

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFEECTO DE LA DENSIDAD EN LA PRODUCTIVIDAD DE TRES
CULTIVARES DE TOMATE PARA INDUSTRIA**

POR

Freddy Alejandro NÚÑEZ FORNI

Leonardo Javier PALOTTI ABREO

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2004**

Tesis aprobada por:

Directores: _____
Ing. Agr. Gustavo Giménez

Ing. Agr. Santiago Dogliotti

Ing. Agr. Guillermo Galván

Fecha: _____

Autores: _____
Freddy Alejandro Núñez Forni

Leonardo Javier Palotti Abreo

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN

AGRADECIMIENTOS

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

1 INTRODUCCION.....	1
1.1 SITUACION A NIVEL MUNDIAL.....	1
1.2 EL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIA EN EL URUGUAY.....	2
1.2.1 Localización.....	3
1.2.2 Variedades utilizadas.....	3
1.2.3 Tecnologías utilizadas.....	3
1.2.4 Evolución del procesamiento y de las importaciones.....	4
1.3 OBJETIVO.....	5
2 REVISION BIBLIOGRAFICA.....	6
2.1 GENERALIDADES.....	6
2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO.....	7
2.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.....	8
2.3.1 Floración y cuajado.....	8
2.3.2 Crecimiento y desarrollo de frutos.....	9
2.4 PARTICION DE MATERIA SECA.....	10
2.5 CALIDAD DEL FRUTO.....	12
2.5.1 Maduración y composición del fruto.....	12
2.5.2 Materia seca.....	14
2.5.3 Firmeza.....	15
2.5.4 Sólidos solubles.....	16
2.5.5 Acidez y pH.....	17
2.6 EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE PARA INDUSTRIA.....	19
2.7 CULTIVARES UTILIZADOS.....	21
2.7.1 Variedad Loica.....	21
2.7.2 Híbrido H9780.....	22
2.7.3 Híbrido Charrúa.....	22
3 MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	23
3.2 TRATAMIENTOS.....	23
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
3.4 CULTIVO.....	25
3.4.1 Suelo.....	25
3.4.2 Evolución de la temperatura media y la radiación durante el ciclo del cultivo.....	25

3.4.3	Manejo del cultivo.....	26
3.4.3.1	Almácigo.....	26
3.4.3.2	Preparación del terreno.....	26
3.4.3.3	Trasplante.....	26
3.4.3.4	Control de malezas.....	27
3.4.3.5	Refertilización.....	27
3.4.3.6	Control sanitario.....	27
3.4.3.7	Cosecha.....	28
3.5	RIEGO.....	29
3.5.1	Necesidades de agua del cultivo.....	29
3.5.2	Precipitaciones.....	29
3.5.3	Manejo del riego.....	30
3.6	VARIABLES EVALUADAS Y OBSERVACIONES.....	31
3.6.1	Crecimiento y desarrollo a lo largo del ciclo.....	31
3.6.2	Evaluación en cosecha.....	32
3.7	PROBLEMAS OPERATIVOS.....	33
4	RESULTADOS.....	34
4.1	DESARROLLO Y CRECIMIENTO VEGETATIVO.....	34
4.1.1	Duración del ciclo del cultivo.....	34
4.1.2	Evolución del área foliar por planta y del índice de área foliar.....	34
4.1.3	Evolución del número de hojas por planta.....	37
4.1.4	Evolución de la altura de planta.....	37
4.2	CRECIMIENTO Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.....	40
4.2.1	Floración.....	40
4.2.2	Cuajado de frutos.....	41
4.2.3	Relación entre la evolución del área foliar, la floración y el cuajado.....	44
4.3	PARTICIÓN DE MATERIA SECA.....	46
4.4	RESULTADOS PRODUCTIVOS.....	48
4.4.1	Rendimiento.....	48
4.4.2	Peso medio de frutos.....	49
4.4.3	Número de frutos por planta y por metro cuadrado.....	50
4.5	CALIDAD DE LOS FRUTOS COMERCIALES.....	52
4.5.1	Porcentaje de materia seca de los frutos.....	52
4.5.2	Firmeza de los frutos.....	52
4.5.3	Sólidos solubles de los frutos.....	53
4.5.4	Acidez titulable.....	54
4.5.5	pH.....	54
5	DISCUSIÓN.....	56
5.1	CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO.....	56
5.2	CRECIMIENTO Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.....	56

5.3	PARTICIÓN DE MATERIA SECA.....	57
5.4	RENDIMIENTO.....	58
5.5	CALIDAD DE LOS FRUTOS COMERCIALES.....	60
5.5.1	Materia seca.....	60
5.5.2	Firmeza.....	60
5.5.3	Sólidos solubles.....	60
5.5.4	Acidez y pH.....	61
6	CONCLUSIONES.....	62
7	RESUMEN.....	63
8	BIBLIOGRAFÍA	
9	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N°	Página N°
1 Evolución de n° de productores, superficie y producción.....	2
2 Destino del tomate utilizado en la industria.....	4
3 Evolución del volumen importado de tomate procesado.....	5
4 Influencia de la temperatura en la duración del período de cuajado a maduración.....	10
5 Composición típica de los frutos de tomate maduros.....	14
6 Efecto de la fertilización con potasio en la acidez, pH y sólidos solubles..	18
7 Características del híbrido H9780.....	22
8 Resultados de análisis de suelo.....	25
9 Total de riegos aplicados, precipitaciones y consumo de agua.....	30
9 Duración del área foliar (DAF).....	37
11 Producción total de materia seca en gramos por planta, para Loica y H9780 en cada densidad de plantación.....	46
12 Cantidad de materia seca destinada a los frutos para Loica y H9780 en cada densidad de plantación.....	46
13 Partición de la materia seca a los frutos, hojas y tallos, para Loica y H9780.....	47
14 Partición de asimilados a frutos teniendo en cuenta el DAF y la producción por metro cuadrado a las distintas densidades.....	47
15 Rendimiento total, descartes, y rendimiento comercial para Loica y H9780.....	48
16 Rendimiento total, comercial y descartes según densidad de plantación para el cultivar Loica.....	49

17	Rendimiento total, comercial y descartes según densidad de plantación para el cultivar H9780.....	49
18	Peso medio de frutos en primera y segunda cosecha para Loica y H9780...	50
19	Número de frutos por planta y por m ² en las dos cosechas para Loica.....	51
20	Número de frutos por planta y por m ² en las dos cosechas para H9780.....	51
21	Porcentaje de materia seca de los frutos.....	52
21	Firmeza de los frutos.....	52
23	Sólidos solubles en función de la densidad en la primera cosecha.....	53
24	Sólidos solubles en función de la densidad en la segunda cosecha.....	53
25	Porcentaje de acidez de los frutos.....	54
26	pH de los frutos.....	55
27	Datos climáticos.....	Anexo N°2
28	Influencia de la densidad en la altura final de planta.....	Anexo N°4
29	Partición de materia seca por densidad.....	Anexo N°5
30	Efecto de la densidad en el porcentaje de materia seca.....	Anexo N°6
31	Efecto de la densidad en la firmeza de los frutos.....	Anexo N°7
32	Efecto de la densidad en la acidez de los frutos.....	Anexo N°8
33	Efecto de la densidad en el pH de los frutos.....	Anexo N°9
34	Rendimiento total por hectárea por parcela.....	Anexo N°10
35	Causas de descarte.....	Anexo N°11
36	Diferencia entre número de frutos cuajados hasta el día 52 y cosecha.....	Anexo N°12
37	Influencia de la densidad en el peso medio de los frutos.....	Anexo N°13

Figura N°	Página N°
1 Diferencias entre tipo de crecimiento determinado e indeterminado.....	6
2 Factores que determinan el pasaje de estado vegetativo a reproductivo.....	8
3 Influencia de la temperatura en la A. Bruta y la respiración.....	11
4 Algunos cambios en la composición del fruto de tomate durante la maduración.....	13
5 Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento vegetativo de las plantas de tomate.....	19
6 Esquema del ensayo.....	24
7 Temperatura y radiación ocurridas durante el cultivo.....	25
8 Evolución del crecimiento de la planta de tomate.....	29
9 Comparación de las lluvias ocurridas en el cultivo con la serie histórica.....	30
10 Evolución del área foliar por planta en función de la densidad, para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	35
11 Evolución del índice de área foliar por planta en función de la densidad, para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	36
12 Evolución del área foliar y el número de hojas por planta para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	38
13 Evolución del número de hojas por planta para Loica, Charrúa y H9780.....	39
14 Evolución de la altura de planta de Loica, Charrúa y H9780.....	39
15 Evolución del número de racimos con flores abiertas por planta para: Loica, Charrúa y H9780.....	40
16 Evolución del número de racimos con frutos cuajados por planta para: Loica, Charrúa y H9780.....	41

17	Evolución del número acumulado de frutos cuajados por planta y número final de frutos en cosecha, para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	42
18	Evolución del número promedio de frutos por racimo para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	43
19	Evolución del área foliar, número de flores abiertas y de número de frutos cuajados para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.....	45
20	Evolución de la evaporación del tanque “A” de “LasBrujas”.....	Anexo N°1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN A NIVEL MUNDIAL

El tomate es cultivado prácticamente en todos los países, la evolución de la superficie cultivada en las distintas partes del planeta a lo largo de los últimos tiempos muestran una estabilidad, con ligera tendencia a la reducción en las áreas de los países mas desarrollados y una leve expansión en África, América Latina y Asia. Con casi 3 millones de hectáreas y un volumen de producción que ha superado los 70 millones de toneladas, constituye sin lugar a dudas un fuerte renglón en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados (FAO Anuario de Producción 1981- 1992).

Los cambios en los hábitos alimenticios de una amplia parte de la población mundial, influenciada por la cocina europea occidental, además del descubrimiento de su riqueza vitamínica junto con su agradable gusto y color, han determinado una demanda creciente del tomate, posibilitando la extensión de su cultivo. La superficie crece a un menor ritmo que la producción, situación que pone de manifiesto un incremento en los rendimientos medios consecuencia de las continuas mejoras tecnológicas introducidas, tanto en el ámbito de técnicas de cultivo como en la selección varietal. Aunque a nivel global el rendimiento medio ha experimentado un crecimiento del 13% se puede decir que a partir del año 1987 se estabiliza en $24,5\text{Mg ha}^{-1}$ (FAO Anuario de Producción 1981- 1992).

La necesidad de disponer del producto durante todo el año es la base de la industria conservera que empieza a tomar cuerpo a partir de fines del siglo XIX, llegando en la actualidad a industrializarse entre el 25 a 30% de la producción mundial anual, volumen que sitúa a este producto como la materia prima más importante en la industria de conservas hortícolas (NUEZ, 1995).

1.2 EL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIA EN EL URUGUAY.

En el país el cultivo del tomate en los últimos 20 años ha experimentado profundas transformaciones, disminuyendo su superficie e incrementando los rendimientos, (tabla 1) como consecuencia de cambios en las técnicas del cultivo e introducción de materiales genéticos de mayor potencial productivo.

Tabla N° 1 Evolución de productores, superficie y producción.

Año	N° Productores	Superficie(has)	Producción(ton)	Prod. (ton/ha)
1980	1.812	1.502	11.301	7,5
1990	1.492	1.140	13.208	11,6
2001/2002	558	270	3.617	13,4
2002/2003	749	459	9.714	21,2

Fuente: Censo General, 1990; DIEA, 2001/2002 y 2002/2003.

En el año 1990 se registraron 1140 hectáreas cultivadas de tomate para industria, la cual descendió a 540 hectáreas en el año 1992 como consecuencia directa de una falta de competitividad por los altos costos de producción nacional. Los bajos rendimientos de producción y altos costos del cultivo, junto a una baja eficiencia productiva de la industria nacional, han conducido en la última década a un incremento progresivo de las importaciones que permita cubrir la demanda del mercado interno, siendo el consumo per cápita de tomate es de 0,96 Kg/mes en Montevideo y 0,92 Kg/mes en el interior, según datos del Instituto Nacional de Estadística, 1996.

En el Uruguay las condiciones de competitividad para la producción de tomate industria cambiaron sustancialmente a partir del año 2002. En primer lugar por los beneficios derivados de la inclusión del IVA en las frutas y hortalizas y en segundo por la devaluación del peso uruguayo. El nuevo valor del dólar determinó una caída significativa en los niveles de importaciones de tomate procesado, sumado a la posibilidad de descontar el IVA a compras de materia prima sin costos para el productor, determinó un mayor atractivo para la producción nacional de tomate industria. Bajo estas condiciones se produjo un aumento en el área cultivada, que venía registrando niveles inferiores en la última década (tabla 1). En este marco el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca decidió implementar algunas acciones para apoyar la articulación en la cadena agroindustrial, realizando para ello un llamado a interesados en presentar planes de negocio para la producción e industrialización de tomate industria, utilizando como instrumento el Fondo de Reconstrucción y Fomento de la Granja. En la campaña 2002 – 2003 los recursos aportados por dicho mecanismo fueron 88000 U\$S involucrando a un total de 149 productores, 168 hectáreas y la producción final remitida a planta industrial fue de 2500 toneladas, logrando un rendimiento promedio de 17,4 toneladas por hectárea.

La campaña 2003 – 2004 comprende 250 productores, una superficie estimada de 530 hectáreas, esperando llegar a un volumen total producido de 20.000 toneladas. Se estimaba un subsidio de 150 a 180 mil U\$\$, dependiendo de los rendimientos que finalmente se obtengan (TAMBLER, 2004).

1.2.1 Localización.

La mayor concentración de productores dedicados a la producción de tomate para industria (adheridos a los subsidios del MGAP) se localiza en los departamentos de Canelones y San José, y en menor proporción en Montevideo, Artigas y Paysandú (TAMBLER, 2004).

1.2.2 Variedades utilizadas.

A partir de las condiciones anteriormente mencionadas que hacen más atractivo dicho cultivo y a la gran oferta de cultivares por parte de las semilleras se comenzaron a realizar en la zafra 2001/2002 evaluaciones de cultivares de tomate industria, con el objetivo de determinar cultivares con buenas características agronómicas e industriales. En la temporada 2002/2003 se continuó con la misma línea de trabajo de manera de seguir aportando información que ayude a productores e industriales a seleccionar los mejores cultivares, para los distintos productos a elaborar (concentrado, entero y cubeteado) (UBILLA, 2003). En la Estación Experimental INIA “Las Brujas” en la zafra 2003/2004 se realizó un jardín de introducción de cultivares con el objetivo de evaluar el comportamiento y calidad de los frutos de los diferentes cultivares de forma de tener una referencia de los cultivares que se pueden tener en cuenta para plantar. Hay que seguir evaluando para poder realizar una elección de cultivares que se adapten mejor a nuestras condiciones (GIMENEZ, et al 2004).

1.2.3 Tecnologías utilizadas.

El MGAP definió un marco técnico orientativo en cuanto a selección de productores participantes, tecnología y manejo del cultivo basado en:

- a) productores con experiencia, asesoramiento técnico y equipamiento adecuado.
- b) buena cama de trasplante, encanterado y drenaje.
- c) materiales recomendados por calidad industrial y resistencia a enfermedades.
- d) plantines con cepellón producidos por viveros especializados, manejo cuidadoso de trips.
- e) trasplante antes del 31 de octubre, con 3 o 4 hojas, y 25.000 plantas/hectárea.
- f) riego por goteo.
- g) plan sanitario sobre normas de producción integrada (monitoreo).

- h)** índices de cosecha definidos por industria (color, maduración uniforme, sólidos solubles, acidez).
- i)** momento de cosecha y logística de concentración y entrega definidos por la industria.

1.2.4 Evolución del procesamiento y de las importaciones.

Tabla N° 2 Destino del tomate utilizado en la industria

PROCESO	1998 Ton.	1999 Ton.	2000 Ton.	2001 Ton.	2002 Ton.
Conc.-Extracto-Puré	60,4	34,5	37,4	168,0	346,3
Mermelada	62,6	11,6	30,5	5,2	15,4
Pelado ent. y trozos	210,8	367,2	457,4	17,6	12,1
Pulpa tamizada	525,6	595,6	383,6	157,9	397,7
Salsa	628,1	364,0	292,1	220,4	273,0
Triturado	1.302,6	1.077,2	1.148,2	711,0	928,3
Comidas preparadas	1,5	0,93	1,83	1,2	0,96
Dulce	0,35	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	2.792	2.451	2.351	1.281	1.974

Fuente: MGAP-JUNAGRA-DPC. Encuestas Agroindustriales Hortifrutícolas.

Tabla N°3 Evolución del volumen importado de tomate procesado

Rubro	1998 Ton.	1999 Ton.	2000 Ton.	2001 Ton.	2002 Ton.	2003 Ton.
Tomates enteros o en trozos	654,3	1788,7	1322,0	1925,2	684,1	304,8
Jugo	1,3	2,3	2,3	2,4	3,1	4,2
Pasta o puré	2432,7	2526,4	2933,1	2771,0	2473,0	2433,5
Los demás	1930,5	2430,5	2865,6	3153,4	1787,8	106,8
Salsa ketchup	638,3	691,6	782,0	684,7	456,1	510,4
Las demás salsas	758,1	1003,3	1001,1	990,9	621,6	344,2
TOTAL	6415	8443	8905	9528	6026	3704

Fuente: JUNAGRA – División Promoción Comercial. En base a datos de la Dirección General de Comercio (Área Comercio Exterior).

El volumen de tomate procesado por las industrias nacionales llegó a su mínimo en el año 2001 (tabla 2), como resultado de la reactivación del rubro, se comenzó a incrementar el volumen procesado, el cual en la zafra 2002/2003 fue de 3000 toneladas y en la última zafra se procesaron 9000 toneladas (Fuente: com. per. Alejandro Pizolón). Si bien las importaciones siguen cubriendo gran parte del consumo, éstas comienzan a disminuir a partir del año 2002 como consecuencia de la elaboración de los diferentes productos (concentrado, entero y cubeteado y otros) a partir de materia prima nacional (según los datos aportados por URUNET hasta el 01-08- 2004 se importaron 919 toneladas).

1.3 OBJETIVO.

En el marco de las condiciones macro-económicas que determinaron que el tomate industria vuelva a ser un cultivo de interés para productores e industriales, el INIA retomó la investigación en este cultivo evaluando tecnologías y materiales genéticos que permitan aumentar los rendimientos y la calidad del producto.

En particular el experimento que se reporta en esta tesis tuvo como objetivo evaluar el potencial de rendimiento y la calidad de los frutos de tres cultivares de tomate para industria en condiciones intensivas de producción y a tres densidades de plantación.

2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 INTRODUCCIÓN.

El tomate (*Solanum lycopersicum*), es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región andina. Todavía en la actualidad se encuentra silvestre en algunas zonas donde se recurre como fuente de germoplasma para mejoramiento genético. La domesticación de la especie se realizó en la zona de México. Su nombre deriva de la lengua nahuac donde se le llamaba tomatl. El tomate pertenece a la familia de las solanáceas, es potencialmente perenne y muy sensible a heladas y a las bajas temperaturas, lo que determina su ciclo anual en zonas templadas, de distinta duración según la variedad y el sistema de cultivo. Las mejores temperaturas para su crecimiento y producción están entre 20°C y 25°C, cuando hay menos de 10°C no hay crecimiento y cuando hay menos de 13°C el cuajado de frutos es deficiente. Temperaturas mayores a 30°C hacen que la planta gaste en mantenimiento tanto como lo producido por la fotosíntesis, por lo tanto no crece, los frutos no aumentan de tamaño, falla el cuajado de las flores e incluso estas pueden caer (RODRÍGUEZ,1986; ALDABE, 2000).

Los hábitos de crecimiento que presentan las variedades de tomate se clasifican desde: determinado a indeterminado (figura 1).

Figura N°1 Diferencias entre tipos de crecimientos “determinado” e “indeterminado”.

DETERMINADO	INDETERMINADO
Fuerte tendencia a la ramificación.	Ramificación débil
1 o 2 hojas por simpodio.	3 o 4 hojas por simpodio.
Floración y maduración de frutos concentrada.	Floración y maduración distribuidas en un largo período.
Hábito arbustivo.	Hábito rastrero.
No se realiza poda ni raleo de frutos.	Siempre se podan y pueden ralearse frutos.
Producción a campo de estación, sin conducción y con posibilidad de cosecha mecánica.	Producción a campo o invernáculo, siempre se conducen y cosechan manualmente.
Tomate industria o doble propósito.	Tomate de mesa.

Fuente: Elaborado por Santiago Dogliotti (no publicado).

En el tipo determinado el crecimiento se caracteriza por un tallo principal sin dominancia apical. El tallo principal luego de emitir un número de racimos florales que oscila entre 2 y 6 según la variedad y las condiciones ambientales; detiene su crecimiento con un racimo floral en posición terminal. Las yemas axilares del tallo principal dan origen a los tallos secundarios, los cuales a su vez también detienen su crecimiento con un racimo floral en posición terminal luego de haber emitido 1 a 3 racimos florales y a veces más. Estas variedades son de porte bajo, con tamaño pequeño a mediano, presentan un crecimiento erecto y arbustivo. Producen inflorescencias junto con cada hoja o cada 2 hojas, lo que determina mayor precocidad y concentración de la producción (FOLQUER, 1979; ATHERTON, 1986; IMPARATTA y ROMERO, 1985).

2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO.

El crecimiento vegetativo es determinante para la obtención de buenos rendimientos, por lo tanto todo factor que lo limite irá en contra de la producción. La temperatura es el factor más importante en determinar la productividad, ya que pueden condicionar casi la totalidad de las funciones fisiológicas. La competencia por la luz es otra de las causas principales de reducción de los rendimientos cuando se cuenta con adecuados niveles de fertilidad y disponibilidad de riego (RODRÍGUEZ y DELGADO, 1975).

Las temperaturas óptimas para el crecimiento vegetativo son de 23°C durante el día y de 17°C durante la noche, las cuales fluctúan en relación con la intensidad de luz, la edad y el balance de agua en la planta. Esto significa que cuando hay baja intensidad de luz y/o un déficit hídrico en la planta, temperaturas por encima de las óptimas provocan una disminución en la producción de fotoasimilados. Las plantas mantenidas a 10°C (temperatura constante) ven paralizado su crecimiento. Con temperaturas altas (26 a 30) y baja intensidad de luz el tallo crece delgado, con una tasa de aparición de hojas de 0,5 hojas por día, siendo estas más pequeñas. Al descender la temperatura el tallo engruesa y forma hojas más grandes, de color verde oscuro (FOLQUER, 1979).

Las plantas que crecen en condiciones de temperaturas de suelo superiores tienen un mayor incremento en área foliar, a no ser que reciban baja intensidad de luz, a una temperatura de 15 °c tienen raíces más pequeñas y hojas verde oscuras que las que crecen a 25°C. A 15°C el área específica de hoja (cm²/gramo) fue 21% menor con respecto a las plantas que crecen a 25°C. Restricciones en desarrollo radicular causan hojas verde oscuras con alto porcentaje de materia seca. La producción de materia seca se incrementa con temperaturas de suelo de alrededor de 30°C en plantas jóvenes, pero la temperatura óptima disminuye con la edad de la planta (ATHERTON, 1986).

El valor óptimo de fotoperíodo se encuentra entre 14 y 16 horas, con un fotoperíodo de 16 horas produce el doble de materia seca que otro de 8 horas, mientras que el

crecimiento se ve detenido con fotoperíodos menores de 8 – 10 horas (REY y COSTES, 1965; RODRÍGUEZ DEL RINCÓN, 1975; FOLQUER, 1979).

2.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.

2.3.1 Floración y cuajado

La floración del tomate se ve favorecida por temperaturas nocturnas inferiores a 17°C, pero superiores a 13°C, asociadas a temperaturas diurnas cercanas a los 23°C, cuando las temperaturas son superiores a las óptimas y la intensidad de luz es baja la floración se ve retrasada (FOLQUER, 1979).

En la figura 2 se puede ver el efecto de la intensidad de luz (1000, 750, 500 y 250 luxes/pie²) y la temperatura media (15 y 25°C) en el tiempo desde emergencia a inicio del primer racimo y en el número de hojas iniciadas antes del primer racimo en plantas de tomate.

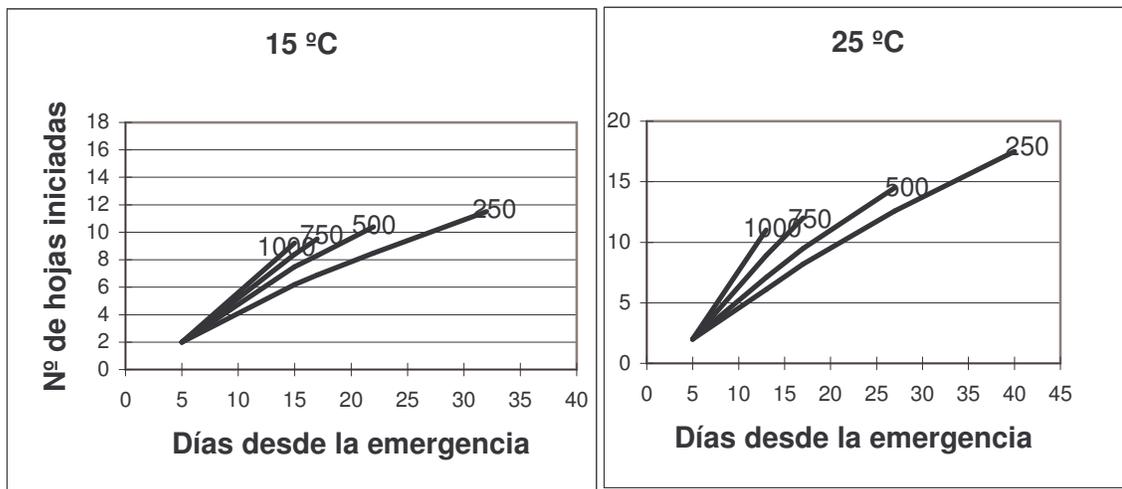


Figura N° 2 Factores que determinan el pasaje de estado vegetativo a reproductivo (CALVERT, 1959).

Según Boxal (1962), citado por Rey y Costes (1965), menciona que con temperaturas del suelo extremas, inferiores a 16°C o superiores a 34°C la floración de las plantas se produce tardíamente y por consiguiente la fructificación se realiza de manera anormal, disminuyendo considerablemente el rendimiento total.

Una vez ocurrida la floración se tienen que dar una serie de eventos para llegar finalmente al cuajado de un fruto, estos eventos son muy afectados por factores ambientales. La producción de polen desde 9 días antes de la antesis es limitada por temperaturas mayores a 40°C o menores a 10°C y una baja disponibilidad de asimilados, estas condiciones limitantes pueden determinar que solo el 50% del polen sea viable. La transferencia de polen es limitada desde 1-2 días antes de la antesis por una humedad relativa menor a 70% o mayor a 90 % y la temperatura óptima es de 17 - 24 ° C, la humedad relativa menor a 70% provoca el desecamiento del grano de polen y cuando es mayor a 90, los granos se apelsonan en las anteras y no pueden ingresar al estigma. La germinación del polen es limitada por temperaturas < 10 °C y > 35 °C y por su porcentaje de viabilidad. La fecundación no es muy afectada por la temperatura, el óvulo puede deteriorarse por temperaturas > 40°C entre 24 a 96 horas luego de ocurrida la misma. Una baja humedad relativa, menor a 50%, deseca el estigma y reduce su receptividad; también el tubo polínico se deseca y rompe antes de la fecundación. El óptimo se sitúa en 70% de humedad relativa aproximadamente. Otra causa de falta de fecundación se denomina “esterilidad posicional” y es causada por aumento de la temperatura y por descenso de la humedad del suelo que provoca el crecimiento rápido del estilo, quedando el estigma por encima de las anteras (ATHERTON, 1986; FOLQUER, 1979; REY y COSTES, 1965; RODRÍGUEZ y DELGADO, 1975).

El cuajado puede definirse como la conjunción de: gametogénesis, polinización, crecimiento del tubo polínico, fecundación de óvulos y desarrollo del fruto. Este se ve afectado por los mismos factores que inciden en la polinización y fecundación mencionados en el punto anterior. Se obtiene muy buen cuajado con temperaturas nocturnas dentro del rango de 13°C a 16,5°C. Esta temperatura es la que juega el rol más importante con relación al cuajado.

Las condiciones adversas al cuajado son: una iluminación solar insuficiente, temperaturas superiores a 30°C, así como temperaturas inferiores a 10°C, desbalances hídricos y ciertas enfermedades (VESCHAMBRE y ZUANG, 1979; WAFFELAERT, 1974; REY y COSTES, 1965).

2.3.2 Crecimiento y desarrollo de frutos.

Se obtienen frutos de mayor tamaño y más tardíos en su maduración si las temperaturas nocturnas están en el entorno de 15 a 20°C. La temperatura mínima de desarrollo del fruto es 13°C. La tasa de desarrollo de los frutos se incrementa con el aumento de la temperatura, esto determina que el período de crecimiento se vea reducido, adelantándose la maduración y síntesis de pigmentos (tabla 4) obteniéndose de esta manera frutos de menor tamaño (REY y COSTES, 1965).

Tabla N°4. Influencia de la temperatura en la duración del período de cuajado a maduración.

Temperatura	Días
17	72
19	62
21	56
23	49

Fuente: De Koning A.N.M. 1994.

2.4 PARTICIÓN DE MATERIA SECA.

El mecanismo principal que gobierna la partición de asimilados en la planta de tomate es la competencia entre fosas. Se define como “fosa” a cualquier órgano que sea neto importador de asimilados. La fuerza de fosa es la capacidad potencial (habilidad competitiva) de un órgano de atraer asimilados frente a otros órganos; se mide indirectamente dejando pocos frutos y se ve cuánto consumen sin competencia.

Por otro lado “fuente” es cualquier órgano que sea neto productor de asimilados. La fuerza de fuente es la tasa actual de producción de asimilados (en ciertas condiciones), se expresa en: gramos de carbohidratos/m²/día.

$$\text{Relación fuente/ fosa} = \frac{\text{Asimilación Neta}}{\text{(fuerza de fosa frutos + fuerza de fosa vegetativa)}}$$

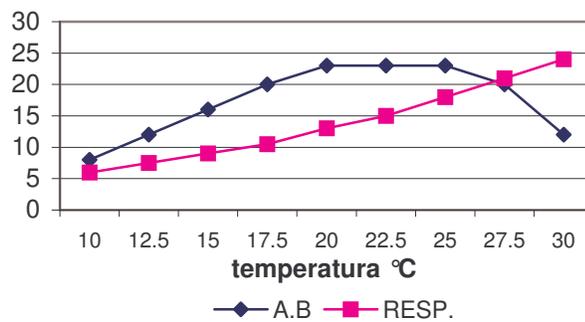
La asimilación neta depende del balance que ocurre en la planta entre la asimilación bruta y la respiración, determinando la disponibilidad de fotoasimilados que serán utilizados por la fosa vegetativa y la fosa reproductiva.

La asimilación bruta esta dada por la tasa fotosintética (asimilación de CO₂). La tasa fotosintética está principalmente afectada por la radiación y la concentración de CO₂ durante el período de luz. La fotosíntesis es afectada además por otros factores del ambiente como ser la temperatura, la humedad del aire, el agua en el suelo y los nutrientes minerales. La tasa de exportación de asimilados desde las hojas durante el día es proporcional a la tasa de fotosíntesis. La respiración (fotorespiración) está mayormente afectada por la temperatura, en condiciones de alta temperatura la fijación

del CO₂ disminuye drásticamente en las plantas que son C₃, dándose en esta situación una mayor difusión del oxígeno en los estomas de las hojas, en detrimento de la fijación de CO₂.

La temperatura alta afecta la respiración (respiración de mantenimiento) de igual manera durante el día que durante la noche, pero durante la noche, hay ausencia de fotosíntesis y en consecuencia el balance es negativo, por lo tanto si la temperatura baja a 15 – 18°C durante la noche se ahorran asimilados en respiración. La diferencia entre la asimilación bruta y la respiración definen la asimilación neta (figura 3).

Figura N°3 Influencia de la temperatura en la asimilación bruta y la respiración.



Además de los factores del ambiente que inciden en la fuente de asimilados, existen otros propios de la planta, su estado fenológico y del cultivo. La tasa de exportación disminuye con la edad de las hojas, esta disminución puede llegar a ser importante al final del cultivo. La tasa de exportación de asimilados desde las hojas está afectada por el número de frutos y la tasa de crecimiento de los mismos, ya que los frutos presentan una mayor fuerza de fosa por asimilados que otros órganos. Cuando el suministro de asimilados desde las hojas disminuye por sombreado, las reservas del tallo son movilizadas.

La asimilación neta indica la disponibilidad de asimilados que serán repartidos entre las fosas vegetativas y reproductivas. Existen 2 fases en la partición de asimilados según la etapa fenológica del cultivo de tomate. Cuando el cultivo se encuentra en la fase de crecimiento vegetativo y no ha comenzado a fructificar, todos los asimilados se destinan al desarrollo de tallos, hojas y raíces. La fuerza de fosa que ejercen estos órganos, aumenta con la temperatura. Con temperaturas de 17°C en el día y 12°C en la noche, el crecimiento es menor pero los asimilados se acumulan en tallo y raíces. Para que se de el comienzo de la fase reproductiva, es decir la aparición del primer racimo, es necesario que disminuya la fuerza de fosa vegetativa para que se acumulen asimilados que permitan el inicio de dicha fase.

La partición de asimilados hacia los frutos esta determinado por su número y tasa de crecimiento. El número de frutos depende de la tasa de cuajado y de las condiciones que favorecen el mismo. Al haber mayor número de frutos por planta, aumenta la partición de materia seca hacia los frutos, con respecto al total de la planta. Al reducirse el número de frutos por racimo se incrementa la partición de asimilados hacia la parte vegetativa; en los resultados obtenidos por Heuvelink y Marcelis, (1996) cuando se reduce el número de frutos de 7 a 1, se incrementa de peso seco vegetativo que pasa de 62 a 67%.

La tasa de desarrollo de los frutos está afectada principalmente por la temperatura, cuanto mayor es la temperatura mayor es el incremento en la fuerza de fosa de los frutos y mayor la velocidad con que circulan los asimilados. La partición de materia seca a los frutos puede ser alterada exclusivamente por la temperatura de los mismos, cuando la temperatura aumenta de 17 a 23 °C, ocurre un incremento de la fuerza de fosa vegetativa y reproductiva, pero esta última se incrementa en mayor proporción (ATHERTON, 1986; Curso fisiología de los Cultivos, 2001 fuente: de Koning A.N.M., 1994).

2.5 CALIDAD DEL FRUTO.

2.5.1 Maduración y composición del fruto.

Durante el desarrollo del fruto, desde cuajado a la senescencia se dan diferentes procesos metabólicos que determinan la maduración del fruto. Hoy se conoce con mayor exactitud que la maduración depende un amplio rango de síntesis independientes de compuestos orgánicos, como así también de reacciones degradativas de sustancias. A su vez, varias facetas de la maduración aparecen coordinadas y reguladas por hormonas de las plantas, pero que pueden ser modificadas por la genética y los factores ambientales. El cambio de estado del fruto de tomate desde verde maduro a totalmente maduro, involucra cambios drásticos en el color, composición química, aroma, sabor y textura. En este período de maduración la fruta almacena grandes reservas de sustancias. El contenido de agua del fruto se incrementa desde aproximadamente 90% del peso fresco en el estado verde inmaduro a 95% en los frutos totalmente maduro. Los cambios principales que ocurren en el proceso de maduración son la degradación de almidón en glucosa y fructosa, se produce además la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos (β caroteno y licopeno). La actividad de la enzima poligalacturonasa aumenta, la cual produce la degradación de las paredes celulares dando como resultado un incremento en el contenido de pectinas solubles. El ácido cítrico aumenta en proporción con respecto al ácido málico (ATHERTON y RUDICH, 1986).

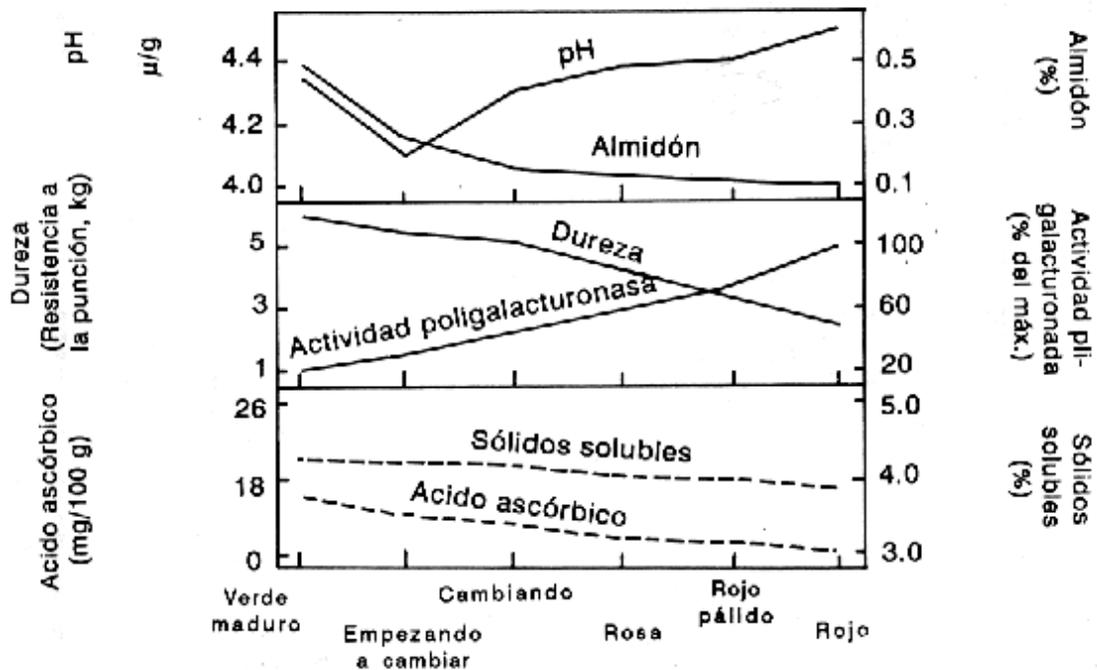


Figura N° 4 Algunos cambios en la composición del fruto de tomate durante la maduración. Adaptado de Wills, R.H.H., 1984.

El rango de temperaturas para pasar de verde a totalmente maduro va desde 12,8 a 23,9°C, dentro de estas, las más óptimas están en el entorno de 18 a 22°C, con temperaturas mayores a 24°C se da una maduración anormal, influyen en la síntesis de pigmentos, se da una mayor formación de carotenos y una menor síntesis de licopenos, obteniéndose así frutos maduros de color naranja.

Tabla N°5 Composición típica de los frutos de tomate maduros.

Componente	% Peso fresco
Materia seca	6,5
Total de carbohidratos	4,7
Lípidos	0,15
Proteína- N	0,4
Azúcares reductores	3,0
Sacarosa	0,1
Sólidos solubles totales	4,5
Ácido málico	0,1
Ácido cítrico	0,2
Fibras	0,5
Vitamina C	0,02
Potasio	0,25

Fuente: Hobson y Grierson, 1993.

El fruto de tomate posee en su composición aproximadamente 93 a95 % de agua y en el 5 - 7 % restante se encuentran compuestos inorgánicos, ácidos orgánicos, azúcares insolubles en alcohol y otros compuestos. Las vitaminas están presentes en una pequeña proporción del total de materia seca, estas sustancias son importantes desde el punto de vista nutricional. La composición de los frutos de tomate para industria puede ser alterada por mejoramiento genético, con el objetivo de seleccionar cultivares con características deseables para el procesamiento. La composición de los frutos, además de ser una característica del cultivar puede ser influenciada por las condiciones edafoclimáticas de la zona productora. La calidad de los frutos depende de distintos factores, condiciones de producción, cultivares, fertilización y densidad de plantación (OSVALD, 2001; EMBRAPA, 2003).

2.5.2 Materia seca.

El porcentaje de materia seca de los frutos varía de 5 a 7% dependiendo del cultivar y de las técnicas de cultivo utilizadas, es decir densidad de plantación, manejo de la fertilización y del riego, si este continúa hasta el final del ciclo el porcentaje de materia seca en los frutos será menor (HOBSON y GRIERSON, 1993; EMBRAPA, 2003). Kaniszewski (1987), trabajando con diferentes dosis de nitrógeno en condiciones de riego y no riego, obtuvo aumentos en el contenido de materia seca cuando no uso el riego e incrementó las dosis de 37,5 kg/ha hasta 150 kg/ha de nitrógeno.

Existe una asociación positiva entre las altas tasas de acumulación de almidón y la acumulación de materia seca en los frutos. Según Dinar y Stevens (1981), el contenido de almidón en los frutos alcanza su máximo a los 42 días de la antesis, algunos autores observaron que alcanza dicho contenido entre los 16 – 30 días después de la antesis. El aumento en la tasa de importación de asimilados de los frutos, provoca el incremento de la acumulación de almidón determinándose así una alta tasa de crecimiento relativo de los frutos.

2.5.3 Firmeza.

La firmeza de los frutos confiere resistencia a daños durante el transporte, que comúnmente es a granel. Los frutos considerados malos (blandos) están más sujetos a deformaciones y a rompimiento de la epidermis con liberación de jugo celular, ocurriendo fermentación y deterioro de los frutos.

La firmeza de los frutos en una etapa dada de la maduración varía según la variedad. Dentro de la variedad y entre variedades, la firmeza aumenta con el número de lóculos. Esto es debido a un efecto de ingeniería estructural, cuanto más tabiques, más apuntalamiento y más firme es el fruto. Además de las características genéticas que condicionan la firmeza de los frutos, el estado de maduración, la nutrición de la planta, la disponibilidad de agua y la temperatura de los frutos afectan esta característica (EMBRAPA, 2003).

El aumento en los niveles de potasio y calcio aumentan la firmeza y cuando el nivel de potasio es alto el aumento de nitrógeno aumenta la firmeza (SHEARD, 1965). Kaniszewski (1987), afirma que con la utilización del riego y el aumento en las dosis de nitrógeno de 75 kg/ha hasta 150 kg/ha provoca un aumento en la firmeza. Por el contrario, Moore et al (1958), afirma que la firmeza es reducida por una alta fertilización nitrogenada y una alta humedad del suelo.

La firmeza de los frutos esta correlacionada positivamente con el contenido de pectinas totales, en el cual el calcio juega un papel muy importante. Si la traslocación de

calcio a los frutos es deficiente, los frutos tendrán menor firmeza. A medida que madura el fruto, se da un aumento en la síntesis de etileno y la acumulación de la enzima poligalacturonasa, dicha enzima estimula la solubilización del complejo calcio-pectinas en la laminilla media de la pared celular, disminuyendo así la firmeza (HAMSON, 1952; SEYMOUR, 1993).

2.5.4 Sólidos solubles.

Los sólidos solubles constituyen una de las principales características requeridas en los frutos de tomate para industria. A mayor tenor de sólidos solubles, (°Brix) mayor será el rendimiento industrial y menor será el gasto de energía en el proceso de concentración de la pulpa. En términos prácticos, para cada aumento de una unidad de °Brix de la materia prima hay un incremento de 20% en rendimiento industrial (EMBRAPA, 2003).

Según los datos de La Asociación de productores de tomate de California e industriales nacionales citados por Filgueira (2000), los valores medios de °Brix de los frutos recibidos por las industrias en la región han sido bastante bajos, (4,5°Brix) mientras que en Uruguay el contenido de sólidos solubles de los frutos recibidos por las industrias en promedio vario entre 3,5 a 4°Brix.

La hidrólisis del almidón juega un rol importante en la determinación del contenido de sólidos solubles. Según Dinar y Stevans (1981), luego de alcanzarse el máximo de contenido de almidón en el fruto a los 42 días post-antesis comienza a decaer por el incremento de la actividad α amilasa, comenzando a acumularse azúcares reductores.

Los sólidos solubles están constituidos principalmente por fructosa, glucosa y otros azúcares. Los azúcares reductores, glucosa y fructosa, representan entre el 40 y 60% de los sólidos totales, y estos al variar mantienen la misma proporción (SANGUINETI, 1981).

El tenor de sólidos solubles en el fruto, además de ser una característica genética del cultivar está influenciada por varios factores como ser, el estado de madurez, la fertilización, la luz, la temperatura y el riego.

Los sólidos totales y los azúcares reductores aumentan con la madurez, siendo el contenido de azúcares máximo cuando el fruto pasa de verde a pintón para luego disminuir (FOLQUER, 1976). El tenor de sólidos solubles y de azúcares reductores aumenta progresivamente desde el estado de verde maduro a madurez total (BENTANCOURT, 1977; KADER, 1977; RICK, 1974). La cantidad de sólidos totales varia de 4,75 a 5,58%, y la de sólidos solubles entre 4,5 y 5,3%, según el estado de madurez, la variedad y el período de cosecha (GALLARDO, 1982).

Otro de los factores que influyen en el contenido de sólidos solubles de los frutos es la nutrición de la planta. La fertilización con potasio tiene efecto sobre el contenido de sólidos solubles hasta ciertas dosis de aplicación del mismo (tabla 6). El contenido de sólidos solubles aumentó hasta dosis de 93kg/ha de potasio, pero no tuvo incremento a dosis mayores (PICHA y HALL, 1982). Con dosis de 120kg/ha de nitrógeno se obtuvo el máximo contenido de azúcares y a dosis de 180kg/ha se observó un descenso del contenido de los mismos (ARBOLEYA, 1979; TOLKINBAEV, 1973). En los resultados obtenidos por Kaniszewski (1987), el contenido de sólidos solubles es máximo con dosis de 75 a 150 kg/ha de N, valores menores o superiores a estos ocasionan una disminución en dicho contenido. También en este experimento se observó que el riego disminuye el contenido de sólidos solubles.

Según los resultados obtenidos por Sanders et al (1989), que trabajó con distintos niveles de riego, (35%, 70% y 105% de la evapotranspiración del cultivo) y dos momentos de finalización del riego (30% y 70% de frutos rojos), el contenido de sólidos solubles disminuyó con los mayores niveles de riego y la finalización de este en 70% de frutos rojos. Un alto nivel de irrigación y un periodo de alta temperatura reducen el contenido de sólidos solubles (MOORE, 1958).

Los efectos de la densidad de plantas (24691, 37037, 49382, 70074 pl/ha) muestran que caracteres de calidad como licopeno, caroteno, ácido ascórbico y el contenido total de azúcares reductores fueron mayores a menores densidades (RAJINDER, 2000).

2.5.5 Acidez y pH.

Los frutos que presentan valores de ácido cítrico por debajo de 350 mg/100g de peso y un pH superior a 4,4 requieren períodos mas prolongados de esterilización, ocasionando mayor consumo de energía, es decir mayor costo de procesamiento, para evitar la proliferación de microorganismos en los productos procesados.

El pH y la acidez total tienen influencia en el sabor (EMBRAPA, 2003). La acidez en los frutos indica la cantidad de ácidos orgánicos (acidez total) que provoca la astringencia de los mismos. El ácido cítrico es el mayor ácido presente, representando cerca del 90% del total (SIMANDLE, 1966). Según Stevens (1979), la acidez y el pH tienen una correlación negativa de 0,95.

La acidez titulable se incrementa desde estado verde a pintón, pero no hay cambios consistentes luego de este estado. Varios investigadores reportan que la acidez de los frutos de tomate se incrementa durante su desarrollo hasta alcanzar el máximo valor en el estado pintón, para luego descender con la maduración (KADER, 1977). EL pH aumenta progresivamente a medida que avanza el estado de madurez a partir de los estados de verde maduro típico y primera apariencia de color rosado externo; hay una

disminución de 20 a 35% en el contenido de ácidos orgánicos (KADER, 1980; LUKYANENKO, 1981).

Tabla N°6 Efecto de la fertilización con potasio en acidez, pH y sólidos solubles.

Potasio Kg/ha	Acidez titulable (%ac. Cítrico)	pH	Sólidos solubles(%)
0	0,23	4,49	4,5
93	0,26	4,48	4,7
186	0,29	4,49	4,7
372	0,31	4,46	4,7
744	0,33	4,45	4,8

Fuente: Picha y Hall, 1982

En la tabla 6 se observa que plantas creciendo con bajos contenidos de potasio en el suelo, producen frutos con menor porcentaje de acidez, a medida que aumenta la fertilización con potasio aumenta el porcentaje de acidez, mientras que con dosis de potasio de hasta 186kg/ha no se producen cambios en el pH, pero a dosis mayores este disminuye (PICHA y HALL, 1982). Hay una tendencia a disminuir el pH al aumentar las unidades de nitrógeno y fósforo aplicadas, ya que modifica la relación de ácidos del fruto. Bajas temperaturas nocturnas al final del ciclo ocasionan disminución del pH, las mayores densidades y altos niveles de irrigación determinan su aumento (DÍAZ y GUTIERREZ, 1980). Con altos niveles de nitrógeno en el suelo se produce una disminución en el contenido de azúcares y ácido málico, por lo que se produce un aumento en el pH (ARBOLEYA, 1979).

En el experimento realizado por Sanders et al (1989), la acidez fue mayor cuando el riego finalizó con el 30% de frutos rojos, no hubo variación entre los diferentes niveles de riego. El mayor pH se obtuvo cuando se finalizó el riego con 70% de frutos rojos, con el menor nivel de riego.

2.6 EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE PARA INDUSTRIA.

Cuando las poblaciones aumentan por unidad de área, hay un punto en el cual cada planta comienza a competir por algunos factores de crecimiento esenciales como nutrientes, luz y agua. Además las variedades pueden responder de manera diferente a las mismas densidades de plantación (BARREIRO, 1982).

Decrecimientos de densidad de 31000 a 16000 plantas por hectárea, se da un incremento de 82% de peso seco vegetativo por planta y un 75% del peso seco total. La tasa de aparición de hojas no fue afectada significativamente, pero las hojas eran más largas con menores densidades de plantas. El peso de las hojas se incrementa en mayor medida que el área de hojas, SLA (área foliar específica) disminuye. A menores densidades hay mayor intersección de luz, la tasa de aparición de hojas es apenas afectada, así como el largo de planta (HEUVELINK y MARCELIS, 1996).

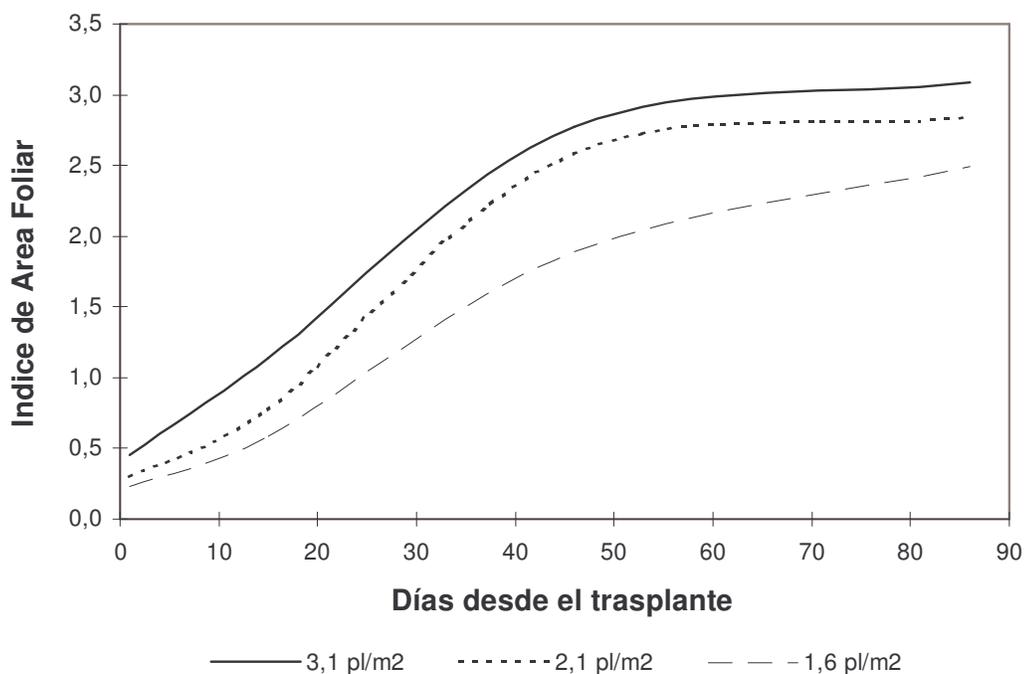


Figura N°5 Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento vegetativo de plantas de tomate (Adaptado de Heuvelink y Marcelis, 1996).

El incremento en la densidad de plantación produce un aumento en los rendimientos tempranos que resultan de un incremento en los primeros grupos de flores por unidad de área y no de una temprana maduración de los frutos.

A mayor densidad habrá plantas con menor área foliar, o sea de menor fuente determinando de esta manera un menor número de inflorescencias, menor número de flores por inflorescencia y un menor porcentaje de cuajado lo que da como resultado un menor número de frutos por planta, que en una planta más grande (HEUVELINK y MARCELIS, 1996).

El rendimiento total de tomate puede ser incrementado por medio de la densidad de plantación, pero puede haber reducción del número y peso medio de frutos por planta. Elattir (2003), trabajando con tres densidades de plantación (30400, 60800, 91200 pl/ha) y los cultivares Heinz 1370 y Río Grande, registró un aumento del rendimiento de hasta un 40% al pasar de 30 a 60 y 90 mil plantas por hectárea. El número de racimos por m² aumentó significativamente, no habiendo diferencias entre cultivares. Sin embargo se produjo una disminución del número de frutos desde el primer al tercer racimo y se obtuvo un menor peso medio en las mayores densidades de plantación (60 y 90 mil pl/ha).

El número de frutos por planta, peso de frutos, diámetro, rendimiento de fruta por planta, y rendimiento total aumentaron con el incremento en el espaciamiento entre plantas y una dosis de nitrógeno alrededor de 200kg y decreció con mayores dosis (SINGH, 2002).

A altas densidades de plantación, los rendimientos se concentran porque los frutos en cada planta, están restringidos a los primeros racimos florales. Los aumentos de rendimientos obtenidos con mayores densidades son principalmente función del mayor número de frutos por unidad de área. Fery y Janick, (1970/71) citado por Gómez, (1982); trabajando con variedades indeterminadas y determinadas, observaron que a medida que aumentaba la densidad el rendimiento por unidad de superficie aumentaba en forma asintótica, es decir a ritmo decreciente.

El rendimiento del tomate en un área dada de suelo, parece ser constante luego de un cierto desarrollo de la canopia. El estado de desarrollo en el cual este valor se hace constante depende del tipo de planta (determinada, indeterminada, grande, chica). La distribución de los fotoasimilados en la planta es función de la competencia entre plantas. Parece haber una interacción entre la competencia dentro de la planta y entre plantas, esta interacción depende del tipo de planta. A medida que aumenta la competencia entre plantas, la competencia dentro de la planta se vuelve más importante y eventualmente solo se produce cuajado de frutos en los primeros racimos. Al aumentar la densidad, hay un incremento del número de puntos de crecimiento vegetativo por unidad de área, dándose una mayor fuerza de fosa vegetativa en detrimento de la fuerza de fosa reproductiva. Dicho en otras palabras a mayor densidad, la partición de asimilados a los frutos disminuye, porque la proporción en que aumenta el número de puntos de crecimiento es mayor a la proporción en que aumenta el número de frutos por unidad de área. En conclusión al aumentar la densidad se produce una mayor partición

de materia seca hacia la parte vegetativa, y una menor fracción hacia los frutos (BARREIRO, 1982; ZUBELDÍA 1977; GOMEZ, 1982).

Plantas desarrollaron un igual número de racimos visibles en las 3 densidades. A mayor densidad de plantas, el crecimiento por planta fue reducido considerablemente, pero la distribución de materia seca no fue afectada. Al final del experimento, el 57 a 59% del total de la materia seca producida fue localizada en los frutos en todas las densidades de plantación (HEUVELINK, 1995).

2.7 CULTIVARES UTILIZADOS

2.7.1 Variedad Loica.

Maeso y Villamil (1978), en el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boeger evaluaron el comportamiento de la variedad Loica, la cual fue trasplantada a una densidad de 27500 plantas por hectárea. El período de cosecha fue desde fines de febrero a principios de abril, obteniendo un rendimiento de 30 Mg ha⁻¹ con un peso medio de los frutos de 50 gramos y un porcentaje de descarte del 20%. El valor de pH de los frutos fue de 4,5 y el contenido de sólidos solubles en los mismos fue de 4,9 °Brix.

En el ensayo comparativo de variedades de tomate determinado, realizado en INIA Las Brujas por Carballo y Cabot (1991), una de las variedades evaluadas fue Loica. Esta fue trasplantada sobre mulch plástico de color negro y riego localizado a una densidad de 30769 plantas por hectárea. El rendimiento total obtenido en este ensayo fue de 100 Mg ha⁻¹, siendo el porcentaje de descarte del 15,2%. La firmeza de los frutos fue de 0,5 (Kg/0,5cm²) y el valor de pH fue de 4,6.

En el trabajo final de calidad industrial de variedad Loica a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo realizado por Díaz y Gutiérrez (1980), dicha variedad presentó los siguientes valores promedios en los distintos tratamientos: en cuanto al contenido de sólidos solubles estos fueron de 5,0 – 5,2, para la acidez fueron de 0,52 - 0,55, en lo referente al pH estos fueron de 4,17 – 4,18 y en cuanto a los valores de porcentaje de materia estos fueron de 6%.

Citando los resultados obtenidos por Giménez et al (2004), del jardín de introducción de variedades de tomate para industria, en el cual todos los cultivares fueron trasplantado a una densidad de 33.333 plantas por hectárea, Loica presentó un rendimiento de 85 toneladas por hectárea, siendo de 64 gramos el peso medios de los frutos. El contenido de sólidos solubles en los frutos fue de 4,9 °Brix.

2.7.2 Híbrido H9780.

Tabla N°7 Características del híbrido H9780

Característica	Aptitud
Tamaño de planta	grande
Resistencia de los frutos al calor	pobre
Resistencia de los frutos al frío	pobre
Población óptima	baja
Nitrógeno requerido	medio
Tolerancia a estrés de t° en campo	alta
Color	normal
Firmeza	Muy alta
Sólidos solubles	Alta (5,1 – 5,4)
Peso medio de frutos	Mayor a 75 gramos

Fuente: TOMATO HEINZ SEED, 2002.

En los resultados obtenidos por Giménez, et al (2004) del jardín de introducción de variedades para industria, H9780 tuvo un rendimiento de 79 toneladas por hectárea y 4,5 °Brix en sus frutos.

2.7.3 Charrúa (PS 150 351).

En los resultados obtenidos por Giménez, et al (2004), del jardín de introducción de variedades para industria, Charrúa tuvo un rendimiento de 62 toneladas por hectárea, 4,1 °brix y 115 gramos fue el peso medio de sus frutos.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO.

Este ensayo se realizó en la Estación Experimental “INIA Las Brujas”, ubicada en la localidad de Las Brujas, departamento de Canelones, entre los meses de noviembre de 2003 y abril de 2004.

3.2 TRATAMIENTOS.

En este ensayo se realizaron 9 tratamientos distintos, mediante la evaluación de 3 cultivares, a 3 diferentes densidades de plantación.

Las variedades incluidas en el ensayo fueron: Loica, una variedad de polinización abierta y los híbridos Heinz 9780 y Charrúa (PS 150 351).

El marco de plantación varía según la densidad, la distancia entre filas es constante (1,5m), la variación está dada por las distintas distancias entre plantas.

- **D24cm:** 1,5m x 0,24m = 27.777 pl/ha
- **D20cm:** 1,5m x 0,20m = 33.333 pl/ha
- **D15cm:** 1,5m x 0,15m = 44.444 pl/ha

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fue un factorial de tres por tres en bloques al azar con tres repeticiones, lo que hace un total de veintisiete parcelas. En la figura 6 se esquematiza la disposición de las distintas parcelas del ensayo.

El modelo estadístico usado en este diseño experimental fue de parcelas divididas, por ser el más adecuado al manejo del riego diferenciado por la densidad. Las parcelas grandes fueron cada una de las densidades y dentro de éstas, las parcelas chicas con los cultivares.

$$\text{Modelo Estadístico: } Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \bar{A}_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + C_{ijk}$$

Cada parcela se integra por 45 plantas, de las cuales dos fueron marcadas para realizar las observaciones de campo. No fue necesario instalar hileras de borde ya que el ensayo se encontraba limitado por otros cultivos de tomate en evaluación.

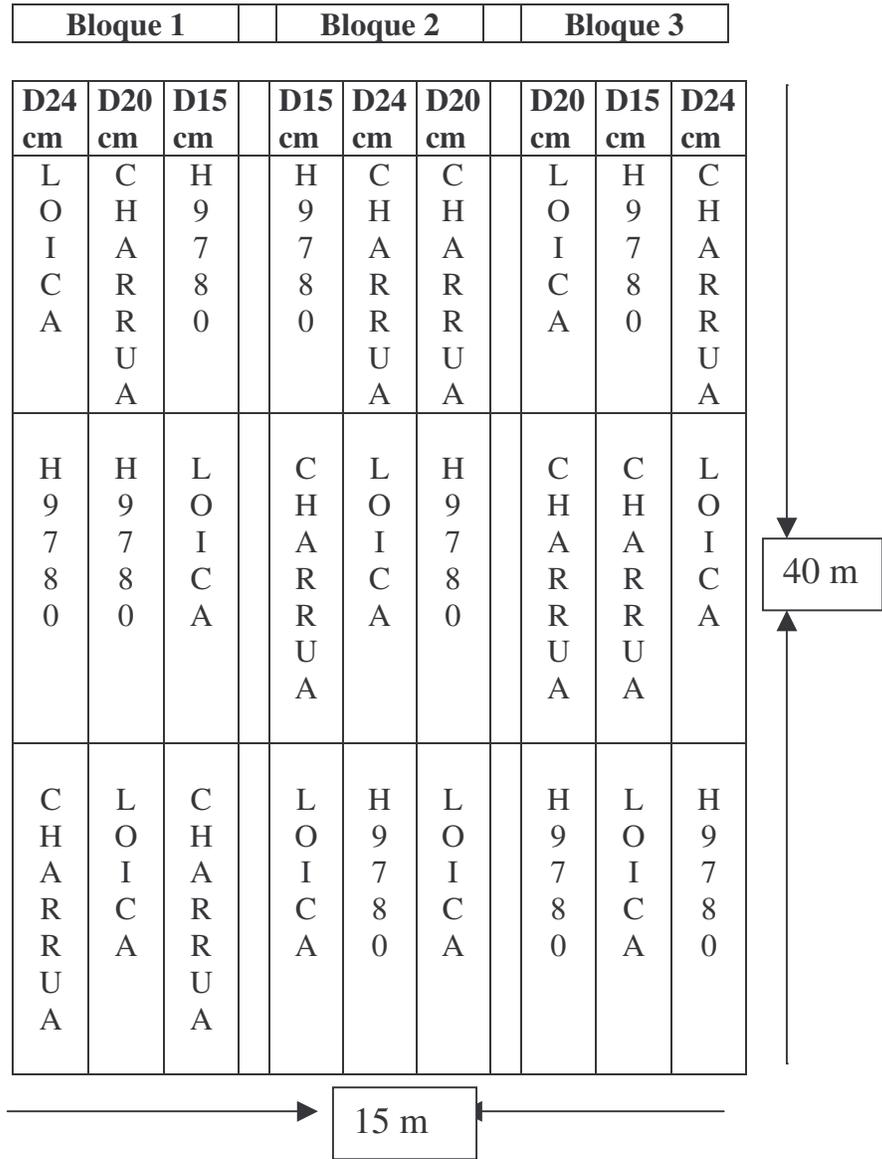


Figura N°6 Esquema del ensayo.

3.4 CULTIVO

3.4.1 Suelo.

Tabla N°8 Resultados de análisis de suelo.

Profundidad (cm)	pH	Materia orgánica (%)	N-NO3 (microg N/g)	P (Bray 1) microg P/g	K (meq/100g)
20	5,7	2,00	43,0	13,4	1,27
40	5,6	1,79	17,8	4,80	0,85
Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		
20	27	54	19		
40	28	50	22		

3.4.2 Evolución de la temperatura media y la radiación durante el ciclo del cultivo.

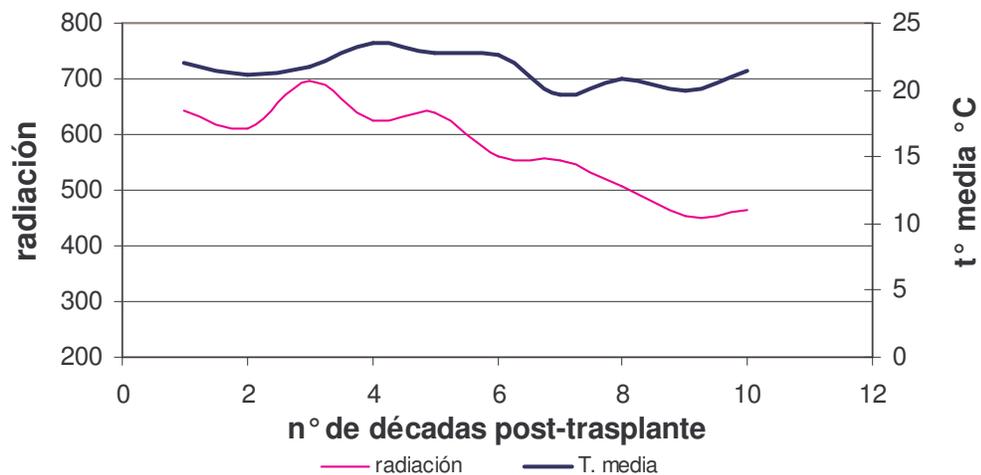


Figura N° 7. Temperatura y radiación ocurridas durante el cultivo.

3.4.3 Manejo del cultivo.

3.4.3.1 Almacigo.

La siembra se realizó el 13 de noviembre del 2003 bajo invernáculo en almacigueras de espuma plast de 104 celdas. La semilla fue colocada a una profundidad de 1,5 cm, una por celda. Se destinaron seis almacigueras para la variedad Loica por tratarse de una semilla casera previendo un menor porcentaje de germinación, mientras que para los híbridos Heinz 9780 y Charrúa cinco almacigueras para cada uno. La emergencia ocurrió a los diez días de realizada la siembra. Luego de observar un lento desarrollo de los plantines el 3 de diciembre de 2003 se procedió a fertilizar con 18-46-0 (fosfato de amonio), 0,2kg disueltos en 20 litros de agua.

3.4.3.2 Preparación del terreno.

El terreno donde se desarrolló el ensayo permaneció dos años en barbecho, anteriormente se había realizado cultivos de boniato y papa sucesivamente.

La preparación del suelo comenzó en el verano, se hizo mediante una arada y una disqueada, y posteriormente se procedió a realizar el encanterado. En setiembre se realizó un afinado del cantero, y se fertilizó con 200 kg de 18-46-0 (fosfato de amonio) por hectárea. Días previos al trasplante fue necesario realizar, un emparejamiento del cantero con un rastrillo, la instalación de las cintas de riego y finalmente la colocación del mulch de nylon negro de 35 micrones de espesor y 1,4 metros de ancho. Una vez realizado el sorteo de la ubicación de las distintas densidades, se realizaron los orificios en el mulch, los mismos fueron efectuados con un hierro circular a alta temperatura.

3.4.3.3 Trasplante.

El trasplante fue realizado el 19 de diciembre del 2003, a los 35 días de la siembra. Los plantines se seleccionaron por: altura, número de hojas, diámetro del tallo, buen estado sanitario y color de hoja. Los plantines presentaron un buen estado sanitario, notándose un bajo porcentaje de estos con un desarrollo deficitario, la mayoría tenían un número de hojas igual o mayor a cuatro, una altura promedio de 15cm, un aceptable grosor de tallo y un muy buen color de hojas.

Antes de realizarse el trasplante, las almacigueras fueron humedecidas para facilitar la extracción del plantín e impedir la rotura de raíces. Se hicieron hoyos con la mano y se procedió a colocar los plantines, tarea esta facilitada por el riego aplicado simultáneamente. Una vez finalizado el trasplante se realizó una aplicación dirigida al cuello de la planta con Sevin (2%) + Fosfato de Amonio (1%).

3.4.3.4 Control de malezas.

Este se hizo mediante el uso del mulch negro, el cual no permitió el desarrollo de las malezas en el cantero. No obstante fue necesario realizar control manual de aquellas que se encontraban creciendo en el orificio, además se realizó un control con herbicida en la entrefila con glifosato (3%) dirigido al control de *Portulaca oleraceae* (verdolaga) el 20 de enero del 2004.

3.4.3.5 Refertilización.

Esta se llevó a cabo el 29 de diciembre del 2003, mediante la aplicación de 92 kg de nitrógeno por hectárea mediante la utilización de urea (46-0-0), se hizo en forma manual dirigido a la base de la planta.

3.4.3.6 Control sanitario.

En cuanto a enfermedades se refiere dada las condiciones ambientales imperantes hubo muy pocos problemas, lo que determinó que los tratamientos se hicieran en una baja frecuencia y de carácter preventivo. El principio activo utilizado fue Oxiclورو de cobre a una dosis de 2,5 kg por hectárea, siendo el calendario de aplicaciones cada 15 días.

El 3 de febrero se detectó una mufa color blanco en el cuello de algunas plantas que tendían a estranguladas, el diagnóstico fue *Sclerotium rolfsii*, siendo el único material vegetal afectado el híbrido Heinz 9780. Dada la gravedad de esta enfermedad que puede llevar a la muerte total de la planta se optó por hacer una aplicación curativa en forma inmediata. El control consistió en una aplicación localizada en la base de la planta con Quadris (2cm/l) + Tecto (2cm/l) a todo el ensayo.

El 16 de enero se observaron plantas que en sus hojas más nuevas presentaban amarillamiento con manchas negras, y algunas de estas totalmente secas, el diagnóstico fue de que estaba afectado por el virus TSWV (Peste Negra). Esta virosis es transmitida por varias especies de trips, el principal vector de la Peste Negra es *Frankliniella Selwtzai*, este es favorecido por altas temperaturas y baja humedad relativa, por consiguiente el pico de mayor población se da en enero. La única medida tendiente a bajar las poblaciones fue la aplicación de Clorpirifos (Lorsban) a una dosis de 1kg por hectárea cada 15 días al mismo momento que los tratamientos con cobre.

Se podrían haber tomado algunas medidas como eliminar las plantas afectadas y controlar las malezas cercanas al cultivo, pero estas medidas no eran viables dada la cercanía de otros cultivos de tomate. A pesar de que los cultivares fueron atacados por

igual por los trips, el híbrido H9780 presentó una mayor incidencia de plantas muertas por el virus de la Peste negra, 7,5%, mientras que en los cultivares Loica y Charrúa el porcentaje afectado fue solamente de 3,25 y 3,0% respectivamente.

3.4.3.7 Cosecha.

Para el comienzo de la cosecha de los frutos, se fijó un umbral de 70% rojo y una segunda cosecha cuando la mayor parte de los frutos que quedaron sin cosechar en la primera se encuentren en el estado rojo. En la primera cosecha además de los frutos rojos se cosecharon los podridos, mientras que en la segunda se cosecharon los frutos rojos, los podridos y los inmaduros. Esto determinó un corto período de cosecha, este periodo fue de 14 días, la primera cosecha se efectuó el 19 de marzo y la última fue el 1° de abril de 2004.

3.5 RIEGO.

Fueron utilizados goteros de 2l/h cada 33 cm, lo cual equivaldría a la aplicación de una lámina de riego de 4mm/h. Para este equipo fue considerada una eficiencia del 95% de aplicación del agua.

3.5.1 Necesidades de agua del cultivo.

Se tomó en cuenta para la curva de crecimiento la siguiente gráfica de manera de acompañar la demanda del cultivo en todo momento.

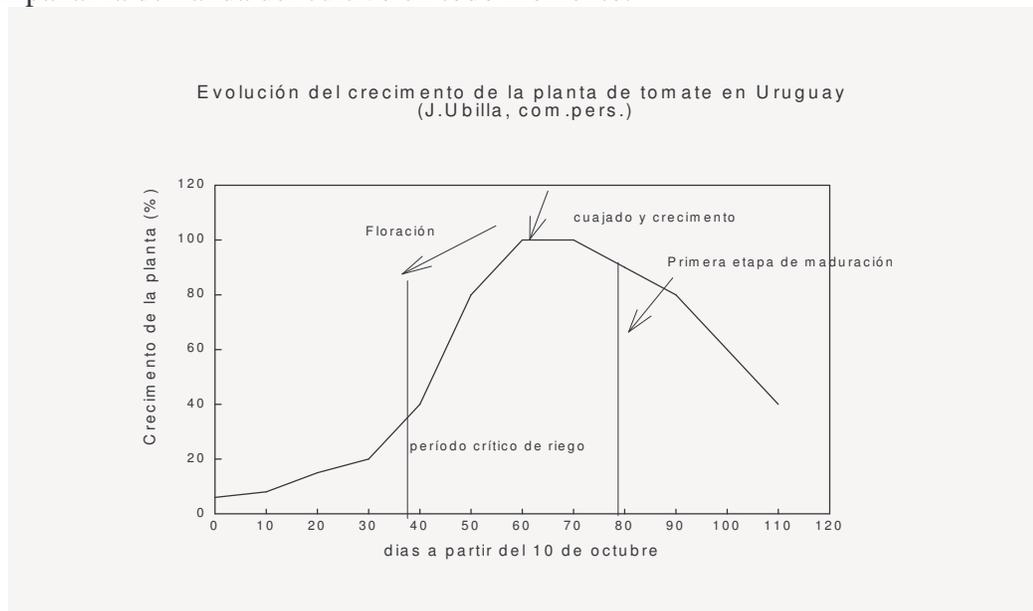


Figura N° 8 Evolución de crecimiento de la planta de tomate.

La evaporación del tanque “A”, durante el período de riego del cultivo se puede ver en el anexo 1. El total de agua necesaria para atender la demanda del cultivo o sea, la evapotranspiración total del mismo fue de aproximadamente 490mm para el tratamiento 1 (44444 plantas por hectárea), 485mm para el tratamiento 2 (33333 plantas por hectárea) y 479 mm para el tratamiento 3 (27777 plantas por hectárea).

3.5.2 Precipitaciones.

El total de precipitaciones registrados por la estación meteorológica del INIA “Las Brujas” fue en 11 días del mes de diciembre de 19 mm, en enero 91 mm, en febrero 54

y en marzo hasta el día 19 llovieron 32 mm, sumando un total de lluvias efectivamente caídas de 196 mm (anexo 2).

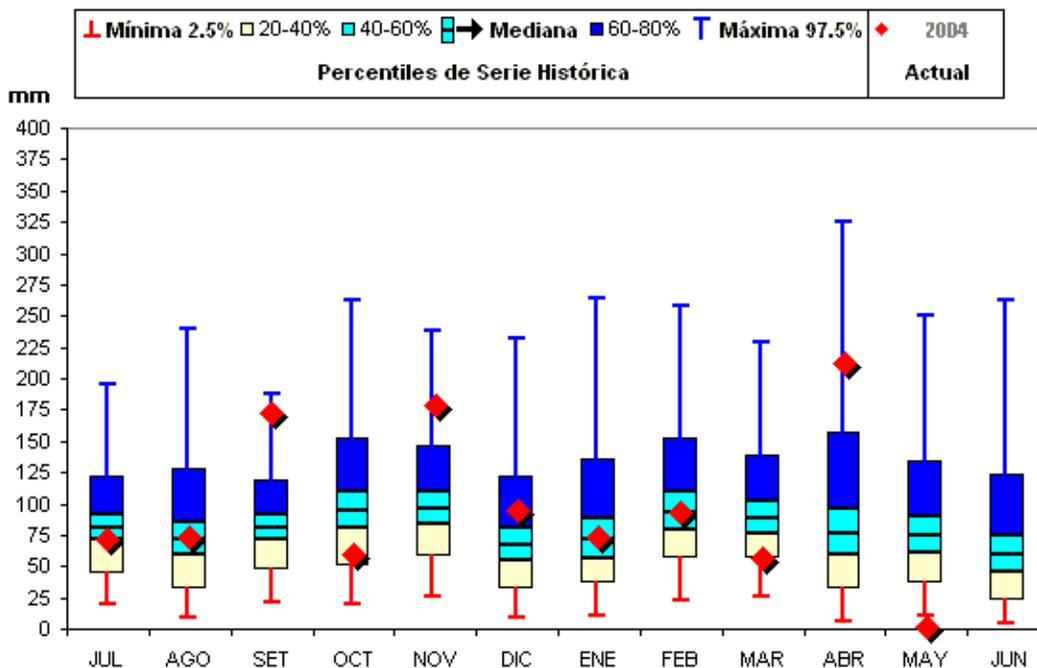


Figura N°9 Comparación de las lluvias ocurridas en el período de cultivo con la serie histórica.

3.5.3 Manejo del riego.

Se hizo el seguimiento de las necesidades de agua en base al servicio de programación de riego de INIA, el cual se le aplicaba una lámina mínima de 10, 12 o 14 milímetros por hectárea para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente según la densidad de población. El riego comenzaba cuando el cultivo consumía 35 mm medido a través de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc).

Deberían haberse agregado vía riego (para un período considerado entre el 19 de diciembre de 2003 y el 17 de marzo de 2004) 250, 252 y 238 mm. para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, más las lluvias efectivamente caídas durante ese período (196 mm).

Tabla N° 9 Total de riegos aplicados, precipitaciones y consumo de agua.

Tratamiento	Riegos del programa(mm)	Riegos (mm) aplicados	Precipitaciones (mm)	Consumo de Agua (mm)
1	250	242	177	429
2	200	200	177	423
3	224	156	177	416

El total de riego aplicado fue de 242 mm, 200 mm y 156 mm en el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente en 106 días de ciclo.

3.6 VARIABLES EVALUADAS Y OBSERVACIONES.

3.6.1 Crecimiento y desarrollo a lo largo del ciclo.

En cada parcela se marcaron dos plantas representativas de la misma, en las cuales se hizo el seguimiento del desarrollo y crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo, herramienta fundamental para analizar los componentes del rendimiento. El seguimiento en las dos plantas seleccionadas comenzó 15 días post-trasplante. Hasta que las plantas alcanzaron la máxima área foliar, las mediciones se realizaron con una frecuencia de dos veces por semana, luego la frecuencia se redujo a una vez semanal. Se midieron en cada planta las siguientes variables:

- Altura: mediante el uso de una cinta métrica.
- Número de hojas.
- Área foliar: en primera instancia se comenzó con un medidor de área foliar portátil, (LI – COR, Modelo Li 3000A) el cual por problemas técnicos se debió dejar de utilizar y buscar otra alternativa que permitiera seguir adelante con las mediciones de área foliar. Dicha alternativa consistió en medir largo y ancho de las hojas de cada cultivar para luego poder correlacionarla con el área foliar real y así poder proseguir estimando el área de cada planta (anexo 3).
- Número de racimos con flores abiertas
- Número de racimos con frutos cuajados
- Número de frutos cuajados.
- Número promedio de frutos por racimo.
- Días desde trasplante a plena floración.
- Días desde plena floración a cosecha.

3.6.2 Evaluación en cosecha.

- Rendimiento Total (frutos sanos + frutos enfermos + frutos verdes).
- Rendimiento Comercial (frutos sanos).
- Peso medio de los frutos comercializables, la evaluación consistió en dividir el peso en Kg. de tomate comercial y el número de frutos que lo componen de cada parcela.
- Precocidad de los distintos tratamientos (proporción de la primera cosecha, sanos + enfermos en el rendimiento total).

Para realizar las mediciones de laboratorio se tomaron muestras de todas las parcelas, en la primera y en la segunda cosecha, dicha muestra estuvo compuesta por diez frutos sanos, homogéneos en forma, tamaño y color.

- La firmeza de la pulpa de los frutos, se determinó con un penetrómetro Magness- Taylor (lbf/0,5cm²).
- Sólidos solubles: se realizó mediante la colocación de 2 o 3 gotas de jugo sobre el prisma del refractómetro, luego de descender la cobertura de vidrio se efectuó la lectura correspondiente, se realizó a todos los frutos que componen la muestra de la parcela.
- Acidez: se utilizó el método volumétrico, este consistió en la extracción de jugo de toda la muestra, se filtro y se tomaron 5 ml, a los que se agregaron 20 ml de agua destilada y 3 o 4 gotas del indicador fenolftaleína. Se tituló con NaOH 0,1 N, hasta obtener un cambio de color, estable por mas de 30 segundos. A los ml de NaOH 0,1N gastados en la titulación de cada muestra se los integró en una formula y así se obtuvo el porcentaje de ácido cítrico de los frutos cosechados en la parcela a la cual pertenece la muestra.

La formula que se aplicó es la siguiente:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{\text{ml NaOH usados} \times (0,1\text{N NaOH}) \times (\text{factor miliequivalente}) \times 100}{\text{gramos de la muestra.}}$$

- pH: fue medido con un peachímetro previamente calibrado y siguiendo las explicaciones del procedimiento del catálogo del equipo. El procedimiento seguido para la medición fue: 1- lavar la punta del electrodo con agua destilada y secar con papel suave. 2- sumergir el electrodo en la muestra. 3- presionar la tecla de lectura del pH (MEAS). 4 – se considera el valor del pH correcto, cuando el mismo permanezca constante en pantalla.

- Partición de la materia seca: Para ello a lo largo del ciclo de cultivo se fueron sacando las hojas secas y enfermas y secadas en una estufa por 48 horas a 60 °C. Luego de la cosecha se cortaron las plantas al ras del suelo, se separaron las hojas del tallo y se secaron en la estufa a las mismas condiciones anteriormente mencionadas. En el caso de los frutos el secado fue en dos etapas correspondientes a cada cosecha. Los frutos fueron cortados en 4 o 6 partes, colocados en bandejas y llevados a estufa a una temperatura de 60°C por 14 días. Luego de culminado el secado de todas las partes de la planta se pesó en balanza electrónica.

3.7 PROBLEMAS OPERATIVOS

No fue posible evaluar el rendimiento y la partición de asimilados del híbrido Charrúa, ya que la cosecha de este fue retirada del galpón de dicha estación sin autorización previa.

La calidad de los frutos de Loica de la primera cosecha no fue evaluada por descoordinación con el laboratorio.

4 RESULTADOS

4.1 DESARROLLO Y CRECIMIENTO VEGETATIVO.

4.1.1 Duración del ciclo del cultivo.

La duración del ciclo del cultivo (de trasplante a última cosecha) para Loica fue de 100 días, mientras que para H9780 y Charrúa fue de 103 días.

4.1.2 Evolución de área foliar por planta y del índice de área foliar.

Se observaron diferencias significativas en la evolución del área foliar por planta y en la evolución del índice de área foliar (IAF) entre densidades de plantación ($p < 0.1$ y $p < 0.01$) respectivamente, pero no entre cultivares (Figuras 10 y 11).

Para los híbridos la máxima área foliar por planta e IAF se alcanzó a los 60 días post-trasplante en todas las densidades de plantación, mientras que para la variedad Loica se alcanzó a los 53 días para D15 y D20 y a los 60 días para D24. 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 m^2 . Por esta razón el IAF y la duración del área foliar (DAF) fueron mayores a mayor densidad de plantación para todos los cultivares (Tabla 10). El valor máximo de IAF alcanzado fue 3,0 para Loica y Charrúa plantados a la mayor densidad y 2,8 para H9780 plantado a la densidad intermedia.

El efecto de la densidad de plantación en la evolución del área foliar por planta y del IAF y en la DAF mostró tendencias distintas para cada cultivar, sin ser significativas. La variedad Loica fue la que mostró menor plasticidad en área foliar a la densidad de siembra y tuvo una DAF mayor a la de los híbridos a la mayor densidad de siembra. El híbrido Charrúa tuvo una DAF mayor a los otros dos cultivares a la menor densidad, mostrando así la mayor capacidad de compensar el número de plantas por m^2 con un mayor tamaño de planta. El híbrido H9780 tuvo una DAF mayor a los otros dos cultivares a la densidad intermedia.

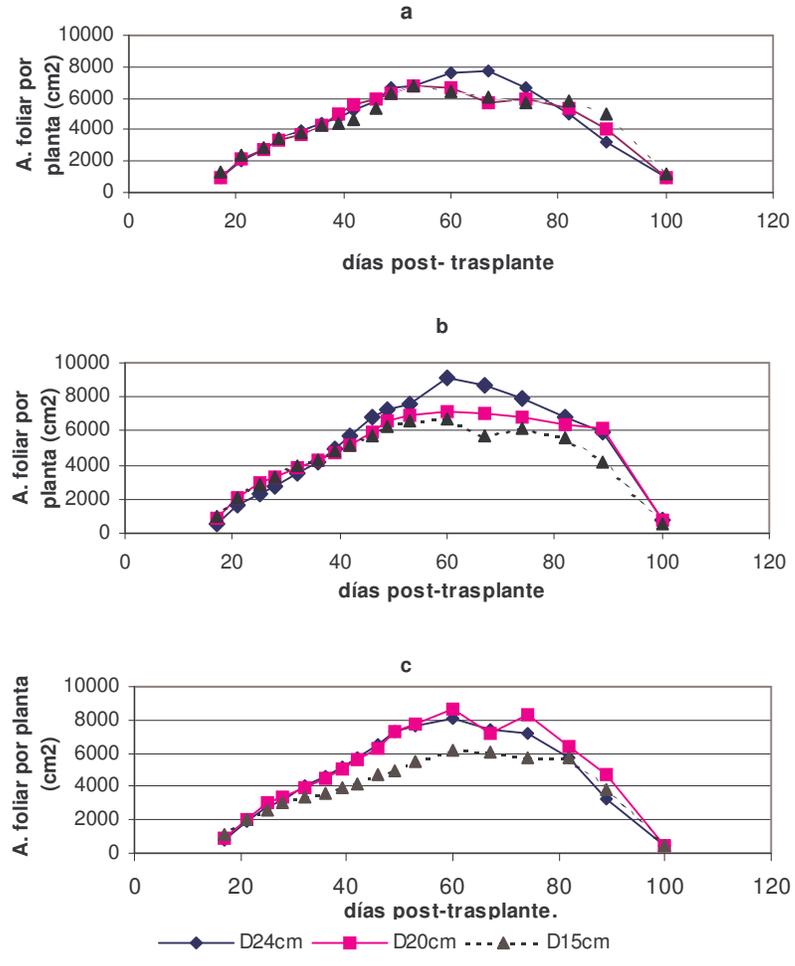


Figura N° 10 Evolución del área foliar por planta (cm²) en función de la densidad de plantación para: a)Loica, b) Charrúa y c) H9780.

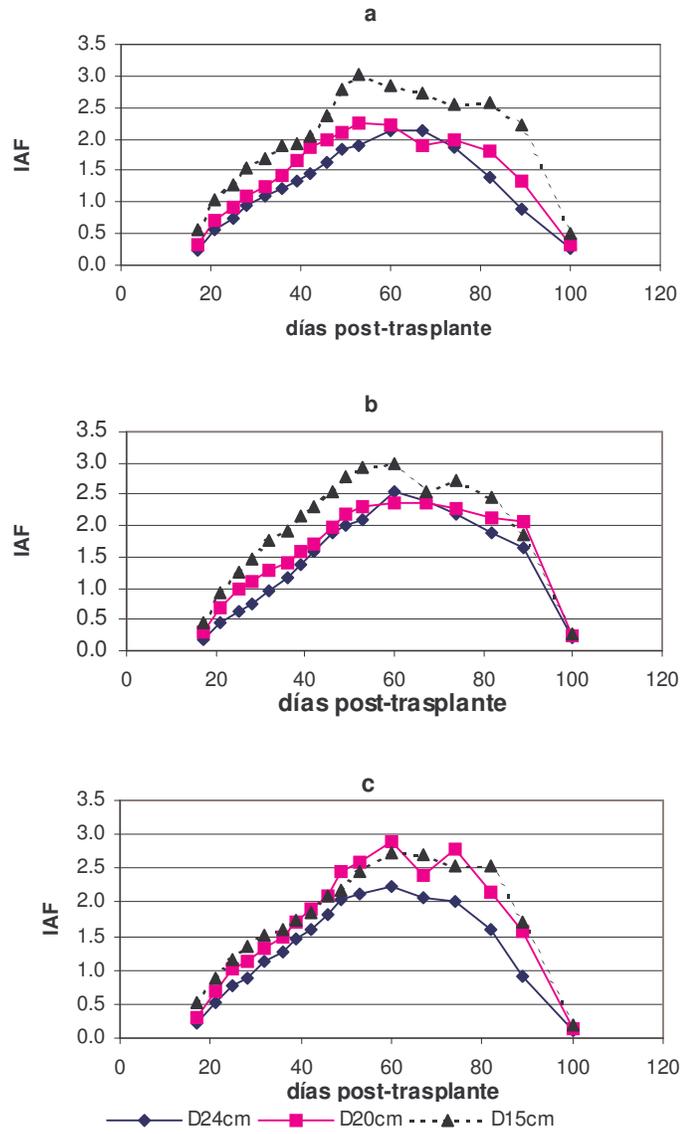


Figura N° 11 Evolución del IAF en función del tiempo para las 3 densidades de plantación en: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.

Tabla N° 10 Duración de área foliar (DAF).

Variedad	D24cm	D20cm	D15cm
Loica	115	132	181
Charrúa	133	147	177
H9780	120	155	162

4.1.3 Evolución del número de hojas por planta.

No se observaron diferencias significativas entre cultivares, ni entre densidades de plantación en la evolución del número de hojas por planta. Tampoco fue significativa la interacción densidad por cultivar.

La variedad Loica presentó el mayor número de hojas por planta, siendo el híbrido Charrúa apenas superior al H9780 (Figura 13). El mayor número de hojas que presentó Loica con respecto a los demás cultivares se observó a partir del día 49 y hasta el día 89 post-trasplante donde vuelven a ser similares. Para todos los cultivares el número de hojas va en aumento hasta el día 74 post-trasplante, para luego comenzar caer levemente hasta los días 82 a 89 post-trasplante, momento en el cual se comienza a dar un rápido descenso en el número de hojas por planta pasando desde 59 a 15, 45 a 11 y 46 a 8, para Loica, Charrúa y H9780 respectivamente.

En la figura 12 se puede ver claramente que la variedad Loica es la que presenta menor área foliar y un mayor número de hojas. Mientras que los híbridos presentan una mayor área y una menor cantidad de hojas. El área foliar llega al punto máximo y luego comienza a caer, mientras que el número de hojas no disminuye, se mantiene por algún tiempo con tendencia a subir.

4.1.4 Evolución de la altura de planta.

Se detectaron diferencias significativas en la evolución de altura entre los cultivares ($p < 0.05$). En la evolución de la altura de los cultivares las densidades no las afectaron en forma importante, tampoco lo hicieron en la altura final a la cual llegaron (Anexo 4).

Los cultivares mostraron diferencias muy importantes en altura, pudiéndose observar esta aseveración en la figura 14, que Charrúa es el cultivar de mayor altura, luego le siguen H9780 y el de menor altura fue Loica. A partir del día 42 post-trasplante en todos los cultivares la altura comienza a estabilizarse, motivo por el cual las mediciones se dejaron de realizar el día 52 post-trasplante.

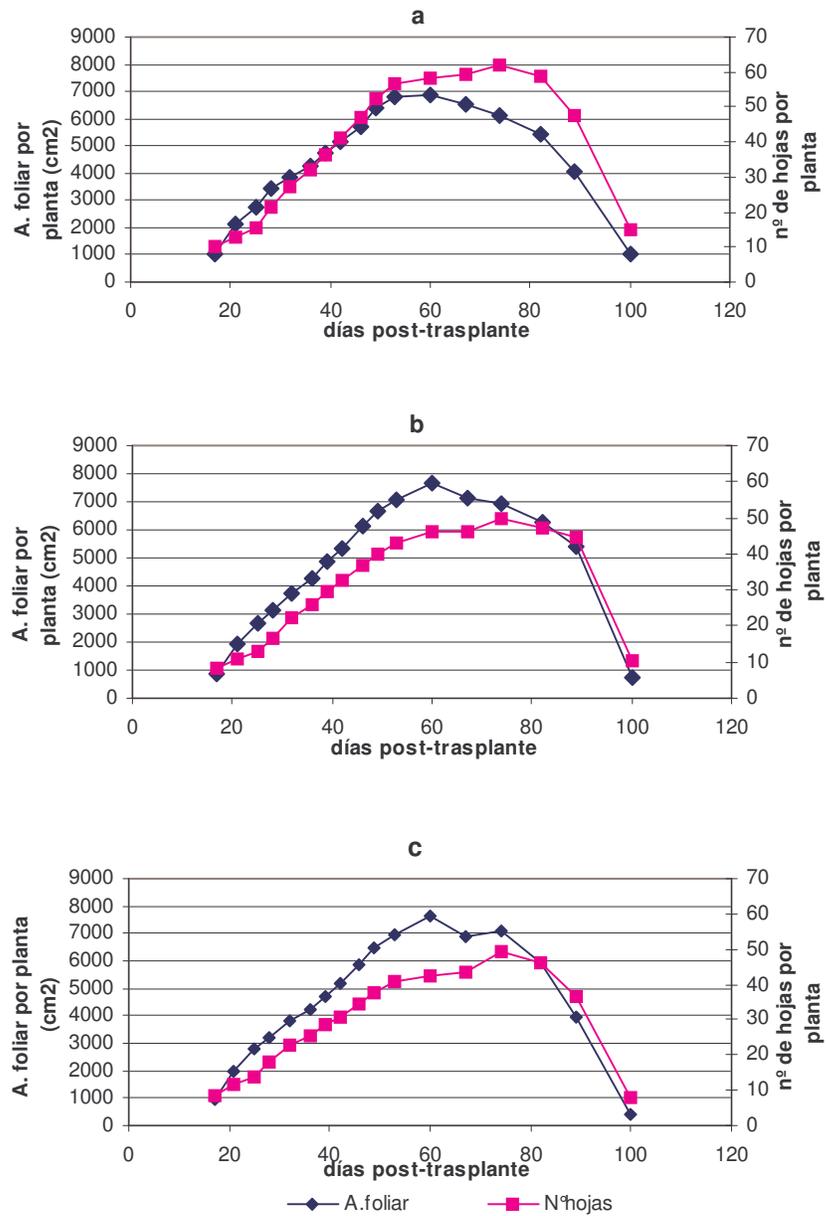


Figura N° 12 Evolución en el tiempo del área foliar y número de hojas por planta para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780 (promedio de las tres densidades).

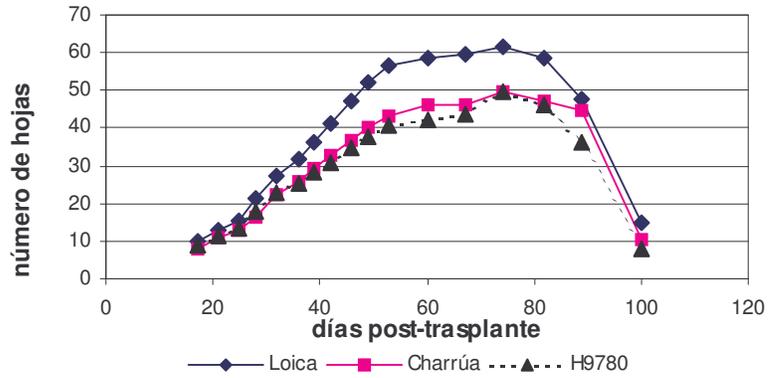


Figura N° 13 Evolución en el tiempo del número de hojas por planta para: Loica, Charrúa y H9780 (los datos son promedios entre las 3 densidades).

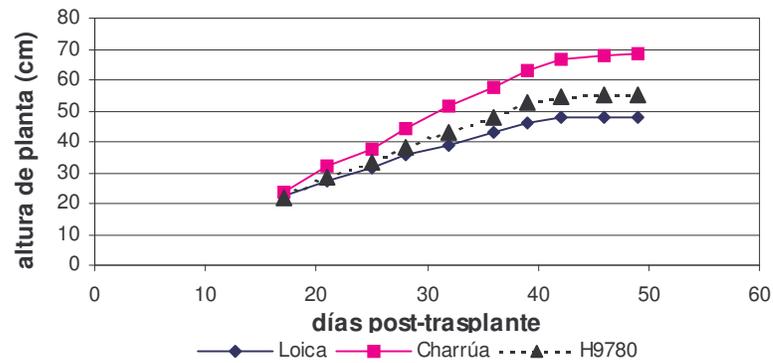


Figura N° 14 Evolución de la altura por planta de: Loica, Charrúa y H9780 (los datos son promedios de las tres densidades).

4.2 DESARROLLO REPRODUCTIVO.

4.2.1 Floración.

La evolución del número de inflorescencias (racimos) con flores abiertas en función del tiempo solo presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre variedades. La antesis de los primeros racimos empezó para las tres variedades aproximadamente a los 25 días después del trasplante. En la figura 15 se puede observar que la plena floración se alcanzó a los 39, 42 y 49 días desde el trasplante para Loica, H9780 y Charrúa, respectivamente.

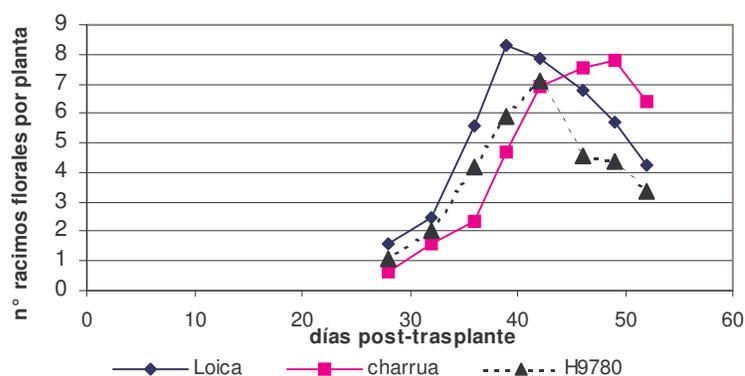


Figura N° 15 Evolución del número de racimos con flores abiertas por planta para Loica, Charrúa y H9780.

4.2.2 Cuajado de frutos.

Se registraron diferencias significativas entre las variedades en el número de racimos por planta con frutos cuajados y en el número de frutos por planta ($p < 0.01$). No se observaron diferencias significativas entre densidades ni interacción significativa entre densidad*variedad. El número de racimos por planta con frutos cuajados a los 52 días post-trasplante fue de 16, 10,5 y 7,5 para Loica, H9780 y Charrúa respectivamente (figura 16). Las diferencias entre densidades de plantación en número de frutos por planta no fueron significativas, excepto para el híbrido H9780 (figura 17c), pero existe una tendencia a disminuir el número de frutos ante el aumento de la densidad. Este híbrido tuvo 30, 28 y 21 frutos por planta a los 52 días post-trasplante para D20, D24 y D15 respectivamente. El número promedio de frutos por planta a los 52 días post-trasplante para Loica y Charrúa fue de 40 y 19 respectivamente.

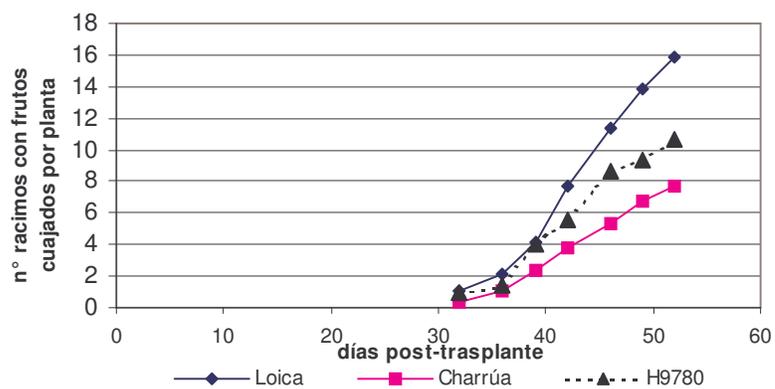


Figura N° 16 Evolución del número de racimos con frutos cuajados por planta para Loica, Charrúa y H9780.

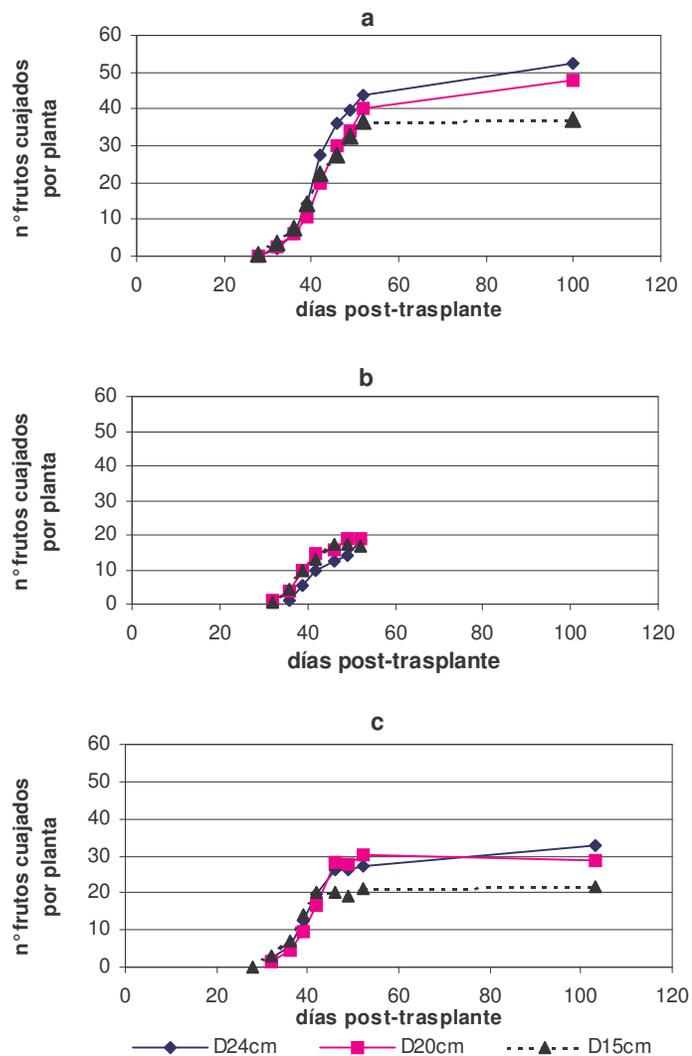


Figura N° 17 Evolución del número acumulado de frutos cuajados por planta y número final de frutos en cosecha para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.

El número de frutos por planta es igual al producto del número de racimos con frutos cuajados por el número promedio de frutos por racimo. Las diferencias observadas entre variedades en el número de frutos por planta fueron dadas por las diferencias en el número de racimos, ya que el número promedio de frutos por racimo a los 52 días post-trasplante fue aproximadamente igual entre variedades. La evolución en el tiempo de este último parámetro mostró un número mayor de frutos cuajados en los primeros racimos, decreciendo hacia el final del período de evaluación (figura 18).

El número de frutos por planta fue mayor en la cosecha que a los 52 días post-trasplante, esto se debe que en la cosecha se contaron también aquellos frutos que no alcanzaron la madurez al final del ciclo del cultivo (figura17). Este parámetro no se evaluó en cosecha para el híbrido Charrúa.

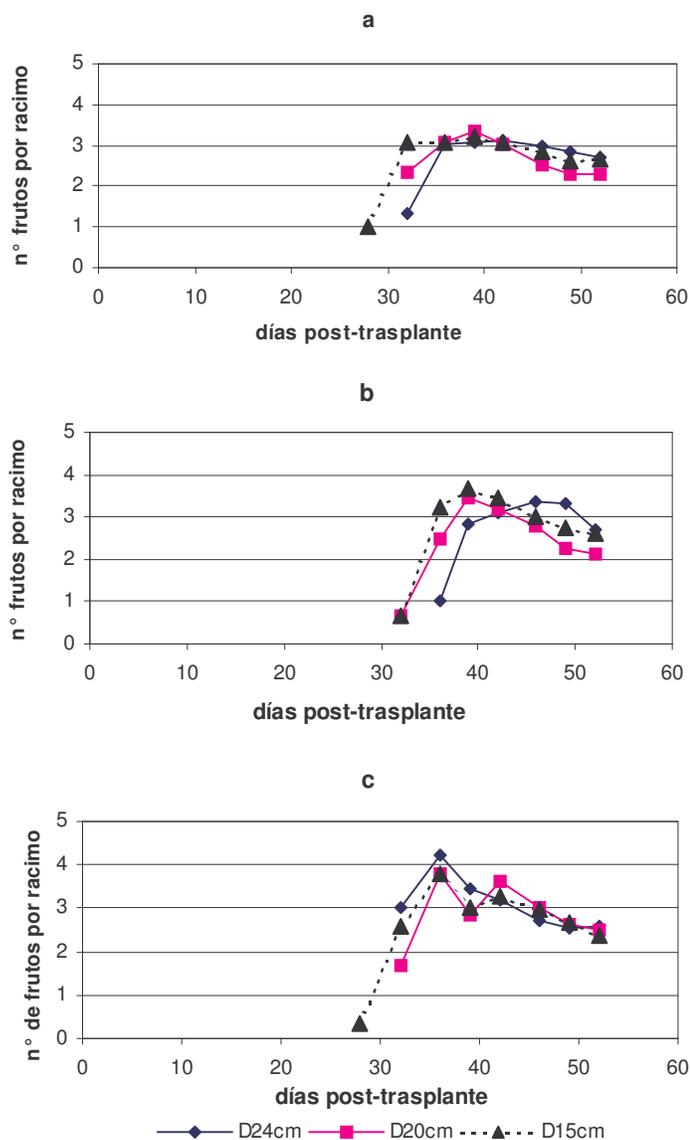


Figura N°18 Evolución del número promedio de frutos por racimo en función del tiempo, para: a)Loica, b)Charrúa y c) H9780.

4.2.3 Relación entre la evolución del área foliar, la floración y el cuajado.

En la figura 19 se muestra la evolución del área foliar, el número de flores y el número de frutos por planta desde el trasplante para cada variedad. La evolución del área foliar por planta refleja el balance entre el crecimiento de nuevas hojas y la muerte o caída de hojas viejas. Este balance llegó a un equilibrio, para las tres variedades entre 10 y 15 días después del momento de plena floración, momento en que podemos suponer la carga de frutos por planta se aproximó a su máxima, para luego pasar a ser negativo en la medida que el crecimiento de nuevas hojas no alcanzó a compensar la pérdida de hojas viejas, más grandes que las nuevas.

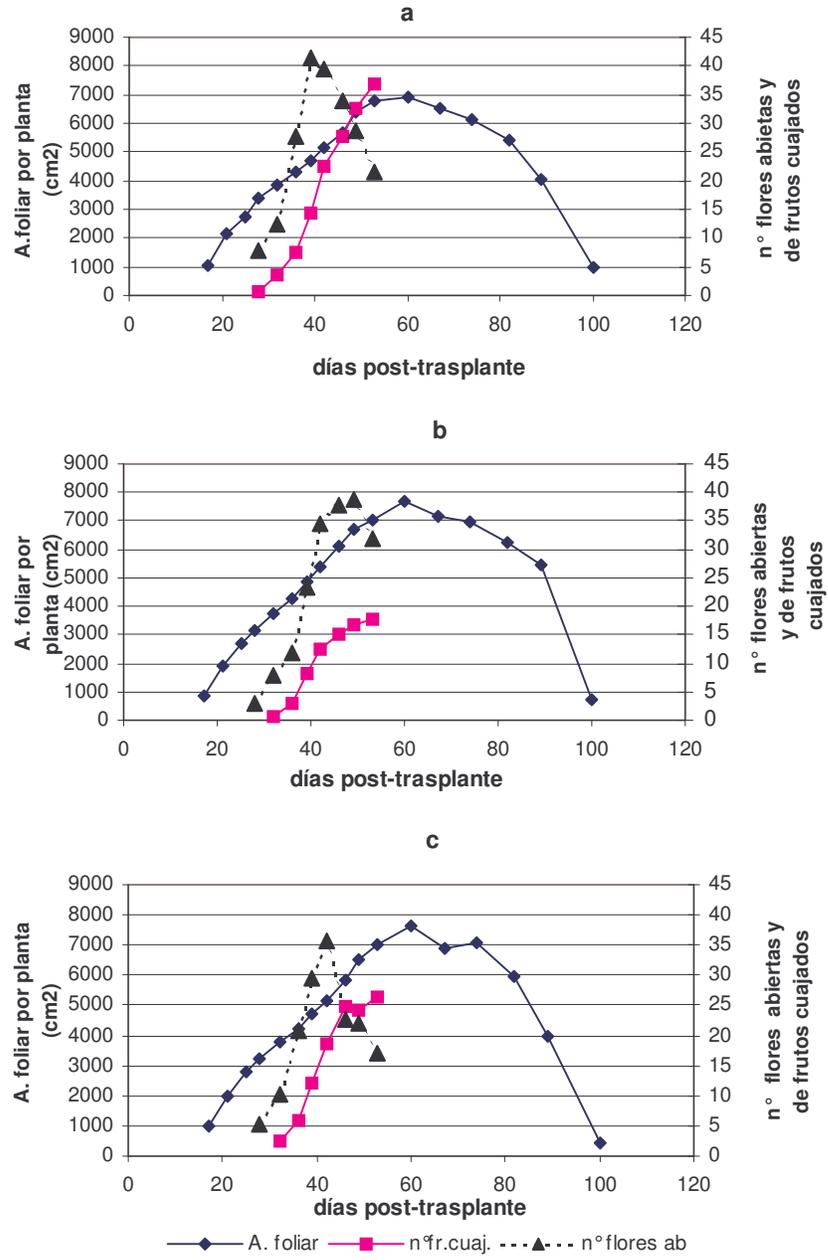


Figura N°19. Evolución del área foliar, número de flores abiertas y número de frutos por planta en función del tiempo desde el trasplante para: a) Loica, b) Charrúa y c) H9780.

4.3 PARTICION DE LA MATERIA SECA.

Los resultados que se presentan a continuación solo se refieren a Loica y H9780 dado que estas variables no pudieron ser evaluadas para Charrúa.

H9780 tuvo una producción total de materia seca significativamente superior ($p < 0.05$) a Loica (Tabla 11). Pero no existieron diferencias significativas en la cantidad total de materia seca destinada a los frutos (Tabla 12). La densidad no afectó significativamente la producción total de materia seca y la cantidad de materia seca destinada a los frutos.

Tabla N° 11 Producción total de materia seca en gramos por planta, para Loica y H9780 en cada densidad de plantación.

Variedad	D24cm	D20cm	D15cm	media
Loica	233,9	198,8	197,2	210 b*
H9780	270,4	269,7	218,8	253 a*

En una misma columna valores seguidos por diferente letra con y sin asterisco, difieren significativamente al 5 y al 1% respectivamente.

Tabla N° 12 Cantidad de materia seca destinada a los frutos en gramos por planta, para Loica y H9780 en cada densidad de plantación.

Variedad	D24cm	D20cm	D15cm	media
Loica	127,0	100,8	106,6	111,5 a
H9780	143,0	126,7	107,3	125,6 a

En una misma columna valores seguidos por diferente letra con y sin asterisco, difieren significativamente al 5 y al 1% respectivamente.

Loica presentó significativamente mayor índice de cosecha ($p < 0.05$), menor partición de materia seca a las hojas ($p < 0.01$) y similar partición a los tallos que H9780 (Tabla 13). No se observaron diferencias significativas entre densidades en la partición de materia seca a los distintos órganos de la planta (Anexo 5). Sin embargo si se tiene en cuenta la producción por metro cuadrado (kg de peso fresco) y el DAF (expresado como IAF en función del tiempo) se observa una tendencia a disminuir la eficiencia de las hojas a medida que aumenta la densidad (Tabla 14).

Tabla N° 13. Partición de la materia seca a los frutos, hojas y tallos en porcentaje para Loica y H9780.

Partición de materia seca	Loica (%)	Heinz 9780 (%)
a frutos	52,5a*	49,5b*
a hojas	29,8b	32,9a
a tallos	17,7a	17,6a
TOTAL	100,0	100,0

En una misma fila valores seguidos por diferente letra con y sin asterisco, difieren significativamente al 5 y al 1% respectivamente.

Tabla N° 14. Eficiencia de las hojas a distintas densidades (kg fruto/m² de hoja).

	D24cm	D20cm	D15cm
Loica	0,068	0,066	0,050
H9780	0,064	0,053	0,049

4.4 RESULTADOS PRODUCTIVOS

4.4.1 Rendimiento.

En el rendimiento total por hectárea los resultados estadísticos no arrojaron diferencias significativas entre los cultivares y tampoco entre las distintas densidades. Sin embargo, sí se observaron diferencias significativas entre variedades en rendimiento comercial y descartes por podredumbres (Tabla 15). El rendimiento total de Loica fue 5 Mg ha⁻¹ mayor que el de H9780. Como la diferencia entre ambos cultivares en frutos descartados fue de 14.3 Mg ha⁻¹, Loica superó en rendimiento comercial a H9780 en 19.3 Mg ha⁻¹ (Tabla 15). El porcentaje de frutos podridos fue de 13 y 32% para Loica y H9780 respectivamente. El porcentaje de frutos verdes fue similar para ambos cultivares oscilando en el entorno del 5%.

Tabla N° 15. Rendimiento total, descartes y rendimiento comercial (kg/há) para Loica y H9780.

Cultivar	Rendimiento Comercial	Frutos Podridos	Frutos Verdes	Rendimiento Total
Loica	69626 a*	11114 b	4610 a	85349 a
H9780	50282 b*	26215 a	3807 a	80304 a
MDS	14046	5244	1790	16870

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student (α 0.05). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

En las Tablas 16 y 17 se presentan los resultados de rendimiento por densidad para Loica y H9780, respectivamente. Para la variedad Loica la diferencia en rendimiento comercial entre la densidad de 44.4 y la de 33.3 mil plantas ha⁻¹ fue de apenas 0.65 Mg ha⁻¹, mientras que la densidad más baja (27.8 mil plantas ha⁻¹) tuvo un rendimiento comercial 9 Mg ha⁻¹ inferior. El híbrido H9780, por el contrario, tuvo un rendimiento comercial muy similar a las densidades de 27.8 y 33.3 mil plantas ha⁻¹ (0.98 Mg ha⁻¹ de diferencia a favor de D20), y 4.4 Mg ha⁻¹ inferior a la densidad de plantación más alta. El menor rendimiento comercial de D15 para H9780 se debió al descarte (fundamentalmente por frutos podridos) de 4 y 7.7 Mg ha⁻¹ más que para D20 y D24, respectivamente. Las diferencias entre densidades de plantación en volumen descartado para la variedad Loica fueron poco importantes, destacándose únicamente el descarte de alrededor de 2 Mg ha⁻¹ más de frutos verdes en la densidad de plantación más alta.

Tabla N°16. Rendimiento total, comercial y descartes (kg/há) según densidad de plantación para el cultivar Loica.

Densidad	D24cm	D20cm	D15cm
Rend. Comercial (kg ha⁻¹)	63834	72200	72845
Frutos podridos (kg ha⁻¹)	11895	11330	10113
Frutos verdes (kg ha⁻¹)	3498	4105	6228
Rend. Total (kg ha⁻¹)	79227	87635	89186
Rend. Total (kg planta⁻¹)	2.85	2.63	2.00

Diferencias entre medias de una misma fila no significativas ($p > 0.05$) por la prueba LSD de Student.

Tabla N°17. Rendimiento total, comercial y descartes (kg/há) según densidad de plantación para el cultivar H9780

Densidad	D24cm	D20cm	D15cm
Rendimiento Comercial (kg ha⁻¹)	51104	52079	47664
Frutos podridos (kg ha⁻¹)	22582	26322	29739
Frutos verdes (kg ha⁻¹)	3643	3605	4174
Rendimiento Total (kg ha⁻¹)	77330	82006	80012
Rendimiento Total (kg planta⁻¹)	2.78	2.46	1.80

Diferencias entre medias de una misma fila no significativas ($p > 0.05$) por la prueba LSD de Student.

4.4.2 Peso medio de frutos.

El peso medio de los frutos cosechados en la primera y segunda cosecha fue significativamente diferente ($p < 0.01$) entre cultivares, pero no se detectaron diferencias significativas entre densidades de plantación en ningún caso. En la Tabla 18 se observa que H9780 presentó mayor peso medio comparado con Loica en ambas cosechas. El peso medio de los frutos disminuyó un 20% en la segunda cosecha con respecto a la primera en ambos cultivares.

Tabla N°18. Peso medio de frutos en la primera y segunda cosecha (kg) para Loica y H9780.

Cultivar	Peso medio en la primera cosecha	Peso medio en la segunda cosecha
Loica	0.059 b	0.047 b
H9780	0.091 a	0.074 a
DMS	0.0041	0.0048

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student (α 0.05). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

4.4.3 Número de frutos por planta y por m².

En las Tablas 19 y 20 se observa que para ambos cultivares al aumentar la densidad disminuye significativamente ($p < 0.1$) el número de frutos por planta . Tomando a la densidad de plantación más baja (2.77 pl/ m²) como 100, para la variedad Loica la disminución en el número total de frutos por planta fue del 9 y 29% para 3.33 y 4.44 plantas m⁻², respectivamente. Para el híbrido H9780, en cambio, la disminución del número de frutos por planta en función de la densidad de plantación fue más pronunciada alcanzando valores de 14 y 35% para 3.33 y 4.44 plantas m⁻², respectivamente. La sensibilidad del cuajado de frutos por planta al aumento de la densidad de plantación del híbrido H9780 resultó en una diferencia de solo 4% en el número de frutos cuajados por m⁻² entre la densidad más alta y la más baja. Para la variedad Loica esta diferencia fue del 13%.

Tabla N°19. Número de frutos cosechados por planta y por m² en las dos cosechas para la variedad Loica.

Densidad	D24cm		D20cm		D15cm	
Frutos	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²
Rojos 1ª cosecha	31.1	86.4	29.9	99.5	21.8	97.0
Podridos 1ª cosecha	4.8	13.4	4.1	13.6	2.7	11.8
Rojos 2ª cosecha	9.7	27.1	8.4	28.0	7.5	33.5
Podridos 2ª cosecha	3.1	8.6	2.1	7.0	1.5	6.7
Verdes	3.7	10.3	3.4	11.3	3.6	16.1
TOTAL	52.5	145.8	47.8	159.0	37.1	165.1

Tabla N° 20. Número de frutos cosechados por planta y por m² en las dos cosechas para el cultivar H9780.

Densidad	D24cm		D20cm		D15cm	
Frutos	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²	n° frutos planta⁻¹	n° frutos m⁻²
Rojos 1ª cosecha	16.1	44.8	14.9	49.7	10.2	45.4
Podridos 1ª cosecha	6.0	16.6	6.5	21.7	5.7	25.5
Rojos 2ª cosecha	5.0	13.9	2.7	9.0	2.0	9.0
Podridos 2ª cosecha	3.6	10.1	2.6	8.6	2.0	9.0
Verdes	2.3	6.4	1.8	6.1	1.6	7.1
TOTAL	33.0	91.7	28.5	95.1	21.6	96.0

4.5 CALIDAD DE LOS FRUTOS COMERCIALES

4.5.1 Porcentaje de materia seca de los frutos.

No hubo diferencias significativas en el porcentaje de materia seca de los frutos entre cultivares, tampoco en las distintas densidades. En la tabla 21 se presentan los porcentajes de materia seca de los frutos, en la cual se observa que H9780 presenta un menor contenido de agua en sus frutos, esta diferencia es muy pequeña. No se dan cambios destacables al variar la densidad de plantación (Anexo 6).

Tabla N° 21 Porcentaje de materia seca de frutos.

Cultivar	Porcentaje materia seca
Loica	4,53 a
H9780	4,76 a

En una misma columna valores seguidos por diferente letra con y sin asterisco, difieren significativamente al 5 y al 1% respectivamente.

4.5.2 Firmeza.

En primera fecha de cosecha, para la variable firmeza no se encontró diferencias estadísticas entre los cultivares, ni interacción entre cultivar y densidad. Sin embargo para la segunda fecha de cosecha la firmeza de la variedad Loica fue significativamente menor estadísticamente ($p < 0.01$) a los híbridos Charrúa y H9780 (tabla 22). También se puede observar que la firmeza en la segunda cosecha es menor que la primera para ambos híbridos, pero esa disminución es mayor en Charrúa. No se observó efecto de la densidad en la firmeza (anexo 7).

Tabla N° 22 Firmeza de los frutos (lb/0,5cm²).

Cultivar	Firmeza primera cosecha	Firmeza segunda cosecha
Loica		1,79 b
Charrúa	3,39 a	3,26 a
H9780	3,35 a	3,33 a
MDS	0,2166	0,2237

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student ($\alpha 0.05$). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

4.5.3 Sólidos solubles.

Existieron diferencias significativas en la primera cosecha ($p < 0.01$) entre los cultivares Charrúa y H9780, siendo éste último el que presentó mayor contenido de sólidos solubles en los frutos como se puede ver en la tabla 23, en la misma se puede apreciar, como el aumento en la densidad provoca una disminución en el contenido de sólidos solubles ($p < 0.05$) para el híbrido H9780.

Tabla N° 23. Sólidos solubles (°Brix) en función de la densidad en la primera cosecha.

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Charrúa	4,11	4,41	4,37	4,29 b
H9780	4,77	4,69	4,56	4,67 a
			MDS	0,142

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student ($\alpha 0.05$). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

Tabla N° 24. Sólidos solubles (°Brix) en función de la densidad en la segunda cosecha.

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Loica	4,29	4,17	4,4	4,29 b
Charrúa	4,31	4,51	4,23	4,30 b
H9780	4,51	4,35	4,22	4,36 b
			MDS	0,202

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student ($\alpha 0.05$). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

No existieron diferencias significativas en la segunda cosecha entre los cultivares como se puede observar en la tabla 24, donde el híbrido H9780 es el que presenta mayor concentración de sólidos solubles. El contenido de sólidos solubles para el híbrido Charrúa fue similar al contenido en la primera cosecha, mientras que para H9780 se puede apreciar una disminución en dicho contenido con respecto a la primera cosecha y un similar comportamiento con el aumento de la densidad, pero en este caso no significativo.

4.5.4 Acidez Titulable.

Esta variable no fue evaluada en la primera cosecha en la variedad Loica. En la primera cosecha los valores de acidez en los dos cultivares evaluados, fueron significativamente diferentes ($p < 0.01$), los frutos de H9780 presentaron un porcentaje superior a los de Charrúa. En la segunda cosecha los dos cultivares evaluados no registran cambios con respecto a la primera, pero en esta Loica presentó un valor de acidez intermedio entre dichos valores, determinándose así que los tres cultivares difieran ($p < 0.01$) significativamente entre sí (Tabla 25). La densidad no afectó significativamente la acidez en ninguna de las dos cosechas (Anexo 8).

Tabla N° 25 Porcentajes de acidez de los frutos (% de ácido cítrico).

Cultivar	Acidez 1ª cosecha	Acidez 2ª cosecha
Loica		0,49 b
Charrúa	0,35 b	0,35 c
H9780	0,59 a	0,60 a
MDS	0,039	0,030

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student ($\alpha 0.05$). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

4.5.5 pH.

Esta variable no fue evaluada en la primera cosecha en la variedad Loica. Existieron diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los cultivares Charrúa y H9780 en la primera cosecha, en la cual H9780 posee un menor pH con respecto a Charrúa.

En la segunda cosecha Charrúa difirió significativamente ($p < 0.01$) de los restantes dos cultivares, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí, los valores de pH de los frutos aumentan con respecto a la primera, H9780 y Loica presentan los valores más bajos y Charrúa posee el mayor pH (Tabla 26). La densidad no afectó significativamente el pH (Anexo 9).

Tabla N° 26. pH de los frutos

Cultivar	pH en la 1ª cosecha	pH en la 2ª cosecha
Loica		4,30 b
Charrúa	4,49 a	4,58 a
H9780	4,06 b	4,33 b
MDS	0,05	0,05

En una misma columna valores seguidos por diferente letra, difieren significativamente por la prueba T LSD de Student (α 0.05). Diferentes letras seguidas con y sin asterisco, difieren al 5 y al 1% respectivamente.

5 DISCUSION

5.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO.

El rango de densidades evaluadas en este experimento se ubicó, para las tres densidades, en el sector de 'aumento del crecimiento en competencia por recursos', es decir que a medida que aumentó la densidad de plantación se incrementó el IAF y DAF del cultivo, pero el área foliar de cada planta disminuyó. Barreiro (1982), encontró que los cultivares pueden responder de manera diferente a las mismas densidades de plantación. En este caso H9780 fue más afectado que los otros en el área foliar por planta al aumentar la densidad (Figura 10c). Según el catálogo de Heinz (2002), este híbrido se comporta mejor a densidades bajas.

La densidad de plantación no afectó significativamente el número de hojas por planta en ninguna variedad. Esto significa que la densidad no tuvo un impacto importante en el número de ramificaciones (brotes laterales) de cada planta, pero sí en el tamaño de las hojas. El número de hojas en la planta de tomate está determinado por el sistema de poda, el largo del ciclo y la tasa de desarrollo. En este experimento no se realizó poda y el largo del ciclo fue igual para todas las densidades. Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con, Heuvelink y Marcelis (1996), quienes demostraron que la tasa de desarrollo en tomate está determinada fundamentalmente por la temperatura y no es afectada por la disponibilidad de asimilados (fuente) en la planta.

En todas las variedades y densidades el área foliar máxima por planta se alcanzó un par de semanas antes que el máximo número de hojas. Esto se debe a que a lo largo del ciclo el tamaño de las hojas va disminuyendo debido a la competencia por asimilados por parte de los frutos y de un creciente número de puntos de crecimiento vegetativo. El IAF comienza a disminuir a partir del día 52-60 post-trasplante debido a que comienzan a senescer las hojas más viejas más grandes y su área no puede ser reemplazada por las hojas nuevas, que son más pero de mucho menor tamaño.

5.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO REPRODUCTIVO.

La floración comenzó para todos los cultivares en todas las densidades en el mismo período, este evento fue favorecido por temperaturas diurnas y nocturnas en el entorno a 23 y 17°C respectivamente, ocurridas en los días previos y posteriores a este, (Anexo 2). Estas condiciones favorables de temperaturas coinciden con las mencionadas por Folquer, (1979).

El número de días desde el trasplante a inicio de floración no fue afectado por la densidad. Este resultado concuerda con Heuvelink y Marcelis (1996), que encontraron

que el inicio de floración se da en todas las densidades en la misma fecha, pero el número de flores por unidad de área se incrementa con el incremento de la densidad. La tasa de aparición de racimos fue significativamente diferente entre los tres cultivares (Figura 16). Como el número promedio de frutos por racimo a los 52 días post-trasplante fueron aproximadamente iguales entre variedades, las diferencias observadas entre variedades en el número de frutos por planta fueron dadas por las diferencias en la tasa de aparición de racimos. El número de frutos cuajados por racimo decreció hacia el final del período de evaluación como resultado de la competencia de los frutos cuajados en los primeros racimos. Los híbridos H9780 y Charrúa tienen un tamaño potencial de fruto mayor que Loica, y por lo tanto la fuerza de fosa de cada fruto individual es mayor en estos híbridos, resultando en el cuajado de un menor número de frutos por planta.

El número de frutos cuajados acumulados al día 52 post-trasplante por planta disminuye al aumentar la densidad (Figura 17 y Anexo 12). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Heuvelink (1996), quien encontró que al aumentar la densidad de plantación la disponibilidad de asimilados por planta disminuye, y como el porcentaje de cuajado de frutos está relacionado directamente a la disponibilidad de asimilados (relación: fuente/fosa), este también baja.

Los resultados obtenidos para H9780 (Figura 17c y Tabla 20) concuerdan con los presentados en el catálogo de Tomato Heinz Seed (2002). Según estos resultados H9780 no se adapta a las altas densidades. En nuestro experimento, el número de frutos cuajados por m^2 a la densidad de 2,78 plantas m^2 fue prácticamente igual que a 4.44 plantas m^2 . La variedad Loica respondió al aumento de la densidad con un incremento de 13% en el número de frutos cuajados por m^2 (Figura 17a y Tabla 19).

5.3 PARTICIÓN DE MATERIA SECA.

Los resultados obtenidos son inferiores a los publicados por Heuvelink (1995). En su experimento el 57 al 59% de la materia seca producida fue localizada en los frutos, el porcentaje destinado a los frutos, en este trabajo son inferiores (49- 52%) probablemente debido a que los cultivares evaluados en nuestro experimento son de tipo determinado.

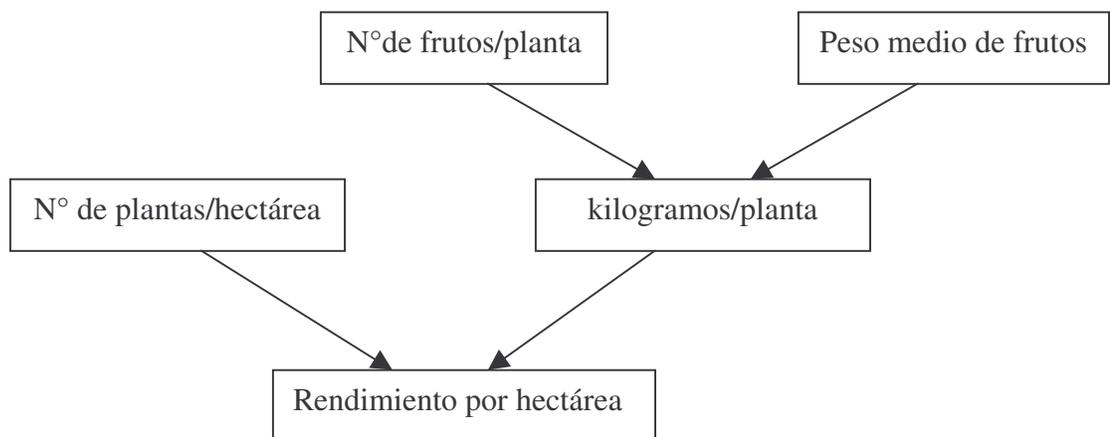
La mayor partición de asimilados en Loica hacia los frutos, se da por el mayor número de estos que presenta ésta en comparación con H9780, ejerciendo así una mayor fuerza de fosa.

La densidad no afectó la partición (Anexo 5), sin embargo si se analiza la partición desde el punto de vista de la eficiencia productiva considerando la producción total por metro cuadrado y la duración del área foliar por metro cuadrado (Tabla 14) se puede ver que al aumentar la densidad la eficiencia por metro cuadrado de área foliar disminuye, determinándose así una menor partición a los frutos. Este comportamiento coincide con

el reportado por Barreiro (1982), ya que a medida que aumenta la competencia entre plantas, la competencia dentro de la planta se vuelve más importante y se produce un menor número de frutos cuajados por planta como ya fue mencionado durante el análisis del cuajado en el punto anterior. Al aumentar la densidad, hay un incremento en el número de puntos de crecimiento vegetativo por unidad de área, dándose una mayor fuerza de fosa vegetativa en detrimento de la fuerza de fosa reproductiva. Dicho en otras palabras a mayor densidad la partición de asimilados a los frutos disminuye, porque la proporción en que aumenta el número de puntos de crecimiento es mayor a la proporción en que aumenta el número de frutos por unidad de área.

5.4 Rendimiento

En las tablas 15, 16 y 17 se pueden ver las diferencias en rendimiento total entre cultivares y densidades de plantación. Estos rendimientos son inferiores a los obtenidos en la variedad Loica por Carballo y Cabot (1990). Los resultados obtenidos en Loica y H9780 son iguales a los obtenidos por Giménez et al (2004). Si bien las condiciones de cultivo en nuestro experimento fueron similares al ensayo de Carballo y Cabot (1990), estos realizaron el trasplante el 7 de noviembre, en cambio en este trabajo el trasplante se realizó el 19 de diciembre, esto determinó un ciclo de cultivo más largo en el ensayo de Carballo y Cabot y una relación entre radiación y temperatura más favorable al cuajado y crecimiento de los frutos en el ensayo de estos autores.



De lo discutido en cuajado de frutos quedo claro que H9780 presenta menor número de racimos con frutos cuajados por planta que Loica, ambos cultivares hasta el día 52 presentaban un número promedio de frutos por racimo de 2,5 llegando así H9780 a un menor número de frutos por planta y un mayor peso medio con respecto a Loica.

De los resultados se desprende que al aumentar la densidad de plantación disminuye el rendimiento por planta, dicha disminución esta dada una menor cantidad de radiación

interceptada por planta, lo que desencadena una menor disponibilidad de asimilados y un descenso del número de frutos cuajados por planta. El más afectado con el aumento de la densidad es H9780, por lo ya explicado en cuajado y partición de que las óptimas densidades de plantación son bajas.

Los valores obtenidos de peso medio de los frutos en Loica son algo inferiores a los obtenidos por Giménez et al (2004). En la segunda cosecha los pesos medios obtenidos para ambos cultivares fueron inferiores, esta variación está causada posiblemente porque los frutos cosechados en esta cuajaron tardíamente, en un período de alta competencia por asimilados con los frutos que habían cuajado anteriormente, esto pudo incidir en la división celular, limitándose así el tamaño potencial del fruto. La densidad no afectó el peso medio de los frutos (Anexo 13), estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Elattir (2003), se puede decir que los aumentos en la densidad disminuyeron el número de frutos cosechados por planta y mantuvieron su peso medio.

El rendimiento comercial es el resultado del rendimiento total, menos los descartes producidos en la cosecha (frutos podridos + frutos verdes). Los porcentajes de descartes a los cuáles se llegaron en Loica son iguales a los obtenidos por Carballo y Cabot (1990). Las diferencias entre cultivares se dan principalmente porque H9780 presenta una incidencia de descartes del 40 a 50% aproximadamente por podredumbre apical, en cambio Loica no fue afectada por este problema (Anexo 11).

En H9780 el rendimiento comercial, presentó diferencias en el comportamiento ante la densidad con respecto al rendimiento total ya que el porcentaje de descartes se incrementó con el aumento de la densidad de 34 a 41%. La causa fundamental de este aumento es la mayor incidencia en el número de frutos con podredumbre apical al aumentar la densidad.

5.5 CALIDAD DEL FRUTO

5.5.1 Materia seca.

Los valores promedios obtenidos de materia seca son inferiores al rango citado (5 a 7%) por Hobson y Grierson (1993). Estos bajos valores de materia seca se pueden deber a que el riego de suspendió 2 días antes de la primera cosecha, Kaniszewski (1987), obtuvo un aumento en los porcentajes de materia seca en los frutos cuando no utilizó riego.

5.5.2 Firmeza.

Los resultados obtenidos de firmeza en H9780 y PS150 351 (Charrúa) son superiores a los de Loica, y coinciden con los antecedentes del híbrido H9780 expuestos en el catálogo “tomato seed Heinz” (2002), en la variedad Loica la firmeza fue baja como se esperaba según los antecedentes de trabajos a nivel nacional de Maeso y Villamil (1978) y Carballo y Cabot (1991). En la segunda cosecha la firmeza disminuye en los híbridos, esto podría ser causado por la baja área foliar que en este momento había, lo que provocó una mayor exposición de los frutos al sol, aumentando la temperatura de los mismos.

Las diferencias en firmeza entre Loica y los híbridos están dadas por diferencias genéticas y más precisamente por el número de lóculos. Loica presenta 2 lóculos por fruto y los híbridos 6 aproximadamente. Las variaciones de la firmeza con la densidad no se pueden explicar, porque como ya se describió en la revisión bibliográfica son muchos factores que la afectan.

5.5.3 Sólidos solubles.

Los valores obtenidos de sólidos solubles están en el límite inferior según los datos presentados por Gallardo (1982). En este ensayo para el cultivar Loica los valores fueron inferiores a los obtenidos por Maeso y Villamil (1978) y a los que obtuvieron Carballo y Cabot (1991). H9780 presentó valores similares a los que obtuvo Giménez et al (2004) e inferiores a los citados en el catálogo de Heinz (2002) En el caso de Charrúa (PS 150 351) los resultados obtenidos en este ensayo fueron superiores con respecto a los obtenidos por Giménez et al (2004).

El valor superior obtenido en H9780 con respecto a Loica, además de estar afectado por las características genéticas del cultivar, coincide con la bibliografía, en el aspecto

de que H9780 presentó mayor porcentaje de materia seca, es decir mayor contenido de almidón en sus frutos y por lo tanto la acción de hidrólisis de la α amilasa en el almidón resulta en mayor contenido de sólidos solubles. No se puede hacer este mismo análisis en Charrúa ya que no se dispone del dato de porcentaje de materia seca.

Respecto al efecto del aumento de la densidad en los sólidos solubles, se puede decir que el comportamiento de H9780 coincide con Rajinder (2000). A su vez hay un efecto del propio híbrido en cuanto a que las bajas densidades de plantas son las mejores, ya que al aumentar la densidad de plantas se produce mayor sombreado, afectándose negativamente la cantidad de sólidos solubles.

La disminución de los valores de sólidos solubles en la segunda cosecha con respecto a la primera en H9780, puede ser causa de la gran defoliación que hubo al final del ciclo que hizo someter a los frutos a mayor temperatura. Los frutos de este cultivar tienen una baja resistencia al calor, Charrúa no fue afectado ya que no presentó variaciones en sus valores en ambas cosechas.

5.5.4 Acidez y pH.

Los tres cultivares presentan valores de acidez por encima del mínimo exigido, (0,35%) Charrúa llega apenas al mínimo, y H9780 es superior en acidez a los restantes cultivares. En los resultados obtenidos en Loica la acidez es menor a los obtenidos por Díaz y Gutiérrez (1980). En la primera cosecha se da la lógica, es decir la relación negativa entre acidez y pH, repercutiendo así el bajo porcentaje de acidez de Charrúa en un valor de pH insatisfactorio mayor a 4,4. En la segunda cosecha si bien los valores de porcentaje de acidez se mantienen iguales con respecto a la primera cosecha en H9780 y Charrúa no lo hacen de la misma forma el pH, es decir la acidez no varía y si lo hace en aumento el pH. Loica presenta menor porcentaje de acidez que H9780 sin embargo el pH al cual llega es menor, en la segunda cosecha no hay correlación entre acidez y pH. Los valores de acidez y pH no varían con la densidad como se esperaba según la bibliografía consultada.

6 CONCLUSIONES

El cultivar Charrúa fue el que alcanzó mayor altura de planta y área foliar, seguido por H9780. Loica en cambio alcanzó el mayor número de hojas por planta, seguido por H9780.

El aumento de la densidad no afectó la altura, ni el número de hojas, pero si el tamaño de las mismas, dando como resultado la disminución del área foliar por planta. El cultivar más afectado con el aumento de la densidad fue H9780.

Las mayores densidades provocaron una disminución de la partición de la materia seca a los frutos, siendo el cultivar H9780 el más afectado.

Las diferencias en el número de frutos cuajados por planta entre cultivares están dadas por el número de racimos por planta, ya que el número de frutos cuajados por racimo no varió significativamente. Loica es el cultivar de mayor número de frutos, luego le siguen H9780 y Charrúa.

El aumento de la densidad provocó una disminución del número de frutos por planta, no siendo afectado el peso medio de los mismos, determinando de esta manera el descenso del rendimiento por planta. El cultivar H9780 es el más sensible en el rendimiento por planta ante el incremento de la densidad, sin lograr aumentar el rendimiento por unidad de área cuando el número de plantas en la misma aumenta.

En todas las densidades Loica presentó mayor rendimiento comercial que H9780, dado que este último tuvo mayor porcentaje de descartes. La mitad de estos descartes se debieron a podredumbre apical.

Para las condiciones de este ensayo y teniendo en cuenta el rendimiento comercial, para el cultivar Loica la densidad más aconsejable es de 33.3 mil plantas ha^{-1} y en H9780 es de 27.7 mil plantas ha^{-1} .

H9780 presentó mayor calidad en sus frutos, en todos los parámetros evaluados, no siendo afectados por la densidad. Las características de calidad de Loica son aceptables para la industria, sus principales características no deseadas son la baja firmeza de sus frutos y el bajo peso medio de los mismos. Por el contrario Charrúa presentó altos valores de firmeza y peso medio, pero bajos valores de acidez y alto pH. Estas últimas dos características no son deseables por la industria.

Dado que Loica es una variedad de polinización abierta que hace muchos años está siendo cultivada en el país y presenta gran rusticidad a plagas y enfermedades se debería implementar un programa de selección de cultivares apuntando a levantar sus principales restricciones de calidad de sus frutos.

Habría que investigar más en H9780 para disminuir los altos descartes por podredumbre apical y así poder incrementar los rendimientos comerciales.

7 RESUMEN

El experimento que se reporta en esta tesis tuvo como objetivo evaluar el efecto de la densidad de plantación en el potencial de rendimiento y la calidad de los frutos de tres cultivares de tomate para industria en condiciones intensivas de producción (mulch de plástico negro y riego localizado). El ensayo se realizó en INIA “Las Brujas”, Canelones, Uruguay. Las variedades incluidas en el ensayo fueron: Loica, una variedad local de polinización abierta y los híbridos Heinz 9780 y PS 150-351 (Charrúa). Las densidades de plantación fueron de 27.7, 33.3 y 44.4 mil plantas por hectárea. El diseño experimental utilizado fue un factorial de tres por tres en parcelas divididas y bloques al azar con tres repeticiones.

La densidad de plantación no afectó la altura de planta, ni el número de hojas por planta, pero sí el tamaño de las mismas. Por lo tanto se observó que al aumentar la densidad disminuyó el área foliar por planta. El híbrido H9780 fue el cultivar más afectado por esta disminución. El cultivar Loica obtuvo mayor rendimiento comercial que H9780 en todas las densidades, debido a que este último tuvo un alto porcentaje de frutos descartados por podredumbre apical. Al aumentar la densidad disminuyó el número de frutos por planta en los cultivares evaluados, pero aumentó el número de frutos por m². El peso medio de los frutos no fue afectado por la densidad de plantación. En el cultivar Loica el rendimiento de frutos comerciales por m² se incrementó con la densidad de plantación. Por el contrario el cultivar H9780 no aumentó el rendimiento por unidad de superficie al incrementar la densidad, por un incremento en el porcentaje de descarte por podredumbre apical (29, 32 y 36% de podridos para las densidades baja media y alta respectivamente).

De los cultivares evaluados H9780 presentó mayor calidad en sus frutos comerciales en todos los parámetros evaluados. La densidad de plantación no afectó los parámetros evaluados de calidad de fruto en ningún caso.

8 BIBLIOGRAFÍA

- ALDABE, L. 2000. Producción de Hortalizas en Uruguay. Montevideo, Epsilon, 269p
- ARBOLEYA, J.E. 1979. Fertilización nitrogenada en tomate para industria. Tesis Ing. AGR. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 196p.
- ATHERTON, J. and RUDICH, J. 1986. The tomato crop. New York, Chapman and Hall Ltd, 647p.
- BARREIRO MENDOZA, J.F. 1982. Efeitos de la poda e populacao na producao de tomate. In Muller, J.J.V. e Casali, V.W.D., Seminarios de Olericultura, Vicoso, M.G., v.4. 122p.
- BENTANCOURT, L.A.; STEVENS, M.A. and KADER, A.A. 1977. Accumulation and Loss of Sugars and Reduced Ascorbic Acid in Attached and Detached Tomato Fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science, 102 (6) 721 – 723 p.
- CALVERT, 1959. Efecto de la intensidad de luz (1000, 750, 500 y 250 luxes/pie²) y la temperatura media (15 y 25 °C) en el tiempo desde emergencia a inicio del primer racimo y en el número de hojas iniciadas antes del primer racimo en plantas de tomate. J. Hort. Sci., 34, 154-62.
- CARBALLO, S; CABOT, M; 1991. Comparativo de variedades de tomate de crecimiento determinado. Programa de Horticultura, INIA LAS BRUJAS. no publicado.
- CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA, pp 16-104.
- DINAR, M. and STEVENS, M.A. 1981. The relationship between Starch Accumulation and Soluble Solids Content of Tomato Fruits Journal of the American Society for Horticultural Science, 106 (4) 415 – 418 p.
- ELLATTIR, H. 2003. Plant density effects on processing tomato grown in Morocco. Acta Horticulturae, 609 197-200 p.
- FELIPEZ, A.; MEDINA, A. y SEGOVIA, F. 1992. Estudio fenológico y evaluación de cinco variedades de tomate de crecimiento determinado para doble propósito. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 143p.
- FOLQUER, F. 1979. El tomate; estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 104p.

GIMÉNEZ, G; CABOT; M; MORI, C; SANTOS, C. 2004. Evaluación de variedades de tomate para industria In Resultados experimentales en tomate. INIA LAS BRUJAS, serie de actividades n°366: 2-4.

GOMEZ RIERA, P. 1982. Manejo del cultivo de tomate. In sociedad Argentina de Olericultura, Boletín Hortícola, (número extraordinario). pp. 12-44.

HAMSON, A. R. 1952. Measuring girmnes of tomatoes in a breeding program. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 60 : 425-433.

HEUVELINK, E. And MARCELIS, M. 1996. Influence of asimílate suplí on leaf formation in sweet pepper and tomato. Journal of Horticultural Science 71 (3): 405- 414.

HOBSON, G. And GRIERSON, D. 1993. Biochemistry of Fuit Ripening, Great Britain at the University Press, Cambridge, Chapman & Hall. 405- 442p.

IMPARATTA, S. Y ROMERO, M. 1985. Evaluación y estudio del comportamiento fenológico de 6 variedades de tomate para consumo en fresco e industria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 201p.

KADER, A.; STEVENS, M.; ALBRIGHT, M.; MORRIS, L. and ALGAZI, M. 1977. Effect of fruti ripeness when picked on flavor and composition in fresch market tomatoes. Journal of the American Society of Horticultural Science 102 (6) : 724-731.

KANISZEWSKI, S.; ELKNER, K. and RUMPEL,J. 1987. Effect of nitrgen fertilization and irrigation on yield, nitrogen status in plants and quality of fruits of direct ceded tomatoes. Acta Horticulturae 200.

LUKYANENKO, A. y LUKYANENKO, E. 1981. Variability of tomato fruti acidity and possibilities of breeding improvement of the carácter. In Genetics and breeding of tomato. France, INRA. p 129-138.

MOORE, J. N. ; KATAN, A. A. and FLEMING, J. W. 1958. Effect ot suplemental irrigation, spacing and fertily on yield and quality of processing tomatoes. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 71: 356-368.

NUEZ, F. 1995. El cultivo de tomate. Mundi Prensa Madrid, 793p

OSVALD, J. 2001.Sugar and organic acid contentof fruit (Licopersicon licopersicum Mill) grown on aeroponics at different plant density. Acta Alimentaria (Budapest) 30 (1) 53-61 p.

PICHA, D. H. and HALL, C. B. 1982. Effect of potassium fertilization and season on fresh market tomato quality characters. *Hortscience* 17 (4): 634 – 635p.

RAJINDER S., Sandhu, K.S., DALJIT, S. And SANDHA, M.S. 2000. Quality response of tomato varieties to population density and training methods. Department of Vegetable Crops, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 29 (3/4), p.235-236.

REY, Y et COSTES, C. 1965. *La physiologie de la tomate*. Paris INRA. 111p.

RICK, C. M. 1974. High soluble – solids contents in large- fruited tomato lines derived from a wild green- fruited species. *Hilgardia* 42 (15): 493 – 510.

RODRÍGUEZ DEL RINCÓN, A. y DELGADO ROMAN, J. L. 1975. *El tomate para conserva*. Madrid, Ministerio de Agricultura. 210p.

RUDICH, J.; KALMAR, D.;GEIZEMBERG, C. and HARED, S. 1977. Low water tensions in defined growth stages of processing tomato plants and their effects on yield and quality. *The Journal of Horticultural Science*, 52 (3): 391-399.

SANDERS, D.C ; HOWEL, T.A. ; HILE, M.M. ; HODGES, L.; MEEK, D. and PHENÉ, C.J. 1989. Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114 (6): 904 – 908.

SANGUINETI, M. C. e CONCILIO, L. 1981. Ereditarietà di alcune caratteristiche qualitative nel pomodoro da industria. *Rivista della Ortoflorofruitticoltura Italiana* 65 (6): 403 – 411.

SHEAR, G.F. 1965. *Hacia el tomate perfecto*. *Span* 8 (2): 94-97.

SIMANDLE , P. A. ; HILE, M.M. 1966. Quality of six tomato varieties as affected by some compositional factors. *Journal American Society for Horticultural Science*, 89 : 536-537.

STEVENS, M.A. ; KADER, A. and ALBRIGHT, M. 1979. Potential for Increasing Tomato Flavor via Increased Sugar and Acid Content. *Journal American Society for Horticultural Science* , 104 (1): 40 - 42.

TAMBLER, A. 2003. *Planes de negocios de tomates industria*. OPYPA Anuario.

TOLKINBAEV, Z. 1973. Tomato fruti in relation on rates of nitrogen fertilizers in karakalpakia. Vestnik Karakalpakia Filiala Akademii Uzbekakoit SSR. N° 2 (52): 49-51.

UBILLA,J. 2002. Evaluación de variedades de tomate industria para pelado y cucubeteado. Poyecto de validación tecnológica N° 72.

UBILLA,J. 2003. Evaluación de variedades de tomate industria para pelado y concentrado. Poyecto de validación tecnológica N° 88.

URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. 2003. Encuestas hortícolas 2002-2003. Montevideo. 42p.

VESCHAMBRE, D. Et ZUANG, H. 1979. La nouaison de la tomate et sa regulation. Revue Horticole n°202 pp.13-21.

WAFFELAERT, M. L'. 1974. Utilitation des activeurs de novaison en culture de plein champ. In la tomate journees de l' information. Paris, INVUFLEC. pp 187-190.

ZUBELDIA, A. y GASCO, J.L. 1977. Influencia del espaciamiento y del número de tallos sobre la precocidad y el rendimiento total de tomate var. Valenciana. Anuales del INIA (Serie de Producción Vegetal) n°7: 73-97.

9 ANEXOS

ANEXO N°1

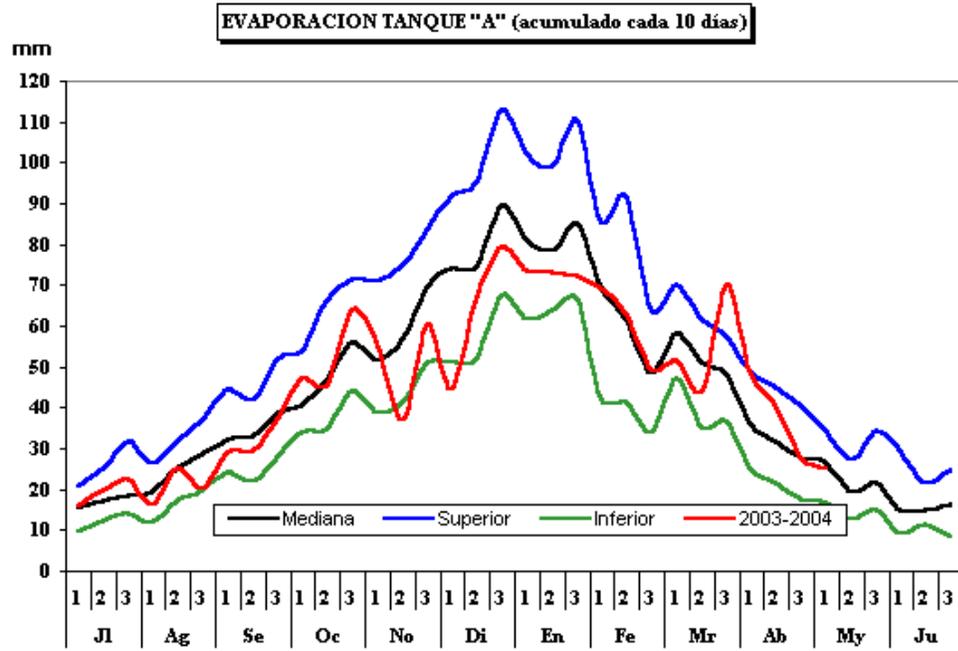


Figura N° 20 Evolución de la evaporación del tanque "A" de Las Brujas.

ANEXO N° 2

Tabla N° 27 Datos climáticos

día	Ptrasp.	T_MED	T_MAX	T_MIN	HR_MED	PRECIP	TANQUEA	VIENTO	HELIOF	PENMAN
1		24.4	31.6	16.7	79.2	0.0	6.6	190.9	13.9	6.6
2		25.8	32.4	18.9	79.1	0.0	6.4	173.4	13.8	6.8
3		25.7	31.8	20.2	81.5	0.0	6.0	191.2	12.5	6.4
4		20.2	22.6	15.9	71.3	3.8	6.3	240.2	11.0	5.7
5		19.1	25.5	10.4	65.1	0.0	7.5	121.2	13.3	5.6
6		20.0	25.6	13.9	64.4	0.0	7.5	191.1	4.5	4.5
7		23.4	30.4	16.3	74.5	0.0	11.8	230.5	13.4	6.6
8		23.5	30.1	17.5	78.0	0.0	9.1	271.9	10.8	6.0
9		21.2	24.0	19.2	94.8	0.0	2.0	194.6	0.0	2.1
10		17.5	20.7	11.8	85.2	4.5	6.6	247.6	8.4	4.1
11		18.3	24.7	10.3	72.7	0.0	8.3	163.3	14.0	5.6
12		21.6	29.8	12.8	65.8	0.0	11.0	287.9	14.1	7.1
13		16.4	20.0	12.0	74.4	5.3	3.2	183.1	13.5	5.2
14		16.4	22.2	10.3	78.9	0.0	12.0	146.5	13.5	4.9
15		19.8	29.0	10.3	75.2	0.0	11.0	145.2	13.8	5.6
16		23.9	31.9	14.3	59.5	0.0	8.7	241.8	12.5	7.2
17		22.8	32.0	18.0	77.6	0.0	7.7	178.8	6.7	4.6
18		24.9	33.1	18.0	80.7	8.5	9.7	131.2	13.8	6.4
19		23.6	28.2	21.0	92.8	0.0	3.6	125.3	3.3	3.0
20		24.3	31.7	19.0	86.6	0.0	4.1	128.8	6.7	4.3
21		24.1	28.3	20.0	89.4	0.1	9.4	204.9	13.7	6.1
22		24.6	30.9	19.1	86.4	0.0	5.2	110.5	13.3	6.0
23		22.7	26.2	18.2	96.1	0.0	2.3	152.2	0.7	2.2
24		21.0	25.1	17.0	88.2	55.0	7.1	143.5	10.3	4.6
25		20.6	26.3	13.1	81.2	0.1	9.1	164.9	13.7	5.6
26		21.0	27.2	14.0	83.6	0.0	8.5	125.8	13.4	5.4
27		23.5	30.8	15.3	77.2	0.0	7.3	168.1	13.3	6.2
28		19.2	21.6	15.2	81.6	7.3	7.8	162.8	11.8	4.9
29		19.4	25.5	13.4	78.3	0.0	6.0	199.5	12.0	5.2
30		21.3	27.1	15.5	77.9	0.0	6.5	156.5	11.0	5.2
31		22.7	28.0	17.4	84.8	0.0	7.6	197.2	11.6	5.4
32		22.7	27.6	18.1	82.4	0.0	7.3	208.9	10.9	5.3
33		23.4	29.9	17.6	81.9	0.0	6.0	162.9	12.1	5.6
34		23.6	29.8	19.0	88.7	0.0	4.4	149.6	10.1	4.9
35		22.6	26.2	20.1	91.5	0.0	6.4	147.2	10.2	4.6
36		22.8	27.9	18.8	88.7	0.0	5.9	124.4	9.3	4.5
37		22.1	27.1	16.7	88.6	0.0	6.4	116.6	12.7	5.1
38		23.3	30.1	15.8	79.3	0.0	8.9	124.3	13.0	5.7
39		26.4	34.0	17.9	67.9	0.0	9.6	126.1	14.0	6.8
40		25.0	32.8	17.1	69.4	0.0	8.4	166.8	13.0	6.5
41		23.9	29.6	18.5	89.0	0.0	5.5	112.3	9.4	4.6
42		24.6	29.6	19.9	87.5	0.7	8.7	144.1	11.4	5.3
43		26.1	33.6	19.5	82.0	0.0	6.9	211.3	11.8	6.1
44		22.5	24.5	20.6	97.9	1.0	1.1	195.8	0.0	1.8
45		22.3	26.4	20.1	93.9	26.0	3.5	149.4	7.5	3.7
46		22.5	26.8	18.1	86.4	0.0	6.3	220.8	11.4	5.1
47		23.3	28.5	19.8	89.9	0.0	3.3	118.1	10.3	4.6
48		22.7	26.4	17.8	85.6	0.0	7.7	220.1	13.4	5.6
49		20.7	24.3	15.6	81.8	0.0	7.4	140.0	10.5	4.5
50		19.3	25.7	12.2	83.4	0.0	5.9	133.6	12.5	4.6
51		20.7	26.8	14.5	82.3	0.0	6.8	205.7	10.8	4.7
52		22.8	29.7	16.3	72.9	0.0	10.0	224.0	12.2	5.8
53		24.6	31.7	18.2	71.4	0.0	9.8	242.5	11.7	6.2
54		25.3	33.0	18.9	71.1	0.0	8.5	166.2	11.1	5.8
55		25.8	33.8	19.0	73.7	0.0	8.5	179.4	11.7	5.9
56		27.2	35.5	20.2	68.3	0.0	9.4	177.0	10.5	6.1

Continuación de datos climáticos

57	21.7	25.0	17.3	97.0	22.5	1.5	176.6	0.2	1.8
58	19.7	23.9	15.3	80.9	32.0	7.4	155.8	12.5	4.6
59	19.0	22.9	14.8	84.8	0.0	7.0	150.6	10.5	4.0
60	20.0	29.2	13.1	89.8	0.0	4.6	108.4	8.7	3.5
61	20.2	23.9	15.5	80.3	7.4	7.5	236.6	10.1	4.5
62	19.2	22.9	15.3	84.8	2.3	5.7	165.3	12.0	4.3
63	18.4	23.0	13.4	75.1	0.8	7.8	264.0	10.8	4.7
64	17.9	21.4	15.8	84.2	0.0	3.9	308.9	9.8	4.0
65	18.8	21.9	16.9	84.5	1.5	4.9	234.0	7.6	3.6
66	19.0	22.7	14.1	87.4	0.0	4.0	127.5	5.3	2.8
67	18.8	24.3	12.8	89.3	0.0	5.4	102.6	11.0	3.6
68	19.5	26.8	11.8	88.9	0.0	5.4	140.0	10.5	3.7
69	21.8	29.8	15.6	83.7	0.0	6.4	165.0	11.5	4.5
70	22.7	30.2	16.3	78.9	0.0	6.8	125.9	11.3	4.6
71	19.6	24.4	14.9	89.5	0.0	4.2	162.2	10.2	3.6
72	19.0	24.8	13.0	83.5	0.0	6.2	175.7	11.5	4.0
73	19.9	26.6	14.5	79.3	0.0	6.0	162.1	10.6	4.1
74	21.5	28.8	13.5	74.5	0.0	6.0	214.9	11.3	4.8
75	20.0	24.4	16.3	88.2	8.2	1.7	175.6	6.5	3.0
76	20.1	27.8	12.3	69.9	3.5	5.9	154.2	10.7	4.3
77	21.2	30.2	11.6	62.6	0.0	7.0	167.4	11.4	4.8
78	22.5	30.1	14.7	68.9	0.0	6.4	198.3	11.4	5.0
79	23.5	33.3	19.2	86.2	0.0	6.1	130.9	8.6	3.7
80	21.0	23.8	18.6	99.0	11.0	3.0	99.7	0.1	1.4
81	20.3	25.1	15.2	92.1	1.4	3.5	107.6	11.0	3.4
82	18.3	25.7	11.3	82.4	11.0	6.9	115.2	10.8	3.4
83	17.9	25.7	11.9	85.1	0.0	5.1	141.4	11.2	3.4
84	17.8	22.9	11.6	80.5	0.0	6.3	173.0	8.7	3.2
85	19.2	23.7	15.3	83.2	0.0	4.4	192.5	6.7	3.0
86	20.5	26.7	16.4	87.0	0.0	3.4	168.9	9.1	3.3
87	21.3	26.0	18.2	90.8	22.0	4.2	154.4	10.1	3.4
88	21.0	26.5	15.4	90.4	0.0	5.3	155.8	10.6	3.4
89	21.5	27.6	16.6	90.2	0.0	4.0	159.7	7.2	2.9
90	22.1	28.0	17.5	85.4	0.0	5.7	159.0	10.5	3.7
91	20.4	25.8	15.9	89.4	0.0	3.4	105.1	6.3	2.6
92	20.0	24.8	15.5	90.9	0.0	2.4	77.8	5.4	2.3
93	17.8	24.4	11.2	85.6	0.0	5.1	92.1	9.6	2.7
94	17.0	25.2	7.2	81.8	0.0	7.6	111.4	10.7	2.9
95	19.0	28.0	10.3	80.3	0.0	6.0	149.4	10.7	3.3
96	20.8	29.7	13.7	75.8	0.0	5.0	162.2	9.5	3.5
97	23.0	32.2	15.7	71.8	0.0	6.0	128.8	10.3	3.9
98	23.7	33.4	15.4	67.2	0.0	7.0	140.7	10.3	4.2
99	23.1	32.0	15.8	72.6	0.0	4.1	153.3	10.3	3.9
100	22.2	30.6	15.6	77.5	0.0	6.8	152.5	10.2	3.6
101	23.2	31.2	16.2	77.8	0.0	8.3	160.6	9.6	3.7
102	24.0	32.0	17.1	84.5	0.0	7.0	149.0	10.0	3.5
103	23.7	30.7	18.6	86.5	0.0	6.0	207.7	9.3	3.4
104	23.9	30.0	19.2	78.6	0.0	6.5	255.8	4.5	3.3
105	22.8	27.9	20.4	92.1	0.0	4.5	165.2	4.1	2.2
106	24.9	32.6	20.2	86.6	0.0	3.7	178.8	8.9	3.4
107	25.6	34.5	20.1	81.1	0.0	7.4	138.2	10.4	3.8

ANEXO N° 3

Procedimiento para realizar el cálculo de área foliar

Se tomaron 30 hojas de cada variedad, a las cuales se les midió el largo y el ancho y posteriormente se le midió el área foliar real con la ayuda de un instrumento destinado para ese fin. Una vez obtenidos los datos de largo ancho y área foliar real de todas las hojas, se procedió a correlacionar dichos valores, llegando así a las siguientes formulas.

LOICA, área foliar estimada (cm²)= largo x ancho/2,456867

HEINZ 9780, área foliar estimada (cm²)= largo x ancho/2,313314

CHARRUA, área foliar estimada (cm²) = largo x ancho/2,685279

ANEXO N° 4.

Tabla N° 28 Influencia de la densidad en la altura final de planta. (cm)

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Loica	45	49	50	48
Charrúa	72	66	69	69
H9780	53	57	54	55

ANEXO N° 5

Tabla N° 29 Partición de materia seca por densidad

LOICA			
Densidad	D24cm	D20cm	D15cm
Frutos (%)	53,7	50,7	53,1
Tallos (%)	16,4	18,9	17,7
Hojas (%)	29,9	30,4	29,1
H9780			
Frutos (%)	52,8	46,7	49,0
Tallos (%)	16,4	18,0	18,5
Hojas (%)	30,9	35,3	32,5

ANEXO N° 6

Tabla N° 30 Efecto de la densidad en el porcentaje de materia seca de los frutos.

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Loica	4,99	4,26	4,35	4,53
H9780	4,68	3,96	5,64	4,76

ANEXO N° 7

Tabla N° 31 Efecto de la densidad en la firmeza de los frutos(lb/0,5cm²).

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Charrúa 1ª cosecha	3,21	3,61	3,38	3,39
H9780 1ª cosecha	3,46	3,29	3,30	3,35
Loica 2ª cosecha	2,23	1,62	1,54	1,79
Charrúa 2ª cosecha	3,12	3,62	3,06	3,26
H9780 2ª cosecha	3,36	3,18	3,46	3,33

ANEXO N° 8

Tabla N° 32 Efecto de la densidad en la acidez de los frutos (% ácido cítrico).

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Charrúa 1ª cosecha	0,34	0,37	0,36	0,36
H9780 1ª cosecha	0,62	0,57	0,60	0,60
Loica 2ª cosecha	0,49	0,50	0,47	0,49
Charrúa 2ª cosecha	0,36	0,37	0,34	0,36
H9780 2ª cosecha	0,62	0,58	0,63	0,61

ANEXO N° 9

Tabla N°33 Efecto de la densidad en el pH de los frutos

Cultivar	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Charrúa 1ª cosecha	4,45	4,48	4,53	4,49
H9780 1ª cosecha	4,04	4,10	4,05	4,06
Loica 2ª cosecha	4,34	4,28	4,27	4,30
Charrúa 2ª cosecha	4,59	4,57	4,57	4,58
H9780 2ª cosecha	4,40	4,33	4,30	4,33

ANEXO N° 10

Tabla N° 34 Rendimiento total por hectárea por parcela (kg).

BLOQUE	DENSIDAD	VARIEDAD	R/H
1	D24cm	Loica	74787
2	D24cm	Loica	83953
3	D24cm	Loica	78941
1	D20cm	Loica	94612
2	D20cm	Loica	97801
3	D20cm	Loica	70491
1	D15cm	Loica	85888
2	D15cm	Loica	81104
3	D15cm	Loica	100566
1	D24cm	H9780	82715
2	D24cm	H9780	65711
3	D24cm	H9780	83563
1	D20cm	H9780	88965
2	D20cm	H9780	63267
3	D20cm	H9780	93786
1	D15cm	H9780	74675
2	D15cm	H9780	90615
3	D15cm	H9780	79443

ANEXO N° 11

Tabla N° 35 Causas de descarte expresado como porcentaje del total de frutos descartados

Loica	colletotrichum	Alternaria sp	Quemado sol	Podridos *	Podredumbre apical
D24cm	18	8	4	70	0
D20cm	16	10	6	68	0
D15cm	12	12	5	71	0
H9780					
D24cm	7	3	3	47	40
D20cm	7	4	3	42	44
D15cm	6	6	4	37	49

Podridos * se contabilizaron todos los frutos en los que no se reconocía la causa de la podredumbre por el estado avanzado de esta.

ANEXO N° 12

Tabla N°36 Diferencias entre n°frutos cuajados hasta día 52 y cosecha.

	LOICA	N° de frutos cosechados			H9780	N° de frutos cosechados		
	Día 52	rojos	verdes	total	Día 52	Rojos	verdes	Total
D24cm	44	48,8	3,7	52,5	27	30,7	2,3	33,0
D20cm	40	44,4	3,4	47,8	30,5	26,7	1,8	28,5
D15cm	37	33,5	3,6	37,7	21,3	20,0	1,6	21,6

ANEXO N° 13

Tabla N° 37 Influencia de la densidad en el peso medio de los frutos (expresado en gramos)

	D24cm	D20cm	D15cm	Media
Loica 1ª cosecha	59,0	59,4	58,7	59
Loica 2ª cosecha	46,9	46,8	47,3	47
H9780 1ª cosecha	91	90	91	91
H9780 1ª cosecha	72	77	74	74