

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE POBLACIONES LOCALES DE
MORRÓN (*Capsicum annuum L.*) BAJO DOS DENSIDADES DE
TRANSPLANTE EN UN CULTIVO A CAMPO**

por

Robert RODRÍGUEZ MOREIRA

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Guillermo Galván Vivero

Ing. Agr. Santiago Dogliotti Moro

Ing. Agr. Carlos Barros Mainardi

Fecha:

Autor:

Robert Alex Rodríguez Moreira

AGRADECIMIENTOS

A todos los funcionarios del Centro Regional Sur que colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente a Adriana Reggio por ayudarme en la etapa de campo.

A los profesores de la Unidad de Horticultura, en particular al profesor Guillermo Galván por permitirme desarrollar esta tesis.

A los compañeros, docentes y funcionarios de la Facultad de Agronomía.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía.

A mis amigos y familia.

A todos, mi eterno agradecimiento por contribuir a hacer realidad un sueño.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTAS DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>.....	3
2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO.....	3
2.1.1. <u>Situación a nivel mundial</u>	3
2.1.2. <u>El cultivo de morrón en Uruguay</u>	3
2.1.2.1. Localización y destino de la producción.....	4
2.1.2.2. Material vegetal utilizado.....	5
2.1.2.3. Producción a campo.....	6
2.2. GENERALIDADES DEL PIMIENTO.....	6
2.2.1. <u>Origen y taxonomía</u>	6
2.2.2. <u>Morfología</u>	8
2.2.3. <u>Composición química y valor nutritivo</u>	10
2.2.4. <u>Ecofisiología</u>	11
2.2.4.1. Temperatura.....	11
2.2.4.2. Suelo y agua.....	13
2.3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO.....	14
2.3.1. <u>Crecimiento de la raíz</u>	14
2.3.2. <u>Crecimiento vegetativo</u>	14
2.3.2.1. Crecimiento de la plántula.....	14
2.3.2.2. Crecimiento de la planta.....	15
2.3.3. <u>Inducción floral</u>	15
2.3.4. <u>Polinización y fecundación</u>	16

2.3.5. <u>Cuajado</u>	16
2.3.6. <u>Crecimiento del fruto</u>	19
2.3.7. <u>Maduración del fruto</u>	20
2.3.8. <u>Cosecha y comercialización</u>	21
2.4. <u>ACUNULACIÓN Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA</u>	22
2.5. <u>EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN</u>	24
2.5.1. <u>En el rendimiento</u>	24
2.5.2. <u>En el crecimiento y desarrollo</u>	25
2.5.3. <u>En la acumulación y la partición de asimilados</u>	26
2.6. <u>MATERIAL VEGETAL</u>	26
2.6.1. <u>Poblaciones locales y cultivares modernos</u>	26
2.6.2. <u>Evaluación productiva</u>	29
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	31
3.1. <u>UBICACIÓN DEL ENSAYO</u>	31
3.2. <u>TRATAMIENTOS</u>	31
3.3. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	32
3.4. <u>CULTIVO</u>	34
3.4.1. <u>Suelo</u>	34
3.4.2. <u>Condiciones climáticas durante el cultivo</u>	34
3.4.3. <u>Manejo del cultivo</u>	35
3.5. <u>VARIABLES EVALUADAS Y OBSERVACIONES</u>	36
3.5.1. <u>Evaluación productiva</u>	37
3.5.2. <u>Evaluación del crecimiento y desarrollo</u>	37
3.5.3. <u>Evaluación de la acumulación y partición de la materia seca</u>	38
3.5.4. <u>Análisis estadístico</u>	38
3.6. <u>PROBLEMAS OPERATIVOS</u>	38
4. <u>RESULTADOS</u>	39
4.1. <u>EVALUACIÓN PRDUCTIVA</u>	39
4.1.1. <u>Rendimiento</u>	39
4.1.2. <u>Porcentaje de rendimiento comercial</u>	40

4.1.3. <u>Peso medio de fruto comercial</u>	41
4.1.4. <u>Evolución del peso medio de fruto comercial</u>	42
4.1.5. <u>Curvas de cosechas</u>	43
4.1.6. <u>Precocidad</u>	44
4.1.7. <u>Incidencia de virus</u>	45
4.2. <u>EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO</u>	46
4.2.1. <u>Altura de planta</u>	46
4.2.2. <u>Evolución del número de flores por planta</u>	47
4.2.3. <u>Evolución del número de frutos por planta</u>	47
4.2.4. <u>Peso Fresco (PF)</u>	50
4.2.4.1. <u>Peso Fresco por planta</u>	50
4.2.4.2. <u>Peso Fresco de frutos por planta</u>	51
4.2.4.3. <u>Peso Fresco de tallos y hojas por planta</u>	52
4.2.5. <u>Peso Seco (PS)</u>	53
4.2.5.1. <u>Peso Seco total, de hojas y de tallos por planta</u>	53
4.2.5.2. <u>Peso Seco de frutos por planta</u>	55
4.2.6. <u>Área Foliar (AF) por planta</u>	56
4.2.7. <u>Índice de Área Foliar (IAF)</u>	58
4.2.8. <u>Área foliar Específica (AFE)</u>	59
4.2.9. <u>Regresión entre Duración Área Foliar (DAF) y rendimiento total por planta</u>	60
4.3. <u>EVALUACIÓN DE LA ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA (MS)</u>	61
4.3.1. <u>Acumulación de Materia Seca por planta</u>	61
4.3.2. <u>Acumulación de Materia Seca en frutos por planta</u>	61
4.3.3. <u>Acumulación de Materia Seca total por superficie</u>	63
4.3.4. <u>Acumulación de Materia Seca en frutos por superficie</u>	64
4.3.5. <u>Partición de Materia Seca acumulada por planta</u>	66
4.3.6. <u>Partición de Materia Seca acumulada a fruto</u>	67
4.3.7. <u>Índice de partición de Materia Seca por planta</u>	68
4.3.8. <u>Tasa de crecimiento por planta y por superficie</u>	69
4.3.9. <u>Tasa de crecimiento relativa por planta y por superficie</u>	69

5. <u>DISCUSIÓN</u>	72
5.1. EVALUACIÓN PRODUCTIVA	72
5.2. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO	78
5.3. EVALUACIÓN DE LA ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE LA MATERIA SECA	81
6. <u>CONCLUSIONES</u>	84
7. <u>RESUMEN</u>	86
8. <u>SUMMARY</u>	87
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	88
10. <u>ANEXOS</u>	95

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características de los ensayos comparativos.....	29
2. Ensayos comparativos de distintos materiales en 2 temporadas, cultivos tempranos y cosechas en rojo: rendimiento total y comercial, por hectárea y por planta; peso medio de fruto comercial y número de frutos por planta.....	29
3. Condiciones climáticas (temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima diarias promedio, Humedad Relativa diaria promedio, Heliofania diaria promedio y Precipitaciones) durante el cultivo para los periodos entre los muestreos.....	35
4. Detalle de las evaluaciones realizadas a lo largo del ensayo.....	36
Figura No.	
1. Esquema del ensayo.....	32
2. Esquema de la parcela, con los dos ensayos simultáneos.....	33
3. Rendimiento Total y Comercial por superficie (Kg/m^2) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/ m^2) y material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	39
4. Porcentaje de rendimiento comercial (%) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/ m^2) y material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	40

5.	Peso medio de fruto comercial (gr/fruto) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²) y material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	41
6.	Evolución del peso medio de fruto comercial (gramos/fruto) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto;LE: La Escobilla y V: Vidi F1) según momentos de cosecha.....	42
7.	Evolución del rendimiento total por planta (gramos/planta) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	43
8.	Importancia relativa de cada cosecha comercial (%) sobre la producción comercial total según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	44
9.	Incidencia de virus al inicio de la cosecha (%) según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	45
10.	Incidencia de virus al inicio de la cosecha (%) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	45
11.	Evolución de altura de planta (cm/planta) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto ; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	46
12.	Evolución del número de flores por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	47
13.	Evolución del número de frutos por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	48
14.	Evolución de flores y frutos por planta según material vegetal (Cuarentino Salto; La Escobilla y Vidi F1).....	49

15. Evolución del peso fresco por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	50
16. Evolución de fresco del peso fruto por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	51
17. Evolución del Peso Fresco de tallo (PFt) y Peso Fresco hojas (PFh) por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	52
18. Evolución del Peso Seco total por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	53
19. Evolución del Peso Seco de tallo (PSt) y Peso Seco de hoja (PSh) por densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	54
20. Evolución del peso seco de fruto por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	55
21. Evolución del Área Foliar (AF) por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	56
22. Evolución del Área Foliar (AF) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	57
23. Evolución del Índice de Área Foliar (IAF) por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	58
24. Evolución del Área Foliar Específica (AFE) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	59
25. Regresión entre Duración del Área Foliar (DAF) y Rendimiento Total (gr/pl) por planta para el periodo de cosecha.....	60

26. Evolución de Materia Seca acumulada por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	62
27. Evolución de Materia Seca acumulada en fruto por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	62
28. Evolución de Materia Seca acumulada Total (MST) y Materia Seca en fruto (MSf) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	63
29. Evolución de Materia Seca acumulada por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	64
30. Evolución de Materia Seca acumulada en fruto por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	65
31. Evolución de Materia Seca acumulada en fruto por superficie según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	65
32. Evolución de la partición de la MS acumulada por planta a los distintos órganos aéreos según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	66
33. Evolución de la partición de la MS a los fruto por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).....	67
34. Evolución del Índice de partición de MS según órgano de la parte aérea.....	68
35. Evolución de la tasa de crecimiento (g MS/d) por planta y por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	70

36. Evolución de la tasa de crecimiento relativa ($\text{mg MS} \cdot \text{g}^{-1}\text{MS} \cdot \text{d}^{-1}$) por planta y por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m ²).....	71
---	----

“En general la tesis de un agrónomo consta de cortar, medir y pesar...
e interpretar los resultados obtenidos.”

Prof. Jorge Franco, 2003

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se presenta como un requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. El mismo consiste en un trabajo de investigación sobre la adaptación productiva de poblaciones locales de morrón, el cual forma parte de una de las líneas de trabajo de la Unidad de Horticultura del Centro Región Sur (Departamento de Producción Vegetal).

El morrón (*Capsicum annuum L.*) es una de las hortalizas más importantes en el Uruguay, ya sea por su aporte a la economía del sector hortícola, o por ser un cultivo primario para muchos sistemas productivos.

La utilización de semilla a partir de poblaciones locales de morrón para su cultivo es característica de la producción familiar, que buscan en estos materiales una serie de ventajas; entre las cuales, la seguridad en la disponibilidad de la semilla al momento de la siembra, la adaptación productiva y los bajos costos de producción son las más importantes.

Sin embargo, un creciente proceso de sustitución de estas variedades criollas por materiales modernos importados debido a la mejor aceptación comercial de los últimos, y la disminución en el número de predios familiares con tradición en la producción a campo, pone a estos materiales genéticos en riesgo de erosión genética.

A pesar de las dificultades actuales, estos materiales poseen un valor agronómico que justifican su mantenimiento en la producción comercial, el mejoramiento genético en el país y la necesidad de su preservación.

Desde el año 1985 la Facultad de Agronomía desarrolla un programa permanente de recursos y mejoramiento genético de varios materiales hortícolas. En el año 1997 presenta un proyecto para evaluar la adaptación productiva del germoplasma de los recursos fitogenéticos locales, que culmina con la presentación de los resultados por parte de Galván et al. (2000). Entre los distintos materiales evaluados se probaron poblaciones locales de morrón. En dicho proyecto se plantearon una serie de estudios tendientes a:

a) Desarrollar materiales que se presenten como una alternativa nueva o complementaria a las opciones de producción disponibles, en relación al ciclo y a la

adaptación a ambientes con especificidades locales.

b) Contribuir al aprovechamiento de los recursos disponibles localmente, y al desarrollo de la producción nacional de semilla, evitando la erosión genética.

c) Contribuir a la competitividad regional de las unidades de producción hortícolas mediante la estabilidad de los ingresos familiares y la reducción del uso de insumos externos.

1.1. OBJETIVO GENERAL

En este trabajo, se tuvo por objetivo comparar el crecimiento y rendimiento de dos poblaciones locales de morrón, en relación al comportamiento de un híbrido moderno, bajo dos densidades de plantación en un cultivo a campo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Evaluar el efecto de la densidad sobre los distintos materiales genéticos en:

1) el crecimiento y desarrollo (altura, número de hojas, número de flores, número de frutos, índice de área foliar, área foliar específica)

2) la acumulación y la partición de materia fresca y seca a los distintos órganos de la parte aérea de la planta

3) el rendimiento total y rendimiento comercial por planta y por superficie

4) la precocidad de la producción y la evolución de las cosechas

5) la evolución del peso promedio de los frutos

-Evaluar la importancia del descarte (frutos no comercializables) y cuales son las causas o factores que están incidiendo.

-Evaluar posibles sugerencias o medidas de manejo para el proceso de mejoramiento o etapa de cultivo de los materiales evaluados.

1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

-Las poblaciones locales presentan una adaptación productiva superior a los materiales modernos importados para producciones en condiciones de cultivo subóptimas, expresada en la estabilidad de los rendimientos y/o el ciclo de crecimiento.

-Las poblaciones locales presentan modelos de crecimiento diferentes a los materiales modernos importados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO

2.1.1. Situación a nivel mundial

El pimiento es una especie que ha tenido un considerable aumento de consumo en los últimos años en todo el mundo, debido a la gran variedad de formas, aromas, colores y usos que tiene (FAO, 2006).

Es un cultivo presente en casi todas las zonas templadas y cálidas del mundo. La superficie dedicada a los distintos tipos varietales varía considerablemente en cada país, en función del uso, costumbres, volúmenes y destino de las exportaciones. En los países africanos y asiáticos, dominan los picantes, en los de Europa occidental los tipos dulces, en Europa oriental tienen gran importancia los del tipo pimentón y en América tanto los picantes como los dulces (Nuez et al., 1996).

Desde 1993, la producción mundial de pimientos ha tenido un crecimiento del 48% de la superficie y ha duplicando los volúmenes de producción. Según los datos más recientes de FAOSTAT (FAO, 2006) la superficie mundial sembrada de pimientos asciende a 1.696.891 hectáreas, con una producción de 25.015.498 toneladas. De 1993 a la fecha, se observa un incremento del 40% en los rendimientos unitarios alcanzado un promedio de 14,74 ton/ha, lo que estaría ligado al uso de nuevas variedades y tecnologías (FAO, 2006).

Este aumento en la producción de pimientos se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales (FAO, 2006).

2.1.2. El cultivo de morrón en el Uruguay

El morrón o pimiento es una de las diez hortalizas principales en Uruguay por su volumen de producción y superficie ocupada. Es el tercer rubro hortícola después de la

papa y el tomate por su contribución al Valor Bruto de Producción (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005b).

Analizando los datos aportados por DIEA, en las últimas 3 temporadas (2003-2004-2005) se redujo la superficie total cultivada un 15%, permaneció constante el área en la zona norte y disminuyó en la zona sur. Sin embargo, la producción total no se modificó, esto puede explicarse por el aumento en los rendimientos por condiciones más intensivas de cultivo y por la disminución en el número de productores (18%), fundamentalmente aquellos no especializados de producción a campo.

En el año 2005 representa una superficie aproximada de 380 ha con una producción de 14.000 toneladas anuales y unos 950 productores, con un rendimiento promedio global de 37 ton/ha (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005b).

El morrón es un producto que tiene una demanda constante en nuestro país y dado que se logran las condiciones ambientales necesarias mediante protecciones, el cultivo se cosecha todo el año.

Es un cultivo primario para numerosos predios hortícolas tanto por su área sembrada como por su importancia económica, que carece de investigación local adecuada, y que acusa limitantes en el rendimiento en condiciones de cultivo subóptimas, que podrían ser superadas (Galván et al., 2000).

2.1.2.1. Localización y destino de la producción

La producción se realiza principalmente en dos zonas (zona sur y zona norte), que responden a distintos momentos del año de la oferta y a diferencias en los sistemas de producción debidas a las diferentes condiciones ambientales.

La zona sur abarca una superficie aproximada de 280 ha y comprende fundamentalmente el centro y el norte del departamento de Canelones, y el sur del departamento de Florida, aportando la tercera parte de la producción total anual (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005b). Aquí se realiza la producción de estación o verano (cosechas a partir de enero hasta mayo) generalmente con el sistema de cultivo a campo y en menor medida cultivos en invernáculo para los ciclos tempranos y tardíos.

En la zona norte (alrededores de la ciudad de Salto y en Bella Unión en el departamento de Artigas) se realiza la producción de invierno necesariamente con cultivos protegidos en invernáculo (cosechas desde mayo a diciembre), en estas condiciones es donde se logran los mayores rendimientos en promedios (96 ton/ha) según datos de DIEA.

El destino de la producción en Uruguay es principalmente para satisfacer el consumo en fresco del mercado interno. No obstante, un 2,5% de la producción se procesa (morrón en conserva y pimentón), y se dan exportaciones esporádicas de volúmenes marginales a los países vecinos (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005a).

2.1.2.2. Material vegetal utilizado

Los productores hortícolas tienen dos grandes fuentes para obtener semilla: una son los distintos materiales locales, en dominio y perpetuados por los propios productores (González et al., 1989), y la otra son los materiales comerciales importados, desarrollados por empresas semilleras transnacionales con origen en los países desarrollados.

En el caso del cultivo de morrón el origen de la semilla utilizada está altamente relacionado al sistema de producción. Para cultivos protegidos se utilizan materiales comerciales importados (híbridos y cultivares) desarrollados para esas condiciones de cultivo; mientras que para las producciones a campo se utilizan tanto híbridos modernos como poblaciones locales, entre las cuales, estas últimas tienen importancia económica (Galván et al., 2000).

En Uruguay, al igual que en varios países agropecuarios, se ha dado un proceso de sustitución de semilla hortícola tradicional (variedades criollas) por materiales comerciales modernos que presentan un mejor patrón comercial del producto de acuerdo a exigencias del mercado (Galván et al., 2000). Este proceso trae consigo una importante erosión genética de los materiales locales, una dependencia económica de la semilla por parte de los productores y un aumento en los costos de producción (Galván et al., 2005).

2.1.2.3. Producción a campo

La producción a campo comercial se desarrolla solamente en la zona sur del Uruguay (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005b), se corresponde al cultivo que se realiza durante los meses mas cálidos y que va desde octubre a mayo, ya que el morrón, como varios integrantes de la familia *Solanaceae* son sensibles a bajas temperaturas (en particular las heladas).

En 2005 se estimó que la producción fue realizada por unos 630 productores (66% del total de productores dedicados a este cultivo), de muy pequeña escala en volumen de producción (5 ton/prod/año), debido a su poca superficie cultivada (menor a 0,5 ha) y bajos rendimientos (14 ton/ha). Esto determina una participación individual marginal en la oferta del producto (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005b).

Una parte importante de estos productores aplican una tecnología basada en un mínimo costo económico y energético en la fase de producción. Entre otras cosas, implica la utilización de semillas fácilmente disponibles y de bajo costo, cultivos adaptados a las condiciones ecológicas del lugar (resistentes a factores bióticos y abióticos) y con buenas aptitudes productivas, que no requieren un gran aporte de insumos ni la utilización frecuente de mano de obra. Estas características se encuentran en las poblaciones locales (Galván et al., 2000).

2.2. GENERALIDADES DEL PIMIENTO

2.2.1. Origen y taxonomía

Todas las especies del género *Capsicum* (familia *Solanaceae*) son originarias del continente americano a excepción de *C. anomalum*. La distribución precolombina del género *Capsicum* se extendió probablemente desde el borde más meridional de los EE.UU. a la zona templada cálida de Sud América (Heiser, citado por Nuez et al., 1996). Desde América, el pimiento fue llevado a Europa, África y Asia por los conquistadores españoles y portugueses en el siglo XVI, y se convirtió en un cultivo de uso mundial (Namesny, 1996).

Debido a su gran variabilidad genética y a la diversidad de criterios utilizados en su

clasificación, se presentan diversas posturas en cuanto a su denominación botánica. Algunos autores coinciden en mantener el nombre *Capsicum annuum* L. para la especie que engloba todas las variedades cultivadas. Otros trabajos posteriores, considerando nuevos criterios y descubrimientos sugieren, que la sección *Capsicum* incluiría 22 especies silvestres, así como 5 especies cultivadas (*C. annuum* var. *annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* var. *pendulum*, y *C. pubescens*) (Nuez et al., 1996). De todos modos, prácticamente todas las variedades de frutos grandes cultivadas en las zonas templadas pertenecen a *C. annuum* L., que incluye variedades pungentes y no pungentes, y es la especie mas importante económicamente (Aldabe y Aldabe, 1978).

Se utilizan múltiples acepciones lingüísticas alrededor del mundo, en Latinoamérica se lo conoce bajo las denominaciones de *chile*, *pimiento*, *ají* o *morrón*. En Uruguay en general denominamos *morrón* al pimiento dulce carnoso de forma más o menos cuadrada o rectangular y llamamos *ajíes* al resto de los pimientos, sobre todo a los picantes.

En la práctica suelen agruparse los cultivares haciendo hincapié en características de interés comercial y no en sus particularidades botánicas (Namesny, 1996).

Un criterio utilizado es la agrupación en función del sabor y aptitud de uso:

- Variedades dulces: frutos generalmente grandes, de pericarpio mas o menos grueso, es el mas cultivado en cultivos protegidos; se emplean tanto para consumo en fresco como conserva.
- Variedades picantes: de frutos normalmente alargados y delgados, se cultivan principalmente en zonas tropicales.
- Variedades para pimentón: de sabor dulce, puede considerarse un subgrupo de las variedades dulces.

Otro criterio utilizado es en función de características morfológicas del fruto, toma en consideración la relación entre el largo y el ancho, así como la forma, que fueron resumidos por Maroto (1989). En el mercado local existe una pauta establecida por el Mercado Modelo (Barboza et al., 2002) donde la fruta puede clasificarse según diferentes características de interés comercial:

- Según el estado de madurez:
 1. Verde: fruto que presenta el 100% de la superficie de color verde
 2. Pintón : fruto que presenta más del 20% de la superficie de color diferente al color característico en la madurez (en general rojo)
 3. Maduro: fruto con más del 80% de la superficie de color rojo.
- Según la forma del fruto:
 1. Cuadrado: el largo es igual al diámetro terminando en más de una punta.
 2. Rectangular: el largo es mayor que el diámetro, terminando en una o más puntas (es el tipo de mayor desarrollo en nuestro país).

3. Triangular: dentro de este grupo hay variedades que presentan diferentes dimensiones según el largo del fruto (muy alargado, largo medio y corto)
 4. Cordiforme: fruto en forma de corazón, el largo es igual o similar al diámetro, terminando en una sola punta.
- Según el espesor de la pared del fruto: Pared gruesa conocido como “americano” y de pared fina “común”.

2.2.2. Morfología

Es una planta de tallos semileñosos. En condiciones normales el tallo es suficientemente fuerte para soportar la parte aérea. El crecimiento es erecto, presentando ramificación dicotómica, que va definiendo planos en un modelo de crecimiento indeterminado, con altura y forma muy variable en función del cultivar y de las condiciones de cultivo (Nuez et al., 1996).

Presenta un sistema radical pivotante mas o menos profundo pudiendo llegar sobrepasar el metro de profundidad en suelos francos; pero cuando el pimiento es establecido por almácigo y transplante, el 80% de las raíces se localiza en lo primeros 25 cm del perfil del suelo (Nuez et al., 1996).

La hoja es de forma oval, elíptica o lanceolada, de margen entero, acuminadas y a excepción de la especie *C. pubescens* son glabras. Es de color verde claro u oscuro y en ocasiones de color violáceo. De un cultivar a otro se encuentran enormes variaciones en las dimensiones y la cantidad de hojas (Nuez et al., 1996).

Las flores se encuentran solitarias o agrupadas, de acuerdo a la especie de que se trate. Aparecen tanto en el ápice de las ramas (simpodio) como en las axilas de las hojas. La polinización de las flores de pimiento se encuentra en un rango intermedio de situaciones entre la autogamia (autopolinización) y la alogamia (polinización cruzada). En las variedades de frutos grandes la autofecundación es lo más frecuente, mientras que en el caso de las variedades de pimentón, es más general la fecundación cruzada (FAO, 2002). El grado de alogamia es también afectado por las condiciones ambientales (Aldabe y Aldabe, 1978).

El fruto es una baya hueca, con forma de cápsula, de ahí se deriva el nombre científico del género, *Capsicum* (del griego Kapsakes, cápsula). En los frutos de

pimiento puede distinguirse una región capsular externa, correspondiente al pericarpio, y un eje. El eje está formado por el pedúnculo rematado por el cáliz y su prolongación dentro del fruto (el corazón), está constituido por el tejido placentario y las semillas. En la región capsular externa se puede distinguir tres partes: base, cuerpo y ápice. La base del fruto forma un conjunto con el extremo del pedúnculo y los tejidos desarrollados a partir del receptáculo floral, pudiendo ser cóncava, convexa o plana. El cuerpo del fruto presenta una superficie suave, frecuentemente asurcada y con depresiones o rugosidad transversal. La sección transversal puede ser circular o poligonal. La sección longitudinal presenta una gran variedad de formas, desde rectangulares, triangulares o circulares a espirales e irregulares. El ápice del fruto puede no cerrar completamente, lo que favorece la ocurrencia de podredumbres. Pueden presentar una forma apuntada, redonda, hundida, o hundida y apuntada. En conjunto, la forma externa del fruto presenta una gran diversidad de tipos (Nuez et al., 1996).

Al estado maduro el fruto es de color rojo, amarillo o violáceo en función de variaciones en los pigmentos entre cultivares y tipos genéticos. El fruto es de color verde antes de madurar. En general, si el fruto se desarrolla con rapidez y transcurren unos 20 días entre el cuajado y el estadio de madurez verde (máximo desarrollo morfológico), y otros 20 días para llegar a la madurez fisiológica (fruto rojo o amarillo). No obstante el lapso hasta madurez verde dependerá de la variedad y de las condiciones de temperatura, tal como se discutirá en el apartado siguiente, variando entre 3 y 10 semanas. Del mismo modo, el tiempo necesario para la obtención de frutos totalmente maduros y coloreados de rojo o amarillo es también muy variable (Nuez et al., 1996).

La forma del fruto depende del número de carpelos y de semillas. El fruto de los pimientos pimentoneros está formado normalmente por 2 ó 3 carpelos, mientras que los frutos cilíndricos o redondeados suelen tener 3 ó 4 carpelos y los frutos de forma de tomate pueden tener incluso 5 carpelos (Nuez et al., 1996). El peso típico del fruto varía mucho con la variedad desde unos pocos gramos (variedades para pimentón) hasta los 600 gramos (variedades mejoradas genéticamente utilizadas en cultivos protegidos).

El grosor del pericarpio es una de las características importantes para la valoración de las variedades según su uso. El pimiento cultivado para consumo como verdura, debe tener un pericarpio carnoso y jugoso, mientras que el pimiento pimentonero deberá tenerlo más delgado y con un mayor contenido de materia seca (Nuez et al., 1996).

Los frutos pueden ser colgantes, erectos o intermedios y esto está en función de la posición del pedúnculo; en las formas silvestres domina la posición erecta, por lo que la posición colgante es un signo de domesticación. Los frutos pendientes son más fáciles

de recoger y sufren menos el quemado de sol. La recolección también se ve afectada por la estructura del pedúnculo; en ciertas variedades, el pedúnculo está fuertemente ligado al tallo, con lo cual en el proceso de recolección se puede desgarrar junto con el cáliz o parte del tallo (Nuez et al., 1996).

Las semillas están en la superficie de la placenta. Son de color blanco amarillento, planas, de forma reniforme o casi circular, y miden de 3 a 4 mm de diámetro. En cada gramo hay unas 120 a 140 semillas en las variedades modernas, y hasta 200 semillas en otros tipos cultivados; su poder germinativo puede durar 5 a 8 años, pero con un descenso progresivo del índice de germinación. No presentan ningún tipo de dormición, por lo tanto para su germinación solo necesita condiciones adecuadas de humedad, O₂ y temperatura. Para una adecuada germinación se requiere un rango de temperaturas entre 20-30°C; temperaturas próximas al límite máximo provocan una germinación más rápida que a temperaturas menores, pero a 35°C no se produce germinación (Cavero et al., citados por Nuez et al., 1996).

2.2.3. Composición química y valor nutritivo

El valor nutricional del pimiento es alto en comparación con otras hortalizas de amplio consumo, como por ejemplo el tomate (Nuez et al., 1996).

El pimiento contiene vitaminas A, C, B1, B2, y P. El contenido de vitamina A es elevado (3-4 gramos de pimiento rojo cubren los requerimientos diarios de una persona adulta). Se encuentra en forma de provitaminas. La más importante es el β-caroteno. También se destaca el alto contenido en vitamina C (7-100 mg/100g peso fresco), habiendo grandes diferencias varietales; además el contenido de vitamina C es afectado por factores agronómicos como el sistema de cultivo, densidad de plantación, riego y estado de madurez del fruto.

La *capsicina* es el principio picante o pungente. Se encuentra ausente en las variedades dulces. Es una sustancia de naturaleza alcaloide (con un núcleo aromático nitrogenado unido a un glicérido). La *capsicina* se encuentra en mayor contenido en la placenta y en el septo, donde representa un 2,5 % de la materia seca. El contenido depende de la variedad y factores ambientales (la formación de *capsicina* es mayor a 30°C que a temperaturas menores).

La mayor parte de los azúcares simples son la glucosa (90-98%), y el resto es sacarosa. La pectina también es importante encontrándose en un 3-7%. También en el pimiento se encuentran otros componentes como aceites volátiles, lípidos, aminoácidos, proteínas (de alto valor biológico), ácidos orgánicos y minerales (Fe, Ca, etc.).

La proporción de agua en pimientos dulces varía en 82-92%, mientras que en los picantes puede ser de 70% en variedades de alto contenido de materia seca. El contenido fibra es aproximadamente el 20-24% de la materia seca.

2.2.4. Ecofisiología

El pimiento es una planta bianual o perenne en zonas tropicales, sensible a las bajas temperaturas, lo que determina su ciclo anual en zonas templadas, de distinta duración según la variedad y el sistema de cultivo (Nuez et al., 1996).

Es un cultivo de estación cálida muy exigente en calor, el crecimiento de estas plantas es lento, por lo que requiere de un período prolongado, de 5 a 6 meses con condiciones climáticas favorables para lograr buenas producciones (Aldabe, 2000).

Esta especie no es particularmente sensible a la duración de la luz (fotoperíodo) aunque la duración media (12 horas) del día favorecería la formación de flores (Nuez et al., 1996). Las exigencias en intensidad luminosa son bastante limitadas ya que sus hojas alcanzan el máximo de actividad fotosintética (punto de saturación) con una intensidad luminosa aproximadamente de $0,4 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ (FAO, 2002).

2.2.4.1. Temperatura

El pimiento exige niveles térmicos específicos. La temperatura influye en su crecimiento, en su fertilidad, e incluso en las dimensiones del fruto, de tal modo que éste no se desarrollará correctamente a menos que se provean temperaturas adecuadas.

Las temperaturas óptimas para el crecimiento y producción son de 23-25 °C de día, y temperaturas nocturnas entre 18-20 °C, con un diferencial térmico día-noche de 5-8 °C.

Temperaturas inferiores a 15°C retrasan el crecimiento y/o el desarrollo. El cero fisiológico se encuentra cerca de los 10°C, mientras que las altas temperaturas (superiores a 35°C), especialmente asociadas a humedad relativa baja, conducen a la caída de flores y frutos recién cuajados (Nuez et al., 1996). La intensidad de este efecto disminuye con la edad de los frutos (Thompson y Kelly, citados por Nuez et al., 1996). Dentro de los pimientos, los picantes son más exigentes en calor que las dulces, y las variedades de fruto pequeño son más resistentes a las altas temperaturas que los de fruto grande (Aldabe y Aldabe, 1978).

El pimiento tolera muy mal las temperaturas bajas, lo que puede provocar endurecimientos y detención del crecimiento que a su vez, pueden ocasionar un exceso de cuajado de frutos pequeños y de mala calidad en plantas desarrolladas. Las heladas destruyen la parte aérea afectando significativamente las flores y los frutos, pero si no han sido muy intensas la planta puede rebrotar. Plántulas creciendo a bajas temperaturas (10-15°C) durante meses prácticamente no crecieron, y en muy pocas aparecieron flores pero que no llegaron a cuajar (Aldabe y Aldabe, 1978). Las bajas temperaturas del suelo reducen la respiración radical y producen un efecto similar al marchitamiento (Pérez y Martínez, Gil, citados por Nuez et al., 1996).

Temperatura demasiado alta (35°C) pueden perjudicar al desarrollo de las flores, al cuajado y al posterior desarrollo de los frutos, sobre todo cuando las plantas son viejas ya que las plantas jóvenes son menos sensibles a estas condiciones (Aldabe y Aldabe, 1978). Las temperaturas altas pueden disminuir la calidad del fruto por pérdida de tamaño y color más deficiente, siendo también mayor la incidencia de la necrosis apical. Altas temperaturas favorecen la formación de capscicina en los pimientos picantes (Nuez et al., 1996).

Una temperatura nocturna elevada (18-20°C) antes de la antesis, seguida de un descenso térmico de 8-10°C post-antesis son las condiciones óptimas para un buen desarrollo de los frutos, mientras que temperaturas nocturnas bajas en pre-antesis y altas en post-antesis provocan fallas en el cuajado, por último, temperaturas nocturnas bajas antes y después de la antesis, reducen la viabilidad del polen produciendo frutos partenocárpicos de pequeño tamaño (Cochran, citado por Aldabe y Aldabe, 1978).

2.2.4.2. Suelo y agua

El pimiento prefiere terrenos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos (textura media), bien aireados y permeables, donde no se den condiciones de estancamiento de agua (Nuez et al., 1996). No es muy sensible a la acidez del suelo, adaptándose bien a un rango de ph entre 5,5 y 7,0 (Vilmorín Díaz, citado por Nuez et al., 1996). Es clasificado, como una especie moderadamente sensible a la salinidad (Mass y Hoffman, citados por Castorena y Valencia, 2004). Para la realización de cultivos fuera de estación se recomiendan suelos de texturas livianas (arenoso y arenoso-franco) debido a que calientan más rápido (Aldabe y Alabe, 1978). Sin embargo, a estos suelos se les debe realizar incorporaciones periódicas de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas, y complementar el suministro adecuado de nutrientes dada su pobre fertilidad natural (Aldabe y Aldabe, 1978).

En cuanto a la necesidad de agua, el pimiento requiere un suministro uniforme a lo largo del cultivo; los déficit hídricos producen caída de flores y frutos pequeños, y desordenes fisiológicos (podredumbre apical) en frutos ya desarrollados (Aldabe y Aldabe, 1978). El anegamiento del suelo produce asfixia radical, apareciendo síntomas de marchitamiento y aumenta la acción de los patógenos del suelo (Nuez et al., 1996). Según Skoze, citado por Aldabe y Aldabe (1978) los pimientos dulces necesitan 500-600 mm de agua distribuidos regularmente a lo largo del cultivo. Estas condiciones (volumen y distribución de las precipitaciones en el tiempo) en general no se cumplen en nuestro país, lo que hace imprescindible la utilización del riego para obtener altos rendimientos (Aldabe y Aldabe, 1978). Los pimientos para industria (conserva y pimentón) son menos exigentes en necesidades de agua que los pimientos dulces para consumo en fresco (Aldabe y Aldabe, 1978). La humedad relativa óptima del aire se encuentra entre el 70-75 %. En condiciones de baja humedad relativa asociadas con temperaturas muy elevadas se produce caída de flores y es perjudicial para el cuajado porque disminuye la viabilidad del polen (FAO, 2002).

2.3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

2.3.1. Crecimiento de la raíz

El desarrollo de un buen sistema radical potencia el vigor y la productividad, ya que el crecimiento vegetativo es proporcional al crecimiento de la raíz. El crecimiento de la raíz está influenciado por el suelo (textura, estructura y profundidad), el cultivar, la disponibilidad y distribución del agua. Después del trasplante, las raíces solo crecen bien si la temperatura del suelo es de 22-24°C (FAO, 2002). El peso del sistema radical representa entre un 7 a un 17 % del peso total de la planta, en función de la edad, del tipo varietal y de las condiciones de cultivo (Nuez et al., 1996).

2.3.2. Crecimiento vegetativo

En el desarrollo de los órganos y tejidos del pimiento pueden distinguirse tres fases (Nuez et al., 1996):

- a) Fase de muy lento crecimiento, de plántula hasta la primera ramificación,
- b) Fase de rápido desarrollo de brotes y formación de flores. Se trata de una fase bien definida, en la que se produce una intensa división en todos los órganos de la planta, iniciándose el desarrollo de los tejidos secundarios. El punto de partida es la ramificación del tallo, cuando la planta ha alcanzado una altura de 15-20 cm.
- c) Fase de lento crecimiento vegetativo y desarrollo de frutos. Desde crecimiento y maduración de los primeros frutos hasta fin del cultivo.

2.3.2.1. Crecimiento de la plántula

El proceso de germinación, al igual que el crecimiento de la plántula en el almácigo, es lento en comparación a otros cultivos de hortalizas. La tasa de crecimiento más lenta de las plántulas de pimiento puede ser explicada por una menor producción del área foliar, pero con hojas significativamente más gruesas que otras especies (FAO, 2002), y por la formación de tallos leñosos¹. Temperaturas de 23-25°C durante el día y de 18-20°C por la noche, aseguran un buen crecimiento vegetativo en los primeros estadios del crecimiento, y también favorecen el buen prendimiento de la planta después del

¹ Galván, G. 2006. Com. personal

trasplante (FAO, 2002).

2.3.2.2. Crecimiento de planta

El crecimiento vegetativo de las plantas de pimiento es fuertemente influenciado por la temperatura del aire, afectando directamente el contenido de materia seca. Los requerimientos de temperatura para el óptimo crecimiento vegetativo del pimiento son: temperatura diurna de 20-25°C y temperatura nocturna 16-20°C. Temperaturas inferiores a 15 °C son perjudiciales para el crecimiento vegetativo (Nuez et al., 1996).

La calidad de luz y el fotoperíodo afectan el desarrollo del tallo. A niveles subóptimos, aumenta la elongación, los tallos son más delgados y débiles, fenómeno que es importante en producciones bajo invernáculos (Nuez et al., 1996). La producción, transporte y distribución de fotoasimilados es un factor fundamental en el desarrollo del tallo y de la planta y cualquier perjuicio sobre estos procesos afecta negativamente el desarrollo (Nuez et al., 1996).

Un suministro inadecuado de agua y nutrientes produce un desarrollo subóptimo e incluso reducciones importantes de la producción (Beepers, citado por Nuez et al., 1996).

La integral térmica requerida para el desarrollo completo está correlacionada con las condiciones de luz predominantes; a intensidades de luz elevadas y un fotoperíodo de al menos 12-15 horas la integral térmica óptima es menor que con fotoperíodos e intensidades de luz menores (Nuez et al., 1996).

Una superficie foliar insuficiente reduce la producción de la planta al limitarse la fotosíntesis, pero si es excesiva reduce la producción al retardar o inhibir la formación de flores (Beepers, citado por Nuez et al., 1996).

2.3.3. Inducción floral

La planta de pimiento es una especie de día neutro (Child, citado por Nuez et al., 1996), aunque también algunos autores la caracterizan como cuantitativa de día corto,

puesto que cuando es sometida a un fotoperíodo de 24 horas la iniciación floral se atrasa por 5-9 días. Studencova, citado por Nuez et al. (1996) señala que muchos cultivares americanos y europeos, crecen más vigorosos, florecen y maduran más precozmente, y tienen producciones superiores en días de 12 horas de luz natural que plantas creciendo con mayor cantidad de horas de luz diarias.

El factor exógeno más importante que determina la diferenciación floral es la temperatura, especialmente la temperatura nocturna. La permanencia de las plántulas a bajas temperaturas nocturnas (6-12 °C) durante dos a cuatro semanas, favorece la formación de gran número de flores (Nuez et al., 1996).

La intensidad luminosa tiene un umbral en torno a los 3.000 lux (aproximadamente $70 \text{ MJ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) para que la inducción al desarrollo floral sea normal, por debajo de este valor se observa un crecimiento atrofiado (Nuez et al., 1996). El empleo de las mallas de plástico negra que reduce la radiación incidente en un 70% produce una disminución del 60% sobre el número de flores (Quagliotti, citado por Nuez et al., 1996).

El ritmo de floración y el número de flores producidas tiene gran variación entre cultivares (Nuez et al., 1996).

El etefón, que produce etileno y que es utilizado para acelerar y uniformizar el color de los frutos, retrasa la iniciación de la floración, favorece el aborto de flores ya diferenciadas e induce brotación de yemas laterales. El ácido naftalen acético (ANA) produce degeneración de las yemas florales en el primer nudo y retraso en la producción de flores en el segundo y el tercer nudo (Rylski, citado por Nuez et al., 1996)

2.3.4. Polinización y fecundación

La polinización de las flores de pimiento se encuentra en un rango intermedio de situaciones entre la autogamia (autopolinización) y la alogamia (polinización cruzada) y varía considerablemente con la especie y la variedad. En *C. annuum* distintos autores encontraron rangos que van desde 1-46% de alogamia. La presencia de nectarios, así como un estigma que sobresale a las anteras indican una adaptación fitogenética a la alogamia. En las variedades modernas de fruto grande con formas globosas y de carne gruesa, el estilo suele ser más corto que el estigma, con un alto grado de autogamia (Nuez et al., 1996).

El estigma suele estar receptivo un poco antes de que el polen esté completamente maduro (Marfutina, citado Nuez et al., 1996). Una vez sobre el estigma, el grano de polen permanece inactivo durante al menos varias horas (Hirose, citado por Nuez et al., 1996). La temperatura óptima de germinación del polen es de 20-25 °C (similar a la del tomate).

El polen puede almacenarse, pero su viabilidad depende de la temperatura, humedad relativa del ambiente y genotipo, principalmente. A temperatura ambiente entre 20 y 30°C, el polen permanece viable no más de 1 o 2 días; a 0°C puede conservarse durante 5-6 días; siendo necesario mantener un ambiente seco para mayores periodos (Dempsey, citado por Nuez et al., 1996). Bajo condiciones frías, aun utilizando polen normal, a menudo se generan frutos pequeños y sin semillas.

El número de semillas, que depende de la calidad de la polinización y fecundación, influye de modo primordial en la forma del fruto, de tal modo que cuando hay pocas semillas el volumen del fruto es menor y su forma es irregular. También el peso y tamaño de la semilla están correlacionados con el tamaño del fruto varietal (Nuez et al., 1996). Para una misma variedad se encontró una alta correlación positiva ($r^2 = 0,96$) entre el número de semillas y el peso del fruto (Aldabe y Aldabe, 1978). Algunas variedades pueden producir frutos partenocárpicos bastante bien formados y que carecen o contienen pocas semillas. La expresión de la partenocarpia parece estar influida también por las condiciones del cultivo (Nuez et al., 1996). Una buena polinización y mayor cantidad de semillas permite obtener cosechas más precoces (Aldabe y Aldabe, 1978). La aplicación de hormonas promotoras del crecimiento puede ayudar a mejorar la polinización en cultivos forzados donde las condiciones no son las óptimas (Aldabe y Aldabe, 1978).

2.3.5. Cuajado

La proporción de cuajado depende del cultivar, los frutos de tipo pequeño suelen cuajar mucho más que los de fruto grueso. En estos últimos el porcentaje de cuajado puede ser muy bajos, desde 8,1% (Quagliotti, citado por Nuez et al., 1996) hasta 20-25% (Breuils y Pochard, citados por Nuez et al., 1996).

Para Onis et al. (1997) la abscisión y/o cuajado de las flores están regulados por el

nivel de asimilados disponibles en la planta, que está asociado a la competencia intraplanta (entre los órganos vegetativos y reproductivos), por lo que, el número de flores que cuaja es función de la masa foliar y no del número absoluto de flores.

La presencia de frutos en desarrollo disminuye el porcentaje de cuajado, existiendo una relación negativa entre el número de frutos en desarrollo y el cuajado de nuevas flores. Kato y Takata, citados por Nuez et al. (1996) encontraron que el porcentaje de cuajado fue bajo en el pico de producción y alto cuando descendió el número de frutos. Resultados similares obtuvieron Wein, citado por Nuez et al. (1996), Onis et al. (1997).

También el nivel de ramificación parece estar relacionado con el porcentaje de cuajado, siendo de un 80% en el tallo principal, mientras que en las ramas laterales baja a un 30% (Nuez et al., 1996). Otro aspecto relacionado es el decrecimiento gradual del cuajado a lo largo de la vida de la planta; las primeras flores muestran un buen cuajado, luego este va decreciendo (Nuez et al., 1996).

Entre los factores exógenos la radiación solar incidente modifica en forma significativa el porcentaje de cuajado. La reducción de la intensidad lumínica, ya sea por efecto de la latitud o por la presencia de mallas sombreadoras, reducen el porcentaje de cuajado (Quagliotti, citado por Nuez et al., 1996).

Otro factor externo es la temperatura. A temperaturas diurnas sobre los 30°C el cuajado es muy escaso, aumentando este a medida que la temperatura baja hasta un óptimo alrededor de los 20°C (Nuez et al., 1996). Blondon (1977) trabajando bajo condiciones controladas, encontró que temperaturas medias (22°C) o alternas (27-17°C) produjeron mejor cuajado que temperaturas de 27 o 17 °C constantes, aunque a 17°C constante se obtuvieron buenos resultados. Para López Camelo y Pérez, citados por Onis et al. (1997) la temperatura es el principal factor ambiental que afecta la caída de flores, ejerciendo su efecto tanto en la cantidad de flores formadas como en el número de frutos cuajados.

El cuajado de los frutos tiene también una estrecha relación con la acción hormonal. Las auxinas producidas en los meristemas apicales facilitan el cuajado de los frutos y retardan su abscisión. Sin embargo, los tratamientos con fitorreguladores no aumentan, en general, el número final de frutos desarrollados (Nuez et al., 1996). A diferencia de los resultados obtenidos en otras especies, la aplicación de auxinas no resuelve la caída de flores y frutos pequeños, uno de los principales problemas de cultivo de esta especie, en particular en las variedades de fruto grande (Wein, citado por Nuez et al., 1996).

El cuajado de las primeras flores es la fase crítica del cultivo. Como regla general todo lo que aumenta el vigor de la planta dificulta el cuajado de las primeras flores y si estas caen, las plantas se vigorizan mas y se hace mas difícil el cuaje de los siguientes pisos de flores (Namesny, 1996).

El exceso de cuaje es un problema que se produce con plantas “endurecidas” (mala planta, frío, salinidad, etc.), que producen frutos pequeños y de mala calidad. En estos casos, se puede recurrir al aclareo de frutos y al uso de ácido giberélico para aumentar la vegetación (Namesny, 1996).

2.3.6. Crecimiento del fruto

Según Azcón-Bieto y Talón (1993) el crecimiento acumulado de este tipo de fruto sigue una curva sigmoide. En ella se distinguen 3 fases: Fase I, un periodo inicial caracterizado por la división celular (de pocos días en el pimiento); Fase II, es un periodo de elongación celular y de acumulación de reservas (donde alcanza el 80% del tamaño final) y un periodo final en el que el fruto cesa prácticamente en su crecimiento y madura (Fase III).

El crecimiento y el tamaño del fruto están determinados por el tamaño del ovario que, a su vez, está influido por factores genéticos y por las condiciones ambientales que ocurren durante la formación de la flor y el ovario (Azcón-Bieto y Talón, citados por Mendez et al., 2004), como las fluctuaciones de temperatura diaria, el clima, la duración del día, la incidencia de luz solar, la carga, el estado de desarrollo del fruto, la edad de la planta, la disponibilidad de carbohidratos y la densidad (Guzmán, citado por Mendez et al., 2004)

Según Pineda, citado por Mendez et al. (2004) el tamaño final del fruto está estrechamente correlacionado con el número de semillas y de lóbulos; también se ve influido por la cantidad de asimilados proveniente de las hojas, la temperatura ambiental, la temperatura interna del fruto y la luminosidad.

El componente varietal tiene una gran influencia sobre la velocidad de crecimiento, el tamaño final y la forma del fruto (Azcón-Bieto y Talón, Arjona et al., citados por Mendez et al., 2004).

2.3.7. Maduración del fruto

Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios cualitativos del color, sabor, textura y olor.

La formación del color rojo es uno de los cambios que ocurre cuando comienza la maduración del fruto. La mayoría de las variedades de fruto verde, disminuye la concentración de clorofilas y aumenta los compuestos carotenoides. Esta sustitución parece esta inducida por el fitocromo, interviniendo el etileno y el ácido abscisico (Nuez et al., 1996).

El sabor del fruto maduro es producto de un conjunto de procesos, la mayoría asociados a hidrólisis enzimáticas. Así, se produce la degradación hidrolítica del almidón y de las pectinas, aumentando el sabor dulce. Ello va asociado a la desaparición de los taninos de sabor astringente (Nuez et al., 1996).

Los cambios en la textura están también asociados a procesos hidrolíticos. Al mismo tiempo se producen varios tipos de aldehídos, alcoholes, terpenos, que confieren el sabor y aroma característicos de cada variedad. Los aceites volátiles están presentes en el pericarpio en proporciones del 0,10 al 0,30% referidos a fruto seco (Nuez et al., 1996).

El pimiento es generalmente considerado un fruto no climatérico, porque no experimenta el aumento típico en el etileno y dióxido de carbono en la maduración. Sin embargo ha demostrado respuesta positiva a los tratamientos con etefón, y también un incremento del etileno endógeno a partir del punto de viraje de verde a rojo (Nuez et al., 1996). La aplicación de etefón para adelantar y uniformizar la maduración, ha dado resultados variables dependiendo de la dosis, variedad, condiciones del cultivo y momento de aplicación (Nuez et al., 1996).

La temperatura es un factor decisivo para la maduración, requiriendo un rango entre 15-25 °C para un adecuado proceso de maduración (Nuez et al., 1996).

Entre las características de esta planta que pueden desembocar en problemas específicos se puede citar (FAO, 2002):

- Un ritmo exponencial de crecimiento; a lo largo de los 120 primeros días del ciclo, la producción diaria de materia fresca es cuatro veces inferior a la de los 30 días siguientes.
- Gran sensibilidad del sistema radicular tanto al exceso como a la falta de agua; se debe cultivar en suelos que tengan buenas propiedades físicas.
- Riesgo alto de desequilibrio entre el volumen de la parte aérea y el del sistema radicular, cuando la temperatura del aire sea baja, esto significa que durante el ciclo invernal pueden estar limitadas tanto la absorción de agua como de minerales.
- Bajo nivel de saturación fotosintética de las hojas, de tal modo que una buena producción necesita un índice elevado de área foliar (IAF).
- El cuajado de las primeras flores es la fase más crítica del cultivo. Sólo después del cuajado de los primeros frutos la planta tiende a equilibrar la vegetación y la fructificación.

2.3.8. Cosecha y comercialización

La cosecha de frutos comienza unos 80 días después del transplante y se realiza en varias fechas (varias pasadas) a lo largo del ciclo. La frecuencia así como el rendimiento dependen del tipo de producto cosechado (morriones verdes o rojos), de características del material vegetal utilizado y de las condiciones de cultivo (Aldabe y Aldabe, 1978).

El fruto se comercializa cuando aún está verde o cuando está completamente maduro y su pericarpio ha adquirido una coloración roja o amarilla. En el primer caso se presenta el problema de la elección del momento de la recolección, ya que si el fruto se recoge antes de que haya acabado de crecer totalmente (madurez fisiológica), no tiene ni buena conservación, ni buena tolerancia al transporte (Aldabe y Aldabe, 1978). El momento ideal para recoger los frutos es cuando empiezan a brillar y cuando se destaca más la coloración verde oscura. Los frutos que permanecen en la planta después de este período, adquirirán pasadas unas 2-3 semanas una coloración uniformemente roja o amarilla (Aldabe y Aldabe, 1978).

Aunque en general el pimiento maduro alcanza en el mercado un precio superior al pimiento verde, su producción lleva consigo una disminución del rendimiento de un 20-25% (Aldabe y Aldabe, 1978), por lo tanto hay que resolver en cada caso el problema

del momento de la recogida considerando los factores biológicos y económicos. De cualquier modo la recolección debe realizarse cuidadosamente, ya que si se rompe el pedúnculo puede dañarse el fruto y los tallos jóvenes quebradizos. La frecuencia normal de recolección es de una vez por semana.

Los frutos deben comercializarse lo más rápidamente posible ya que sólo podrán conservarse adecuadamente una semana a temperaturas 15-20 °C y unos 20 a 30 días si la temperatura es de 8 a 10°C con una humedad relativa del aire del 90-95% (Aldabe, 2000). Los pimientos son susceptibles a los daños por frío (*chilling injury*), fenómeno que se produce cuando la temperatura es inferior a 7 °C (Wang, citado por Nuez et al., 1996). Sin embargo, Lin et al., citados por Nuez et al. (1996) encontró que la susceptibilidad a los daños por frío depende fundamentalmente del grado de madurez, por lo que los frutos completamente maduros pueden ser conservados a temperaturas mas bajas que los cosechados en verde.

2.4. ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA

El morrón pertenece al grupo de plantas que tiene un ciclo C3 en la fijación del carbono. La temperatura óptima para producción de materia seca está entre 20-25°C, rango térmico típico para las plantas con fotosíntesis tipo C3 (Hoffmann, citado por Nuez et al., 1996). Temperaturas superiores al rango óptimo disminuyen la eficiencia del proceso de fotosíntesis por efecto de la fotorrespiración, siendo estas pérdidas importantes especialmente entre 35-40°C (Nuez et al., 1996). La tasa de crecimiento potencial se sitúa entre 0,5 -2 g de materia seca por dm² de área foliar y día, aunque Hoffmann, Sebanek, citados por Nuez et al. (1996) determinaron tasas reales del orden de 0,13 g materia seca/dm² y día.

La producción (biomasa a cosechar) de la planta no solo depende de la cantidad de fotoasimilados producidos por la fotosíntesis sino que también de la distribución de asimilados hacia los distintos órganos, en particular a los frutos (Nuez et al., 1996). La tasa total de exportación de asimilados desde las hojas hacia los distintos órganos de la planta resulta inferior al 50%, existiendo grandes diferencias varietales (Baker y Milburn, citados por Nuez et al., 1996).

En el crecimiento del morrón se produce una competencia simultánea por los fotoasimilados entre las estructuras vegetativas y las reproductivas (Dogliotti, citado por Galván et al., 2000). La partición de estos asimilados hacia los distintos destinos

depende de la fuerza de fosa (capacidad potencial de atraer asimilados) de cada órgano (raíces, hojas, frutos, nuevos crecimiento) que es un factor intrínseco y que está influenciada por múltiples factores.

Para Dogliotti, citado por Galván et al. (2000) la partición de asimilados hacia los frutos está determinada en primera instancia por la fuerza de fosa (factor intrínseco), y ésta es afectada directamente tanto por el aumento en el número y edad de los frutos, como por el aumento en la temperatura.

En el morrón, el fruto es el destino prioritario de los fotosintatos. Su presencia en la planta sería el factor principal en la determinación de la partición de materia seca, y por ello, quien gobierna la tasa de crecimiento del resto de los órganos (Onis et al., 1997). Debido a esta marcada competencia intraplanta el crecimiento de estos frutos regularía, a su vez, el cuajado de nuevas flores (Hall, Clapham y Marsh, Romano, citados por Onis et al., 1997).

Por lo tanto, el crecimiento de los frutos puede utilizar la mayor parte de fotosintatos producidos en la fotosíntesis, y su permanencia en la planta hasta el estado de madurez total demora nuevos crecimientos vegetativos e inhiben la floración y cuajado de nuevos frutos. Recién cuando estos son cosechados la planta retoma el crecimiento y hay una nueva onda de cuajados de flores (Onis et al. 1997, Aldabe 2000).

Cuando los frutos se cosechan al estado verde maduro (máximo desarrollo morfológico) en vez de totalmente rojo, la planta produce un mayor y mas continuo cuajado en las siguientes camadas de frutos, obteniéndose un mayor rendimiento total, aumentando de esta manera la cantidad de materia seca producida (Galván et al., 2000).

Para Onis et al. (1997) el peso de los frutos depende de la cantidad de asimilados disponibles, que es función de la superficie foliar fotosinteticamente activa y de la eficiencia de conversión. Según Aldabe (2000) la disminución del peso de los frutos a medida que el cultivo avanza se debe a que la relación entre la fuente que genera los fotosintatos (hojas) y la fosa que los consume (nuevos crecimientos, tallos, raíces y sobre todo, crecimiento y maduración de frutos) disminuye por un menor crecimiento vegetativo y un mayor número de frutos cuajados debido al crecimiento dicotómico. Los primeros frutos siempre son los más grandes porque son los que tienen mayor cantidad de fotoasimilados disponibles (Aldabe, 2000).

Según diferentes autores (Millar et al., Locascio et al., Rincón et al., citados por Nuez et al., 1996) existen dos fases distintas en el ritmo de crecimiento de la planta de pimiento. En la primera fase, considerada de crecimiento lento, sintetiza el 50% de la materia seca total producida y comprende (para cultivos en invernáculo), desde el trasplante hasta la segunda recolección, con una duración media de 110-120 días. La segunda fase, de crecimiento rápido, comprende el resto del período de cultivo, con una duración media de 40-50 días.

El porcentaje de materia seca acumulada en los distintos órganos vegetativos de la planta, varía según el estado fenológico de la misma. Las hojas representan más del 50%, desde prácticamente el trasplante hasta la primera recolección de frutos (unos 100 días después del trasplante). Posteriormente son los frutos los que representan el mayor porcentaje hasta el final del cultivo, significando el 65% del total de materia seca acumulada. Durante el periodo de crecimiento y maduración de los frutos, la planta disminuye el ritmo de crecimiento, debido a que la mayor parte de los productos sintetizados son almacenados en los mismos (Nuez et al., 1996).

Según Marcussi et al. (2004) el periodo de mayor extracción de nutrientes de la planta ocurre entre los 120 a 140 días después de trasplante coincidiendo con la mayor acumulación de materia seca. Sin embargo, Crespo-Ruiz et al., citados por Marcussi et al. (2004) la máxima acumulación de materia seca ocurrió a los 100 días después de trasplante utilizando otro cultivar. En lo que si coinciden varios autores es que la acumulación de materia seca es lenta hasta los 60-75 días después de trasplante y se incrementa notablemente a partir del cuajado y crecimiento de los primeros frutos.

2.5. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

2.5.1. En el rendimiento

En general, todos los autores coinciden que en el rango de densidad que estudian, a mayores densidades se obtienen mayores rendimientos por unidad de superficie. Este incremento de rendimiento por unidad de superficie está dado por un mayor número de plantas por unidad de superficie que producen un menor número de frutos (disminución del rendimiento por planta) con escasa modificación en el peso unitario (Stoffella et al. 1988, Batal y Smitle, Stanley et al., Suso y Pardo, citados por Nuez et al. 1996). Sin embargo, no coinciden en la determinación de cual es la densidad óptima, seguramente porque esta dependa entre otros factores de las condiciones de cultivo y de las

características del material vegetal (Nuez et al., 1996).

El mayor rendimiento por planta en densidades de plantación menores estaría asociado a un aumento en el área foliar total (Guo et al., Rotondo et al., Cebula, Dobrzanska y Michalik, Starykh y Mudrakova, citados por Onis et al., 1997).

2.5.2. En el crecimiento y desarrollo

Viloria et al., citados por Díaz et al. (1999) reporta que la densidad es uno de los factores que provoca variaciones morfológicas en el crecimiento y desarrollo de plantas de pimiento. Las reducciones en la distancia entre plantas aumentan la competencia por los factores de crecimiento y afectan la arquitectura de la planta principalmente en los hábitos de floración y cuajado (Maynard et al., citados por Díaz et al., 1999).

La disminución de las distancias entre plantas puede traer aparejado un incremento en la altura y una reducción en el peso seco y diámetro del tallo (Decoteau y Hato Graham, citados por Díaz et al., 1999), cambia el desarrollo de la raíz y desmejora la calidad del fruto (Stoffella et al., citados por Díaz et al., 1999) o decrece el rendimiento individual por planta (Cébula, citado por Díaz et al., 1999).

Viloria et al., Cébula, Joliffe y Gaye, citados por Díaz et al. (1999) reportaron que aún en condiciones adecuadas de fertilización edáfica, el peso promedio por planta disminuye (menor hojas/plantas y menor tallo/planta) a medida que la distancia entre plantas se acorta, debido a que aumenta la competencia por agua, luz, y minerales.

Para Díaz et al. (1999) el crecimiento vegetativo expresado en peso fresco, y seco de tallo y hojas por planta resultó significativamente mayor al usar una menor densidad de plantas. Sin embargo el efecto de la densidad no se detectó en la altura de la planta, peso fresco, y seco de tallo y hojas por m² manifestándose un efecto compensatorio en el peso de tallos y hojas producto de un mayor número de plantas/superficie (la cantidad de materia seca producida en el crecimiento vegetativo por unidad de superficie fue similar en ambas densidades).

El incremento en el número de ramas aumenta el peso seco total y el área foliar total. Este aumento de área foliar permitiría una mayor intercepción de la radiación incidente.

La Tasa de Asimilación Neta (TAN), sería más baja en las plantas con mas ramas, pues al crecer el cultivo y aumentar el Índice de Área Foliar (IAF), el sombreado se haría cada vez más intenso, incrementándose también la respiración. Debido a esto habría una provisión de fotosintatos más lenta para los frutos en plantas con mayor número de ramas, lo que demora el proceso de desarrollo de los mismos (Guo et al., citados por Onis et al., 1997).

2.5.3. En la acumulación y partición de asimilados

Cuando aumentamos la densidad de plantación de un cultivo dentro del rango que va del inicio de la competencia entre plantas hasta saturación, aumenta la producción total de materia seca por el cultivo pero disminuye la producción por planta (Dogliotti, 2004b).

El efecto de la densidad de plantación en la partición de asimilados se da a través del número de frutos que cuajan por planta. Al aumentar la densidad disminuye el número de frutos por planta porque baja la relación Fuente/Fosa, lo que provoca una disminución en la fracción particionada a los frutos (Dogliotti, 2004b).

2.6. MATERIAL VEGETAL

2.6.1. Poblaciones locales y cultivares modernos

En Uruguay las poblaciones locales o variedades criollas son de importancia económica en numerosos rubros hortícolas. Tienen su origen en antiguos materiales genéticos y variedades introducidos al país por inmigrantes, y fueron multiplicadas localmente de forma artesanal por los propios agricultores (Gonzalez et al., 1989).

La utilización de estos materiales locales es uno de los elementos que caracterizan la producción familiar, que buscan en estos materiales una serie de ventajas, entre las cuales, su disponibilidad, adaptación productiva y bajos costos de producción son las más importantes (Galván et al., 2000).

Un creciente proceso de sustitución de estas variedades criollas por cultivares

modernos importados debido a razones comerciales, y la disminución de predios familiares con tradición en la producción, son la causas principales de la erosión genética de estos materiales locales (Galván et al., 2005).

Estos materiales poseen un valor agronómico que justifican su mantenimiento en la producción comercial, el mejoramiento genético en el país y la necesidad de su preservación. Entre las características agronómicas positivas que caracterizan a estos materiales están el ciclo, la precocidad, rendimiento y resistencia a enfermedades, que son componentes de la adaptación a las condiciones locales (Galván et al., 2005).

Esta adaptación productiva es el resultado de la interacción entre la carga genética de cada material y de las condiciones del ambiente en que se cultiva. Otro componente es el ajuste genético derivado de la co-evolución con los patógenos presentes localmente, que puede originar diversos grados de resistencia o tolerancia (Zeven, citado por Galván et al., 2000). Para Pike, citado por Galván (2000) el mejoramiento genético y la multiplicación de semillas realizados localmente originan cultivares y poblaciones superiores a los materiales mejorados en otras regiones.

Las poblaciones locales de morrón de Uruguay se han caracterizado en tres grupos, correspondientes a las principales zonas de cultivo (Galván et al., 1994): Salto, La Escobilla (Florida), y Costas de Pando (Canelones). Los tres tipos se comportan como precoces frente a los cultivares modernos (Galván et al., 2000). Poseen frutos livianos (baja relación peso/volumen) y de pared delgada, con variabilidad intrapoblacional en la forma (Galván et al., 2005).

El Cuarentino de Salto (zona norte) se caracteriza por su alta tasa de cuajado y mayor cantidad de frutos, con menor peso medio por fruto. Son de pared delgada, lo que influiría en la precocidad y la facilidad de viraje a rojo a temperaturas relativamente bajas, pero que constituye una limitante para la vida poscosecha y la resistencia al transporte (Galván et al., 2005). Este material presenta resistencia parcial a *Meloidigine incognita* (Piedra Buena, citado por Galván et al., 2005). Actualmente se mantiene un área de cultivo bajo invernáculos en Salto para la obtención de cosechas tempranas (Galván et al., 2005).

En la región sur se caracterizaron dos tipos locales de morrón correspondientes a las zonas de Costas de Pando a Pantanoso del Sauce (Canelones), y de La Escobilla (Florida). Son utilizados en sistemas de producción a campo de verano por su buen comportamiento productivo; en esas condiciones, presentan precocidad, con rendimiento

y patrón comercial similar a los materiales modernos, aunque con una tendencia a mayor número de frutos por planta de menor peso medio (Galván et al., 2000). Teniendo en cuenta estas características agronómicas positivas, desde 1998 se ha trabajado en la selección entre y dentro de familias de medios hermanos y dentro de familias, logrando progresos en la uniformidad de caracteres del fruto (Galván et al., 2000). Las poblaciones locales de Costas de Pando tienden a ser más precoces y con un porte de planta menor (Galván et al., 2000).

Los cultivares modernos importados que se utilizan normalmente en cultivo a campo en las regiones templadas son del tipo normal indeterminado, con entrenudos cortos o medianos y ramas desarrolladas por igual. Los frutos tienen tanto forma cúbica, como cilíndrica o prismática y su pericarpio es muy carnoso. Dentro de este tipo se utilizan mucho los híbridos F1. Los híbridos F1 de pimiento dulce son los más utilizados por su buena capacidad de producción, la uniformidad de plantas y follaje, su resistencia a algunas enfermedades causadas por hongos y virus, y por último presentan un mejor patrón comercial del producto de acuerdo a exigencias del mercado. Por todo, su cultivo ha justificado el costo más elevado de la semilla híbrida (FAO, 2002).

Sin embargo, el comportamiento productivo de estos materiales introducidos puede ser en algunos casos inadecuado, por la inadaptación al ambiente o las condiciones de cultivo locales o la susceptibilidad a enfermedades. Además, esta semilla no siempre está disponible a tiempo, y no siempre es continuo su abastecimiento en el mercado (Galván, 2003).

El material moderno utilizado en este ensayo es el híbrido F1 Vidi (de la empresa Vilmorin), de amplio uso en producciones comerciales como en investigaciones tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Según algunas caracterizaciones de materiales vegetales (Namesny 1996, Aldabe 2000), este cultivar presenta una producción precoz, se puede utilizar tanto en cultivos a campo como en cultivos protegidos, tiene un vigor de planta medio y entrenudos cortos, produce bien en condiciones de agua limitada, presentado un buen cuajado de flores. Los frutos son tipo lamuyo o rectangulares, 4 cascotes, peso promedio de 200 gramos, pericarpio grueso y de excelente calidad comercial. La planta presenta resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV) y al virus Y de la papa (PVY).

2.6.2. Evaluación productiva

En las temporadas 1998-1999 y 1999-2000 (Galván et al., 2000) se realizaron ensayos comparativos de los materiales locales de interés y son una referencia para este trabajo.

Cuadro No. 1. Características de los ensayos comparativos.

Temporada	densidad	cultivo	siembra	transplante	Inicio cosecha	Fin cosecha
98-99 (1)	3,1 pl/ m ²	temprano	6/8	20/10	26/1	6/4
99-00 (2)	3.1 pl/m ²	temprano	24/7	19/10	11/1	10/5

Fuente: Galván et al. (2000)

Cuadro No. 2. Ensayos comparativos de distintos materiales en 2 temporadas, cultivos tempranos y cosechas en rojo: rendimiento total y comercial, por hectárea y por planta; peso medio de fruto comercial y número de frutos por planta.

año	material	RT (Mg/ha)	RC (Mg/ha)	RT (g/pl)	RC (g/pl)	Pmfc (g)	Nft/ pl
(1)	CS (4316)	29,6	15,1 (51%)	954	484	71	19
(1)	LE (4300)	26,3	14,4 (55%)	847	461	134	9
(1)	HF1 (Vidi)	28,0	18,1 (65%)	904	583	193	7
(2)	CS (4316)	27,2	8,9 (33%)	871	288	58	23
(2)	LE (4300)	36,3	18,0 (50%)	1170	580	118	15
(2)	HF1(Córdoba)	34,5	15,7 (45%)	1112	548	130	14

Fuente: Galván et al. (2000)

(1) temporada 1998-1999; (2) temporada 1999-2000

CS: Cuarentino Salto; LE: La Escobilla; HF1: Híbrido F1(Testigo)

RT: Rendimiento Total, RC: Rendimiento Comercial, Pmfc: Peso medio fruto comercial, Nft/pl : Número de frutos total por planta

A partir de esos ensayos comparativos surgieron las siguientes conclusiones. La Escobilla mostró un buen potencial de rendimiento y de peso medio por fruto, similar al híbrido comercial. Cuarentino de Salto presento un alto número de frutos por planta, pero de peso muy chico, lo que determino el menor rendimiento en la cosecha. Esta ultima población presenta una capacidad muy grande de cuajado de frutos que incide negativamente es su tamaño individual.

El rendimiento comercial promedio por variedad ronda el 50-55% del rendimiento total, a excepción del material salteño donde su peso reducido fue una limitante para su rendimiento comercial (42%). En la clasificación comercial de los distintos materiales, el híbrido moderno presento mayor porcentaje de frutos en las primeras categorías. En cambio, Cuarentino de Salto concentró su cosecha comercial en frutos de calibres bajos.

Las principales causas de descarte, en un cultivo que se desarrolla en una época con altas temperaturas, fueron quemado de sol, podredumbre apical y los frutos chicos. No fueron de significación los descartes por virus, por podredumbres acuosas (Bacterias) y otras causas.

Cultivos a campo para cosechas tempranas de frutos rojos, con inicio a los 90 días después de transplante (mediados de enero) y una duración del periodo de cosecha de por lo menos 70 días, presentaron dos picos de cosechas que se corresponderían con dos ondas de cuajado. En la temporada 1999-2000 el primer pico se produjo en febrero y el segundo en abril (Galván et al., 2000).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se llevó a cabo en el Centro Regional Sur (Estación Experimental de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de la República), próximo a la localidad de Progreso en el departamento de Canelones.

3.2. TRATAMIENTOS

En este ensayo se realizaron seis tratamientos distintos, resultado de la evaluación de tres materiales vegetales, a dos densidades de plantación.

Los materiales vegetales utilizados fueron dos poblaciones locales, que se compararon con el híbrido comercial F1 Vidi (V) de Vilmorin, Francia que actuó como testigo. El morrón "Cuarentino" de Salto (CS) fue semilla originaria de la familia Baratta, mientras que el morrón "La Escobilla" (LE) utilizado, fue semilla disponible de la selección realizada en el Centro Regional Sur desde 1998 (M7), a partir de la población local Acceso 4300 del Banco de Germoplasma de Facultad de Agronomía.

La densidad varía según el marco de plantación, la distancia entre filas es constante (1,4m de centro a centro), la variación esta dada por las distintas distancias entre plantas:

- 25 cm entre plantas (densidad de 5,7 plantas/m²)
- 40 cm entre plantas (densidad de 3,6 plantas/m²)

Los tratamientos fueron los siguientes:

- t1= CS5,7 pl/m²
- t2= CS3,6 pl/m²
- t3= LE5,7 pl/m²
- t4= LE3,6 pl/m²
- t5= V5,7 pl/m²
- t6= V3,6 pl/m²

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un factorial de tres cultivares por dos densidades, conformando seis tratamientos, con cinco repeticiones (bloques completos al azar), lo que hace un total de treinta parcelas. En la figura No. 1 se esquematiza la disposición de las distintas parcelas del ensayo.

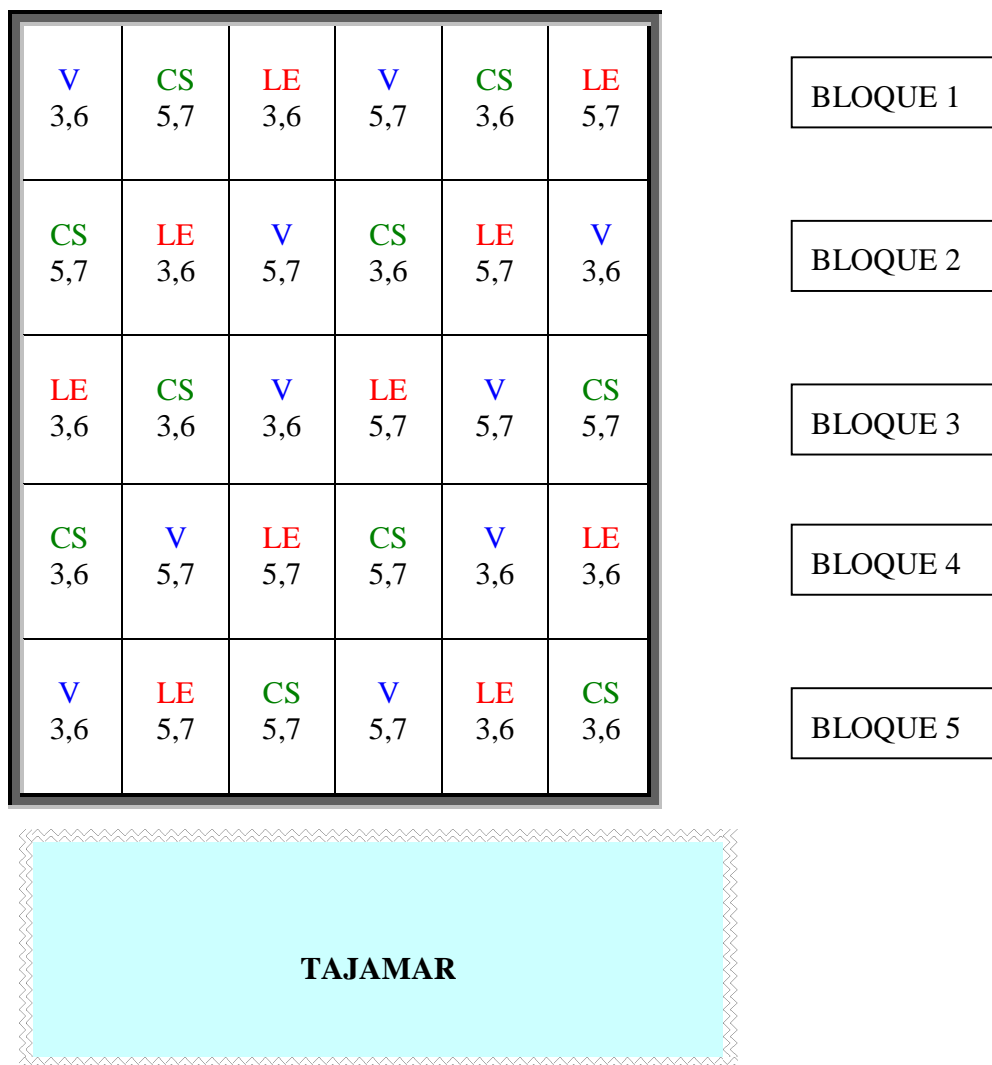


Figura No. 1. Esquema del ensayo.

En cada una de las treinta parcelas se condujeron dos ensayos diferentes (Figura No.2). Con las primeras veinte plantas se realizó la evaluación productiva. El resto de la parcela se utilizó para seleccionar plantas, que se extrajeron para realizar la evaluación de crecimiento durante el ciclo de cultivo (muestreos destructivos).

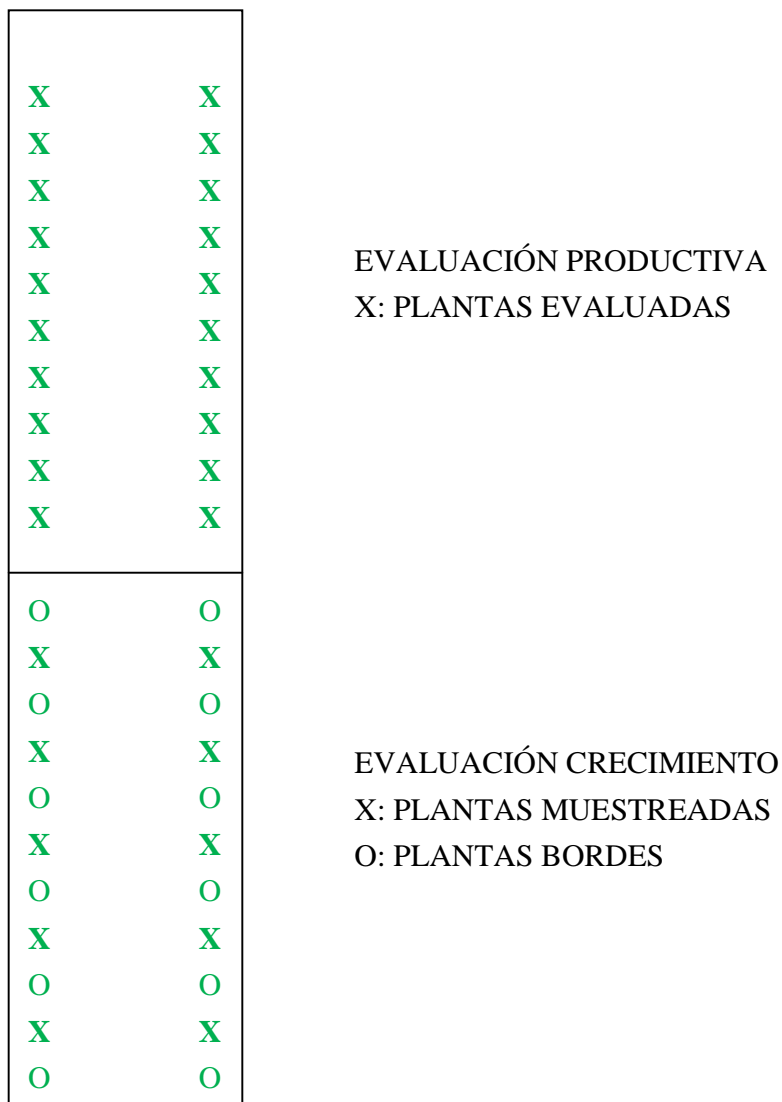


Figura No. 2: Esquema de la parcela, con los dos ensayos simultáneos.

3.4. CULTIVO

3.4.1. Suelo

El ensayo de campo se realizó en el Campo experimental de Horticultura del CRS sobre un Brunosol Éutrico Típico de la Unidad de suelos Tala-Rodríguez. Previo a la instalación del ensayo se efectuó el análisis de suelo en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la División Suelos y Aguas del MGAP. Su resultado se detalla en el cuadro siguiente.

PH H2O	pH KCl	% MO	P *	K **	Ca **	Mg **	Na **
5.6	4.8	2.7	>60	0.60	11.1	5.2	0.53

* Partes por millón.

** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra.

> Mayor a.

En el verano anterior (2002 - 2003) se cultivó boniato, dejándose luego el suelo en barbecho durante el invierno. Los canteros se levantaron en setiembre dejando una distancia de 1,40 metros entre centro y centro.

3.4.2. Condiciones climáticas durante el cultivo

Los datos climáticos de referencia fueron tomados de la estación meteorológica del INIA Las Brujas ubicada a 15 km del CRS. En términos generales se puede decir que las condiciones climáticas (ver Cuadro No. 3) durante el ensayo fueron muy favorables al cultivo de morrón.

Algo a tener en cuenta en la producción a campo de cultivos con crecimiento libre (sin estructuras de sostén ni poda), es la ocurrencia de vientos fuertes, especialmente asociados a precipitaciones, lo que ocasiona rajaduras de ramas y volcado de plantas principalmente cuando está muy cargada de frutos.

Cuadro No. 3. Condiciones climáticas (temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima diarias promedio, Humedad Relativa diaria promedio, Heliofania diaria promedio y Precipitaciones) durante el cultivo para los periodos entre los muestreos.

Fecha Muestreo	T°media (°C)	T°máxima (°C)	T°mínima (°C)	Humedad Relativa(%)	Precipitaciones (mm)	Heliofania (horas)
0(dt)						
30(ddt)	18	24	11	86	159	9
60(ddt)	19	25	13	85	117	10
90(ddt)	22	27	16	82	85	11
110(ddt)	23	30	18	85	28	11
130(ddt)	21	27	16	82	67	10
145(ddt)	20	27	14	82	35	9
160(ddt)	21	29	15	82	22	9

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Manejo del cultivo

El manejo implementado en el ensayo trató de imitar las condiciones de cultivo de los productores que manejan estos materiales locales, donde una de las características más buscadas es la utilización de la mano de obra solamente para los manejos más imprescindibles.

Se realizó un cultivo de verano a campo con una siembra de almácigo en bandejas protegidas (bajo invernáculo) el 15 de agosto de 2003. El trasplante se realizó el 20 de octubre (65 días después de sembrada). Se trasplantó en canteros de 1.20m de ancho total, con doble fila de plantas más una línea de riego por goteo al centro, variando la distancia entre plantas para lograr los dos tratamientos de densidad:

- 25 cm entre plantas (densidad de 5,7 plantas/m²)
- 40 cm entre plantas (densidad de 3,5 plantas/m²)

Se realizó una fertilización previa al trasplante con 20.000 kg/ha de cama de pollo, y con 50 kg/ha de fertilizante N-P (10-40-0). Después de iniciada la cosecha, se realizaron refertilizaciones con nitrato de potasio y urea, inmediatamente después de cada cosecha, y que suman en todo el ciclo 20 kg N/ha y 40 Kg K/ha. El riego consistió en la aplicación de una lámina diaria creciente a lo largo del cultivo, hasta 5-6 mm/día/m², con goteros de 2 l/h cada 33 cm.

El manejo sanitario comprendió aplicaciones de oxiclورو de cobre (tratamiento preventivo de enfermedades a hongos), y aplicaciones de los insecticidas endosulfan y clorpirifos para el control de insectos en particular la presencia de pulgones. Para el control de malezas, se realizaron carpidas manuales, y aplicaciones de glifosato en los caminos.

Para la evaluación productiva se definió realizar cosechas cada 15 o 20 días. Se cosecharon los frutos que habían iniciado el viraje (cambio de color) en adelante. Se clasificó la fruta a campo en comercial y descarte, para tener la calidad de comercial tenía que presentar una forma aceptable, y no tener síntomas visibles de daños ni enfermedades.

3.5. VARIABLES EVALUADAS Y OBSERVACIONES

Se realizaron evaluaciones del crecimiento y de rendimiento durante el cultivo. El Cuadro No. 4 describe las evaluaciones realizadas a lo largo del ciclo. Se utilizó el laboratorio y equipos (balanzas, estufas, etc.) de análisis de vegetales del Centro Regional Sur.

Cuadro No. 4. Detalle de las evaluaciones realizadas a lo largo del ensayo.

Fecha	Momento del ciclo	Evaluaciones
15-8	Siembra protegida	
20-10	día de trasplante (dt)	Caracterización plantín
20-11	30 ddt	1er. Muestreo Laboratorio
20-12	60 ddt	2do. Muestreo Laboratorio
20-1	90 ddt	3er. ML y 1er. Cosecha Comercial
10-2	110 ddt	4to. ML y 2da. Cosecha Comercial
1-3	130 ddt	5to. ML y 3er. Cosecha Comercial
16-3	145 ddt	6to. ML y 4ta. Cosecha Comercial
1-4	160 ddt	7mo. ML y 5ta. Cosecha Comercial

ddt: días después trasplante

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1. Evaluación productiva

La evaluación productiva consistió en medir la producción en cada cosecha de 20 plantas por tratamiento con sus 5 repeticiones. Se realizaron 5 cosechas durante el cultivo (ver Cuadro No. 4). Con estos datos se calcularon las siguientes variables y características productivas:

- Rendimiento total por planta y por superficie (m²)
- Rendimiento Comercial por planta y por superficie (m²)
- Peso medio del fruto
- Número de frutos total por planta
- Porcentaje y causa de descarte
- Curvas de cosecha
- Precocidad de producción (medida como producción en las 2 primeras cosechas)

Se evaluó la incidencia de enfermedades a virus (porcentaje de plantas con síntomas de virus) al inicio de la cosecha a los 90 días después de transplante.

3.5.2. Evaluación del crecimiento y desarrollo.

En cada parcela se marcaron las plantas en las cuales se hizo el seguimiento del desarrollo y crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo, la muestra consistió en 2 plantas por tratamiento con sus repeticiones. Las fechas de las evaluaciones realizadas se muestran en el Cuadro No. 4. Se midieron en cada planta las siguientes variables:

- Altura
- Número de hojas
- Número de flores
- Número de frutos
- Peso fresco de la parte aérea (hojas, tallos y frutos)
- Peso seco de la parte aérea (hojas, tallos y frutos)
- Área foliar, mediante el método de 2 círculos de superficie y peso conocida, y correlacionarla con el peso de las hojas.

Con estos datos se compararon los modelos de crecimiento (evolución del número de hojas, número de flores, número de frutos; evolución del iaf y partición de fotoasimilados, etc.) de los distintos materiales a las dos densidades probadas.

3.5.3. Evaluación de la acumulación y partición de materia seca

La acumulación y partición de materia seca se calculó a partir del peso fresco y peso seco de la parte aérea de la planta.

3.5.4. Análisis estadístico

Las variables se analizaron mediante el análisis de varianza de dos factores: densidad en dos niveles y variedad en 3 niveles, con seis tratamientos ($\alpha= 0.05$) para cada fecha de muestreo. Para el análisis estadístico se trabajó con el programa Genstat, para la detección de diferencias entre los tratamientos se realizó el test LSD (mínima diferencia significativa). Se halló la covarianza existente entre el rendimiento total y comercial de los tratamientos y la incidencia de enfermedades a virus al inicio de la cosecha (90 ddt).

3.6. PROBLEMAS OPERATIVOS

Por falta de tiempo no se realizó la evaluación de causas de descarte ni la clasificación de frutos según calidad.

4. RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN PRODUCTIVA

4.1.1. Rendimiento

Para el rendimiento total (Kg/m^2) el material moderno Vidi F1 se mostró significativamente superior ($p < 0,001$), no encontrándose diferencias entre las poblaciones locales (Figura No. 3). Se detectaron diferencias muy significativas entre densidades ($p < 0,001$), siendo el rendimiento con $5,7 \text{ pl/m}^2$ mayor que con $3,6 \text{ pl/m}^2$. Para el rendimiento comercial se encontró interacción de cultivar por densidad ($p < 0,05$). Vidi F1 tuvo mejor rendimiento comercial que las poblaciones locales a la densidad de $5,7 \text{ plantas/m}^2$, en tanto que no presentaron diferencias a la densidad de $3,6 \text{ plantas/m}^2$.

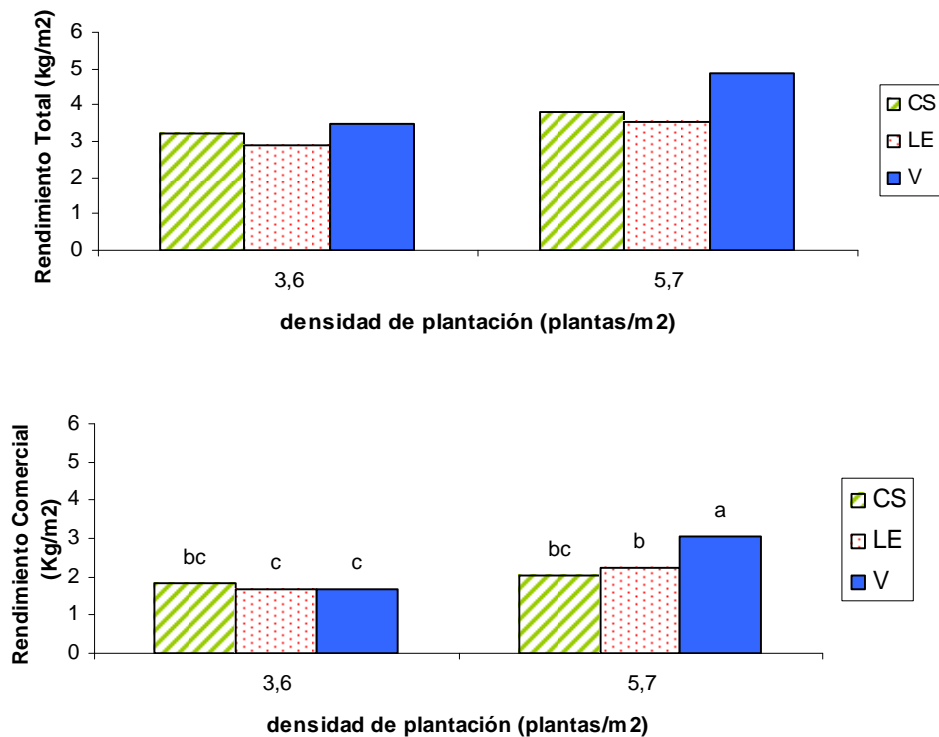


Figura No. 3. Rendimiento total y comercial (Kg/m^2) según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$) y material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1)

4.1.2. Porcentaje de rendimiento comercial

En el porcentaje de rendimiento con calidad comercial existió interacción cultivar por densidad ($p < 0,05$), con valores entre 50 y 60% para las diferentes combinaciones de cultivares y densidades (Figura No. 4). Es decir, que los descartes estuvieron entre 40 y 50% del rendimiento total. Vidi F1 tuvo mayor proporción de fruta con calidad comercial a la densidad de 5,7 plantas/m² que a 3,6 plantas/m². En tanto, para esta variable las poblaciones locales no fueron afectadas por la densidad.

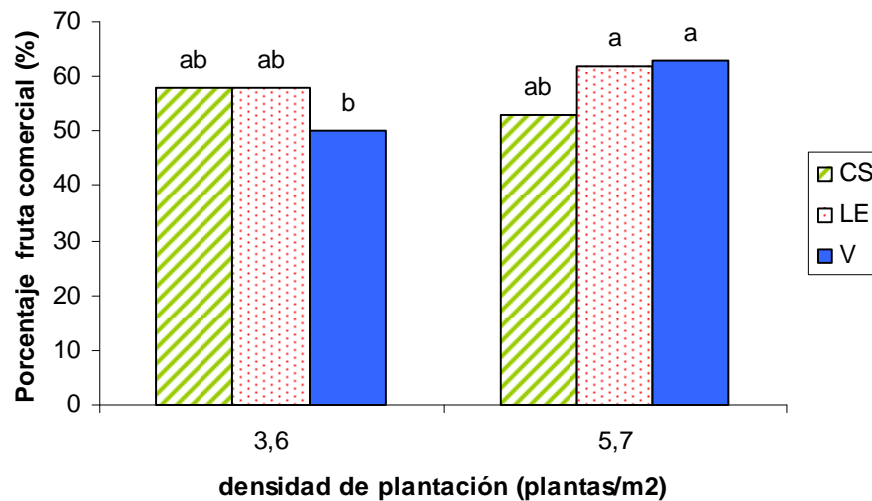


Figura No. 4. Porcentaje de rendimiento comercial (%) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²) y material vegetal (CS: Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V:Vidi F1).

4.1.3. Peso medio de fruto comercial

El peso medio de fruto comercial mostró interacción de cultivar por densidad ($p < 0,05$). El híbrido Vidi F1 tuvo mayor peso medio de frutos a la densidad de 5,7 plantas/m² que a 3,6 plantas/m² (Figura No. 5). Las poblaciones locales no fueron afectadas significativamente por la densidad. Se observaron diferencias significativas entre cultivares independientemente de la densidad: Vidi F1 fue mayor que La Escobilla, y éste a su vez superior a Cuarentino de Salto.

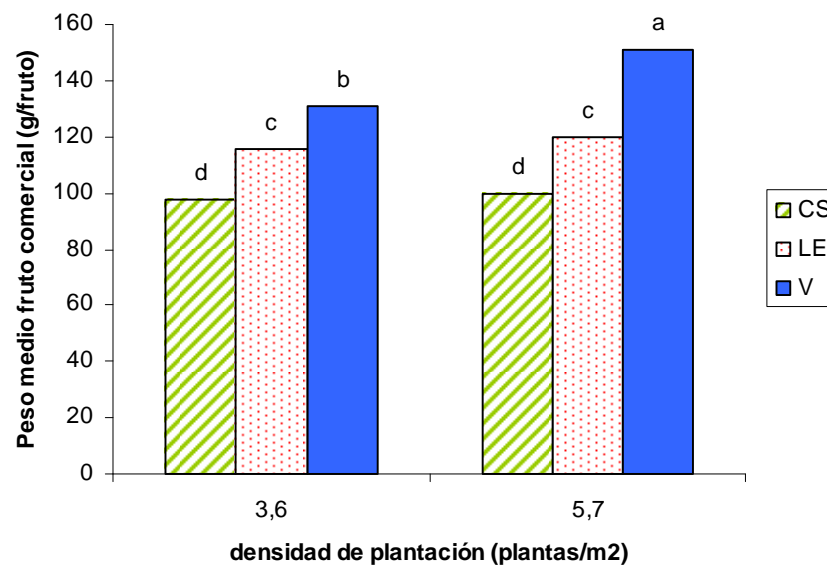


Figura No. 5. Peso medio de fruto comercial (g/fruto) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²) y material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.1.4. Evolución del peso medio de fruto comercial

El peso medio del fruto comercial evolucionó según lo indica el Figura No. 6. Las diferencias entre cultivares fueron muy significativas ($p < 0,001$) a los 110, 145 y 160 días, y las diferencias entre densidades fueron significativas ($p < 0,05$) solamente a los 110 días después de transplante, donde la mayor densidad probada mostró los mayores valores. No se detectó interacción de cultivar por densidad para alguna fecha de muestreo.

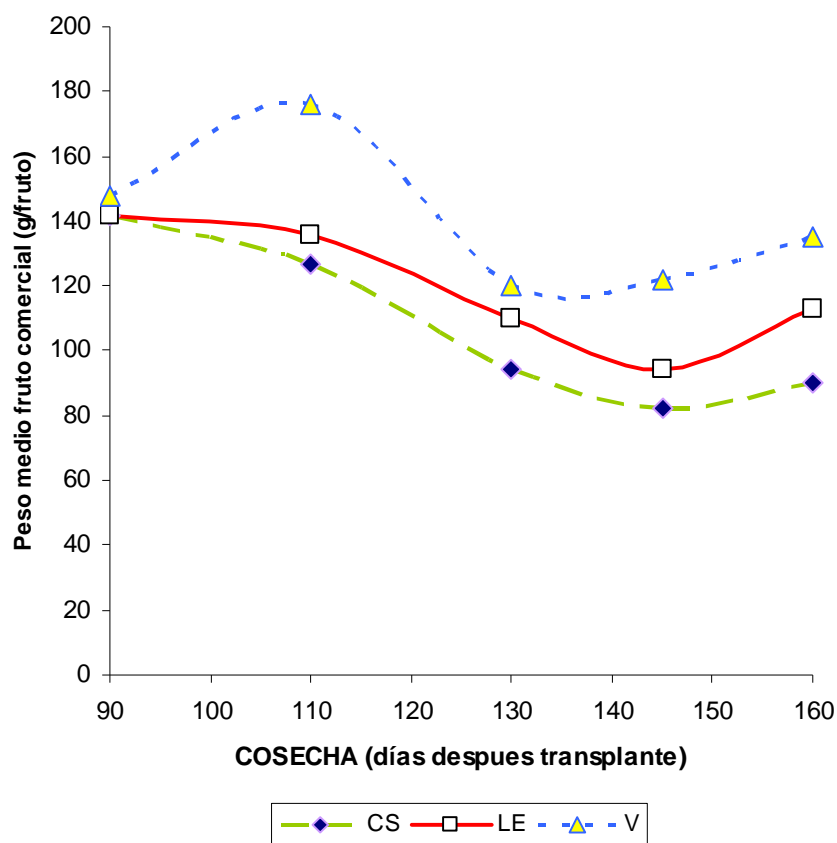


Figura No. 6. Evolución del peso medio de fruto comercial (gramos/fruto) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1) según momentos de cosecha.

4.1.5. Curva de cosechas

Las cosechas se iniciaron a los 90 días después del trasplante (Figura No. 7). Las curvas de cosechas para el rendimiento total por planta presentaron un pico de producción a los 110 días después de transplante (mediados de febrero), y empezaba un segundo pico cuando se terminó el ensayo a los 160 días después de transplante (mediados de abril).

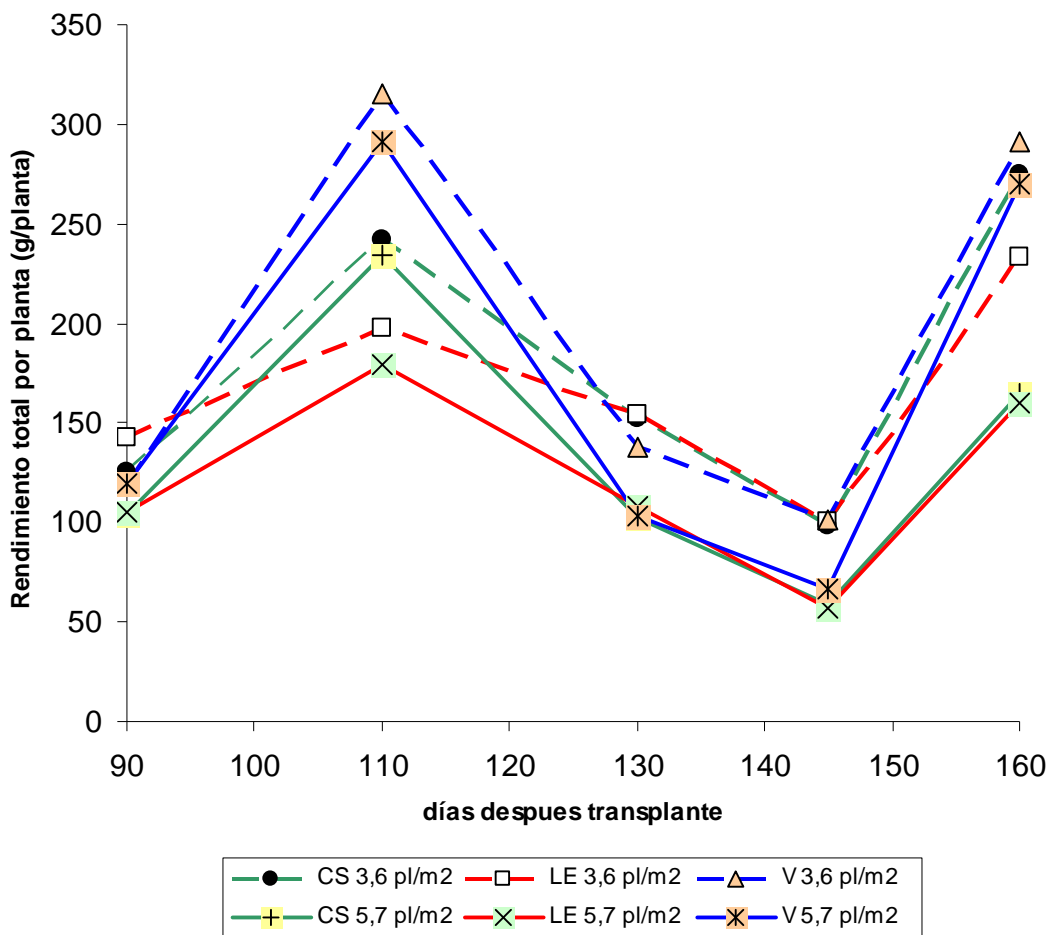


Figura No. 7. Evolución del rendimiento total por planta (gramos/planta) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

4.1.6. Precocidad

La precocidad en la producción, entendida como la importancia (en porcentaje) de las dos primeras cosechas comerciales sobre el total de la cosecha comercial (en este caso cinco cosechas), no mostró diferencias entre cultivares. Por el contrario, sí se observaron diferencias entre las densidades ($p < 0,05$). La densidad de $5,7 \text{ pl/m}^2$ se comportó más precoz que la densidad de $3,6 \text{ pl/m}^2$, siendo la proporción de las primeras cosechas de 46% y 36% respectivamente.

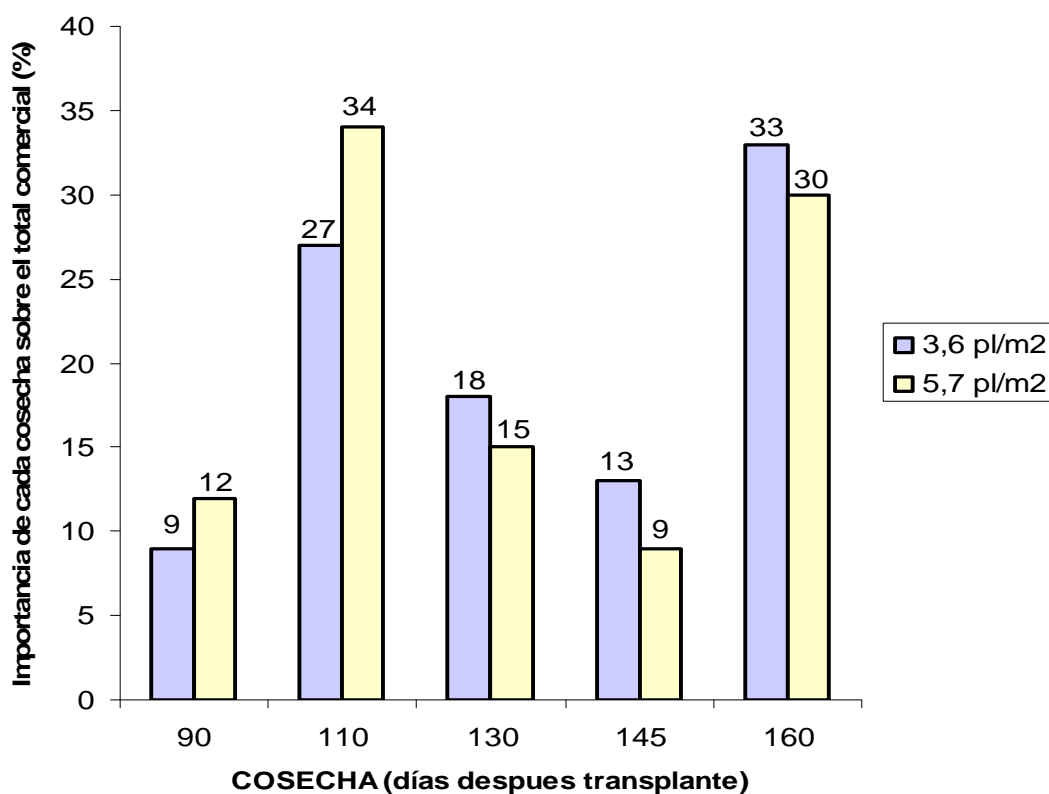


Figura No. 8. Importancia relativa de cada cosecha comercial (%) sobre la producción comercial total según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$).

4.1.7. Incidencia de virus

La incidencia de enfermedades a virus se evaluó como el porcentaje de plantas con síntomas de virus al inicio de la cosecha (90 días después del transplante). Presentó diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$) y entre densidades ($p < 0,05$). La Escobilla tuvo mayor incidencia que los otros dos materiales genéticos (Figura No. 9), mientras que la incidencia de virus fue mayor en el cultivo a baja densidad (Figura No.10). No se detectó interacción de cultivar por densidad. Las covarianzas entre la incidencia de virus con el rendimiento total y con el rendimiento comercial no presentaron significancia.

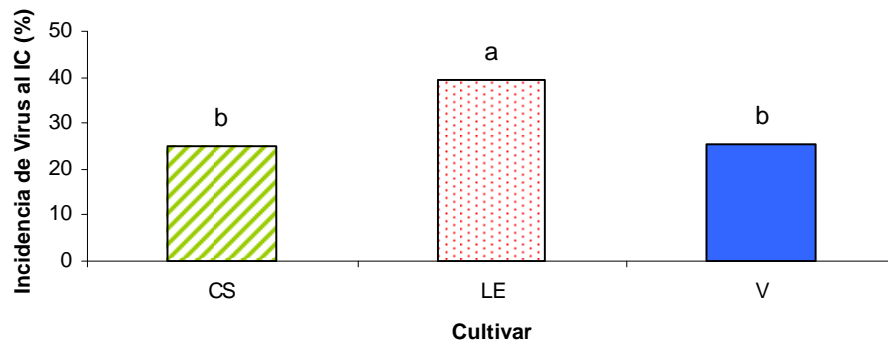


Figura No. 9. Incidencia de virus al inicio de la cosecha (%) según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

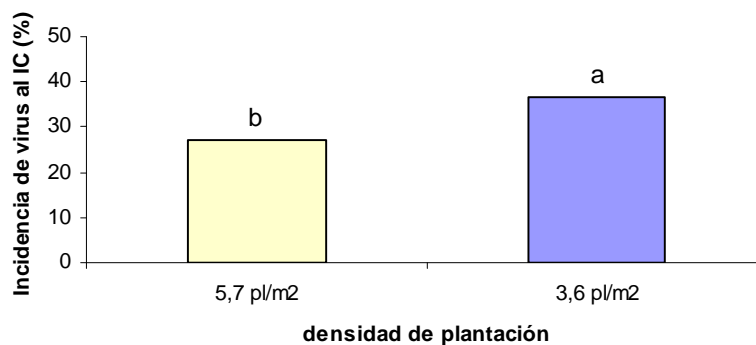


Figura No. 10. Incidencia de virus al inicio de la cosecha (%) según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

4.2. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO

4.2.1. Altura de planta

Se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares para cinco fechas de muestro: 30, 60, 90, 110 y a los 160 días después de transplante (con $p < 0,05$ para las primeras cuatro fechas y $p < 0,001$ para la última fecha) (Figura No. 11). Cuarentino de Salto fue superior en altura a los otros materiales genéticos en las 2 primeras fechas, e igual a La Escobilla en las demás fechas, pero distinto del híbrido que fue el material de menor altura. No se detectaron diferencias significativas entre densidades, ni interacción de cultivar por densidad.

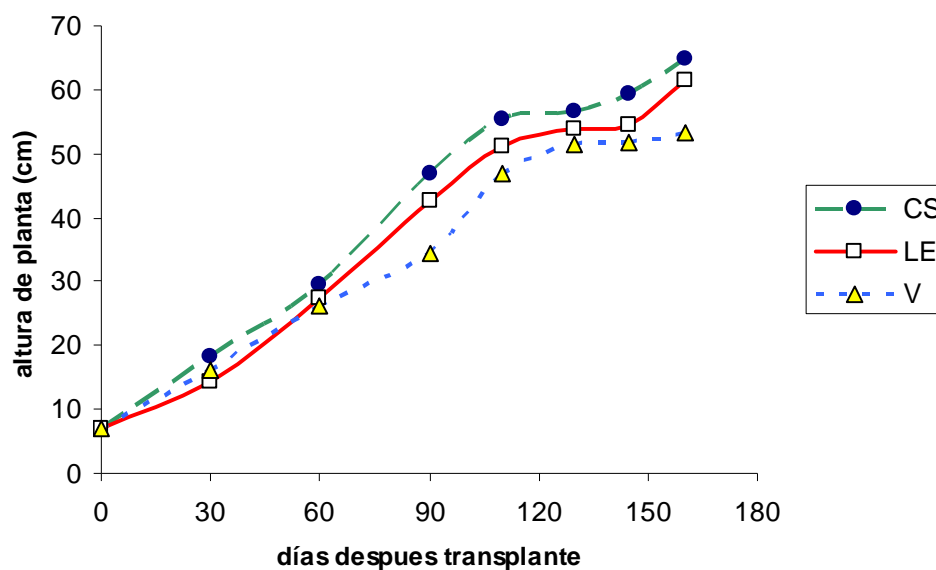


Figura No. 11. Evolución de altura de planta (cm/planta) de cada material vegetal (CS:Cuarentino Salto ; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

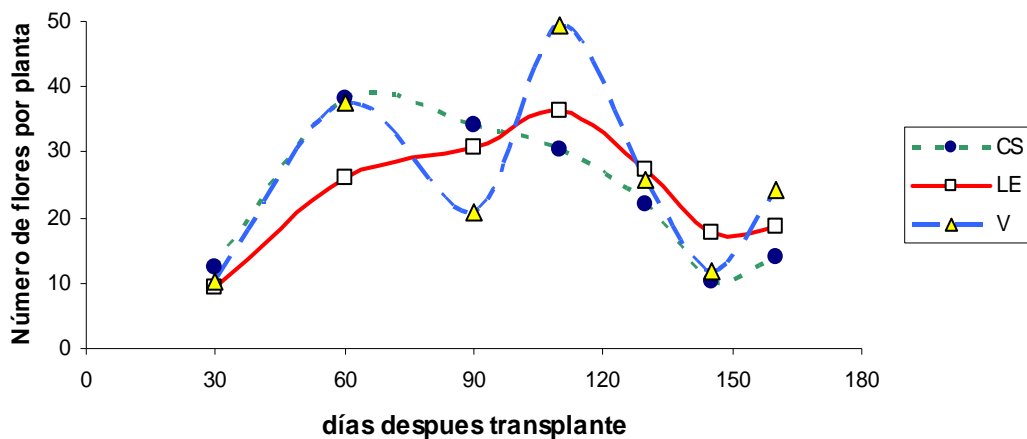


Figura No. 12. Evolución del número de flores por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.2.2. Evolución del número de flores por planta

Para esta característica se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares ($p < 0,05$) (Figura No. 12). Cuarentino de Salto mostró mayor número inicial de flores (60 y 90 ddt), luego se alternaron Vidi, La Escobilla y Vidi a los 110, 145 y 160 días después de transplante respectivamente, con los mayores registros, siendo Cuarentino de Salto el que presentaba los menores valores. No se detectaron diferencias significativas entre densidades, ni interacción de cultivar por densidad.

4.2.3. Evolución del número de frutos por planta

En el número de frutos por planta se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares ($p < 0,05$) para todas las fechas de muestreo siendo el híbrido en la primera y Cuarentino de Salto en las demás, quienes presentaban los mayores registros (Figura No.13). También se encontraron diferencias significativas entre densidades ($p < 0,05$) a los 130, 145 y 160 días después de transplante, donde el cultivo a $3,6 \text{ pl/m}^2$ fue superior a $5,7 \text{ pl/m}^2$ en el número de frutos por planta. No se detectó interacción de densidad de cultivar por densidad.

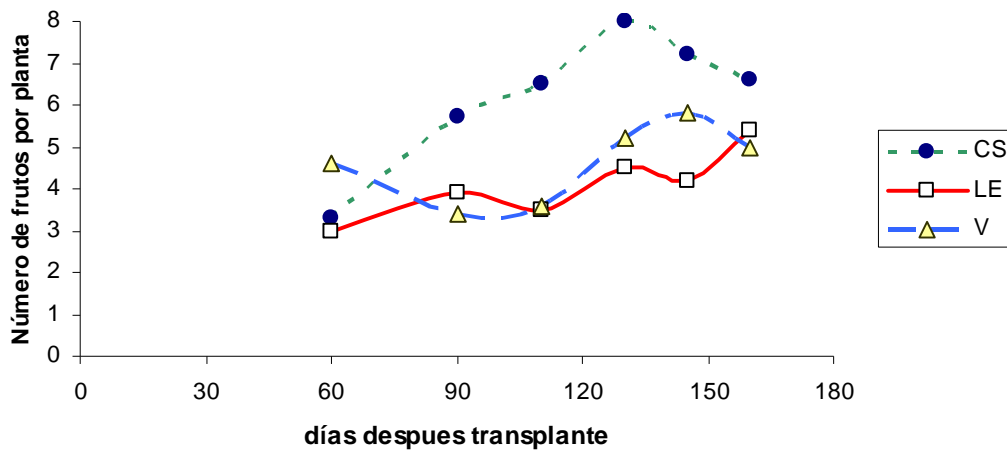


Figura No. 13. Evolución del número de frutos por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

Los distintos materiales presentaron diferentes comportamientos en cuanto la evolución simultánea del número de flores y frutos por planta (Figura No. 14). Si bien se da que el mínimo de flores se da con el máximo de frutos presentes, esto ocurre en diferentes momentos para los distintos materiales. Cuarentino de Salto presentó un mayor número de flores inicial descendiendo hasta los 145 días después del trasplante (ddt) y luego ascendió nuevamente; el número de frutos presentes en la planta fue creciente desde los 60 ddt hasta un máximo a los 130 ddt, y luego decreció.

La Escobilla presenta una curva ascendente de flores con un máximo a los 110 ddt, que luego descendió hasta los 160 ddt, donde se dio el máximo de frutos presente en la planta. La curva del número de frutos en crecimiento en la planta para La Escobilla fue ascendente desde el comienzo hasta el final del ensayo.

Por último, el material moderno Vidi F1 presenta dos picos de floración bien marcados a lo largo del cultivo, donde los primeros frutos creciendo activamente inhibirían fuertemente la floración hasta la primera cosecha a los 90 ddt. A partir de ahí se dio un nuevo flujo de floración, observándose el máximo de flores a los 110 ddt. Luego aumentó el número de frutos, y disminuyó el número de flores, presentando el máximo de frutos con el mínimo de flores a los 145 ddt.

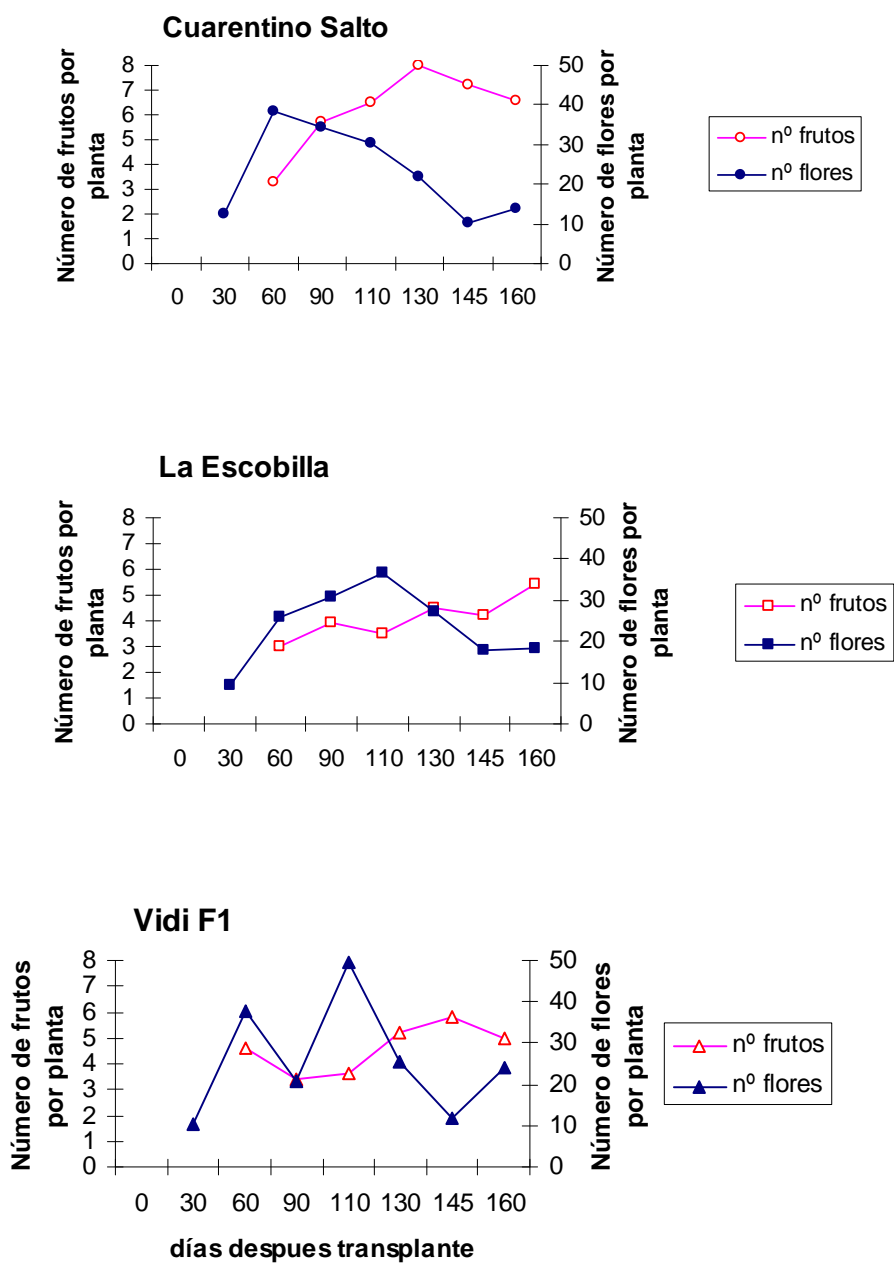


Figura No. 14. Evolución de flores y frutos por planta según material vegetal (Cuarentino Salto; La Escobilla y Vidi F1).

4.2.4. Peso Fresco (PF)

4.2.4.1. Peso Fresco total por planta

El peso fresco total por planta mostró diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$) para las fechas de muestreo 90, 110, 130, 145 días después de transplante (Figura No. 15). Vidi F1 tuvo mayor peso que Cuarentino de Salto, que a su vez fue más pesado que La Escobilla. También se detectaron diferencias entre densidades ($p < 0,05$) para las tres últimas fechas (130, 145 y 160 días después de transplante), con plantas de mayor peso a la densidad 3,6 pl/m² que a 5,7 pl/m². No se detectó interacción de densidad por cultivar.

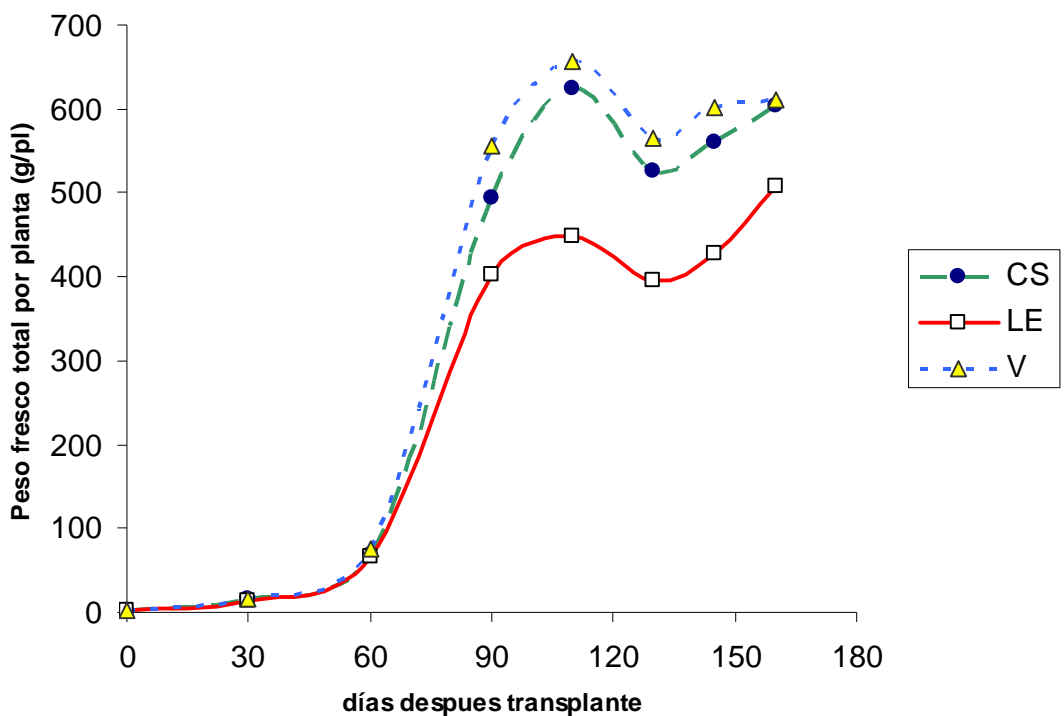


Figura No. 15. Evolución del peso fresco por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.2.4.2. Peso Fresco de frutos por planta

El peso fresco de frutos en crecimiento por planta mostró diferencias significativas entre cultivares ($p < 0,05$) para las fechas de muestreo 90, 110, 130, 145 días después de transplante (Figura No.16). Vidi F1 presentó mayor PF de frutos en crecimiento que Cuarentino de Salto, que a su vez tuvo mayor peso que La Escobilla. Así, el orden se corresponde con el observado para el PF total. También se detectaron diferencias entre densidades ($p < 0,05$) a los 130 y 145 días después de transplante. Las plantas a densidad de $3,6 \text{ pl/m}^2$ tuvieron mayor PF de frutos que aquellas a $5,7 \text{ pl/m}^2$. No se detectó interacción de densidad por cultivar.

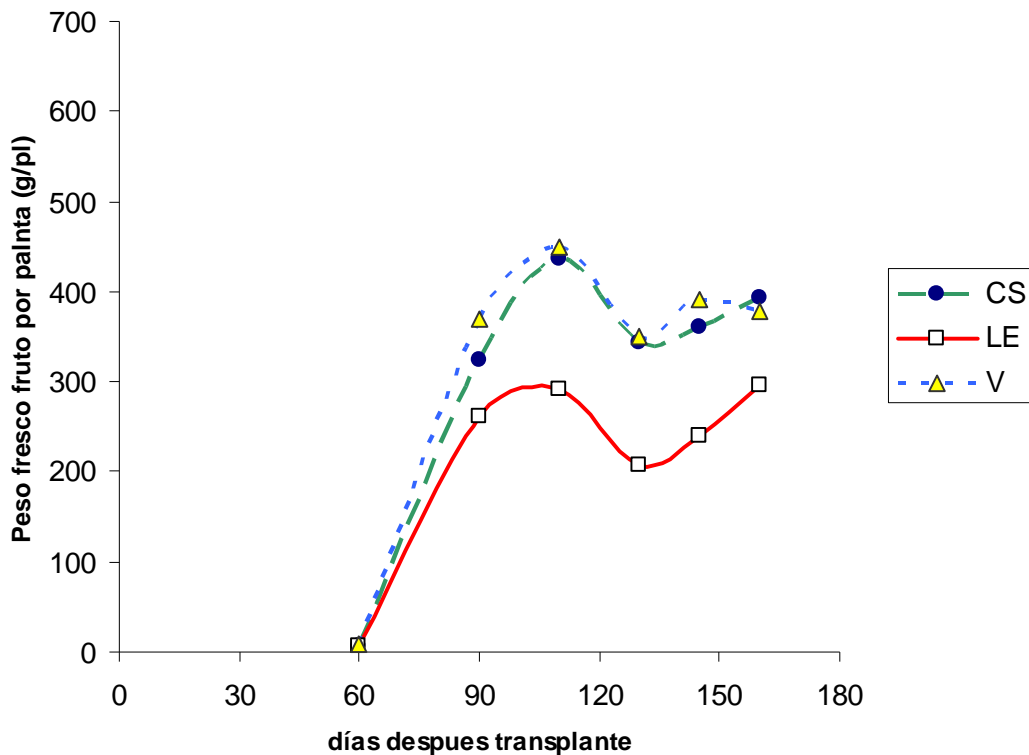


Figura No. 16. Evolución del peso fresco de frutos por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.2.4.3. Peso Fresco de tallo y hojas por planta

Ambas variables mostraron diferencias significativas entre densidades ($p < 0,05$) para las fechas 110, 130, 145 y 160 días después de transplante (Figura No. 17). Las plantas a 3,6 plantas/m² presentaron mayor PF de tallo y de hojas que a 5,7 plantas/m², en correspondencia con las diferencias en PF total. No se detectaron diferencias entre cultivares o interacción de cultivar por densidad.

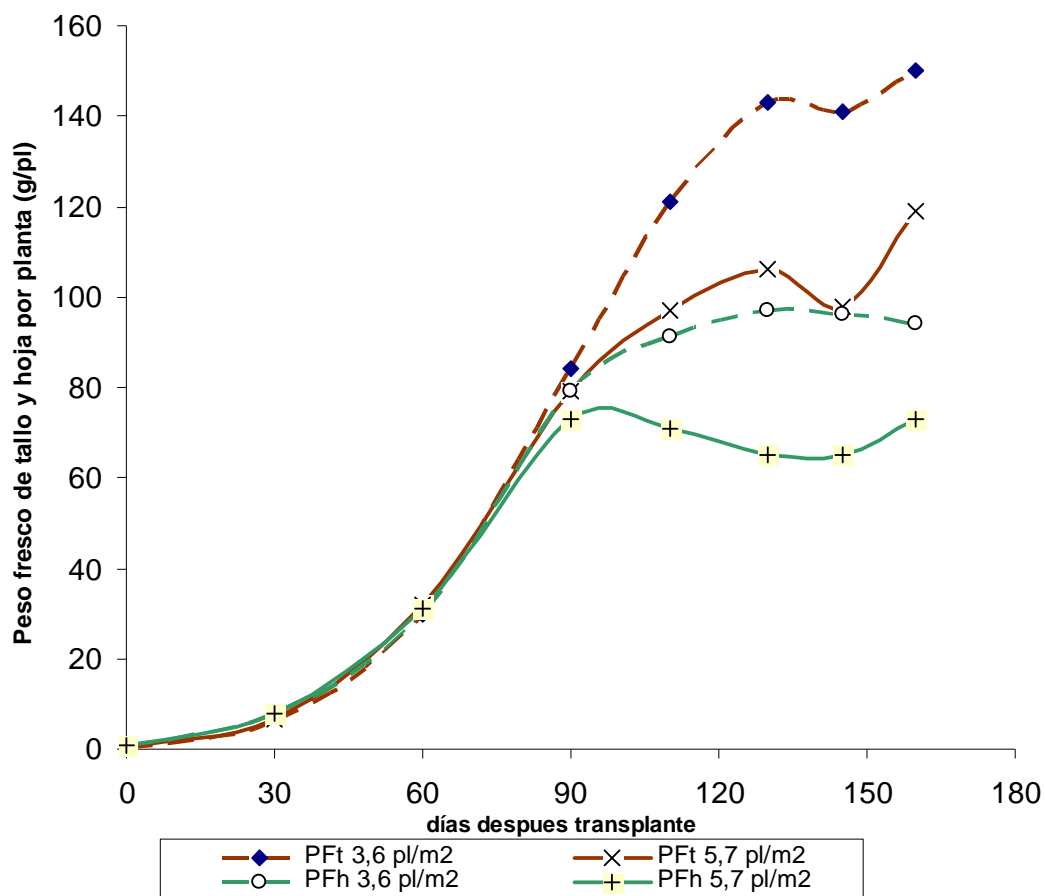


Figura No. 17. Evolución del Peso Fresco de tallo (PFt) y Peso Fresco de hojas (PFh) por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

4.2.5. Peso Seco (PS)

4.2.5.1. **Peso Seco total, de hojas y de tallos por planta**

Para el PS total, PS de hojas y PS de tallos por planta no se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares (Figuras No. 18 y No. 19). Se encontraron diferencias significativas entre densidades ($p < 0,05$) a los 110, 130, 145 y 160 días después del transplante donde $3,6 \text{ pl/m}^2$ tuvo mayor peso por planta que $5,7 \text{ pl/m}^2$. No se detectó interacción de densidad por cultivar.

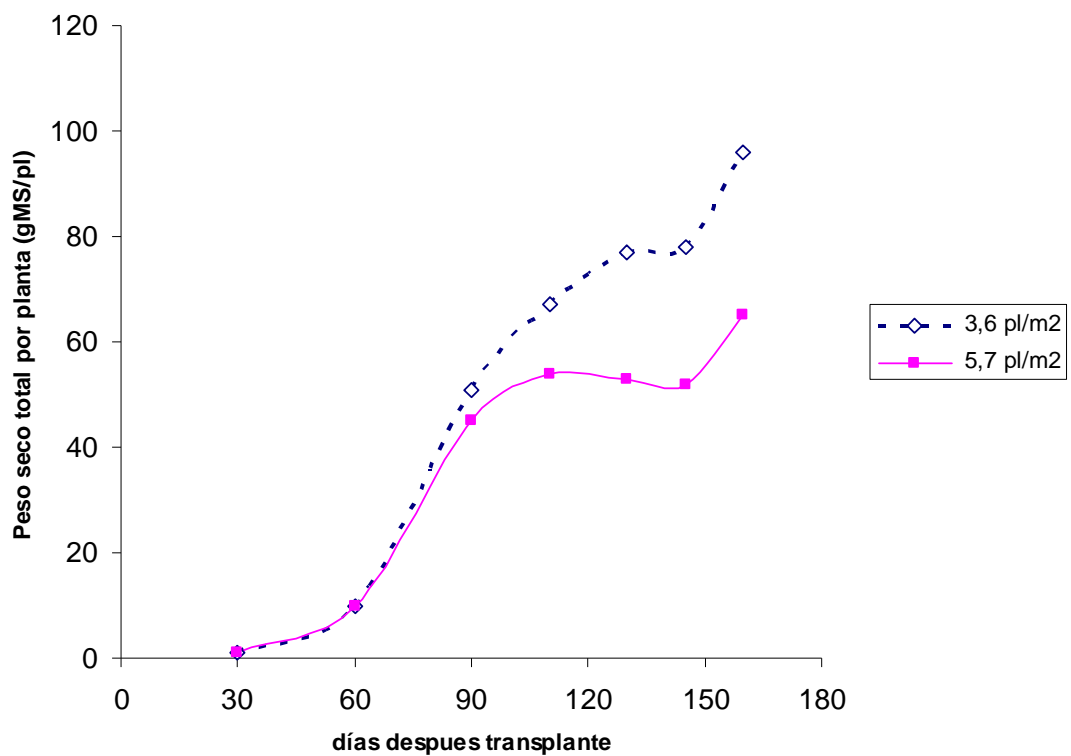


Figura No. 18. Evolución del Peso Seco total por planta según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$).

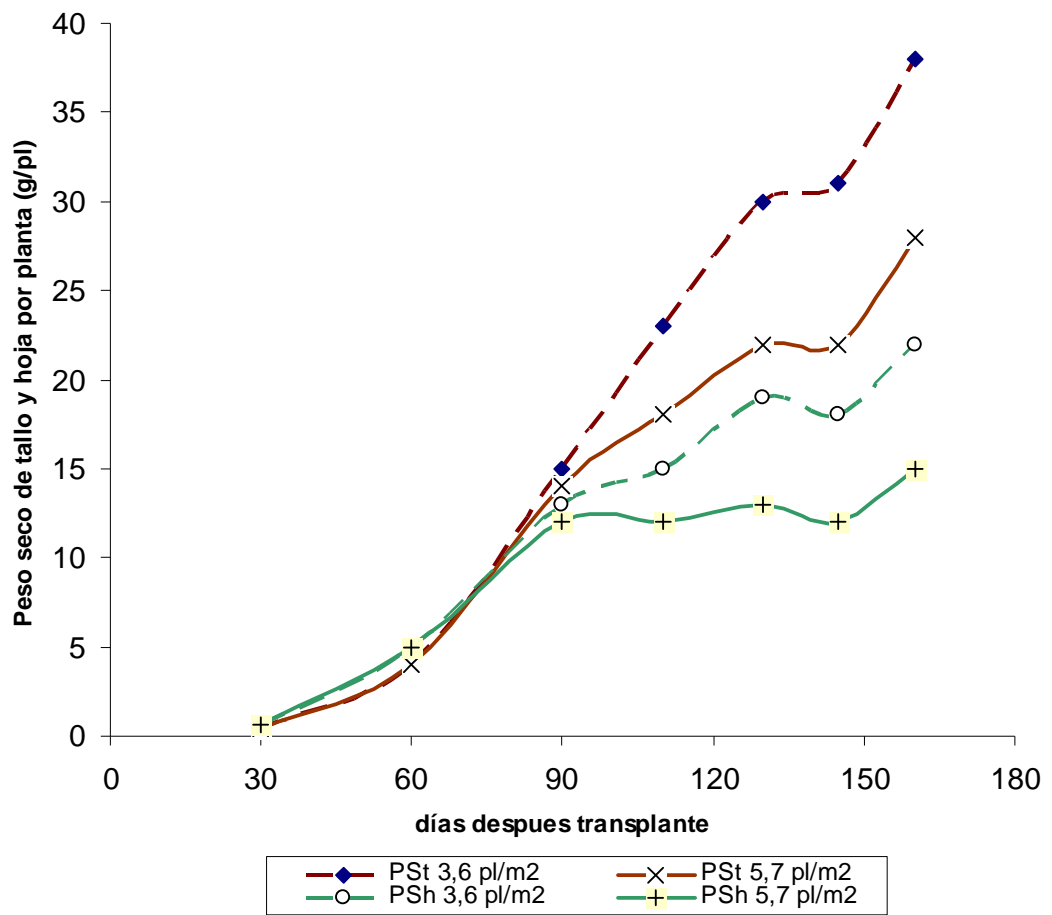


Figura No. 19. Evolución del Peso Seco de tallos (PSt) y Peso Seco de hoja (PSh) por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

4.2.5.2. Peso Seco de frutos por planta

El peso seco de frutos en crecimiento por planta mostró diferencias estadísticas entre cultivares ($p < 0,05$) a los 130 y 145 días después de transplante. Cuarentino de Salto tuvo los mayores valores, y fue significativamente diferente de La Escobilla y del híbrido Vidi F1. También se detectaron diferencias entre densidades ($p < 0,05$) a los 130, 145 y 160 días después de transplante, donde $3,6 \text{ pl/m}^2$ fue mayor que $5,7 \text{ pl/m}^2$ (Figura No.20). No se detectó interacción de densidad por cultivar.

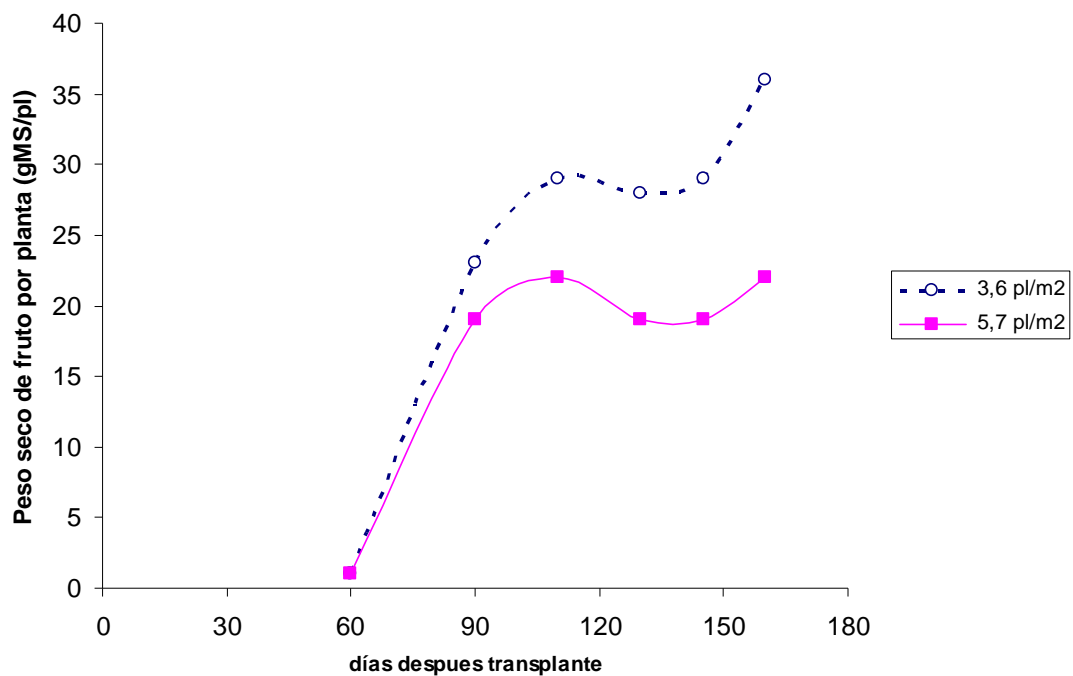


Figura No. 20. Evolución del peso seco de fruto por planta según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$).

4.2.6. Área Foliar (AF) por planta

Para el Área Foliar por planta se detectaron diferencias estadísticas entre densidades ($p < 0,05$) a los 90, 110, 130, 145 y 160 días después de transplante (Figura No. 21). El cultivo con densidad $3,6 \text{ pl/m}^2$ presentó mayor AF por planta que $5,7 \text{ pl/m}^2$. No se detectaron diferencias entre cultivares o interacción de densidad por cultivar (Figura No.22).

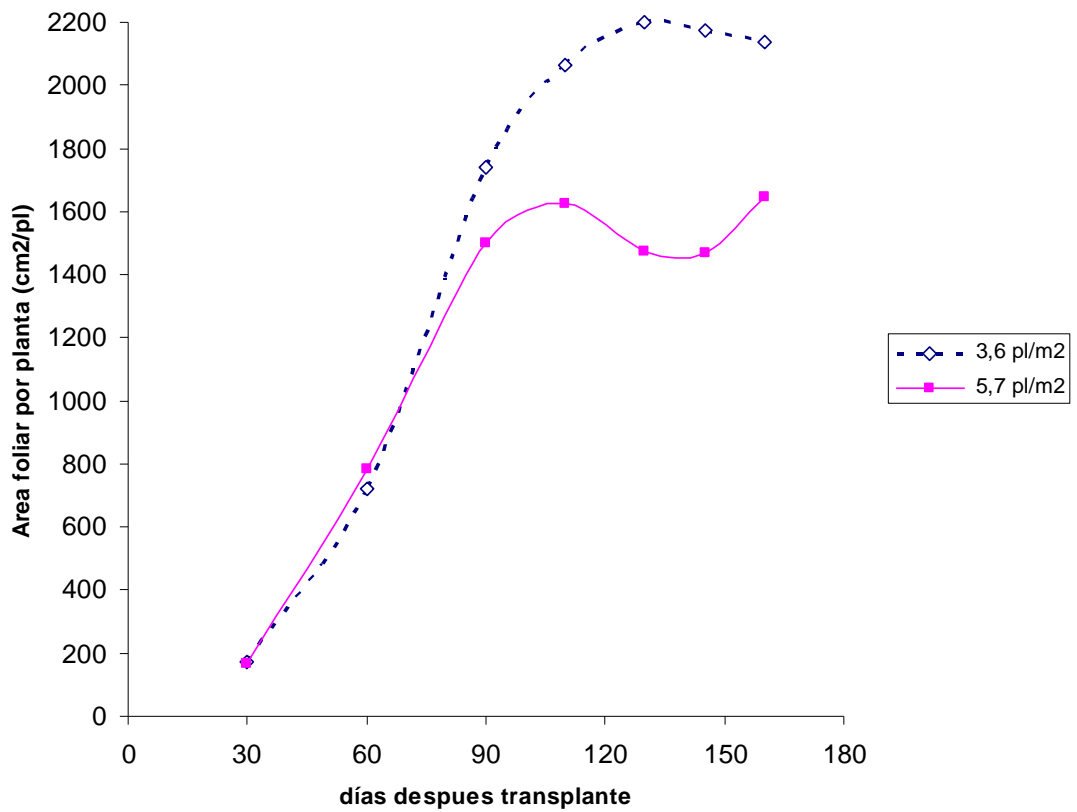


Figura No. 21. Evolución del Área Foliar (AF) por planta según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$).

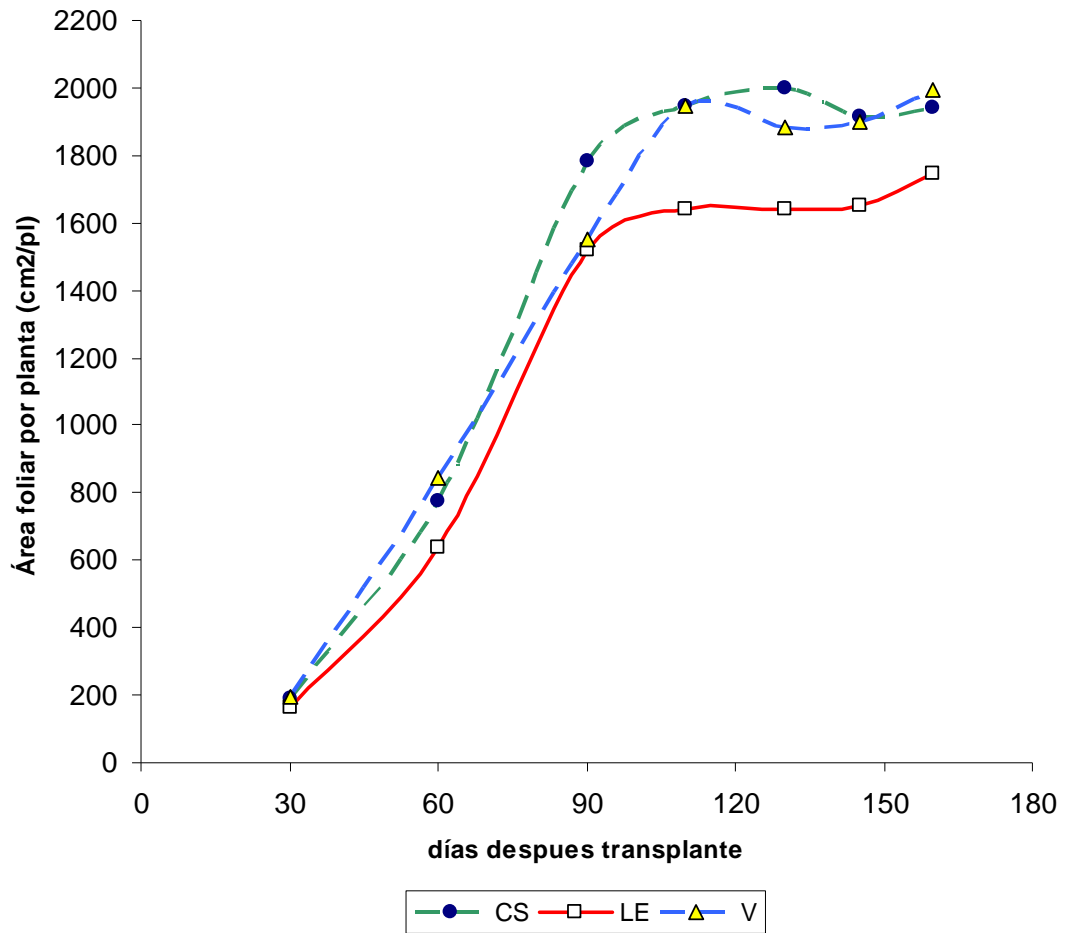


Figura No. 22. Evolución del Área Foliar (AF) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.2.7. Índice de Área Foliar (IAF)

El índice de área foliar (IAF) mostró diferencias estadísticas entre densidades para tres fechas de muestreo; esto es, a los 30, 60, y 110 días después de trasplante (con $p < 0,001$ para las primeras dos fechas y $p < 0,05$ para la cuarta fecha). El cultivo con una densidad de $5,7 \text{ pl/m}^2$ fue mayor en el IAF que el cultivo a $3,6 \text{ pl/m}^2$. No se detectaron diferencias entre cultivares. A los 90 días después del trasplante se encontró interacción de densidad por cultivar ($p < 0,05$); el efecto de la densidad sobre el IAF fue diferente para cada material genético, La Escobilla mostró un IAF similar en ambas densidades, mientras que el IAF de Cuarentino de Salto y de Vidi F1 presentó diferencias estadísticas entre densidades.

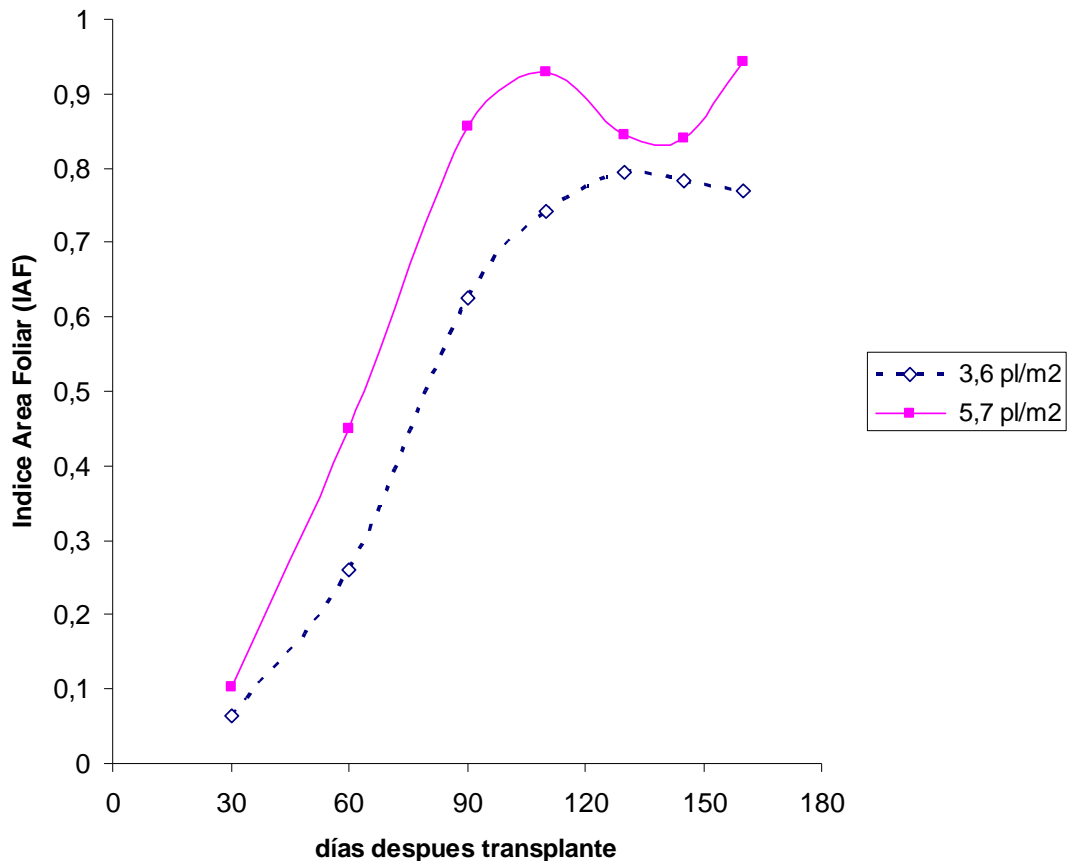


Figura No. 23. Evolución del Índice de Área Foliar (IAF) por planta según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$)

4.2.8. Área Foliar Específica (AFE)

Para el Área Foliar Específica (AFE) no se encontraron diferencias estadísticas entre cultivares ni entre densidades. Tampoco se detectó interacción de cultivar por densidad.

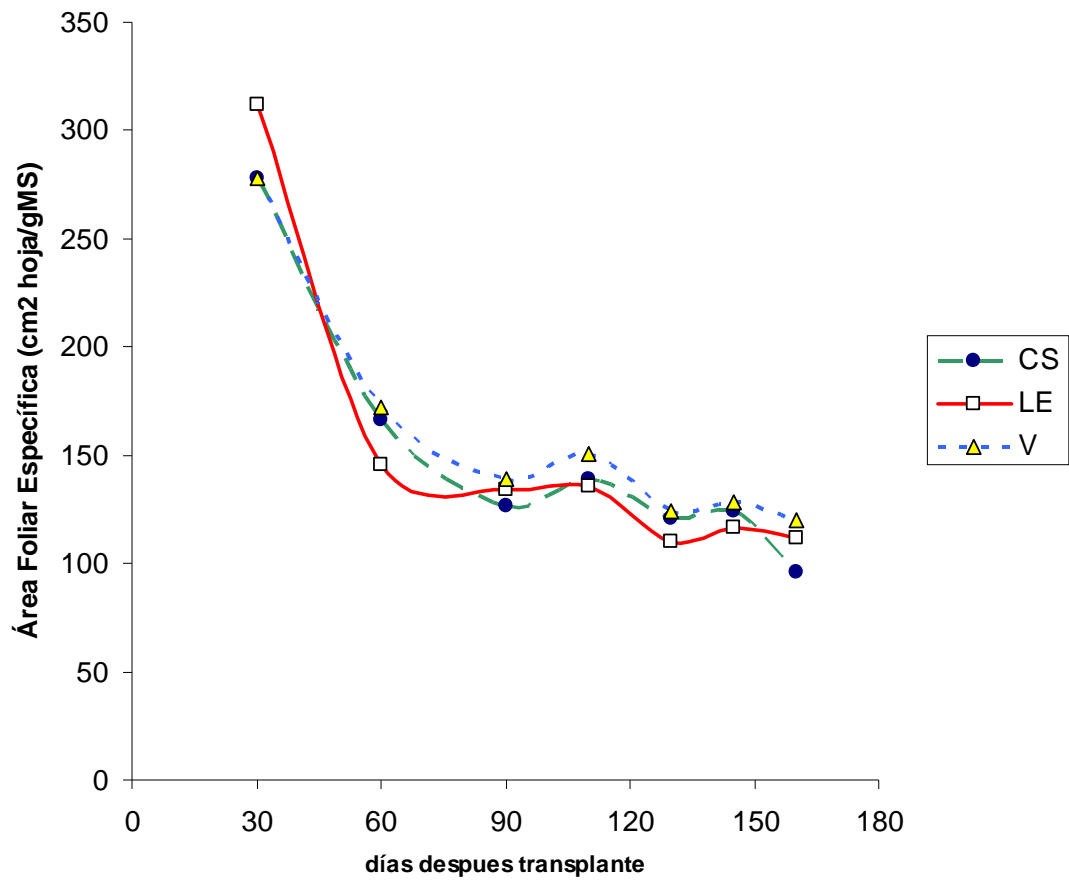


Figura No. 24. Evolución del Área Foliar Específica (AFE) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.2.9. Regresión entre Duración Área Foliar (DAF) y rendimiento total por planta

Se analizó la regresión de la Duración del Área Foliar (DAF) sobre el rendimiento total por planta (Figura No. 25), el rendimiento comercial y la materia seca total. La DAF se calculó como la integral de la curva de evolución del AF, estimada a partir de los puntos de muestreos. El rendimiento total por planta tuvo una correlación con el DAF de $R^2=0.95$, con la materia seca acumulada en fruto $R^2=0.90$, y con la materia seca total $R^2=0.90$.

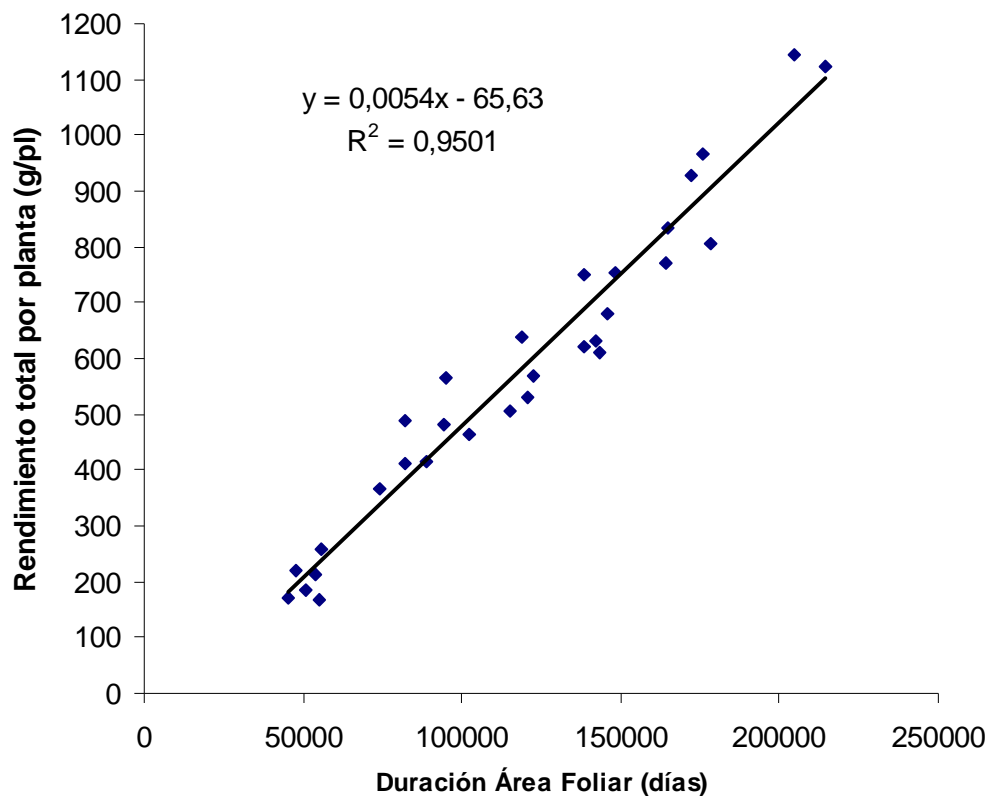


Figura No. 25. Regresión entre Duración Área Foliar (DAF) y Rendimiento Total (gr/pl) por planta para el periodo de cosecha. Las regresiones se calcularon para cada una de las seis combinaciones de material genético y densidad, para la producción acumulada hasta cada uno de los cinco momentos de cosecha ($n = 30$).

4.3. EVALUACIÓN DE LA ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA

La variable *Materia Seca acumulada* (analizada en los numerales 4.3.1 a 4.3.5), se estimó como la materia seca evaluada en cada muestreo de crecimiento más la cosecha acumulada (frutos) hasta ese momento. Por lo tanto, el peso de hojas y de tallos es el mismo que para la evaluación de peso seco (numerales 4.2.5 y 4.3.6), mientras que difieren en el peso de frutos y por tanto en la partición de materia seca a los frutos.

4.3.1. Acumulación de Materia Seca por planta

La acumulación de materia seca por planta mostró diferencias significativas entre densidades a los 90, 110, 130, 145 y 160 días después transplante (con $p < 0,05$ para las primeras tres fechas y $p < 0,001$ para las dos fechas restantes) (Figura No. 26). La densidad de 3,6 pl/m² fue mayor que 5,7 pl/m². No se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares (Figura No. 28), ni interacción cultivar por densidad.

4.3.2. Acumulación de Materia Seca en frutos por planta

La acumulación de materia seca en frutos por planta mostró diferencias significativas entre densidades a los 90, 110, 130, 145 y 160 días después transplante (con $p < 0,05$ para la primera fecha y $p < 0,001$ para las cuatro fechas restantes) (Figura No. 27). El cultivo con densidad a 3,6 pl/m² fue mayor que 5,7 pl/m². No se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares (Figura No. 28), ni interacción cultivar por densidad.

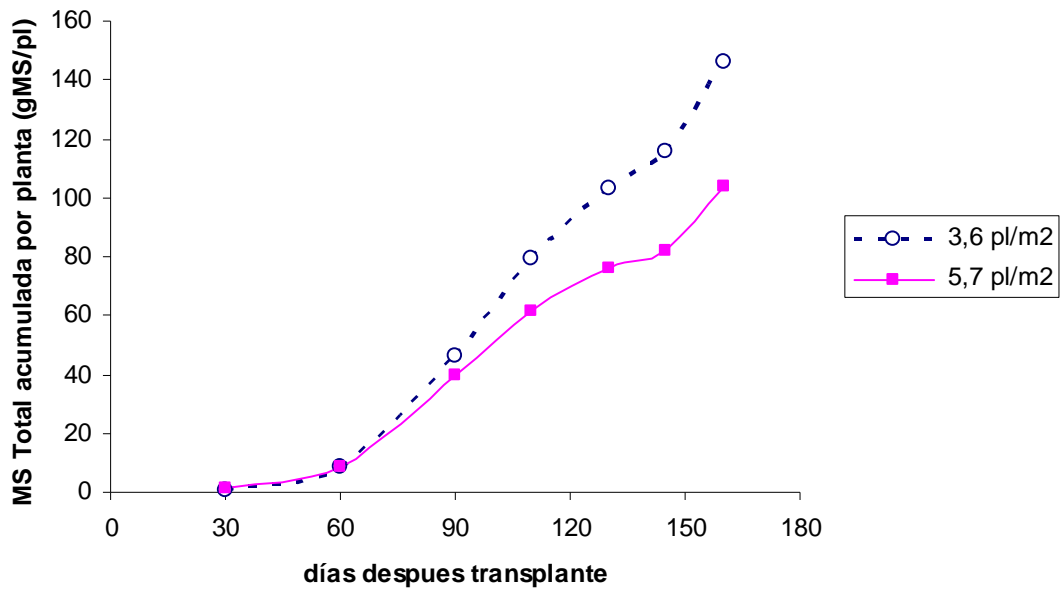


Figura No. 26. Evolución de Materia Seca acumulada por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

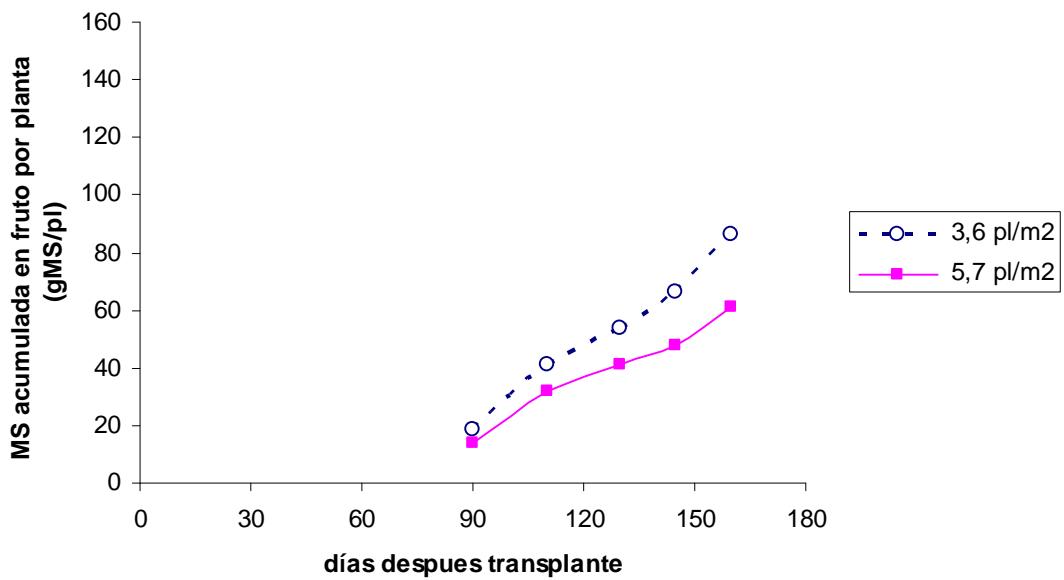


Figura No. 27. Evolución de Materia Seca acumulada en fruto por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²)

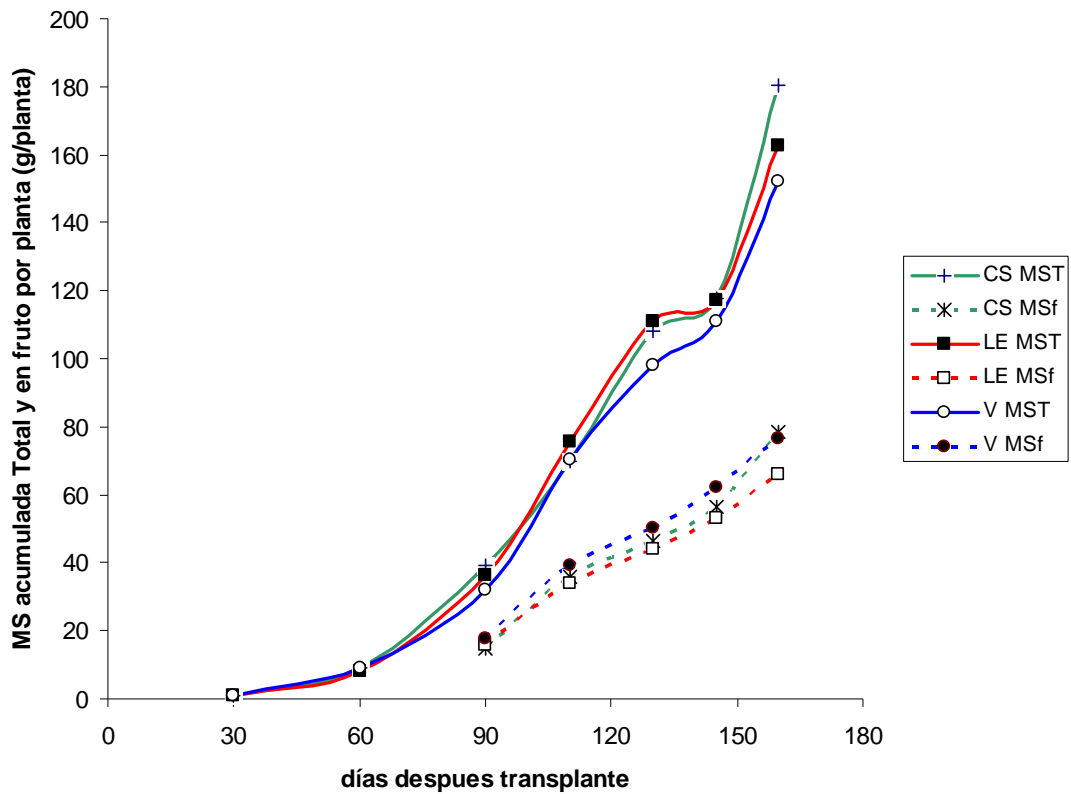


Figura No. 28. Evolución de Materia Seca acumulada total (MST) y Materia Seca en frutos (MSf) por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.3.3. Acumulación de Materia Seca total por superficie

La acumulación de materia seca por superficie mostró diferencias significativas entre densidades a los 30, 60, 90 y 110 días después transplante (con $p < 0,001$ para las primeras dos fechas y $p < 0,05$ para las restantes fechas) (Figura No. 29). La densidad de $5,7 \text{ pl/m}^2$ fue mayor que $3,6 \text{ pl/m}^2$. No se detectaron diferencias estadísticas entre cultivares, ni interacción cultivar por densidad.

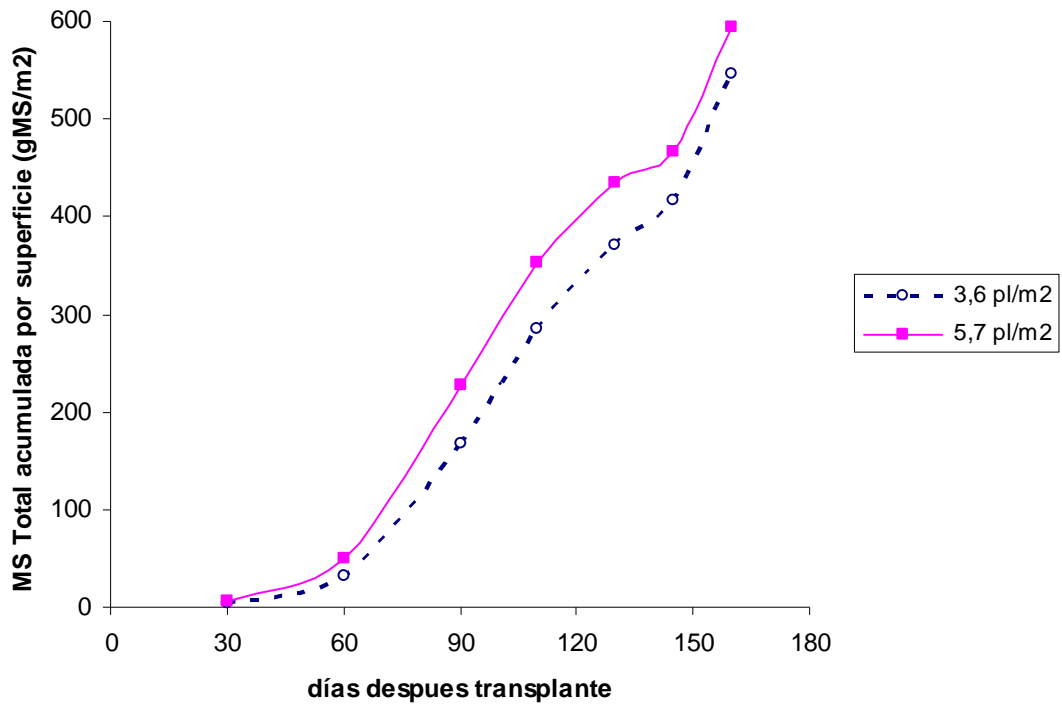


Figura No. 29. Evolución de Materia Seca acumulada por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²)

4.3.4. Acumulación de Materia Seca en frutos por superficie

La acumulación de materia seca en frutos por superficie mostró diferencias significativas entre densidades ($p < 0,05$) a los 90, 110, 130, 145 y 160 días después transplante. La densidad de 5,7 pl/m² tuvo mayor acumulación de MS a los frutos por unidad de superficie que la densidad de 3,6 pl/m² (Figura No. 30). Se encontraron diferencias estadísticas entre cultivares ($p < 0,05$) solo a los 160 días, donde el híbrido Vidi F1 y Cuarentino de Salto fueron iguales entre si y superiores a La Escobilla (Figura No. 31). No se detectó interacción cultivar por densidad.

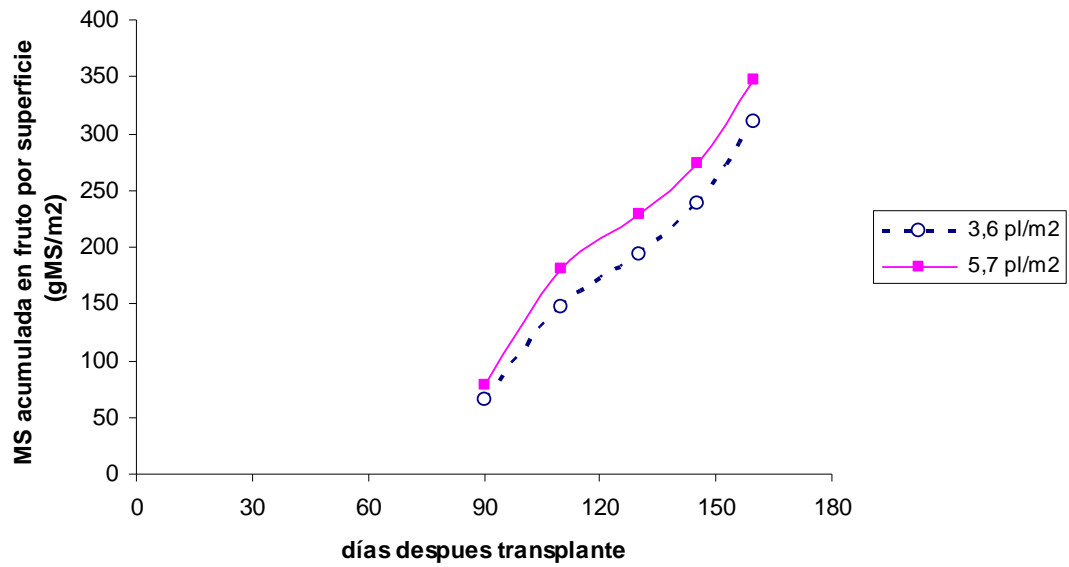


Figura No. 30. Evolución de Materia Seca acumulada en frutos por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

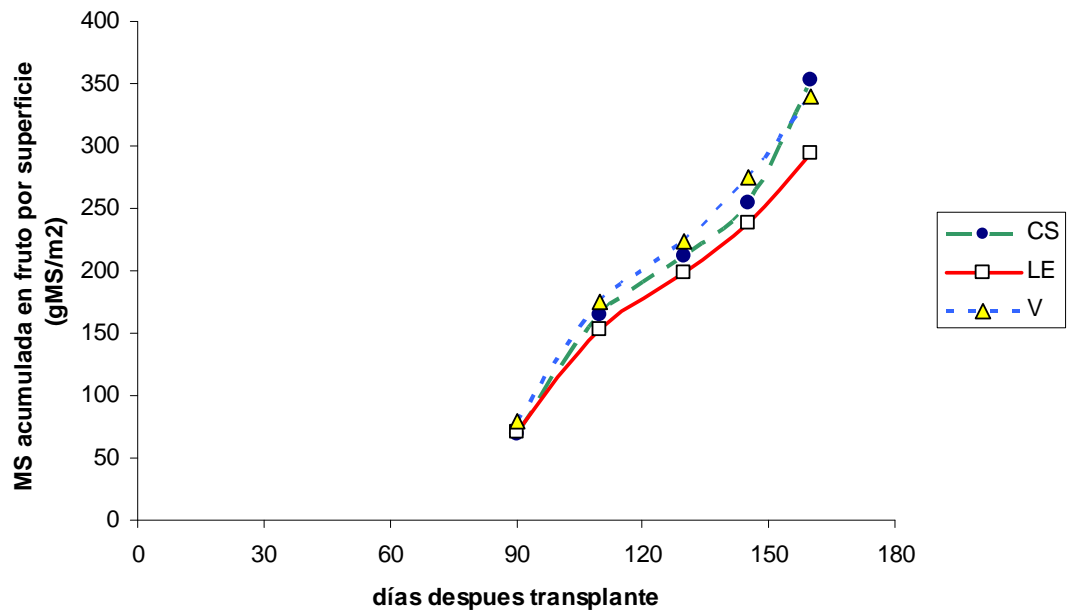


Figura No. 31. Evolución de Materia Seca acumulada en frutos por superficie según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.3.5. Partición de la Materia Seca acumulada por planta

No se detectaron diferencias entre densidades en la partición de la materia seca acumulada a la parte aérea de la planta (Figura No. 32). Sin embargo se detectaron diferencias entre cultivares a partir de los 90 ddt que se presentan por el índice de partición a los frutos (Figura No. 33). La partición de MS acumulada a los frutos tuvo valores con incrementos decrecientes, desde 35-52% al inicio del período de cosecha, hasta 59% en el final del ensayo. No se encontró interacción de cultivar por densidad.

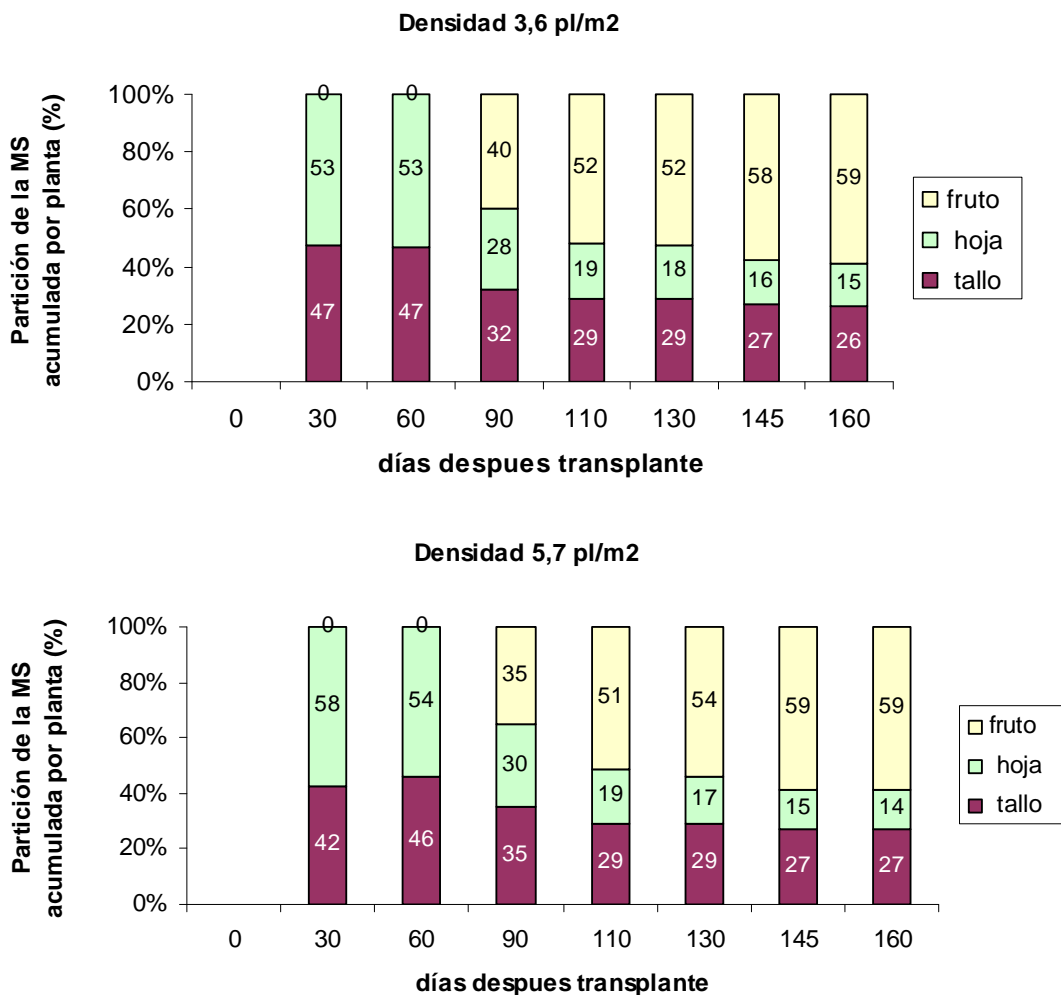


Figura No. 32. Evolución de la partición de la MS acumulada por planta a los distintos órganos aéreos según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

4.3.6 Partición de la Materia Seca acumulada a fruto

Se detectó diferencia entre cultivares en todas las fechas de cosecha (con $p < 0,001$ para la primer, cuarta y quinta fecha, y $p < 0,05$ para la segunda y tercer fecha). El híbrido Vidi F1 tuvo mayor partición de MS acumulada a los frutos que las dos poblaciones locales (Figura No. 33). No se encontraron diferencias significativas entre densidades ni interacción cultivar por densidad.

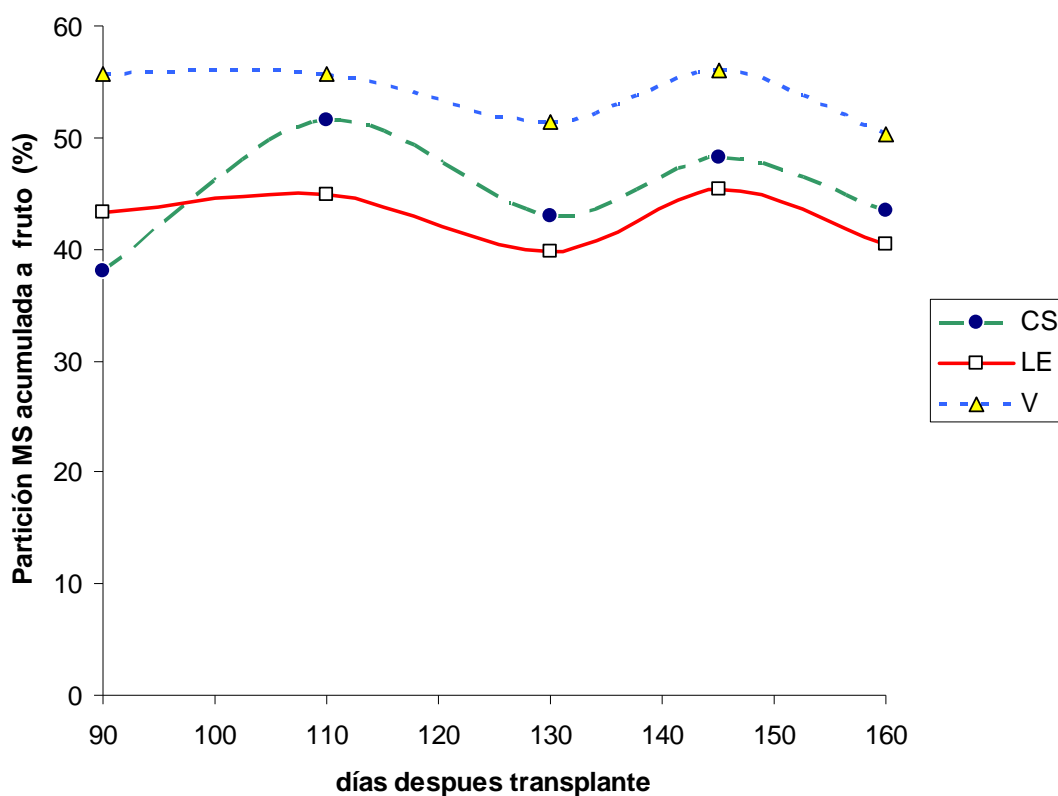


Figura No. 33. Evolución de la partición de la MS acumulada a los frutos por planta, según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

4.3.7. Índice de partición de Materia Seca por planta

Este índice representa la distribución porcentual de la materia seca de la planta en cada momento de muestreo. Para los muestreos a los 90, 110, 130, 145 y 160 días después del trasplante, comprende los frutos en crecimiento más la cosecha comercial realizada en ese momento. La partición hacia los frutos tiene un máximo de 44-41% a los 90-110 días después del trasplante (Figura No.34). Posteriormente, a partir del muestreo a los 130 días, la partición hacia los frutos fue estable en 34-35% hasta el final del ciclo.

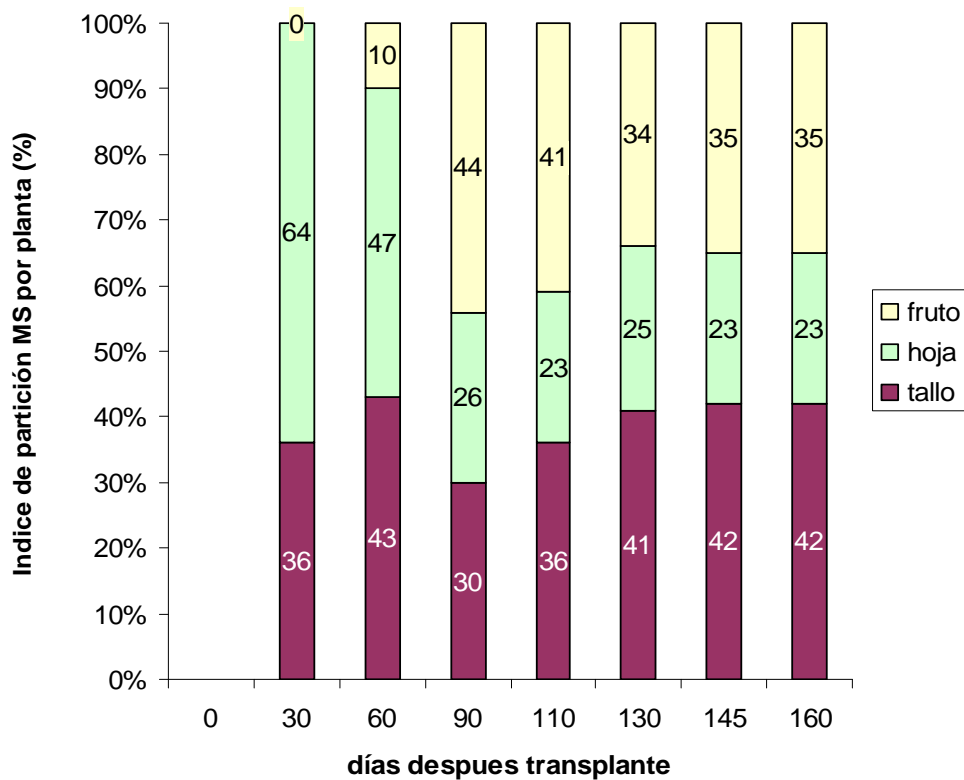


Figura No. 34. Evolución del Índice de partición de MS según órgano de la parte aérea.

4.3.8. Tasa de crecimiento por planta y por superficie

Para el cultivo a una densidad de 3.6 pl/m², la tasa de crecimiento por planta (g MS/d) fue mayor que a la densidad de 5.7 pl/m² (Figura No. 35). En cambio, la tasa de crecimiento por unidad de superficie en el cultivo a una densidad de 5.7 pl/m² fue mayor que a 3.6 pl/ m².

Para las dos variables, todos los tratamientos presentaron valores crecientes hasta un máximo a los 100-110 días, a partir del cual bajó a los 145 días, y aumentó nuevamente en el último muestreo a los 160 días. En este sentido, las tasas de crecimiento por planta o por superficie, siguieron la evolución de las curvas de cosecha.

4.3.9. Tasa de crecimiento relativa por planta y por superficie

Se calcularon los valores de la tasa de crecimiento relativa ($\text{mg MS} \cdot \text{g}^{-1}\text{MS} \cdot \text{d}^{-1}$) por planta y por superficie para las densidades estudiadas (Figura No. 36). Hasta los 90-110 días después del trasplante, el período previo al inicio de cosecha, la tasa de crecimiento relativa por planta tiende a ser mayor a la densidad de 3.6 pl/m², mientras que la tasa de crecimiento relativa por superficie tiende a ser mayor a la densidad de 5.7 pl/m².

Para todos los tratamientos los valores máximos en las tasas de crecimiento relativas se obtuvieron en el primer muestreo inmediatamente después del trasplante. Evolucionaron en forma decreciente hasta el muestreo a los 145 días, y subieron en el muestreo final a los 160 días.

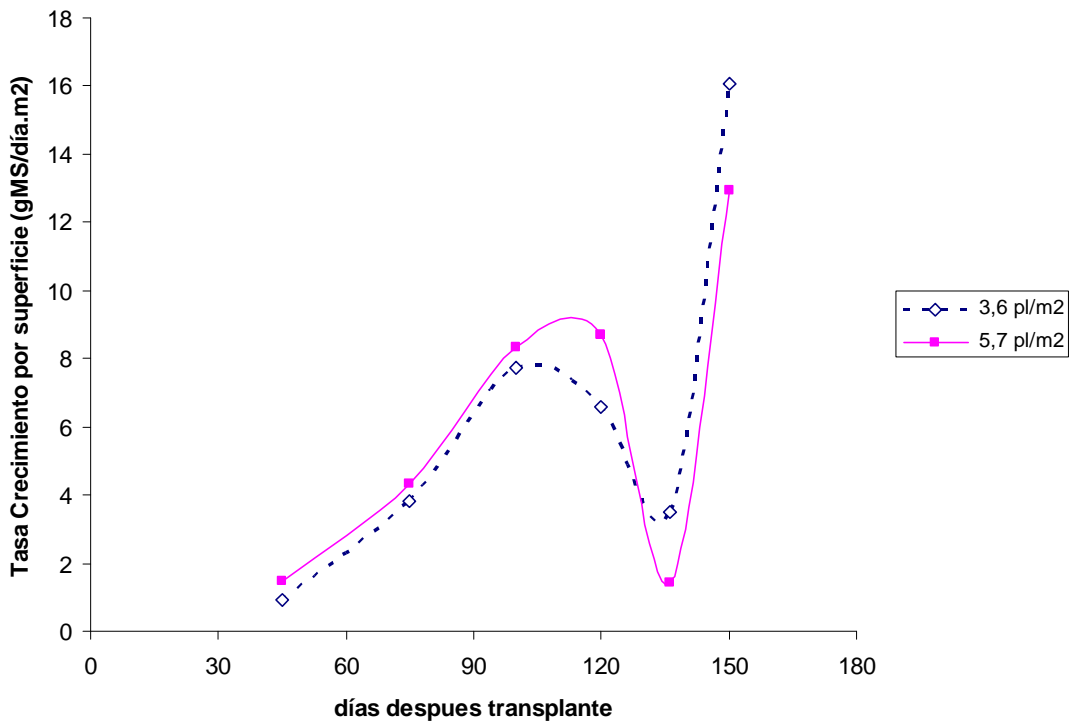
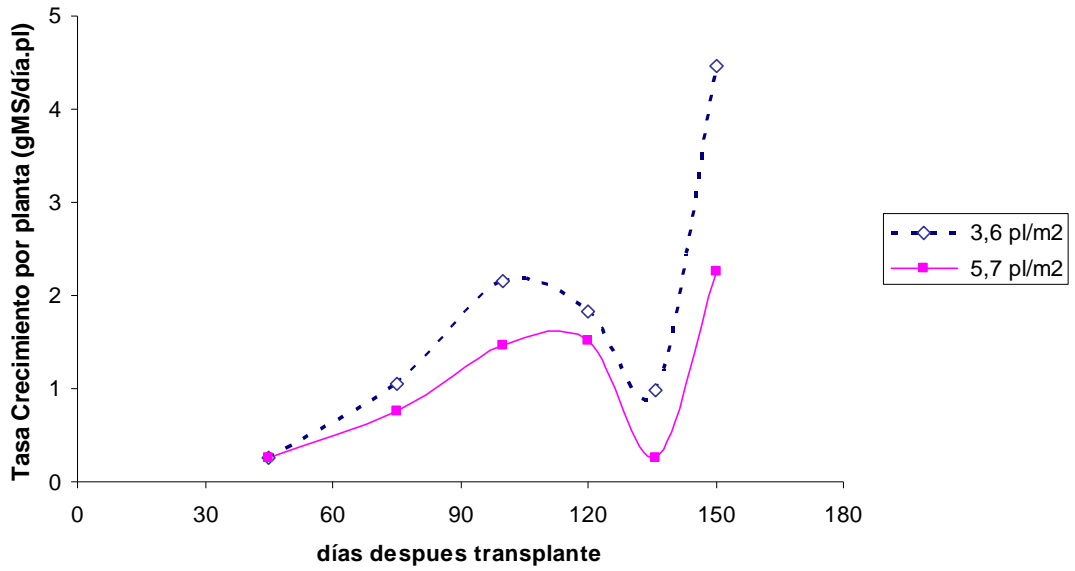


Figura No. 35. Evolución de la tasa de crecimiento (g MS/d) por planta y por superficie según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

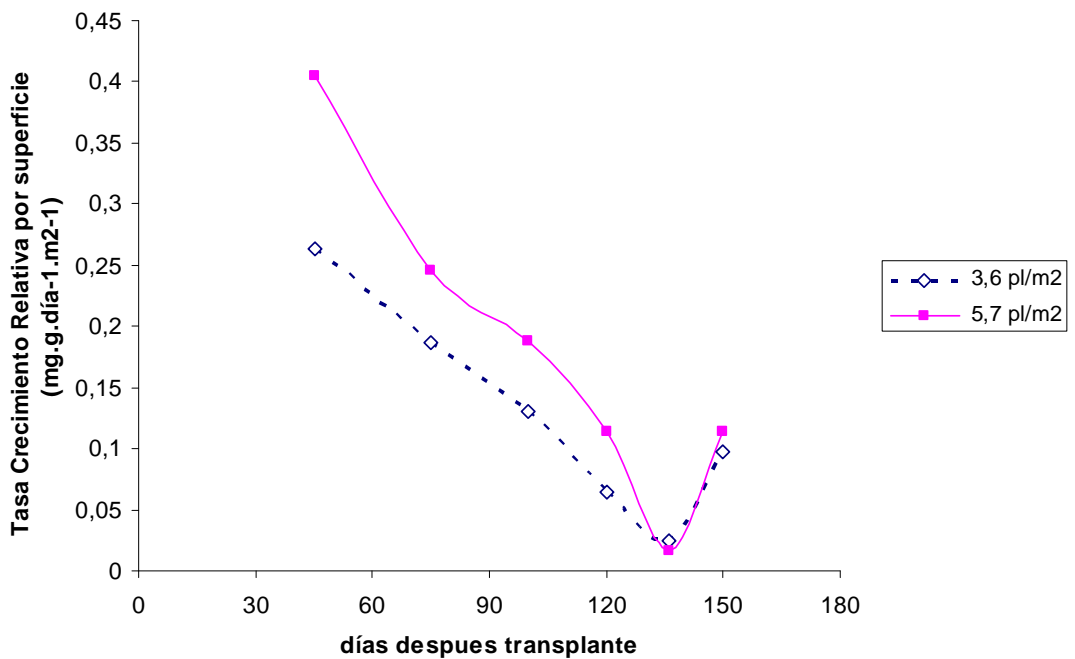
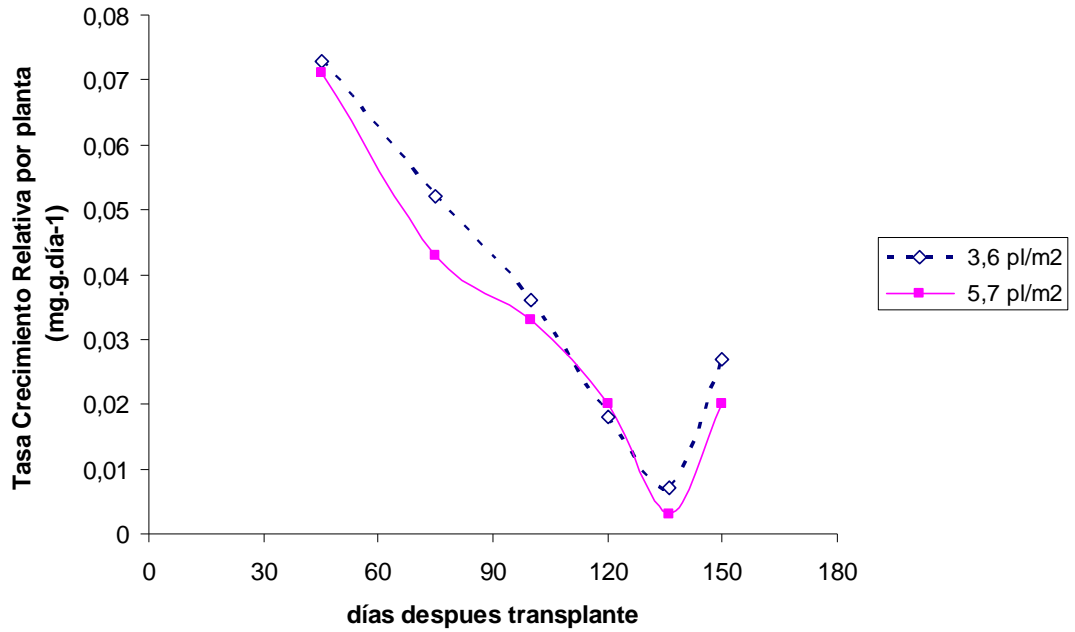


Figura No. 36. Evolución de la tasa de crecimiento relativa ($\text{mg MS} \cdot \text{g}^{-1} \text{MS} \cdot \text{d}^{-1}$) por planta y por superficie, según densidad de plantación ($3,6$ y $5,7 \text{ pl/m}^2$).

5. DISCUSIÓN

5.1 EVALUACIÓN PRODUCTIVA

En este ensayo donde se dieron buenas condiciones para el cultivo de morrón y no hubo problemas climáticos, de plagas o enfermedades, todos los materiales presentaron buen rendimiento comercial (22 Mg/ha en promedio). Se destacó el híbrido Vidi F1 que por planta produjo casi lo mismo en ambas densidades, mostrando su mayor flexibilidad en condiciones de mayor competencia entre plantas que las poblaciones locales. Estas condiciones muy favorables son más similares a las condiciones donde se desarrollan los materiales importados por lo cual permitieron que expresaran su mayor potencial. Algo más a tener en cuenta, es que el híbrido Vidi F1 utilizado en este experimento como testigo es un material probado productivamente, con muy buenas características de planta, rendimiento y calidad de fruta para producciones a campo; en otras palabras, la comparación es en relación con un potencial o un material a priori con mejores características que las poblaciones locales.

La superioridad productiva de las poblaciones locales encontrada por Galván et al. (2000) se podría observar en condiciones adversas de cultivo (años muy lluviosos, secos o con problemas de enfermedades o de plagas). El rendimiento y crecimiento de las poblaciones locales sería más estable en una serie de temporadas y no depende tanto del efecto año.

El material moderno Vidi F1 se mostró significativamente más productivo que las poblaciones locales Cuarentino de Salto y La Escobilla. Estas últimas no se diferenciaron entre sí (Anexo 1 Cuadro No.1). Esta superioridad productiva del híbrido Vidi F1 se encontraría basada en su mayor habilidad para particionar hacia los frutos (mayor fuerza de fosa de los frutos) (Figura No. 33). En cambio, si bien existió una tendencia, en otras características no se diferenció significativamente de los materiales locales: en el área foliar por planta (Figura No. 22), en el IAF, o en la cantidad total de materia seca acumulada por planta (Figura No. 28). Además, tuvo menor contenido relativo de materia seca en fruto (Anexo 3), por lo que con la MS particionada a los frutos generó mayor cantidad de peso fresco y por lo tanto mayor rendimiento que los materiales locales.

La mayor fuerza de fosa de Vidi F1 podría sustentarse en el mayor tamaño de frutos (mayor número de células por fruto). Sin embargo, la mayor diferencia (significativa) es en el peso fresco, lo que estaría dado por un mayor tamaño de células, y que implicaría un balance hormonal u otras diferencias fisiológicas que determinan la mayor partición a los frutos.

Al aumentar la densidad de plantación (disminuyendo la distancia entre plantas en una misma fila) se incrementó el rendimiento total por superficie de todos los materiales. Este aumento en los rendimientos por unidad de superficie en este ensayo se explica principalmente por un aumento en el número de plantas, y en menor medida por un aumento en el peso medio de los frutos, ya que la producción por planta decreció significativamente al aumentar la densidad (Anexo 1 Cuadro No.1). Este aumento en el número de plantas incrementó el área foliar del cultivo. Por lo tanto, aumentó la DAF, interceptando una mayor cantidad de radiación solar lo que se traduce en una mayor producción de biomasa.

Para el rendimiento comercial se detectó interacción de cultivar por densidad. El híbrido Vidi F1 y La Escobilla se comportaron mejor a mayor densidad ($5,7 \text{ pl/m}^2$), incrementado 80% y 32% el rendimiento comercial respectivamente, mientras que para Cuarentino de Salto el incremento de la densidad no representó una mejora significativa en el rendimiento comercial. A la densidad de $3,6 \text{ pl/m}^2$ no se registraron diferencias entre cultivares (Anexo 1 Cuadro No. 1). El importante incremento en el rendimiento comercial en el híbrido, se explica porque a la menor densidad probada tuvo un mayor porcentaje de descarte.

Los valores de rendimiento comercial en porcentaje para este experimento se encontraron entre 50 y 62%, es decir que cerca del 50 % de los frutos que produce una planta no llegó a tener valor comercial. Considerando que al no realizarse la clasificación según calidades de la fruta se siguió un criterio muy exigente en la fruta considerada como comercial, dejando solo la fruta de mayor calidad (lo que podría considerarse una primera y segunda).

Las principales causas de descarte para las condiciones de cultivo que se dieron en este ensayo fueron el quemado de fruta por el sol, podredumbre apical y fruta deforme. Los descartes por síntomas de virus y por podredumbres húmedas (ocasionadas por bacterias) no fueron significativos, y aparecieron al final del cultivo. Estos resultados coinciden con los reportados por Galván et al. (2000). En este ensayo hubo problemas en la primera cosecha con Cuarentino de Salto, que sufrió deshidratación de la fruta; para este material en producciones de verano habría que ajustar mejor el momento de

cosecha, que debería ser más frecuente. Si ponderamos la importancia del descarte en cada cosecha vemos que el mayor descarte se produjo cuando había mayor cantidad de frutos (2 y 5 cosecha), que es el momento donde se da la mayor competencia entre los distintos órganos de la planta por agua, nutrientes minerales y fotosintatos. La estrategia de cosechar cada 15 o 20 días tiene la desventaja de dejar más tiempo sobre la planta fruta que no tiene calidad comercial y que se puede sacar en etapas más tempranas si se realizaran cosechas semanales. De esta manera disminuiría la cantidad de asimilados que se pierden y se estimularía el cuajado de nuevos frutos, aumentando de esta manera la fracción comercial.

En lo que tiene que ver con la calidad externa de la fruta, los tres cultivares presentaron frutos del tipo lamuyo o rectangulares (más largo que ancho) de dimensiones parecidas (15 cm x 10 cm). La Escobilla tiene características más similares al híbrido en la forma y color del fruto. Sin embargo, difieren en el espesor del pericarpio. El híbrido Vidi F1 presentó el mayor espesor, seguido por La Escobilla y en último término Cuarentino de Salto (observaciones durante las evaluaciones de las cosechas, no cuantificadas). También hay alguna diferencia en la forma de los frutos, donde el híbrido Vidi F1 y La Escobilla presentaron una fruta rectangular con los cuatro cascos bien marcados y superficie más bien lisa, de un color final rojo oscuro (bermellón); en tanto, Cuarentino de Salto presentó una fruta rectangular pero de 3 o 4 cascos y una superficie algo ondulada con un color final rojo-anaranjado (rojo carmín).

Se detectó interacción de densidad por cultivar en el peso medio de fruto comercial, diferenciándose el híbrido Vidi F1 de La Escobilla y de Cuarentino de Salto, que no se modificaron por la densidad (Figura No. 5). La mayor densidad estudiada registró valores superiores estadísticamente de peso medio de fruto comercial y descarte pero fue significativo en el híbrido, mientras que en las poblaciones locales casi no tuvo importancia (Anexo 1 Cuadros No.1 y No. 2). Este inesperado incremento en el peso medio de los frutos al aumentar la densidad, puede deberse a condiciones de microclima dadas por un mayor sombreado del suelo o una mejor relación raíz - parte aérea, las cuales mejorarían las relaciones hídricas en la planta. También, por efecto de una menor incidencia de virosis en el cultivo a mayor densidad (Figura No. 10), que coincide con antecedentes de investigación, y que se explicaría por el comportamiento de los áfidos². Sin embargo, estas diferencias solo se dieron para una sola fecha de cosecha (Figura No.6) y para los datos recolectados de la parcela comercial, dado que en la parcela fisiológica no se detectaron estas diferencias entre densidades.

² Gepp, V. 2007. Com. personal

En lo que tiene que ver con la evolución del peso medio de fruta comercial se puede observar (Figura No. 6) que el material moderno Vidi F1 supera en todas las cosechas los 120 g/fruto, que es el indicador de pasar de un fruto pequeño a un fruto mediano según las normas de comercialización del Mercado Modelo (Gemelli et al., 2004). De esta manera se logra un mejor precio por el producto. El material local que tiene mayor potencial para lograr ese peso medio es La Escobilla, mientras que Cuarentino de Salto le es difícil llegar a esos valores luego de la segunda cosecha (110 días después del trasplante).

Por otro lado, se pudo observar que el peso medio de todos los materiales disminuye hacia la segunda y tercer cosecha, pero que sin embargo, a partir de la cuarta y sobre todo en la quinta cosecha se incrementa nuevamente. En la quinta cosecha hay mayor cantidad de fruta presente que en la cosecha 3 y 4, sin embargo el peso promedio es mayor. Esto significa que el peso por fruto para un mismo cultivar y dentro de una temporada no solo está determinado por el número de frutos creciendo y el área foliar disponible, sino por las condiciones de cultivo presentes en ese momento (Guzman, citado por Mendez, 2004). Las condiciones ambientales en enero y febrero, que es cuando cuajaron y crecieron los frutos de la 3ª y 4ª cosecha hacen que tengan una mayor tasa de desarrollo por efecto de una mayor temperatura promedio para ese período y de esta manera alcanzan la madurez fisiológica con un menor peso promedio. De esta manera, las condiciones de temperaturas en un cultivo a campo durante los meses más cálidos ejercen un efecto negativo sobre el peso final de los frutos que cuajan e inician su crecimiento bajo esas condiciones.

La curva de cosecha obtenida en este ensayo (Figura No. 7) es similar a la obtenida por Galván et al. (2000) en cultivo de verano a campo, y por Ferrero et al. (1999), bajo invernáculo sin calefacción en Argentina. Se observó un primer pico productivo a mediados de febrero (en este ensayo segunda cosecha), luego se produce un descenso en la tercer y cuarta cosecha, llegando en esta última a un mínimo productivo. Finalmente, comenzaba un segundo pico productivo en la quinta cosecha a mediados del mes de abril cuando finalizó el ensayo. Todos los materiales en las dos densidades probadas presentaron el mismo modelo de curva. Este comportamiento en la curva de cosecha puede explicarse por un marcado cuajado de los primeros frutos en el primer y segundo nudo de la planta, que luego crecen y maduran inhibiendo fuertemente el cuajado y crecimiento de nuevos frutos. Una vez que se retiran estos frutos en una primera (90 ddt) y segunda (110 ddt) cosecha quedan pocos frutos en la planta para las siguientes cosechas (130 y 145 ddt). Esto permite el cuajado de nuevas flores, que se traduce en una nueva camada de frutos creciendo, lo que genera un nuevo pico productivo en la quinta cosecha (160ddt).

Una medida de manejo para contrarrestar este comportamiento, de forma tal de tener una producción mas constante, sería el raleo de algunos frutos en el primer y segundo nudo, o dejando algunos tallos con frutos y otros no, lo que posibilita el cuajado mas escalonado en el tiempo. Otra medida sería realizar siembras escalonadas (2 o 3) cada 15-20 días de manera de que los picos entre siembras se complementen en el tiempo estabilizando los volumen producidos a lo largo de toda la estación. Estas medidas servirían para el caso de un cultivo de estación. Por el contrario, en un cultivo para precocidad deberíamos tratar de obtener el máximo de producción en las dos primeras cosechas. El raleo de frutos de los primeros nudos, además de atrasar la cosecha y tener un costo en mano de obra, puede disminuir el rendimiento total por planta porque disminuye la fosa de la parte reproductiva. Por otra parte, y al igual que las siembras escalonadas, para lograr el mismo rendimiento el cultivo se tendría que extender en el tiempo con condiciones ambientales menos favorables, pero con la ventaja de una época con mayores precios.

Si bien se reconoce a las virosis como una de las principales limitantes de la producción de morrón en varias zonas del mundo, también en Uruguay entre productores y técnicos, se desconoce a nivel local cuales son los virus que estarían actuando y cuales son los verdaderos efectos sobre el crecimiento y la producción. De forma general, se puede decir que los síntomas más característicos encontrados en este ensayo a nivel de planta fueron mosaico leve y disminución del crecimiento; los síntomas en frutos no se expresaron en la época de mayor temperatura (enero y febrero) y aparecieron casi al final del ensayo (abril) cuando las temperaturas medias eran más templadas. En este experimento, la correlación entre la incidencia de virus al inicio de la cosecha (90ddt) con el rendimiento total y rendimiento comercial no tuvo significancia estadística. Sin embargo, se observó que al aumentar la incidencia de las virosis en el cultivo se produjo una reducción en los rendimientos.

Entre los cultivares, se observaron diferencias significativas donde La Escobilla presentó los mayores valores y se diferenció del híbrido moderno Vidi F1 y de Cuarentino de Salto (Figura No. 9). Aunque en este trabajo, no es posible determinar la influencia que pudo tener la mayor incidencia de virosis observada para La Escobilla sobre el rendimiento, podría ser una de las causas para explicar su menor área foliar por planta, y por lo tanto su menor DAF, y relacionado a éste un menor rendimiento total por planta.

En cuanto a la precocidad de producción por superficie no se encontraron diferencias entre cultivares. Sí las hubo entre densidades, la densidad de 5,7 pl/m² se mostró mas precoz que la densidad de 3,6 pl/m², los valores fueron de 46% y 36% respectivamente (Figura No. 8). Esto es esperable ya que la importancia de las dos primeras cosechas sobre la producción total va a ser mayor en cultivos a una mayor densidad por efecto de un menor crecimiento y producción por planta a partir del momento donde la competencia entre plantas por los factores de crecimiento se empieza a notar, que para estas condiciones de cultivo puede establecerse entre los 100-110 días después del transplante. Ya sea para producciones precoces, o ciclos de cultivos cortos, el aumento de la densidad es una medida de manejo cada vez más utilizada, y se basa en interceptar lo más rápidamente posible la radiación con un mayor número de plantas por superficie obteniendo altos rendimientos a nivel del cultivo, pero más bajos por planta. Uno de los problemas, es detectar cual es la densidad de plantación antes del punto donde la competencia entre plantas comprometa el crecimiento y una mínima producción rentable

Cuarentino de Salto fue el que tuvo un mayor número de frutos totales y comerciales por planta, mientras que La Escobilla y Vidi F1 no difirieron (Anexo 1, Cuadro No.1 y No.2). Cuarentino de Salto se mostró como un material con un mayor cuajado, y que soporta un mayor número de frutos por planta pero de menor peso promedio coincidiendo con Galván et al. (2000). Esto es una de las principales diferencias entre los materiales genéticos, ya que no tiene diferencia en el área foliar con los otros, ni diferencia en el rendimiento total y comercial con La Escobilla. Esta mayor capacidad de cuajado puede estar incidiendo negativamente en el peso promedio del fruto, al existir una mayor competencia entre los frutos por efecto de un mayor número de frutos, o puede tener un mayor cuajado, porque los frutos son de menor tamaño y puede sostener a más frutos por planta.

5.2. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Para ninguna de las variables de crecimiento y desarrollo se detectó interacción de cultivar por densidad. Es decir que la densidad de plantas afectó a los tres materiales genéticos en forma similar. El menor crecimiento por planta que se espera en el cultivo a mayor densidad, conduciría a una menor cantidad teórica de frutos por planta, lo cual podría afectar el modelo de crecimiento para los diferentes materiales genéticos. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas.

En la altura total de planta las poblaciones locales no se diferenciaron entre ellas y fueron superiores al material moderno para todas las fechas de muestreo, con una tendencia a que el Cuarentino de Salto sea el más vigoroso (Figura No. 11).

Los distintos materiales presentaron diferentes comportamientos en la evolución del número de flores y frutos. Sin embargo se puede observar claramente la inhibición de la floración cuando hay muchos frutos creciendo activamente. Este efecto de inhibición de la floración es muy notable en el híbrido, y no tanto en las poblaciones locales. Esto puede explicarse porque mientras en el híbrido se produce un cuajado bien marcado con una posterior disminución de la floración, La Escobilla puede estar indicando algunos problemas de cuajado o retención de frutos al comienzo que luego mejora, provocando la disminución en el número de flores hacia el final del ensayo. Durante los muestreos de crecimiento, se observó que cuando falla el cuajado en una de las ramas, esa rama presenta gran cantidad de flores, mientras que las otras ramas que tienen frutos pueden tener nula floración, además de que la inhibición es del fruto hacia abajo, porque el crecimiento por encima del fruto es muy limitado. En Cuarentino de Salto esta inhibición se produce cuando hay un número grande de frutos por planta, que se puede ver en las curvas de flores y frutos que son siempre descendentes y ascendentes respectivamente.

Si observamos el crecimiento en altura vemos que el híbrido tiene una desaceleración que comienza los 60 días mientras que las poblaciones locales siguen creciendo, esto quiere decir que continúan emitiendo nuevos nudos con potencialmente nuevas flores. En términos generales esta inhibición puede estar ocurriendo porque mucha carga de fruto hace que la fuerza de fosa de los frutos se incremente de tal manera que provoca que los fotoasimilados destinados a la respiración de crecimiento tengan un flujo preferencial hacia los frutos en detrimento de nuevos crecimientos vegetativos o nuevas flores. Una vez que se cosechan los frutos, los asimilados producidos quedan más disponibles para el crecimiento vegetativo, el cuajado de las flores y el crecimiento de

nuevos frutos coincidiendo con Hall (1977), Clapham y Marsh (1987), Romano (1996), Onis et al. (1997).

No se observaron diferencias entre cultivares ni entre densidades en el periodo que va desde transplante a inicio de floración (30 días), transplante a cuajado de los primeros frutos (60 días) o transplante a primera cosecha de los primeros frutos (90 días). Entonces, se puede inferir que la suma térmica para cumplir las distintas etapas fenológicas sería similar en los tres cultivares y que las diferencias en el tamaño (peso promedio y volumen) de los frutos no son debidas a diferencias en el periodo desde antesis a cosecha.

Las diferencias en el peso fresco total por planta entre los cultivares se explican por las diferencias en el peso fresco de los frutos, ya que el peso fresco de los tallos y de las hojas por planta no mostraron diferencia. Vidi F1 se mostró superior a las poblaciones locales entre los 90 y 145 ddt (Figuras No.15, No.16 y No.17).

Para el peso seco total, peso seco hoja y peso seco tallo por planta no se encontraron diferencias entre los cultivares. Esta diferencia entre cultivares en el pasaje de peso fresco a peso seco se explicaría porque el material moderno tiene un menor contenido relativo de materia seca en sus diferentes órganos (Anexo 3, Figuras No.2, No.4, No.6 y No.8).

Las plantas a menor densidad mostraron tamaños estadísticamente mayores entre los 130 y 160 ddt. Tanto para el PFtotal, PFfruto y PF de tallo y hoja. Lo mismo ocurrió para el PS pero entre los 110 y 160 ddt (Figuras No.18, No.19 y No.20) lo que expresa que a medida que la distancia entre plantas se acorta aumenta la competencia entre plantas, provocando una disminución del peso promedio por planta (menor hojas/planta, menor tallo/planta y menor frutos/planta). Estos resultados concuerdan con Viloría et al. (1988), Cébula (1995), Joliffe y Gaye (1995), Díaz et al. (1999). Sin embargo, la densidad solo modificó el contenido relativo de materia seca del tallo (Anexo 3 Figura No.5), efecto similar a lo reportado por Decoteau y Hato Graham, citados por Díaz et al. (1999).

Se observaron diferencias significativas en la evolución del área foliar por planta (Figura No.21) y en la evolución del índice de área foliar (IAF) entre densidades de plantación (Figura No.23) respectivamente, pero no entre cultivares (Figura No.22). Para todos los materiales la máxima área foliar por planta e IAF se alcanzó y se mantuvo estabilizada entre los 110 y los 160 días post-trasplante, mientras que según la densidad

varía el momento de máximo valores de AF e IAF siendo para 5,7 pl/m² a los 110 y 160 ddt y para 3,6 pl/m² a los 130 ddt. En general, a menor densidad se alcanzó un mayor valor de área foliar por planta, pero sin alcanzar a compensar totalmente el número de plantas por m². Por esta razón el IAF (Figura No.23) y la duración del área foliar (DAF) fueron mayores a mayor densidad de plantación para todos los cultivares (Anexo 2, Cuadro No.3). El valor máximo de IAF alcanzado fue 0.95 y 0.80 para la mayor y menor densidad respectivamente.

El efecto de la densidad de plantación en la evolución del área foliar por planta, en el IAF y en la DAF mostró tendencias distintas para cada cultivar, sin ser significativas. La Escobilla fue la que mostró menor plasticidad en área foliar a la densidad de plantación y tuvo una DAF menor a la de los demás materiales. El híbrido Vidi F1 y Cuarentino de Salto tuvieron una DAF mayor a La Escobilla a la menor densidad, mostrando así la mayor capacidad de compensar el número de plantas por m² con un mayor crecimiento vegetativo de la planta (Anexo 3, Cuadro No.3).

La utilización de la Duración del Área Foliar (DAF) como variable de crecimiento que explica las variaciones en los rendimientos, es muy utilizado por sus altas correlaciones obtenidas, y porque es aplicable a diferentes cultivos. Wolf et al. (1983, 1988) encontró una relación alta ($R^2=0.98$) entre la DAF durante el periodo reproductivo y el rendimiento de tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*), y maíz (*Zea mays*); Arias y Peluffo (2001) encontraron un $R^2=0,87$ entre la DAF durante el periodo de bulbificación y el rendimiento de bulbos de cebolla (*Allium cepa*). Para este experimento, la DAF durante el periodo reproductivo explicó el rendimiento total por planta para el periodo de cosecha evaluado, con una correlación $R^2=0.95$. Esto pone de manifiesto la importancia del tamaño y actividad de la fuente de fotosintatos en esta etapa en la determinación del rendimiento. Además, esta variable de crecimiento tiene la ventaja de contemplar todos los factores que afectan el área foliar, entre ellos los que ejercen las virosis y otros problemas sanitarios. Por lo que, como vimos si el rendimiento está estrechamente relacionado al tamaño así como a la duración del aparato foliar, entonces el material local La Escobilla que presentó una DAF entre 10-15% inferior a los otros materiales al final del ensayo (aunque sin diferencias significativas en el AF desde el punto de vista estadístico), estaría explicando en parte su menor rendimiento.

Los valores de área foliar específica mostraron una curva y valores característicos (Figura No.24). No se detectaron diferencias entre cultivares ni entre densidades, tampoco se observó interacción de cultivar por densidad.

5.3. EVALUACIÓN DE LA ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE LA MATERIA SECA

La densidad afecto la acumulación de MS total, así como la acumulación de MS en fruto por planta desde los 90 ddt hasta la finalización del ensayo a los 160 ddt, donde la menor densidad mostró mayores valores (Figuras No.26 y No.27). No se encontraron diferencias entre cultivares, pero existió una tendencia de que las poblaciones locales acumularon mayor cantidad de MS total, mientras que el híbrido Vidi F1 acumulaba mayor MS en fruto (Figura No.28).

Al momento de finalizar el ensayo (160 ddt) la MS acumulada total por superficie fue igual entre densidades y entre cultivares, con una tendencia a una mayor acumulación de MS total en la mayor densidad probada y en las poblaciones locales (Figura No.29). Sin embargo en la acumulación de MS en fruto se detectaron diferencias entre densidades y entre cultivares. La densidad de 5,7 pl/m² acumuló mayor cantidad de MS en fruto que la densidad de 3,6 pl/m² (Figura No.30). Entre los cultivares, Cuarentino de Salto y el híbrido Vidi fueron superiores estadísticamente a La Escobilla (Figura No.31).

La evolución de la partición de materia seca acumulada hacia los distintos órganos aéreos fue similar a la descrita por Nuez et al. (1996), donde el tallo y las hojas representan cerca del 100 % desde el transplante hasta los 60 días, luego comienza a disminuir llegando a ser del orden del 50% en la segunda cosecha de frutos (unos 100 días después del transplante). Posteriormente, son los frutos los que representan el mayor porcentaje hasta el final del cultivo, significando en este ensayo el 59% del total de materia seca acumulada (Figura No.32), guarismo algo menor a lo reportado por el mencionado autor de 65%, diferencia que puede explicarse por las diferencias entre cultivares y diferentes condiciones de cultivos.

Este comportamiento de la evolución de la partición hacia los distintos órganos aéreos de la planta no fue modificado por la densidad de plantación (Figura No.32), lo que implica que la relación fuente-fosa no se modificó. Por lo tanto, si bien el aumento de la densidad provocó una disminución en los frutos producidos, también provocó una disminución en la parte vegetativa que hizo que la fracción particionada a los frutos no se modificara, sin coincidir con lo reportado por Dogliotti (2004b). Esto puede explicarse en parte porque a diferencia de este experimento donde las plantas crecieron libremente, en los ensayos utilizados como antecedentes se regulaban los puntos de

crecimiento mediante la poda³. Se puede decir entonces, que en este ensayo la densidad afectó las cantidades de MS acumulada por planta (Anexo 3 Figura No.1) pero no la partición hacia los distintos órganos aéreos.

En el índice de partición o distribución porcentual de materia seca acumulada hacia los frutos, se detectaron diferencias entre cultivares. El material moderno, fue superior a las poblaciones locales (Figura No.33) mostrando una mayor fuerza de fosa. Esta variable (MS particionada a frutos) esta un poco sobre valorada porque no considera la pérdida de hojas durante el cultivo.

En lo que tiene que ver con el índice de partición real (distribución de la materia seca al momento de muestrear la planta) a los distintos órganos aéreos, se puede observar que la partición hacia los frutos tiene un máximo de 44-41% a los 90-110 días después del trasplante (Figura No.34). Posteriormente, a partir del muestreo a los 130 días, la partición hacia los frutos fue estable en 34-35% hasta el final del ciclo. A partir de esta curva se puede establecer la demanda de nutrientes en cada etapa del crecimiento, y aplicar los nutrientes de forma más eficiente, en particular cuando se utiliza el fertirriego (Marcussi et al., 2004). Esto es porque las cantidades y proporciones absorbidas fundamentalmente de los macronutrientes van variando según la fonología de la planta.

Si bien es cierto que desde el trasplante hasta la segunda cosecha (110 días) la planta sintetiza el cerca del 50 % de la MS total para un cultivo de 160 días desde el trasplante, y el otro 50% de la MS en los restantes 50 días (ver Anexo 3 Grafico No.10) como lo establecieron diferentes autores (Millar et al., Locascio et al., Rincón et al., citados por Nuez et al., 1996), la existencia de dos fases distintas en el ritmo de crecimiento de la planta de morrón (en la primera fase, hasta los 110 ddt, considerada de crecimiento lento, y la segunda fase, de crecimiento rápido) parece muy arbitrario. Según los datos obtenidos en este ensayo, las tasas de crecimiento no llegan a un máximo fijo (Figura No.35), sino que son máximas cuando hay frutos, que actúan como fosas, estimulando la acumulación de materia seca. Por lo tanto, incrementan el crecimiento total de la planta. En el período de crecimiento de los frutos, la tasa de crecimiento es máxima, incluso mayor que en el período de crecimiento vegetativo, cuando la planta se está formando. Se puede decir que la acumulación de materia seca es lenta hasta los 60-75 días después de trasplante, y se incrementa notablemente a partir del cuajado y crecimiento de los primeros frutos coincidiendo con Marcussi et al. (2004).

³ Dogliotti, S. 2007. Com. personal

En este experimento la tasa de crecimiento diaria por unidad de área foliar fue de 0,05 a 0,10-0,20 g MS · dm⁻² entre los 30 y 120 ddt, y de 0,02 a 0,20 g MS · dm⁻² entre los 130 a 160 ddt respectivamente (ver Anexo 3 Grafico No.11), con un valor promedio de 0,08 g de materia seca por dm² de hoja para todo el periodo del ensayo y para ambas densidades. Estos valores son menores a los reportados por Hoffmann, Sebanek, citados por Nuez et al. (1996), que determinaron tasas del orden de 0,13 g MS · dm⁻² por día. A partir de estos datos se puede deducir que la tasa fotosintética aumenta o disminuye en función de la carga de fruta, resultado similar a lo encontrado por Huerta et al. (2005) quienes reportaron que la tasa fotosintética aumentaba hasta un 60% una vez que cuajaban y comenzaban a crecer los frutos de morrón y que esta es una respuesta fisiológica a la mayor demanda de asimilados por parte del crecimiento de los frutos.

6. CONCLUSIONES

Para las condiciones que se dieron en este experimento, acerca de las evaluaciones productivas, se puede concluir que:

- Las poblaciones locales de morrón evaluadas presentaron diferencias en su comportamiento entre sí y en comparación con el híbrido moderno. Si bien todos los materiales evaluados tuvieron un buen rendimiento comercial, Vidi F1 fue superior productivamente y presentó un mejor patrón comercial del fruto.
- Entre los materiales locales, La Escobilla expresó el mayor potencial en el peso medio y tamaño del fruto, mientras que Cuarentino de Salto produjo un mayor número de frutos por planta pero de menor peso medio que los otros cultivares.
- Las condiciones ambientales durante los meses de enero y febrero tuvieron una influencia negativa en la calidad comercial y en el tamaño de los frutos.

En relación con las variables de crecimiento, las principales conclusiones son las siguientes:

- La duración del área foliar (DAF) durante el periodo reproductivo explicó el rendimiento total con una alta correlación positiva.
- El crecimiento de los frutos sería el factor principal en la determinación de la partición y de la acumulación de la materia seca en la planta. Las mayores tasas de crecimiento coincidieron con picos de crecimiento de frutos sobre la planta.
- Las poblaciones locales presentaron una menor fuerza de fosa de frutos, lo que explica diferencias en rendimiento y en el modelo de crecimiento con el híbrido moderno.

Acerca de los efectos de la densidad de trasplante, se concluye lo siguiente:

- Con la mayor densidad de plantación se incrementó el rendimiento total por superficie en todos los materiales, pero se observó una disminución en el tamaño de las plantas y en el rendimiento individual, incrementando el peso medio de los frutos. La mayor densidad probada presentó una mayor precocidad de producción y una menor incidencia de virus en el cultivo.
- La densidad de plantación afectó de manera diferente a los materiales genéticos en características productivas, aunque no en las variables de crecimiento. Esto implica que en la menor densidad existe una compensación entre el menor número de plantas con el mayor crecimiento por planta.
- La densidad de plantación afectó la acumulación de materia seca por planta, pero no la partición de la materia seca entre los distintos órganos de la planta.

7. RESUMEN

En Uruguay se cultivan poblaciones locales de morrón (*Capsicum annuum L.*), mantenidas por los agricultores desde hace décadas. El experimento que se reporta en esta tesis tuvo como objetivo comparar el crecimiento y rendimiento de dos poblaciones locales de morrón en relación al comportamiento del híbrido moderno Vidi F1, bajo dos densidades de plantación en un cultivo a campo. El ensayo se realizó durante los meses de octubre de 2003 a abril de 2004, en el Centro Regional Sur (Estación Experimental de la Facultad de Agronomía), Canelones, Uruguay. Los materiales evaluados en el ensayo fueron: La Escobilla y Cuarentino de Salto. Las densidades de plantación fueron 3,6 pl/m² y 5,7 pl/m². El diseño experimental utilizado fue un factorial de tres cultivares por dos densidades, conformando seis tratamientos, con cinco repeticiones (bloques completos al azar). Los plantines se produjeron en bandejas contenedoras bajo invernadero. Se realizó una enmienda orgánica pre-trasplante, y fertilización N-P-K. Se realizó riego por goteo, y fertirriego (principalmente N y K). La cosecha se realizó con frutos rojos desde mediados de enero a principios de abril. Todos los materiales evaluados tuvieron un buen rendimiento comercial (22 Mg/ha en promedio), donde el híbrido Vidi F1 fue superior productivamente y presentó un mejor patrón comercial del fruto. Entre los materiales locales La Escobilla expresó el mayor potencial en la forma y el peso medio del fruto, mientras que Cuarentino de Salto produjo un mayor número de frutos por planta pero de menor peso medio que los otros cultivares. El aumento en la densidad de plantación incrementó el rendimiento total por superficie en todos los materiales, pero provocó una disminución en el tamaño de las plantas y en el rendimiento individual, incrementando el peso medio de los frutos. La mayor densidad probada presentó una mayor precocidad de producción y una menor incidencia de virus en el cultivo. La duración del área foliar (DAF) durante el periodo reproductivo explicó el rendimiento total con una correlación alta y positiva ($R^2=0.95$). No se encontraron diferencias en la acumulación de materia seca total entre cultivares. Se observaron diferencias entre cultivares en la acumulación de materia seca a frutos donde Cuarentino de Salto y el híbrido Vidi F1 fueron superiores a La Escobilla. El híbrido Vidi F1 presentó mayor índice de cosecha debido a una mayor partición de materia seca hacia los frutos. La densidad de plantación afectó la acumulación pero no la partición de materia seca por planta.

Palabras clave: *Capsicum annuum L.*; Poblaciones locales; Rendimiento; Crecimiento; Densidad de plantación

8. SUMMARY

The cultivation of local landraces of sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) is traditional in Uruguay. This experiment aimed to analyse the growth model and yield of two local sweet pepper landraces, in comparison with the modern hybrid cultivar Vidi F1. The trial was carried out as a summer crop in the open, from October 2003 till April 2004, at the Centro Regional Sur (experimental station from Facultad de Agronomía), located in Canelones (Uruguay). The landraces included in the trials were 'La Escobilla' and 'Cuarentino de Salto'. Two transplanting densities were tested by varying the distances between plants in the rows, namely 3,6 pl/m² and 5,7 pl/m². The experimental design was complete factorial blocking of three genetic materials and two densities, with five replications (blocks). Seedlings were produced in containers under greenhouse. Before transplanting, organic manure and chemical N-P-K fertilizers were applied. Drip irrigation and ferti-irrigation (mainly N-K) were used. The harvest period (red ripe fruits) lasted from mid January to April. All genetic materials showed good yield (22 Mg/ha in average), being Vidi F1 the high yielding. Vidi F1 showed also the best fruit pattern and mean weight. Among the landraces, 'La Escobilla' had the better fruit pattern and mean size, whereas 'Cuarentino de Salto' produced a larger number of fruits per plant but smaller in weight. The higher the plant density, the larger the yield for the three genetic materials, but diminishing plant size and yield per plant. However, the higher density was associated with larger mean weight of the fruits. Finally, the higher density was earlier in the harvest, and less affected by virus diseases. Leaf Area Duration (LAD) from flowering was positively and highly correlated with total yield ($R^2=0.95$). No differences in total plant dry matter production during the season were found, although the differences found in fresh weight of the fruits (marketable yield). 'Cuarentino de Salto' and 'Vidi F1' had higher harvestable index, because of their larger dry matter partition to the fruits. Plant density affected dry matter accumulation per plant, but not the dry matter partition between organs in the plant.

Keywords: *Capsicum annuum L.*; Landraces; Yield; Growth analysis; Plant density

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDABE, L.; ALDABE, R. 1978. Pimiento. Montevideo, Diafi. 72 p.
2. _____. 2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo, Epsilon. 269 p.
3. ARANGUIZ, M.. Efecto de tres sistemas de poda en el rendimiento, calidad y asimilados en dos cultivares de pimiento (*Capsicum annum*. var. *Grossum* L.) producidos orgánicamente bajo invernadero. (en línea). Talca, Chile, Universidad de Talca. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://dspace.ugal.cl/handle/1950/776>
4. ARIAS, A.; PELUFFO, S. 2001. Crecimiento y rendimiento de tres cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) de diferentes localidades y fechas de siembra. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 80 p.
5. ARTEAGA, L.; VILORIA, A.; RODRÍGUEZ, H.1999. Respuesta cronológica de variables físicas indicadoras de madurez del fruto de pimentón (*Capsicum annum* L.) en relación con la distancia de siembra. (en línea). Revista Luz. 16(2): 152-159. Consultado mar. 2007. Disponible en http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78181999000200003&lng=es&nrm=iso
6. AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid, Mc Graw-Hill Interamericana. 522 p.
7. AZOFEIFA, A.; MOREIRA, M. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. (en línea). Agronomía Costarricense. 28(1):57-67. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=43628106&iCve&Num=4264>
8. _____.2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annum* cv. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica. (en línea). Agronomía Costarricense. 29(1):77-84. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n01_077.pdf
9. BARBOZA, R.; PACHECO, P.; PÉREZ, A. 2002. Manual de procedimientos, manual de referencias técnicas por producto. (en línea). Montevideo, Comisión Administradora del Mercado Modelo. pp. 32-33. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.mercadomodelo.net/trabajos/trabajo1.pdf>

10. BARRAZA, F.; FISCHER, G.; CARDONA, C. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el valle del Sinú medio, Colombia. (en línea). *Agronomía Colombiana*. 22(1):81-90. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://agronomía.unal.edu.co/Agronomía%2022-1/12%20Estudio%20del%20proceso.pdf>

11. BLONDON, F. 1977. Comparaison de deux culyivars de poivron en conditions artificielles. *In*: *Congres Escarpia sur la Genetique et la Selection du Piment* (3éme., 1977, Avignon-Montfavet). *Comptes rendús*. Montfavet-Avignon, Institut National de la Recherche Agronomique. pp. 207-220.

12. CASTORENA, M.; VALENCIA, E. 2004. Efecto de la dosis de nitrógeno y la salinidad del suelo en el crecimiento y rendimiento de plantas de chile. (en línea). *In*: *Convención Mundial del Chile* (1ª., 2004, León, Guanajuato). *Memorias*. s.n.t.. pp. 426-432. Consultado feb 2007. Disponible en http://www.world-pepper.org/2004/memorias2004/426_villa_castorena_wpc2004.pdf

13. DÍAZ, L.; VILORIA, A.; ARTEAGA, L. 1999. Crecimiento vegetativo del pimentón en función de la densidad de plantas y edad del cultivo. (en línea). *Bioagro*. 11(2): 69-73. Consultado feb. 2007. Disponible en [http://pegassus.ucla.edu.ve/bioagro/REV11\(2\)/4.520Crecimiento%20vegetativo%20del%20piment%C3%B3n.pdf](http://pegassus.ucla.edu.ve/bioagro/REV11(2)/4.520Crecimiento%20vegetativo%20del%20piment%C3%B3n.pdf)

14. DOGLIOTTI, S. 1997. Influence of asimílate availability on fruti set and dry matter partitioning of sweet pepper; measurements and simulation. M.Sc. Thesis. Wageningen, The Netherlands. Wageningen Agricultural University. 43 p.

15. _____. 2004a. Curso de Fisiología de los Cultivos. Introducción a la fisiología de los cultivos. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Consultado may. 2007. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~cultivos/Intruducci%F3n_Fisiolog%EDa_Cultivos2004_Impr.pdf

16. _____. 2004b. Curso de Fisiología de los Cultivos. Material de apoyo al Módulo Hortícola. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Consultado may. 2007. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~cultivos/hortalizas/repartido_Fisiología_Tomate.pdf

17. _____. 2007. Curso de Horticultura. Ecofisiología de los cultivos de Tomate y Pimiento 2007. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Consultado may. 2007. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/dptos/prodveg/index.html>
18. ESCALANTE, J. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. (en línea). Terra. 17(2):149-157. Consultado en feb. 2007. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/2/art149-157.pdf>
19. FAO. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. (en línea). Roma. Cap. 6 (FAO. Dirección de producción y protección vegetal no. 90). Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/S8630S/s8630s08.htm>
20. _____. 2006. Principales productores de alimentos y productos agrícolas. (en línea). Roma. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.fao.org/es/ess/es/index_es.asp
21. FERRERO, M.; MUGUIRO, A.; GRASSO, R.; FERRATTO, J. 1999. Densidad de plantación y ciclo de producción, su efecto sobre la productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero. (en línea). La Pampa, Centro Regional de Educación Tecnológica. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.ceretlapampa.org.ar/areas-laboratorios/acciones%20y%20resultados%201998-1999.pdf>
22. GALVÁN, G.; SOLLIER, S.; PACHECO, P.; ACOSTA M.; CURBELO, N.; DOGLIOTTI, S. 2000. La adaptación productiva del germoplasma local de cebolla y morrón y su utilización en el desarrollo de cultivares. Informe Final Proyecto CSIC. Joanicó, Canelones, Facultad de Agronomía. Centro Regional Sur, 35p.
23. _____. 2003. La semilla hortícola. In: Rodríguez, A.; García, M. coords. Producción orgánica, aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay. Montevideo, PREDEG /GTZ. pp. 89-108.
24. _____.; GONZALEZ, H.; VILARÓ, F. 2005. Estado actual de la investigación en poblaciones locales de hortalizas en Uruguay y su utilización en el mejoramiento. Agrociencia. 9(1-2): 115-122.
25. GONÇALVES DA SILVA, M.; BOARETTO, A.; TAVARES DE MELO, A.; FERNANDES, H.; SCIVITTARO, W. 1999. Rendimiento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e

- potássio aplicados en cobertura. (en línea). Scientia Agricola. 56(4):1199-1207. Suplemento. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/sa/v56n4s0/a23v564s.pdf>
26. GONZALEZ, H.; VILARÓ, F.; GALVÁN, G. 1989. Estado de la utilización y conservación de recursos genéticos hortícolas en Uruguay. *In*: Simposio Latinoamericano sobre Recursos Genéticos de Especies Hortícolas (1er., 1989, Campinas, BR). Anais. Campinas, Funadacao Cargill. pp. 59-79.
27. GONZÁLEZ, L.; RAMÍREZ, R.; CASTRO, L.; PORRAS, L.; GARCÍA, B. 2004. Acción estimulante de las dosis bajas de rayos X en plantas de Lactuca sativa. (en línea). Universidad y Ciencia. 20(39):1-6. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://oai.redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=15403901&iCveNum=1565>
28. GEMELLI, F.; PACHECO, P.; PÉREZ, A.; RICCO, M. 2004. Manual de Comercialización I. (en línea). Montevideo, Comisión Administradora del Mercado Modelo. pp. 31-33. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.mercadomodelo.net/documentos/Manual%20de%20Comercializacion/10-Morrón.pdf>
29. HUERTA, N.; ORTIZ, J.; SÁNCHEZ, F.; MENDOZA, M. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. (en línea). Revista Fitotecnia Mexicana. 28(3):287-293. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/61028313.pdf>
30. JAIMEZ, R.; NAVA, N.; RIVERO, Y.; TROMPIZ, K. 2002. Efecto de diferentes intensidades de poda sobre la dinámica de floración y producción de ají dulce (Capsicum chinense, Jacq). (en línea). Revista Facultad Agronomía (Luz). 19:132-39. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://revfacaronluz.org.ve/PDF/abril-junio2002/ra2022.pdf>
31. JIMENEZ, R. 2000. Crecimiento y distribución de la materia seca en ají dulce bajo condiciones de déficit de agua. (en línea). Agronomía tropical. 50(2): 189-200. Consultado mar. 2007. Disponible en http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v50_2/a502a004.html
32. LÚJAN, M.; CHAVEZ, N. 2003. El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción del chile jalapeño (Capsicum annum). (en línea). Revista Fitotecnia Mexicana. 28(3):287-293. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/610262202.pdf>

33. MACQUEEN, J.; GÓMEZ, M.; NIETO, L.; MALDONADO, N.; SALUZZO, J.; GUTIERREZ, C.; GAITÁN, J. Comportamiento de cultivares de pimiento para industria en condiciones reales de campo. (en línea). Chilcito, La Rioja, Universidad Nacional de la Rioja. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/descarga/INTA%20Rioja_Cultivares%20de%20Pimiento.pdf
34. MARCUSSI, F; VILLAS BÔAS, R.; GRAVA DE GODOY, L.; GOTO, R. 2004. Macronutrient accumulation and partitioning in fertigated sweet pepper plants. (en línea). Scientia Agricola (Piracicaba, BR). 61(1):62-68. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162004000100011&Ing=es&nrm=iso
35. MAROTO, J. 1989. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi-Prensa. 566 p.
36. MÉNDEZ, M.; LIGARRETO, G.; HÉRNANDEZ, M.; MELGAREJO, L. 2004 Evaluación del crecimiento y determinación de índices de cosecha en frutos de cuatro materiales de ají (*Capsicum* sp.) cultivados en la amazonía colombiana. (en línea). Agronomía Colombiana. 22(1):7-17. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://agronomia.unal.edu.co/Agronomia%2022-1/3%20Evaluacion%20del%20cre.pdf>
37. MONTAÑO-MATA, N.; CEDEÑO, E. 2002. Evaluación agronómica de siete cultivares de pimentón (*Capsicum annuum* L.). (en línea). Revista UDO Agrícola. 2(1):95-100. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/5228/1/cg02012.pdf>
38. MUÑOZ, J.; GUZMÁN, M.; CASTELLANOS, J. 2003. Salinidad sódica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del pimiento. (en línea). Terra. 22(2):187-196. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/22/2/187.pdf>
39. NAMESNY, A. 1996. Pimientos. Reus, Ediciones Horticultura. 167 p.
40. NUEZ, F; GIL, R.; COSTA, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, Mundi-Prensa. 607 p.
41. NUÑEZ, F.; PALOTTI L. 2004. Efecto de la densidad en la productividad de tres cultivares de tomate para industria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 63 p.

42. ONIS, A.; LÓPEZ CAMELO, A.; GÓMEZ, P. 1997. Efecto de la poda a dos y cuatro ramas sobre la producción de pimientos en invernáculo no calefaccionado. (en línea). Balcarce, INTA. Consultado ago. 2006. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/hortic/pim/poda/poda_pimien.htm
43. ORMEÑO, J.; SEPÚLVEDA, R. 2005 Presencia de diferentes virus de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en especies de malezas asociadas al cultivo. (en línea). Agricultura Técnica (Chile). 65(4):343-355. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072005000400001&script=sci_arttext
44. PEIL, R.; GALVEZ, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. (en línea). Revista Agrociência (BR). 11(1):5-11. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v11n1/artigo01.pdf>
45. PÉREZ, M.; MONTOYA, R.; CARDONA, C.; ARAMÉNDIZ, H.; ROBLES, J. 2006. Efecto de cuatro densidades de población sobre el crecimiento del fruto de berenjena (*Solanum melogna* L.). (en línea). Cordoba, Colombia, Universidad de Cordoba. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/11-2/112-2pdf>
46. RACHETTI, M. 2006. Colecta, caracterización y evaluación agronómica de poblaciones locales de zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivadas en el sur de Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
47. URUGUAY, MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 2003. Encuestas hortícolas 2002/03, Zona Sur y Norte. Montevideo. 47 p.
48. _____. 2005a. Anuario estadístico agropecuario 2004. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 200 p.
49. _____. 2005b. Encuestas hortícolas 2004, Zona Sur y Norte. Montevideo. 32 p.
50. _____. 2006. Encuestas hortícolas 2004/05, Zona Sur y Norte. Montevideo. 31 p.
51. SEPÚLVEDA, P.; LARRAÍN, P.; QUIROZ, C.; REBUFEL, P.; GRAÑA, F. 2004. Identificación e incidencia de virus en pimiento en la zona centro norte de

- Chile y su asociación con vectores. (en línea). Agricultura Técnica (Chile). 65(3):235-245. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.inia.cl/at/espanol/v65n3/pdf/art1.pdf>
52. STOFFELLA, P.; WILLIAMS, J.; BRYAN, H. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. American Society Horticulture Science. 113(6): 835-839.
53. TUN, J.; SANTAMARÍA, F.; BAEZA, W. 2004. Efecto del sombreo sobre el comportamiento de chile (*Capsicum annum* L.) en suelos pedregosos de Yucatán. (en línea). In: Convención Mundial del Chile (1ª., 2004, León, Guanajuato). Memorias. s.n.t.. pp. 211-217. Consultado feb. 2007. Disponible en http://www.world-pepper.org/2004/memorias2004/211_tun_dzul_wpc2004.pdf
54. VELASCO, V.; SANTOS, A.; TORRES, J.; TÉLIZ, D.; MARTÍNEZ, A.; CADENA, M. 1998. Efecto de algunos nutrimentos en plantas de chile de agua infectadas con virus. (en línea). Terra. 16(4):317-324. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/16/4/tc.html>
55. VILORIA, A.; ARTEAGA, L.; PIRE, R. 1998a. Desarrollo radical del pimentón (*Capsicum annum* L.) bajo tres distancias de siembra y su relación con el peso de los frutos. (en línea). Bioagro. 10(3):80-83. Consultado feb. 2007. Disponible en [http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/REV10\(3\)/4.%20Desarrollo%20radical%20Odel%20piment%C3%B3n.pdf](http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/REV10(3)/4.%20Desarrollo%20radical%20Odel%20piment%C3%B3n.pdf)
56. _____; _____; RODRÍGUEZ, H. 1998b. Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta de pimentón. (en línea). Agronomía Tropical. 48(4):413-423. Consultado mar. 2007. Disponible en http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4804/arti/viloria_a.htm
57. ZUÑIGA, L.; MARTÍNEZ, J.; BACA, G.; MARTÍNEZ, A.; TIRADO, J.; KOHASHI, J. 2004. Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. (en línea). Agrociencia (México). 38:207-218. Consultado feb. 2007. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/ar-abr/art-8.pdf>

10. ANEXOS

ANEXO 1

EVALUACIÓN PRODUCTIVA

Cuadro No. 1. RESUMEN DE ANOVAS DE LAS DISTINTAS VARIABLES

		VARIABLE					
		RT/m ² (g/m ²)	RC/m ² (g/m ²)	RT/pl (g/pl)	RC/pl (g/pl)	RC (%)	PMFC (g/fruto)
3,6 pl/m ²	CS	3.218	1.847	894	513	57,8	98
	LE	2.918	1.696	829	471	57,8	116
	V	3.493	1.702	971	473	50,0	131
5,7 pl/m ²	CS	3.784	2.020	664	354	53,4	100
	LE	3.535	2.246	620	394	62,4	120
	V	4.862	3.035	853	532	62,6	151
F pr.	cv	** V= 4.178 a CS= 3.501 b LE=3.227 b		* V= 874 a CS= 779 b LE = 725 b		ns	
	dens	** 5,7= 4.060 a 3,6= 3.210 b		** 5,7= 898 a 3,6= 712 b		ns	
	cv.dens	ns	V _{5,7} =a LE _{5,7} = b CS _{5,7} = bc CS _{3,6} = bc V _{3,6} = c LE _{3,6} =c	ns	V _{5,7} = a CS _{3,6} = a V _{3,6} = ab LE _{3,6} = abc LE _{5,7} = bc CS _{5,7} = c	V _{5,7} = a LE _{5,7} = a LE _{3,6} = ab CS _{3,6} = ab CS _{5,7} = ab V _{3,6} = b	V _{5,7} = a V _{3,6} = b LE _{5,7} = c LE _{3,6} = c CS _{5,7} = d CS _{3,6} = d
LSD	cv	436	347	105	67	6,8	7,1
	dens	356	283	85	55	5,6	5,8
	cv.dens	616	490	148	95	9,6	10,1
Pexp:	μ	3.646	2.091	805	456	57,3	119
	ES	467	372	112	72	7,3	7,7
	CV(%)	12,8	17,8	13,9	15,8	12,7	6,4

F pr.: Prueba de F; LSD: diferencia mínima significativa; Pexp.: Parámetros del Expto.
 ns: no significativo (p>0.05); *:significativo (p<0,05); **: muy significativo (p<0,001)
 RT: Rendimiento Total; RC: Rendimiento Comercial; PMFC: Peso Medio Fruto comercial

Cuadro No. 2. RESUMEN DE ANOVAS DE LAS DISTINTAS VARIABLES

		VARIABLE					
		PMFD (g/fruto)	PMFP (g/fruto)	NFT/pl	NFC/pl	I.Virus (%)	Prec. (%)
3,6 pl/m ²	CS	65,9	80,6	11,1	5,3	35,0	31,9
	LE	71,2	91,7	9,1	4,1	39,6	36,8
	V	86,9	104,5	9,2	3,6	30,0	37,7
5,7 pl/m ²	CS	73,3	85,3	7,8	3,5	17,2	41,4
	LE	78,7	100,6	6,1	3,3	35,8	43,7
	V	87,9	119,4	7,1	3,6	24,0	49,6
F pr.	cv	** V= 87,4 a LE= 75,0 b CS= 69,6 c	** V= 112,0 a LE= 96,2 b CS= 83,0 c	* CS= 9,5 a V = 8,2 b LE= 7,6 b		* LE= 39,3 a V = 27,0 b CS= 25,0 b	ns
	dens	* 5,7= 80,0 a 3,6= 74,7 b	* 5,7= 101,8a 3,6= 92,3 b	* 3,6= 9,8 a 5,7= 7,0 b		* 5,7= 35,0 a 3,6= 25,0 b	* 5,7= 46 a 3,6= 36 b
	cv.dens	ns	ns	ns	CS _{5,7} = a LE _{3,6} = b V _{3,6} = b V _{5,7} = b CS _{3,6} = b LE _{3,6} = b	ns	ns
LSD	cv	7,4	5,9	1,07	0,55	11,4	8,1
	dens	6,0	4,9	0,87	0,45	9,3	6,6
	cv.dens	10,5	8,4	1,51	0,77	16,1	11,4
Pexp:	μ	77,3	97,0	8,4	3,9	31,8	40,2
	ES	8,0	6,4	1,2	0,6	12,3	8,6
	CV(%)	10,3	6,6	13,6	15,0	38,6	21,5

F pr.: Prueba de F; LSD: diferencia mínima significativa; Pexp.: Parámetros del Expto.

ns: no significativo (p>0.05); *:significativo (p<0,05); **: muy significativo (p<0,001)

PMFD: Peso Medio Fruto Descarte; PMFP: Peso Medio Fruto Promedio; NFT: Número Frutos Totales; NFC: Número Frutos Comerciales; I Virus: Incidencia de Virus; Prec.: Precocidad.

ANEXO 2

EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO

Cuadro No. 3. Duración del área foliar (DAF) por planta de los distintitos materiales vegetales utilizados en el ensayo según densidad de plantación.

DAF (días)	Material vegetal			
	Cuarentino Salto	La Escobilla	Vidi F1	X densidad
3,6 pl/m ²	214.736	176.088	204.465	198.427
5,7 pl/m ²	164.793	146.015	164.098	158.302
X cultivar	189.765	161.052	184.282	<i>178.366</i>

X densidad: DAF promedio por planta para la densidad de plantación

X cultivar : DAF promedio por planta para el cultivar

Cuadro No. 4. Duración del área foliar (DAF) por superficie (m²) de los distintitos materiales vegetales utilizados en el ensayo según densidad de plantación.

DAF (días)	Material vegetal			
	Cuarentino Salto	La Escobilla	Vidi F1	X densidad
3,6 pl/m ²	773.050	633.917	736.074	714.337
5,7 pl/m ²	939.320	832.286	935.359	902.321
X cultivar	856.185	733.102	835.717	<i>808.329</i>

X densidad: DAF promedio por superficie para la densidad de plantación

X cultivar : DAF promedio por superficie para el cultivar

ANEXO 3

EVALUACIÓN PARTICIÓN Y ACUMULACIÓN MATERIA SECA

Partición de Materia Seca acumulada por planta.

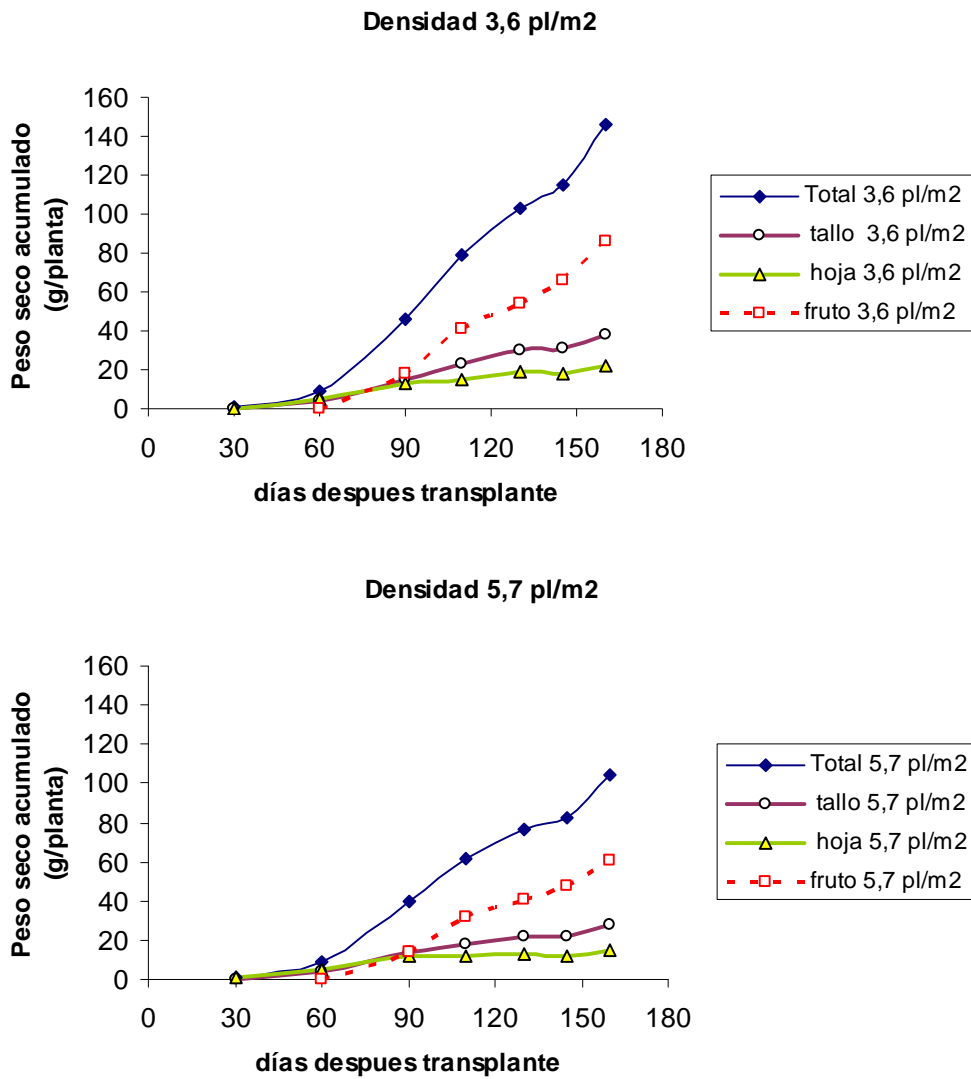


Figura No. 1. Evolución de materia seca acumulada Total, tallo, hoja y en fruto por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

Contenido relativo Materia Seca Total por planta (%)

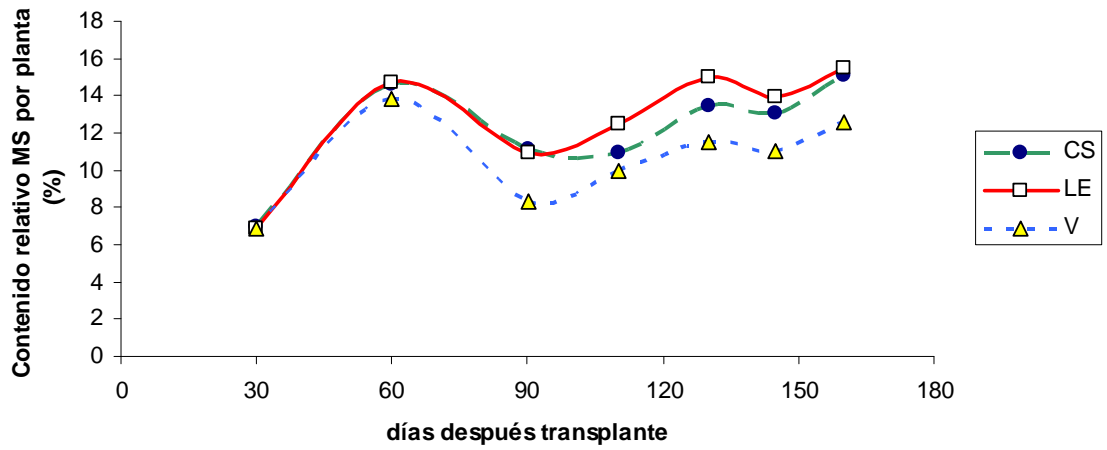


Figura No. 2. Evolución del contenido relativo de MS por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

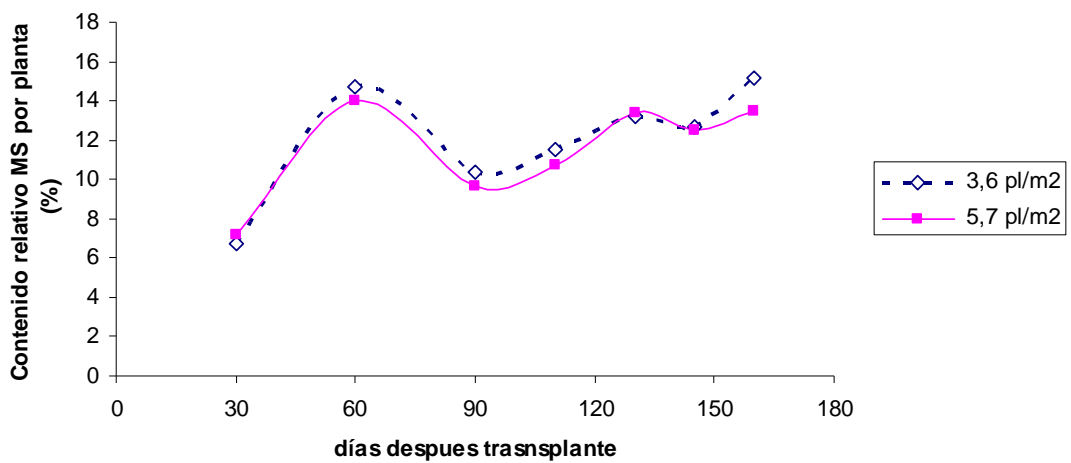


Figura No. 3. Evolución del contenido relativo de MS por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²).

Contenido relativo Materia Seca en tallo (%)

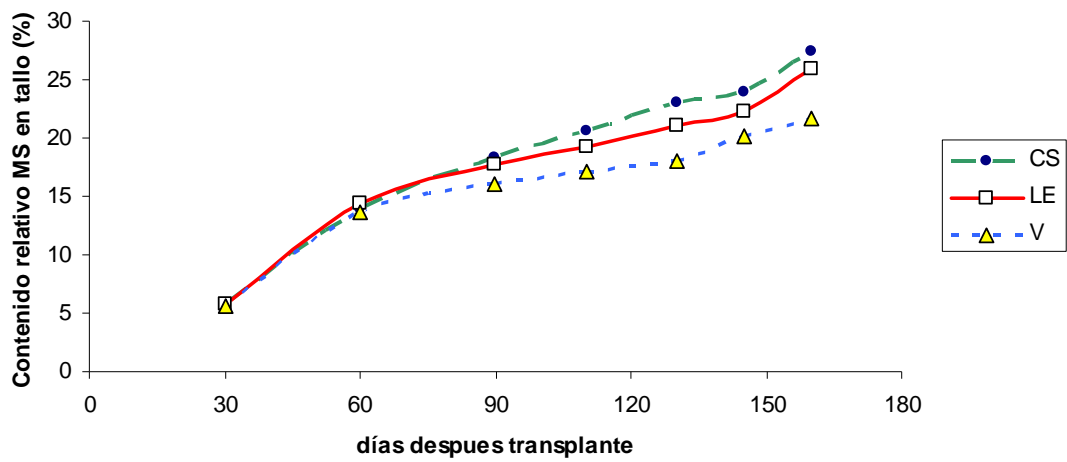


Figura No. 4. Evolución del contenido relativo de MS en tallo por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

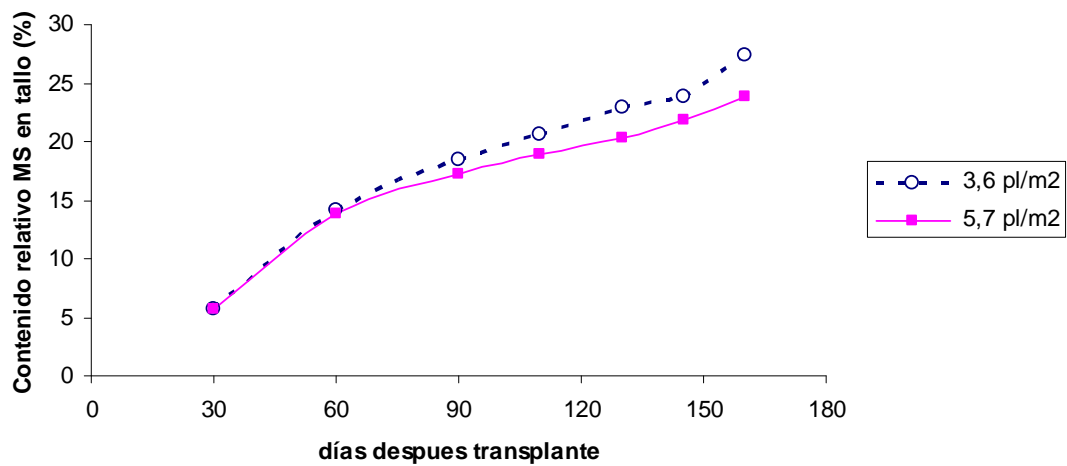


Figura No. 5. Evolución del contenido relativo de MS en tallo por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²)

Contenido relativo Materia Seca en hoja (%)

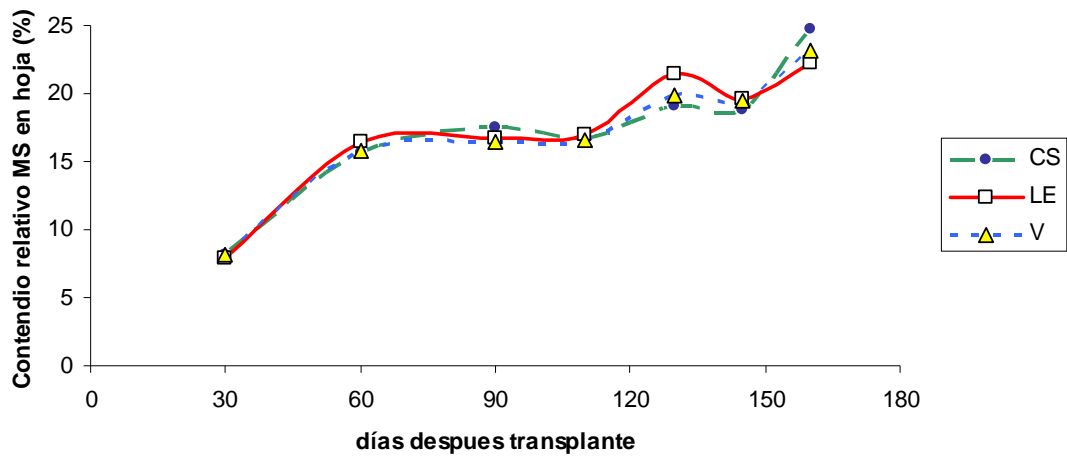


Figura No. 6. Evolución del contenido relativo de MS en hoja por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

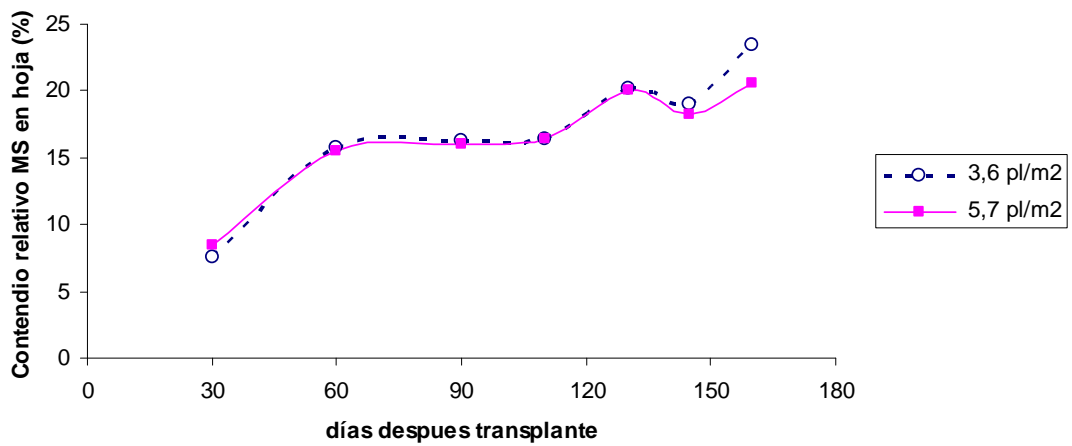


Figura No. 7. Evolución del contenido relativo de MS en hoja por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²)

Contenido relativo Materia Seca en fruto (%)

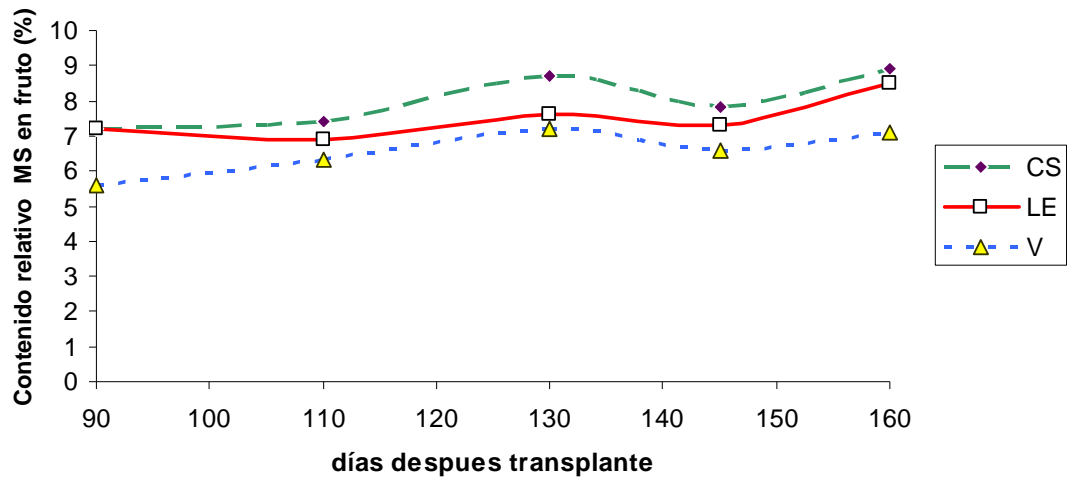


Figura No. 8. Evolución del contenido de MS en fruto por planta según material vegetal (CS:Cuarentino Salto; LE: La Escobilla y V: Vidi F1).

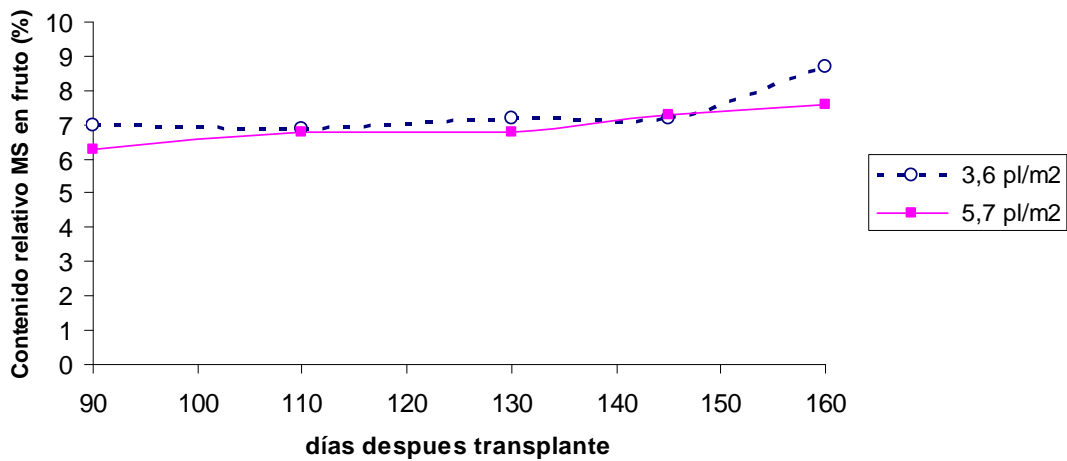


Figura No. 9. Evolución del contenido relativo de MS en fruto por planta según densidad de plantación (3,6 y 5,7 pl/m²)

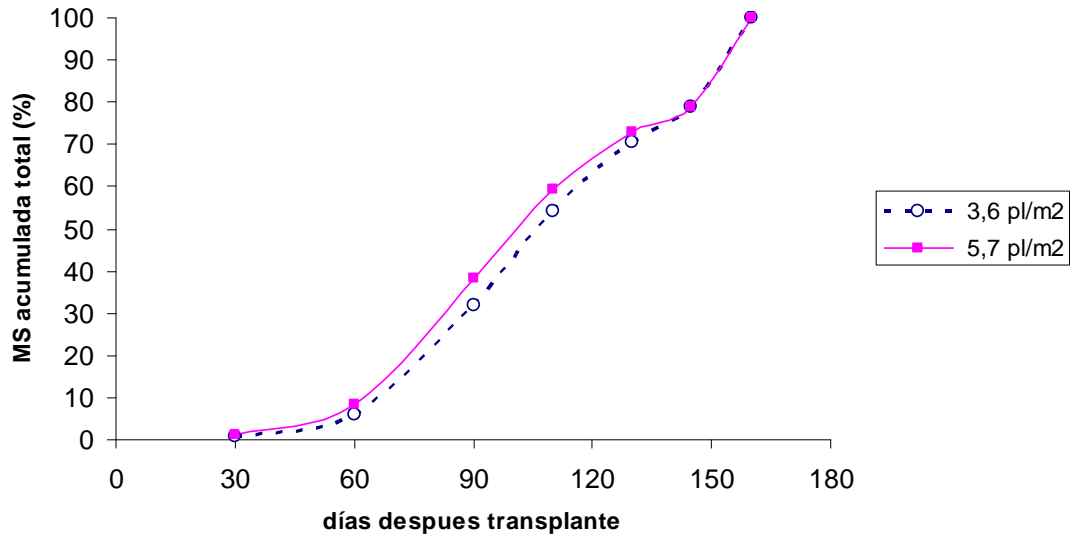


Figura No. 10. Evolución de la MS acumulada en porcentaje del total.

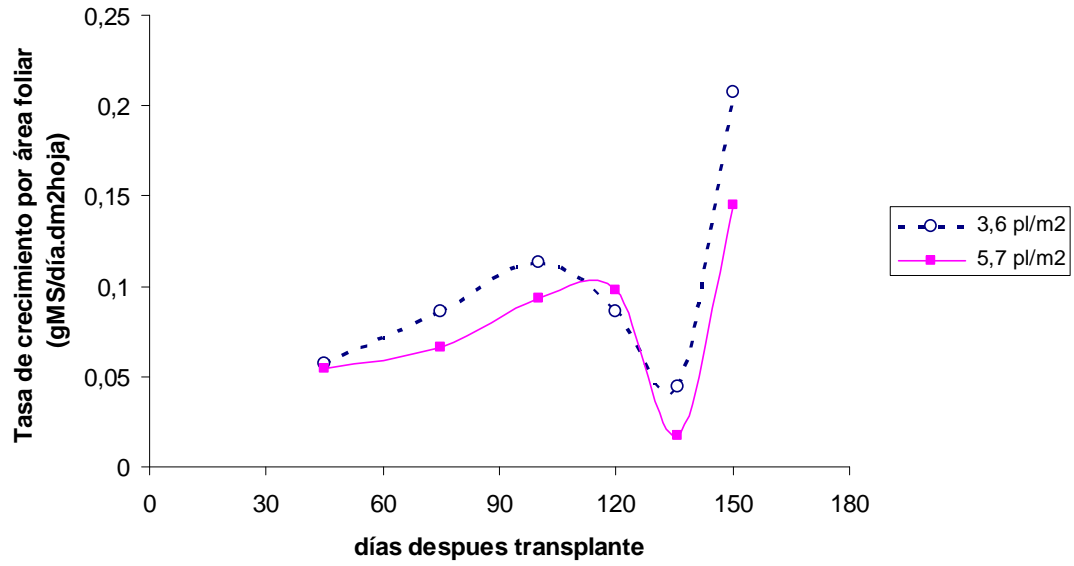


Figura No. 11. Evolución de la tasa de crecimiento por área foliar.