, S.; ZAPATA, M., 1990. Sistemas de cultivo en pimiento para pimentón. Agricultura, 698: 796 - 801.

BARLOW, E.W.R.; HAIGH, A.M., 1987. Effect of seed priming on the emergence, growth and yield of UC 82B tomatoes in the field. Acta Horticulture, 200: 153 - 164.

BATAL, K.M.; SMITH, D.A., 1981. Response of bell pepper to irrigation, nitrogen, and plant population. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106: 259 - 262.

BELLETTI, P.; QUAGLIOTTI, L., 1989. Problems of seed production and storage of pepper. In Tomato and Pepper Production in the Tropics. Proceedings of the International Symposium on Integrated Management Practices. pp. 28 - 43.

BERRY, S.Z., 1969. Germinating responses of the tomato at high temperatures. Hortscience, 4: 218 - 219.

BESTE, C.E., 1985. Herbicides for transplanted bell peppers. Proceedings of Northeastern weed Science Society, 39: 188 - 190.

BESTE, C.E., 1986. Chloroacetamide herbicides for bell peppers. Weed Science Abstr., 26:66.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M., 1978. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination 1. Ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York. 306 pp.

BIERHUIZEN, J.F.; WAGENVOORT, W.A., 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. 1. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. Scientia Horticulture, 2: 213 - 219.

BIERHUIZEN, J.F.; WAGENVOORT, W.A.; NILWIK, H., 1978. Analysis of the relationship between temperature and germination of sweet pepper. Acta Horticulturae, 83: 195 - 199.

BOND, W.P.; BURCH J., 1.989. Weed control in carrots and salad onions under low-level polyethylene covers. Brighton Crop Protection Conference. pp. 1021 - 1026.

BOND, W.; WALKER, A., 1989. Aspects of herbicide activity and persistance under low level polyethylene covers. Ann. Appl. Biol., 114: 133 - 140.

BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, J.A., 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Science, 30: 718 - 721.

BROWN, R.F., 1987. Germination of Aristida armata under constant and alternating temperatures and its analysis with the cumulative weibull distribution as a model. Aust. J. Bot., 35: 581 - 91.

BUSSELL, W.T.; GRAY, D., 1976. Effects of pre-sowing seed treatments and temperatures on tomato seed germination and seedling emergence. Scientia Horticulturae, 5: 101 - 109.

CALDERON, F., 1988. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

CANNON, O.S.; GATHERUM, D.M.; MILES, W.G., 1973. Heritability of low temperature seed germination in tomato. Hortscience, 8(5): 404 - 405.

CANTLIFFE, D.J.; SCHULTHEIS, J., 1984. Gel mix. A new concept for seeding peppers. American Vegetable Grower. Noviembre, pp. 40-41.

CASALLO, F.J., 1991. Siembra directa en cultivos hortícolas. II Jornadas del Grupo de Horticultura de la S.E.C.H., pp. 8 - 15.

COCHRAN, H.L., 1974. Effect of seed size on uniformity of pimiento transplants at harvest time. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 99 (3): 234 - 235.

COOLBEAR, P.; FRANCIS, A.; GRIERSON, D., 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. Journal of Exp. Botany, 35(160): 1609 - 1617.

COOLBEAR, P.; NEWELL, A.J.; BRYANT, J.A., 1987. An evaluation of the potential of low temperature pre-sowing treatments of tomato seeds as a means of improving germination perfomance. Ann. Appl. Biol. 110: 185 - 194.

COONS, J.M.; KUEHL, R.O.; OEBKER, N.F.; SIMONS N. R., 1989. Seeds germination of seven pepper cultivars at constant or alternating high temperatures. Journal of Horticultural Science, 64(6): 705 - 710.

CORDIN, M., 1986. Possibilita applicative dei trattamenti pregerminativi nelle sementi ortive. Colture Protette, 2: 23 - 26.

COSTA, J., 1991. Pimiento para pimentón. Estado actual sobre la selección de variedades para cultivo tradicional y para recolección mecánica. La innovación en horticultura. (10º Aniversario de la SECH). Ed. F. Nuez y L. Rallo. pp. 99 - 127.

DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P., 1960. Seed vigor and vigor tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal., 50: 124 - 129. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

DE PAULA, M.; DARDER, M.; TORRES, M.; MARTINEZ-HONDUVILLA, C.J., 1991. Evaluación del deterioro de semillas de girasol almacenadas a alta temperatura. Actas de horticultura, 8: 325 - 329.

DE VOS, D.A.; HILLL, R.R.; HEPLER, R.W.; GARWOOD, D.L., 1981. Inheritance of low temperature sprouting ability in F1 tomato crosses. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106 (3): 352 - 355.

DHARMATTI, P.R.; KULKARNI, G.N., 1987. Physiological maturation studies in bell pepper (Capsicum annuum L. grossum Sendt). South Indian Horticulture, 35 (5): 395 - 396.

DOIJODE, S.D., 1991. Influence of seed position in fruit on seed viability and vigour during ambient storage of chilli (Capsicum annuum L.) fruits. Capsicum Newsletter, 10: 62 - 63.

DOMINGUEZ FERNANDEZ, G.G., 1992. El pimiento para pimentón de la vera. SEYCA. Badajoz. 21 pp.

DURAN, J.M.; MARTINEZ VASALLO, L.; QUEIROGA, V., 1988. Capacidad germinativa y vigor de las semillas. Agricultura, 667: 88 - 93.

DURAN , J. M., 1989. Preacondicionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas. Agricultura, 58 (679): 128 - 131.

EDWARDS, R.L.; SUNDSTROM, F.J., 1987. Afterripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination perfomance. Hortscience, 22(3): 473 - 475.

EGAWA, Y.; TANAKA, M., 1986. The pattern of meiotic chromosome pairing of interspecific hybrids among Capsicum pepper species. VIth Eucarpia Meeting on Capsicum and Eggplant, Zaragoza (España), 7 - 11.

EL SAYED, M.M.; JOHN, C.A., 1973. Heritability studies of tomato emergence at different temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 98 (5): 440 - 443.

ESHEL, Y.; KATAN, J., 1972. Effect of day and night temperature on tolerance of solanaceous vegetables to diphenamid. Hortscience, 7(1): 67 - 68.

ESHEL, Y.; KATAN, J.; PALEVITCH, D., 1973. Selective action of diphenamid and napropamide in pepper (Capsicum annuum L.) and weeds. Weed Research, 13: 379 - 384.

EVERETT, P.H.; SUBRAMANYA, R., 1983. Pepper production as influenced by plant spacing and nitrogen-potassium rates. Proc. Fla. State Hort. Soc., 96: 79 -82. (Citado por Stoffella y Bryan 1988).

F.A.O, 1989. Anuario de Producciones. Roma. 346 pp.

FAWUSI, M.O.A., 1987. Emergence and seedling growth of pepper as influenced by soil compaction, nutrient status and moisture regime. Scientia Horticulturae, 9: 329 - 335.

FERY, R.L.; HARRISON, H.F., 1990. Inheritance and assesment of bentazon herbicide tolerance in "Santaka" pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 115(5): 854 - 857.

FRANK, J.R.; SCHWARTZ, P.H.; BOURKE, J.B., 1988. Insect and weed interactions on bell peppers (Capsicum annuum). Weed Technology, 2: 423 - 428.

GARCIA, A.; LASA, J.M., 1991. Seed vigour tests for predicting field emergence of grain sorgum under severe conditions. Investigación Agraria, 6 (1): 5 - 16.

GARCIA, E.; RUIZ, M., 1990. Viabilidad de la recolección mecánica del pimiento de pimentón: ensayos de campo. Actas 4 - I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. pp. 261 - 266.

GARCIA, E.; RUIZ, M., 1992. Mecanización del cultivo del pimiento. Máquinas y tractores agrícolas. 1992 - 1: 58 - 59.

GERBER, J.M.; MOHD-KHIR, I.; SPLITTSTOESSER, W.E., 1988. Row tunnel effects growth, yield and fruit quality of bell pepper. Scientia Horticulturae, 36: 191 - 197.

GERBER, J.M.; SPLITTSTOESSER, W.E.; CHOI, G., 1989. A heat unit system por predicting optimum row tunnel removal time for bell peppers. Scientia Horticulturae, 40: 99 - 104.

GERSON R.; HONMA S., 1978. Emergence response of the pepper at low soil temperature. Euphytica, 27: 151 - 156.

GHATE, S.R.; PHATAK, S.C., 1981. Perfomance of pregerminated tomato and pepper seeds sown with gel. Paper nº 81 - 1022. American Society of Agricultural Engineers, 20 pp. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

GHATE, S.R.; PHATAK, S.C.; JAWORSKI, C.A., 1981. Seeding pregerminated vegetable seeds in plots. Transactions of the ASAE, 24 (5): 1099 - 1102, 1107.

GHATE, S.R.; PHATAK, S.C., 1982. Perfomance of tomato and pepper seeds germinated before planting. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107(5): 908 - 911.

GHATE, S.R.; CHINNAN, M.S., 1987. Storage of germinated tomato and pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 112(4): 645 - 651.

GIL, R.; PARDO, A.; SUSO, M.L.; FACI, J.; ZARAGOZA, C., 1987. Semis de poivron avec irrigation goutte a goutte sur deux sols d'Aragon. Journèes EWRS, Groupe cultures legumieres irriguées, Murcia (España), 78 - 79.

GIL, R., 1998a. Resistencia a Phytophtora capsici Leon en pimiento. Tesis doctoral. ETSIA Valencia. 369 pp.

GIL, R., 1988b. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

GIL, R., 1991. Origen, características e impacto de la variedad de pimiento de conserva "Luesia". La innovación en Horticultura. Ed. F. Nuez y L. Rallo. pp. 131 - 140.

GIL, R., 1992. El pimiento y sus variedades en España. Hortofruticultura, 7 - 8: 16 - 21.

GILREATH, J.P.; GILREATH, P.R.; LORNELL, J.A., 1989. Phytotoxicity of foliar aplication of cinmethylin to pepper. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 102: 336 - 338. (Abstract).

GONZALEZ, E.; IGLESIAS, I.; DIAZ, T., 1989. Effect of pre-imbibition, temperature, gibberellic acid and light on the germination of Capsicum annuum L. var. acuminatum Fingerth. Phyton, 49(1/2): 83 - 87.

GRACIA, C.; PALAU, E., 1983. Mecanización de los cultivos hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. 243 pp.

GRAÇA, G.; LEITAO, A.; AGUIAR, L., 1989. Relatorio de ensaio de fitotoxidade das s.a.s. fluazifope-p-butilo, metalacloro, metribuzina e pendimetalina na coltura do pimento (cv. Yolo Wonder) en Coimbra. CNPPA, 9 pp.

GRAY, D.; STECKEL, J.R.A.; WARD, J.A., 1979. The effects of fluid sowing pre-germinated seeds and transplanting on emergence, growth and yield of outdoor bush tomatoes. J. Agric. Sci. Camb., 93: 223 - 233.

GREENFIELD, A.J., 1989a. Problems of herbicide registration and usage on horticultural crops. Brighton Crop Conference. pp. 1015 - 1020.

GREENFIELD, A.J., 1989b. Weed control under plastic crop covers. Brighton Crop Protection Conference. pp. 735 - 743.

GUERARD, J., 1990. Changes in processing tomato industry. American Vegetable Grower, 38 (5): 60 - 61.

HAIGH, A.M.; BARLOW, E.W.R., 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotica. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 112: 202 - 208.

HAIGH, A.M.; BARLOW, E.W.R.; MILTHORPE, F.L.; SINCLAIR, P.J., 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 111(5): 660 - 665.

HARRISON, H.F.; FERY, R.C., 1989. Assessment of bentazon tolerance in pepper (Capsicum sp.). Weed Technology, 3: 307 - 312.

HARRINGTON, J.F.; KIHARA, G.M., 1960. Chilling injury of germinating muskmelon and pepper seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 75: 485 - 489.

HARRINGTON, J.F., 1963. Practical advice and instructions on seed storage. Proc. Int. Seed Tes. Assoc., 28:989 - 994.

HENNART, J.W., 1983. Osmo-priming of pepper seeds. Capsicum Newsletter, 2: 116 - 118.

HENNART, J.W., 1985. Trattamenti pregerminativi dei semi ortivi. Informatore Agrario, 9: 109-119.

HERNER, R.C., 1986. Germination under cold soil conditions. Hortscience, 21(5): 1118 - 1122.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P., 1977. Seed treatment for improved performance. Survey and attempted prognosis. Seed Sci. Technol., 5: 353 - 425.

HOLLE, M.; VELIZ, G.; SAUNDERS, S.I., 1983. Productividad de dos tipos de aji picante (Capsicum spp.) para industria de encurtido, sembrado en dos épocas, dos modalidades y tres densidades de siembra. Turrialba, 33(4): 343 - 350.

HORVATH, G., 1964. Paprikamag kezelési kísérletek (Paprika seed treatment experiments). Manuscript. (Citado por Somos 1984).

HSU, F.H.; NELSON, C.J.; CHOW, W.S., 1984. A mathematical model to utilize the logistic function in germination and seedling growth. Journal of Exp. Botany, 35 (160): 1629 - 1640.

I.B.P.G.R., 1983. Genetic Resources of Capsicum. F.A.O., Roma, 49 p.

INSPV, 1976. Reglas Internacionales para ensayos de semillas Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 184 pp.

IRWIN, C.C.; PRICE, H.G., 1981. Sensitivity of pregerminated pepper seed to low temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106 (2): 187 - 189.

IRWIN, C.C.; PRICE, H.C., 1983. The relationship of radicle length to chilling sensitivity of pregerminated pepper seed. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108 (3): 484 - 486.

ISLEY, D., 1975. Vigor tests. Proc. Assoc. Official Seed Anal., 47:176 - 182. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

JANSSEN, J.G.M., 1973. A method of recording germination curves. Ann. Bot., 37: 705 - 8.

JEFFS, K.A., 1978. Seed treatment. CIPAC Monograph 2. 101 pp.

JENSEN, K.I.N.; KIMBALL, E.R.; RICKESTON, C.L., 1989. Effect of a plastic row tunnel and soil mulch on tomato performance, weed control and herbicide persistence. Can. J. Plant. Sci., 69: 1055 - 1062.

KANG, C.K.; OH, S.M.; CHOI, Y.C.; LEF, K.H., 1986. Studies on the weed control and phytotoxicity of herbicides under polyethylene film mulching in the red pepper (Capsicum annuum L.) upland. Research Reports of the Rural Development Administration, 28 (2): 79 - 84.

KEMP, G.A., 1968. Low-temperature growth responses of the tomato. Can. J. Plant. Sci., 48: 281 - 286.

KWON, Y.S., 1988. The effect of different mulching materials on soil conditions, with particular reference to red pepper production. Extension Bulletin, 277. Food and fertilizer technology center, Taiwan. 25 pp.

LABRADA, R.; PAREDES, E., 1983. Período crítico de competencia de malezas y valoración de herbicidas en plantaciones de pimiento. Agrotecnia de Cuba, 15(1): 35 - 46.

LAGOKE, S.T.O.; ADEJONWO, K.O.; NONGU. T.T.; UWANNAH, C.E.; LAWAL, K.O., 1988. Studies on weed interference and chemical weed control in chilli pepper (Capsicum frutescens L.). Nigerian Journal of Weed Science, 1 (1): 3 - 10.

LANTERI, S.; BINO, R.J.; KRAAK, H.L., 1992. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in pepper seeds during germination and after priming treatments. Capsicum Newsletter. Proceedings VIII meeting on genetics and breeding on capsicum and eggplant, 249 - 253.

LAZIK, B.; MARKOVIC, V.; GAURIC, M., 1975. The effect of variety and mode of production on pepper yield. Sauremena poljopriureda, XXIII (7-8): 41 - 50.

LEHLE, F.R.; PUTNAM, A.R., 1982. Quantification of allelopathic potential of sorghum residues by novel indexing of Richard's function fitted to cumulative cress seed germination curves. Plant Physiology, 69: 1212 - 1216.

LESKOVAR, D.I.; SIMS, W.L., 1987. Emergence and yield of tomato (Lycopersicon esculentum mill.) in response to presowing treatments. Acta Horticulture, 200: 145 - 152.

LESKOVAR, D.I.; CANTLIFFE, D.J.; STOFFELLA, R.J., 1990. Root growth and root-shoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants. Enviromental and Experimental Botany, 30 (3): 349 - 354.

LIPTAY, A.; SCHOPFER, P., 1983. Effect of water stress, seed coat restraint, and abscisic acid upon different germination capabilities of two tomato lines at low termperature. Plant Physiology, 73: 935 - 938.

LIU, L.C.; GONZALEZ-IBAÑEZ, J.; GOYAL, M.R., 1985. Weed competition in transplanted sweet peppers. Proc. 20th Annu. Meet. Caribbean Fod Crops Soc. 20: 198-99.

LIU, L.C.; ANTONI PADILLA, M.; GOYAL, M.R.; GONZALEZ-IBAÑEZ, J., 1987. Integrated weed management in transplanted tomatoes and peppers under drip irrigation. Journal of Agriculture University of Puerto Rico, 71 (4): 349 - 359.

LOCASCIO, S.J.; STALL, W.M.,1982. Plant arrangement for increased bell pepper yield. Proc. Fla. State Hort. Soc., 95: 333 - 335. (Citado por Stoffella y Bryan 1988).

LOPEZ, F.; SILVAS, R.J., 1979. Study of planting distances between rows and plants in sweet peppers. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci., 23: 207 - 210. (Citado por Stoffella y Bryan 1988).

LOPEZ, J., 1990. Métodos de siembra de tomates bajo plástico. Agrícola Vergel. Diciembre, 971 - 974.

LORENZ, O.A.; MAYNARD, D.N., 1988. Knott's handbook for vegetable growers. 3rd Ed. Wiley, New York. (Citado por Coons et al. 1989).

LOTITO, S.; QUAGLIOTTI, L., 1990. Researches on the vigour of okra seeds. Abstracts of contributed papers of the XXIII International Horticultural Congress. Firenze. pp. 1444.

MACUA, J.I., 1991. Técnicas de cultivo en tomate de industria. Navarra Agraria, 59: 21 - 30.

MAHIDEEM, M.K.; MUSSAIN, S.J.; SUBBIAH, K.K., 1973. Vivipary in chillies (Capsicum annuum). South Indian Hortic., 21: 73 - 74.

MAJEK, B.A., 1986. Activated carbon for safening peppers (Capsicum annuum L.) in soils treated with metribuzin. Weed Science, 34: 467 - 470.

MAJEK, B.A.; JOHNSTON, S.A., 1989. Diethatyl for hairy galinsoga (Galinsoga ciliata) control in peppers integrated with cultural practices for phytophtora blight control. Weed Science, 34: 569 - 571.

MALUF, W.R.; TIGCHELAAR, E.C., 1980. Responses associated with low temperature seed germinating ability in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105(2): 280 - 283.

MARKOVIC, V., 1986. Effect of stand density and harvest method on yield of pepper. Sauremena poljopriureda, 34 (7 - 8): 289 - 384.

MARKOVIC, V.; DJUROVKA, M.; ILIN, Z., 1989. The basic characteristics of wide grown sweet pepper cultivars in Yugoslavia produced by direct sowing. VII Meeting on genetics and breeding on Capsicum and Eggplant. pp. 97 - 103.

MAROTO, J.V., 1986. Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 590 pp.

MARQUEZ, F., 1990. Siembra de algodón bajo plástico. Colección divulgación. HD 11/90. Consejeria de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucia. 12 pp.

MARSHALL. D.E., 1984. Horticultural requierements for mechanical pepper harvesting. ASAE Publication S-84. (Citado por García y Ruíz 1990).

MARTINEZ, M.; ALJARO, A., 1987. Evaluación agronómica del acondicionamiento osmótico en semillas de pimiento. II Efecto sobre la emergencia y el desarrollo de plántulas. Agricultura Técnica, 47(4): 321 - 325.

MASUNIAS, J.B.; WELLER, S.C., 1985. Preemergent weed control in horticultural crops with fluorochloridone. In proceedings, North Central Weed Control Conference, 40: 42 - 45.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A., 1986. Environmental and physiological constraints on field perfomance of seeds. Hortscience, 21 (5): 1125 - 1128.

MAUDE, R.B., 1973. Seed-borne diseases and their control. In Seed Ecology. Ed W. Heydecker, pp. 325 - 335, Butterworth, Londres.

MCDONALD, M.B.Jr., 1980. Vigor test commitee report. Assoc. of Seed Analyst. Newsletter, 54: 37 - 40. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

MCGRADY, J.J.; COTTER, D.J., 1984. Anticrustant effects on chile pepper stand and yield. Hortscience, 19(3): 408 - 409.

MCGRADY, J.J.; COTTER, D.J., 1987. Preplant seed treatment effects on growth and yield of chile pepper. Hortscience, 22(3): 435 - 437.

MCKEEN, C.D., 1950. Arasan as a seed and soil treatment for control of damping-off in certain vegetables. Scientific Agriculture, 30: 261 - 270. (Citado por Jeffs 1978).

MIKHOV, M.; VLCHEU, S.; DZHONEVA, A., 1989. A method and mechanism for sowing vegetable crops and simultaneously covering the rows with strips of polyethylene film. Selkostoponska teklmika, 26(4): 64 - 71. (Abstract).

MILLER, C.H.; MCCOLLUM, R.E.; CLAIMON, S., 1979. Relationships between growth of bell peppers (Capsicum annuum L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104: 852 - 857.

MINICKA, L., 1991. Usefulness of pea seed testing methods for predicting field emergence. Abstracts of contributed papers XXIII International Horticultural Congress. Firenze. p. 3162.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1989. Anuario de Estadística Agraria. Madrid. 678 pp.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA, 1989. Estadística del Comercio Exterior. Madrid.

MONACO, T.J.; BONANNO, A.R., 1985. Cinch: a promising new herbicide for vegetable crops?. Abstract. Proceedings, Southern Weed Science Society, 38th annual meeting. p. 120.

MULLEN, R.J., 1986. Weed control practices for tomatoes and peppers. California University Cooperative Extension Service. Proceedings, 38th annual California Weed Conference, 86 - 97.

NAVARRO, F., 1991. La oleorresina de Pimentón. Cámara de Comercio de Murcia. 50 pp.

NG, T.J.; TIGCHELAAR, E.C., 1973. Inheritance of low temperature seed sprouting in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 98: 314 - 316.

ODLAND, M.L., 1938. Observations on dormancy in vegetable seed. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., 35: 562 - 565.

ORENGO-SANTIAGO, E.; SEMIDEY, N.; ALMODOVAR, L., 1987. Influence of glyphosate and paraquat pre-transplant treatments on weed control and pepper yields. J. Agric. Univ. Puerto Rico, 71 (1): 65 - 73.

ORZOLEK, M.D., 1981. Effects of certain cultural practices on the production of processing peppers in Delaware. Bulletín 434. Agricultural Experiment Station. Univ. of Delaware. (Citado por Orżolek y Daum 1984).

ORZOLEK, M.; DAUM, D., 1984. Effect of planting equipment and techniques on seed germination and emergence: a review. Journal of Seed Technology, 9 (2): 99 - 113.

ORZOLEK, M.D.; FERRETI, P.A.; REITZ, W.L., 1986. The effect of postemergence grass herbicides on the weed population in and yield of tomato and pepper. Proceedings, 40th annual meeting of the Northeastern Weed Science Society, 176 - 178.

O'SULLIVAN, J.; BOUW, W.J., 1984. Pepper seed treatment for low-temperature germination. Can. J. Plant. Sci., 64: 387 - 393.

PARDO, A.; SUSO, M.L., 1991. Estudio de la hidratación en el período de germinación de semillas de variedades de pimiento (Capsicum annuum L.). II Jornadas Grupo Horticultura SECH. Pamplona. pp. 57 - 62.

PARK, K.W.; CHIANG, M., 1990. Studies for dry heat treatment on several vegetable seeds. Abstracts of Contributed papers XXIII International Horticultural Congress. Firenze, p. 53.

PASSAM, H.C.; KARAVITES P.I.; PAPANDREOU, A.A.; THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K., 1989. Osmoconditioning of seeds in relation to growth and fruit yield of aubergine, pepper, cucumber and melon in unheated greenhouse cultivation. Scientiae Horticulturae, 38: 207 - 216.

PELLETIER, J.; LE QUILLEC, S., 1986. Desherbage des plantations de solanacées. CTIFL, 3 pp.

PELLETIER, J., 1987. Aubergine et poivron. Desherbage chimique. CTIFL, 2 pp.

PERRY, D.A., 1973. Seed vigour and stand establishment. Hort. Abstr., 42: 334 - 342.

PORTER, W.C.; ETZEL, W.W., 1982. Effects of aluminum painted and black polyethylene mulches on bell peppers. (Capsicum annuum L.). Hortscience, 17: 942 - 943.

PORTER, W.C., 1989. Evaluation of clomazone for use in non-bell peppers. Proceedings of the Amer. Soc. Hort. Sci. Southern Region. Hortscience, 24: 263.

QUAGLIOTTI, L., 1977. Effects of ripening stages of the berries and of the storage within the fruits on viability of seeds in two varieties of pepper. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, Montfavet, 263 - 301.

QUAGLIOTTI, L.; ANTONUCCI, M.; LANTERI, S., 1981. Effects of post-harvest ripening of the seeds within the berry in two varieties of pepper (Capsicum annuum L.). Riv. Ortoflorofruti. It., 65: 249 - 256.

QUAGLIOTTI, L., 1986. Seed storage behaviour in pepper. VI Eucarpia Meeting Capsicum and Eggplant. pp. 57 - 59.

RANDLE, W.M.; HONMA, S., 1980. Inheritance of low temperature emergence in Capsicum baccatum var. pendulum. Euphytica 29, 331 - 335.

RANDLE, W.M.; HONMA, S., 1981. Dormancy in peppers. Scientia Horticulturae, 14: 19 - 25.

RAST, A.Th.B.; STIJGER, L.L.M.M., 1987. Disinfecction of pepper seed infected with different strains of capsicum mosaic virus by trisodium phosphate and dry heat treatment. Plant. Pathology, 36: 583 - 588.

RIVAS, M.; SUNDSTROM, F.J.; EDWARDS, R.L., 1984. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. Hortscience, 19(2): 279 - 281.

ROBBINS, C.W.; CARTER, D.L.; LEGGETT, G.E., 1972. Controlling soil crusting with phosphoric acid to enhance seedling emergence. Agron. J., 64: 180 - 182.

RODRIGUEZ, A., 1988. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

RODRIGUEZ, A.; AYUSO, A., 1988. Estudio de algunos factores que influyen en la nascencia del pimiento cuando se realiza la siembra sobre el terreno definitivo. Acta del III Congreso, SECH. 4 pp.

ROEGGEN, O., 1987. Variation in minimum germination temperature for cultivars of bean (Phaseolus vulgaris L.) cucumber (Cucumis sativus L.) and tomato (Lycopersicum esculentum mill.) Scientia Horticulturae, 33: 57 - 65.

ROGERS, B.A.; PIKE, L.M., 1989. Preplant seed treatments for improving earlines and uniformity in germination of pepper seeds for transplant production. Journal Rio Grande Valley Horticultural Society, 42: 25 - 31.

ROJO, C., 1989. Tratamiento de las simientes: el osmoacondicionado. Agricultura, 58 (679): 132 - 135.

ROYLE, S.M.; HEGARTY, T.W., 1978. Soil impedance and its effect on calabrese emergence. Acta Horticulturae, 72: 259 - 266.

RUIZ, M., 1988. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

RUMPEL, J.; SZUDYGA, I., 1978. The influence of pre-sowing seed treatments on germination and emergence of tomato "New Yorker" at low temperature. Scientia Horticulturae, 9: 119 - 125.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D.J.; WATKINS, J.T., 1980. Germination of pepper seed at low temperature after various pretreatments. Proc. Fla. State Hort. Soc., 93: 258 - 260.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A., 1981. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 106(3): 385 - 389.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A., 1982. Germination behaviour of sand-coated sweet pepper seed. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107 (3): 412 - 416.

SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N.; RETAMAL, N.; DURAN, J.M., 1991. Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento. IX Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal. II Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal, 24 - 27(9): 444.

SAXENA, O.P.; SINGH, G., 1987. Osmotic priming studies in some vegetable seeds. Acta Horticulturae, 215: 201 - 207.

SCHIMPF, D.J.; FLINT, S.D.; PALMBLAD, I.G., 1977. Representation of germination curves with the logistic function. Ann. Bot., 41: 1357 - 1360.

SCHULTHEIS, J.R.; CANTLIFFE, D.J., 1988. Improvement of plant establishment in bell pepper with a gel mix planting medium. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113 (4): 546 - 552.

SCHULTHEIS, J.R.; CANTLIFFE, D.J.; BRYAN, H.H.; STOFFELLA, P.J., 1988. Planting methods to improve stand establishment, uniformity, and earliness to flower in bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113(3): 331 - 335.

SCOTT, S.J.; JONES, R.A., 1982. Low temperature seed germination of lycopersicum species evaluated by survival analysis. Euphytica, 31: 869 - 883.

SCOTT, S.J.; JONES, R.A.; WILLIAMS, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192 - 1199.

SCOTT, S.J.; JONES, R.A., 1985. Cold tolerance in tomato. I. Seed germination and early seedling growth of Lycopersicon esculentum. Physiol. Plant., 65: 487 - 492.

SEMIDEY, N.; CARABALLO, E.; ACIN, N., 1989. Broad-leaf weed control in peppers with herbicides applied pre-trasplant. J. Agric. Univ. P.R., 73(1): 67 - 73.

SIMS, W.L.; ZOBEL, M.P.; KING, R.C., 1968. Mechanised growing and harvesting of processing tomatoes. Univ. Calif. Agr. Ext. Serv. Bull. AXT-232: 28 pp. (Citado por Bussell y Gray 1976).

SMITH, P.G.; MILLET, A.H., 1964. Germinating and sprouting responses of the tomato at low temperatures. Journal of the American Soc. for Hort. Sci., 84: 480 - 484.

SNYDER, M.J.; AGAMALIAN, H.S.; SHOTWELL, K.M., 1990. Solanum weed control with diethatil-ethyl (Antor) and other herbicides in peppers. Abstracts of XXIII International Horticultural Congress. Florencia. p. 3221.

SOMOS, A., 1984. The paprika. Akadémiai Kiadó. Budapest. 302 pp.

SOSA-CORONEL, J.; MOTES, J.E., 1982. Effect of gibberellic acid and seed rates on pepper seed germination in aerated water columns. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107(2): 290 - 295.

STANLEY, W.H.; TEAGUE, T.G.; TEAGUE, P.W., 1989. Plant population density effects on economic yield of bell peppers. Proceedings of the Annual Meeting Arkansas State Horticultural Society, 110: 154 - 159.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H., 1980. Principles and procedures of Statistics. A biometrical approach. Ed. McGraw-Hill Book Company. 633 pp.

STOFELLA, P.J.; BRYAN, H.H., 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113(6): 835 - 839.

STOFELLA, P.J.; PARDOSSI, A.; TOGNONI, F., 1988. Temperature and seed treatment effects on taproot growth of young bell peppers. Advances in Horticultural Science, 2 (2): 8 - 10.

SUNDSTROM, F.J.; THOMAS, C.H.; EDWARDS, R.L.; BASKINS, G.R., 1984. Influence of N and plant spacing on mechanically harvested Tabasco peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 109: 642 - 645.

SUNDSTROM, F.J.; READER, R.B.; EDWARDS, R.L., 1987. Effects of seed treatment and planting method on Tabasco pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 112(4): 641 - 644.

SUNDSTROM, F.J.; PEZESHKI, S.R., 1988. Reduction of Capsicum annuum L. growth and seed quality by soil flooding. Hortscience, 23 (3); 574 - 576.

SUNDSTROM, F.J.; EDWARDS, R.L., 1989. Pepper seed respiration, germination, and seedling development following seed priming. Hortscience, 24(2): 343 - 345.

SUNDSTROM, F.J.; ROBBINS, N.S.; SANCHEZ, V.M.; CLIFTON, R.G.P., 1990. Effect of source-sink manipulations on pepper plant photosynthesis, seed carbohydrate reserves and germination characteristics. Abstracts of contributed papers XXIII International Horticultural Congress. Firenze, pp. 3152.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1979. Siembra directa en especies hortícolas. Memoria 1979, Estación Rioja-Navarra, CRIDA 03, 33 - 37.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1981. Germinación de semillas de pimiento variedad morrón para conserva a diferentes temperaturas. Comunicaciones INIA (1982). 8pp.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1982. Siembra directa de semillas de cebolla (Allium cepa L.) tratados con polietilenglicol - 6000. Cuadernillo INIA. 9 pp.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1988. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1991a. Germinación de semillas de variedades de pimiento (Capsicum annuum L.) tratados con PEG 6000. II Jornadas Grupo Horticultura SECH Pamplona, pp. 54 - 56.

SUSO, M.L.; PARDO, A., 1991b. Siembra directa de pimiento (Capsicum annuum L.): Efecto del acondicionamiento de las semillas con polietilenglicol 6000 y de la siembra de semillas utilizando un gel portador. II Jornadas Grupo Horticultura SECH Pamplona, pp. 48 - 53.

TAYLOR, A.G.; TEN BROECK, L.W., 1988. Seedling emergence forces of vegetable crops. Hortscience, 23(2): 367 - 369.

TEASDALE, J.R., 1985. Delayed application of metolachlor for pepper, tomato, and cucumber. Proc. Northeast Weed Sci. Soc., 39: 131 - 133.

THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K.; PASSAM, H.C., 1989. Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. Annals of Botany, 63: 65 - 69.

THOMPSON, P.A., 1974. Characterisation of the germination responses to temperature of vegetable seeds. I. Tomatoes. Scientia Horticulturae, 2 : 35 - 54.

TIESSEN, H., 1962. The influence of various temperatures and (CCC) and (AMAB) on peppers and tomatoes. Can. Journal of Plant Sci., 42: 142 - 149.

TORRES, M.; FRUTOS, G., 1989a. Estudio de curvas de germinación. Enfoque matemático. Agricultura, 58 (679): 136 - 137.

TORRES, M.; FRUTOS, G., 1989b. Analysis of germination curves on aged fennels seeds by mathematical models. Environmental and Exp. Botany, 29 (3): 409 - 415.

TORRES, M.; FRUTOS, G., 1990. Logistic function analysis of germination behaviour of aged fennel seeds. Envir. and Exp. Botany, 30 (3): 383 - 390.

TRAWATHA, S.E.; STEINER, J.J.; BRADFORD, K.J., 1990. Laboratory vigor tests used to predict pepper seedling field emergence perfomance. Crop Science, 30: 713 - 717.

TURNER, N.J., 1970. Rate of fungicidal actions. Contributions of the Boyce Thompson Institue 24, 227 - 229. (Citado por Jeffs 1978).

VELEV, B., 1987. A system of chemical weed control in transplanted pepper. Soil Science, Agrochemistry and plant protection XXII, 6.

VILEVIEILLE, M.; BRANTHOME, X.; GENIAUT, D.; JOUBERT, G.; MOULIN, P.; PELLETIER, J.; QUILLEC, S., 1986. Aubergines, tomates, poivrons desherbage des plantations. 13 Conference du Columa, Journées d'études sur le desherbage. Versailles. 11 pp.

VILLA, F., 1990. Mecanización integral del cultivo de tomate para la industria del triturado o concentrado. Información Técnica 25/1990. Departamento de Agricultura, Ganaderia y Montes. 8 pp.

WAGENVOORT, W.A.; BIERHUIZEN, J.F., 1977. Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination. Scientia Horticulturae, 6 : 259 - 270.

WATKINS, J.T.; CANTLIFFE, D.J., 1983a. Hormonal control of pepper seed germination. Hortscience, 18(3): 342 - 343.

WATKINS, J.T.; CANTLIFFE, D.J., 1983b. Mechanical resistance of the seed coat and endosperm during germination of Capsicum annuum at low temperature. Plant Physiol., 72: 146 - 150.

WATKINS, J.T.; CANTLIFFE, D.J.; SACHS, M., 1983. Temperature and gibberellin-induced respiratory changes in Capsicum annuum during germination at varying oxygen concentrations. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108(3): 356 - 359.

WATKINS, J.T.; CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J.; NELL, T.A., 1985. Gibberellic acid stimulated degradation of endosperm in pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110(1): 61 - 65.

WEAVER, S.E., 1984. Critical period of weed competition in three vegetable crops in relation to management practices. Weed Research, 24: 317 - 325.

WEAVER, J.E.; TAN, C.S., 1987. Critical period of weed interference in field-seeded tomatoes and its relation to water stress and shading. Can. J. Plant. Sci., 67: 575 - 583.

WELLS, O.S.; LOY, J.B., 1985. Intensive vegetable production with row covers. Hortscience, 20(5): 822 - 826.

WESTON, L.A.; BARRETT, M., 1989. Tolerance of tomato and bell pepper to clomazone. Weed Science, 37: 285 - 289.

WESTON, L.A.; JONES, R.T., 1990. Tolerance of transplanted bell peppers (Capsicum annuum) to clomazone and diethatyl applied preemergent. Applied Agricultural Research, 5 (1): 13 - 16.

WHITTINGTON, W.J.; CHILDS, J.D.; HARTRIDGE, J.M.; HOW, J., 1965. An analysis of variation in the rates of germination and early seedling growth in tomato. Ann. Bot., 29 (113): 59 - 71.

WHITTINGTON, W.J., 1978. Genetic aspects of final emergence and rate of emergence. Acta Horticulturae, 72 : 39 - 47.

WITTWER, S.H.; TEUBNER, F.G., 1956. Cold exposure of tomato seedlings and flower formation. J. Amer. Soc. Hort. Science., 67: 369 - 376.

WOLFF, D.W.; MONACO, T.J.; COLLINS, W.W., 1989. Differential tolerance of peppers to bentazon. Weed Technology, 3: 579 - 583.

WOLFF, R.L.; WATSON, D.G.; KAPUSTA, G., 1982. Soil crust formation vs. soybean emergence and yield. Paper nº 82 - 1515. American Society of Agricultural Engineers. 34 pp. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

WOODSTOCK, L.W., 1969. Seedling growth as a measure of seed vigor. Proc. Int. Seed Test Assoc., 34: 273 - 280. (Citado por Orzolek y Daum 1984).

YAKLICH, R.W.; ORZOLEK, M.D., 1977. Effect of polyethylene glycol 6000 on pepper seed. Hortscience, 12(3): 263 - 267.

ZAPATA, M.; BAÑON, S.; GOMEZ, M.I., 1992. Panorámica del cultivo de pimiento para pimentón. Hortofruticultura, 7 - 8, pp. 23 - 28.

ZARAGOZA, C., 1975. Observaciones sobre la actividad del herbicida penoxalin (Stomp de Cyanamid) en cultivos de pimiento. Ref. H 5. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro. 5 pp.

ZARAGOZA, C., 1988. Siembra directa de pimiento. Mesa redonda. INIA. 54 pp.

ZATYKO, L. 1979. Paprika growing. Budapest, Mezogazdasági Kiadó. (Citado en Somos 1984).