

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES PORTAINJERTOS A TRAVÉS DEL
DESARROLLO Y CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA
VARIEDAD FLAVORCREST (*PRUNUS PERSICA* [L.] BATSCH)

por

Angelo Daniel MARVEGGIO IRRAZÁBAL

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2010

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. MSc. Danilo Cabrera

Ing. Agr. MSc. Antonio Formento

Ing Agr. MSc. Alejandra Borges

Fecha: _____

Autor: _____
Bach. Angelo Marveggio

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas me dirijo con inmensa gratitud a las personas que de una forma u otra hicieron posible la realización del presente trabajo:

Al Ing. Agr. Danilo Cabrera por los conocimientos y aportes brindados durante la dirección de este trabajo.

A la Ing. Agr. Alejandra Borges por el apoyo en los análisis estadísticos, la discusión de los resultados y la corrección.

Al Ing. Agr. Antonio Formento por sus sugerencias y enseñanzas brindadas mediante la corrección.

Al Ing. Agr. Alvaro Califra por sus aportes en los temas edafológicos y demás integrantes del Departamento de Suelos y Aguas por el valioso apoyo brindado.

A los Sres. Darío Dalmás, David Dalmás y William Long, en cuyos establecimientos se realizaron los ensayos, por el apoyo en las tareas de campo.

A todos quienes ayudaron en las diferentes tareas de campo.

A técnicos y funcionarios de INIA Las Brujas y Facultad de Agronomía por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	2
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS</u>	3
2.1.1. <u>Textura y estructura</u>	3
2.1.2. <u>Agua disponible y humedad</u>	4
2.1.3. <u>Aireación</u>	5
2.2. <u>EFFECTOS DE LA INTERACCION SUELO-PLANTA</u>	6
2.2.1 <u>Crecimiento vegetativo y reproductivo</u>	6
2.2.2 <u>Calidad de los frutos y componentes del rendimiento</u>	7
2.2.3 <u>Fenología</u>	7
2.3. <u>ACCIONES Y EFECTOS DE LOS PORTAINJERTOS SOBRE LAS VARIETADES INJERTADAS</u>	7
2.3.1 <u>Crecimiento vegetativo y reproductivo</u>	8
2.3.1.1 <u>Aspectos vegetativos</u>	8
2.3.1.2 <u>Aspectos productivos</u>	10
2.3.2 <u>Calidad de fruta y componentes del rendimiento</u>	11
2.3.2.1 <u>Color</u>	11
2.3.2.2 <u>Sólidos solubles</u>	12
2.3.2.3 <u>Firmeza de pulpa</u>	13
2.3.2.4 <u>Componentes del rendimiento</u>	13
2.3.2.5 <u>Fenología</u>	15
2.4 <u>NUTRICIÓN MINERAL</u>	16
2.4.1 <u>Los portainjertos y la absorción de nutrientes</u>	16
2.4.2 <u>Análisis de suelo y disponibilidad de los nutrientes</u>	18
2.4.3 <u>Análisis foliares</u>	20
2.4.4 <u>Relación entre niveles de nutrición foliar, el crecimiento y la calidad de los frutos</u>	23
2.4.5 <u>Análisis de los frutos</u>	24
2.5 <u>LOS PORTAINJERTOS</u>	25
2.5.1 <u>La raíz y sus funciones</u>	25
2.5.2 <u>Adaptación a suelos anegadizos</u>	26
2.5.3 <u>Respuesta a suelos de replante</u>	27
2.5.4 <u>Sanidad</u>	28

2.5.5 <u>Características viverísticas</u>	29
2.6 <u>PORTAINJERTOS PARA EL CULTIVO DEL DURAZNERO</u>	30
2.6.1 <u>Origen de los portainjertos</u>	30
2.6.2 <u>Antecedentes sobre los portainjertos evaluados</u>	31
2.6.2.1 Pavía Moscatel.....	31
2.6.2.2 Cuaresmillo.....	31
2.6.2.3 INIA Tsukuba No. 1.....	32
2.6.2.4 G.F. 677.....	32
2.6.2.5 Barrier 1.....	33
2.6.2.6 Penta.....	34
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36
3.1 <u>MATERIAL VEGETAL</u>	36
3.2 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	37
3.3 <u>MANEJO DE LA PLANTACIÓN</u>	37
3.4 <u>UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LOS SITIOS</u>	37
3.4.1. <u>Sitio Dalmás</u>	38
3.4.1.1. Unidad de suelo.....	38
3.4.1.2. Grupo Coneat.....	39
3.4.1.3. Historia de manejo de suelo del monte del ensayo.....	39
3.4.1.4. Descripción del perfil de suelo del sitio Dalmás	40
3.4.2. <u>Sitio Long</u>	40
3.4.2.1. Unidad de suelo.....	40
3.4.2.2. Grupo Coneat.....	40
3.4.2.3. Historia de manejo de suelo del monte del ensayo.....	41
3.4.2.4. Descripción del perfil de suelo del sitio Long	41
3.5. <u>CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA</u>	42
3.6. <u>ESPESOR DEL HORIZONTE “A”</u>	44
3.7. <u>RIEGO</u>	45
3.8. <u>EVALUACIÓN DE FENOLOGÍA</u>	46
3.9. <u>ANÁLISIS DE SUELO</u>	46
3.10. <u>ANÁLISIS FOLIAR Y DE LOS FRUTOS</u>	47
3.11. <u>CALIDAD DE LOS FRUTOS</u>	47
3.11.1. <u>Firmeza de la pulpa</u>	47
3.11.2. <u>Sólidos solubles</u>	48
3.11.3. <u>Sobrecolor</u>	49
3.12. <u>EVALUACIÓN DE COSECHA</u>	49
3.13. <u>PESO DE PODA</u>	49
3.14. <u>ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE TRONCO</u>	49
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1. <u>RIEGO</u>	50
4.2. <u>PENDIENTE</u>	50
4.3. <u>ANÁLISIS DE SUELO</u>	53
4.4. <u>FENOLOGÍA</u>	55

4.5. VIGOR	57
4.6. ANÁLISIS FOLIARES	61
4.7. COSECHA	63
4.8. PRODUCTIVIDAD	67
4.9. ANÁLISIS DE LOS FRUTOS	68
4.10. FIRMEZA DE PULPAY SOLIDOS SOLUBLES	71
4.11. SOBRECOLOR.....	73
5. <u>CONCLUSIONES</u>	75
6. <u>RESUMEN</u>	78
7. <u>SUMMARY</u>	79
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	80

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1	Rangos de pH en suelo en los que mejor se absorben los nutrientes	19
2	Estado nutritivo de las hojas entre finales de enero y finales de febrero	21
3	Nutrientes en hojas	22
4	Nivel de nutrientes en hojas	22
5	Niveles promedio de nutrientes en hojas de duraznero	22
6	Niveles foliares promedios para durazneros para distintos rangos de comportamiento del cultivo según Leece y Barkus (1974)	23
7	Fertilización del monte del ensayo	38
8	Análisis de suelo previo a la plantación (15/11/2004)	41
9	Fertilización del monte del ensayo	41
10	Aptitud de los suelos para el cultivo del duraznero según espesor del horizonte A.	53
11	Valores de los análisis de suelo de los sitios Dalmás y Long	54
12	Influencia de los portainjertos sobre la evolución de los estadios fenológicos de los árboles implantados en el sitio Dalmás	55
13	Influencia de los portainjertos sobre la evolución de los estadios fenológicos de los árboles implantados en el sitio Long	56
14	Comparación entre sitios de las medianas de la duración de la floración y brotación	57
15	Ficha fenológica del sitio Dalmás	57
16	Ficha fenológica del sitio Long	57
17	Análisis foliares	61
18	Peso medio de fruta por repase	65
19	Análisis de la piel de los frutos	69
20	Análisis de la pulpa de los frutos	70
21	Niveles de presión y sólidos solubles de la pulpa de los frutos para los dos sitios estudiados	71
22	Influencia de los portainjertos sobre la sobrecoloración de los frutos	73

Figura No.		
1	Mayor estabilidad de nutrientes según la etapa de crecimiento.	21
2	Ubicación de los sitios	37
3	Penetrómetro de suelo	45
4	Penetrómetro de mesa	48
5	Refractrómetro	48
6	Colorímetro	49

Gráfico No.		
1	Temperaturas medias “La Estanzuela”	43
2	Precipitaciones “La Estanzuela”	43
3	Balance hídrico Agosto-Diciembre de 2008	44
4	Espesor del horizonte “A” en el sitio Dalmás	51
5	Espesor del horizonte “A” en el sitio Long	52
6	Influencia de los portainjertos sobre la sección del área transversal del tronco	58
7	Porcentaje de la sección de área transversal del tronco, relativo a Pavía Moscatel, de los distintos portainjertos	59
8	Peso de poda del año (invierno), para cada uno de los sitios estudiados	60
9	Influencia de los distintos portainjertos, sobre la distribución de la cosecha, en ambos sitios	64
10	Peso de cosecha por repase según portainjerto	66
11	Influencia de los portainjertos sobre el rendimiento por árbol	67
12	Influencia de los distintos portainjertos sobre el peso medio de los frutos	68
13	Influencia de los portainjertos sobre la presión lateral de los frutos	72

1. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de duraznero en Uruguay abarcan una superficie de 2193 hectáreas repartidas entre 874 productores. Suman un total de 1.782.000 plantas, de las cuales 1.522.000 están en producción. La producción total de la zafra 2007/2008 fue de 18641 toneladas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2008).

La producción de duraznos está concentrada en los departamentos de Montevideo y Canelones. Los suelos predominantes son “pesados” (alto porcentaje de arcilla frente al resto de las fracciones Limo y Arena) haciendo que estos suelos tomen características de drenaje generalmente pobre, con estructuras empobrecidas a causa de muchos años de producción intensiva y malas prácticas de manejo. Debido a esto producen muchas veces sobre condiciones edáficas no óptimas que comprometen la longevidad de las plantaciones.

Por otro lado se conoce que debido a los materiales genéticos utilizados como portainjertos, la muerte de plantas de duraznero por asfixia radical, nemátodos o enfermedades ha sido históricamente un problema para el sector productor. Actualmente los portainjertos utilizados en los cultivos son principalmente: Pavía Moscatel y Nemaguard. Datos de INASE indican que en la zafra 2008 se produjeron en los viveros inscriptos un total de 84.400 plantas de duraznero, siendo los principales portainjertos Pavía Moscatel (92%) y Nemaguard (8%). Estos son reproducidos por semilla, con media a baja resistencia a la asfixia radical, y en el caso del primero, susceptible a *Agrobacterium tumefaciens* (Agalla de Corona) y a nematodos (Cabrera, 1994)

Una de las herramientas fundamentales que posee el productor para afrontar los problemas de suelos pesados, drenaje deficitario, asfixia radical y presencia de nematodos, es el uso de portainjertos resistentes, adaptados a estas condiciones.

A partir del año 1996, tras el impulso del PREDEG (MGAP: Programa de Reconversión de la Granja) la producción de esta fruta cobró importancia para la zona suroeste del país, en los departamentos de Colonia y San José. La producción encontró en esta zona nuevos suelos, con otras propiedades y una historia de uso diferente.

Acompañando el desarrollo del cultivo del duraznero en la zona es que la cooperativa SOFOVAL (Sociedad de Fomento de Colonia Valdense) en convenio con INIA (Instituto Nacional de investigación Agropecuaria) y el apoyo de la Agrupación Nacional de Viveristas del Uruguay (ANVU) se instalaron ensayos en predios de productores. Es en uno de estos ensayos, que tiene por objetivo evaluar diferentes portainjertos, que se desarrolla el siguiente trabajo de tesis.

En este ensayo se pretende evaluar la adaptación a nuevas condiciones de suelos y la performance productiva de diferentes portainjertos, bajo la hipótesis de que los

mismos tengan potenciales de adaptación a condiciones edafoclimáticas y productivas, superiores a las que posee Pavía Moscatel. El presente trabajo pretende dar alternativas de materiales que se puedan utilizar como portainjerto para duraznero, sin embargo se necesitaran otro tipo de trabajos que indiquen que los mismos son de fácil propagación en vivero, genéticamente más homogéneos, con mayor resistencia a la asfixia radical y que a su vez demuestren tan buenas características productivas como las del Pavía Moscatel, las que han hecho del mismo, el portainjerto por excelencia de la producción nacional de duraznos.

La selección de un portainjerto con estas cualidades permitiría aumentar la longevidad y calidad de los cultivos y por consiguiente la calidad de la fruta cosechada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar las cualidades productivas y vegetativas de diferentes portainjertos para duraznero, en condiciones de suelos pesados y asfixiantes.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar el comportamiento vegetativo y reproductivo de los portainjertos evaluados en dos sitios con diferentes situaciones edáficas.
- Observar diferencias en la absorción de nutrientes por parte de los distintos portainjertos en evaluación.
- Determinar cambios en la fenología de la variedad atribuibles a un efecto del sitio o del portainjerto.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

El suelo le da a la planta el medio en el cual anclarse y además suministrarle agua y minerales necesarios para su crecimiento. Por tanto, como lo aclara Agustí (2004), las características físicas y químicas de los suelos afectan el desarrollo de las raíces y en consecuencia el del árbol. El tipo de suelo, su profundidad y el grado de drenaje interno son parte de los factores que determinan la elección de la especie o cultivar a plantar (Westwood, 1982) así como también la elección del portainjerto que mejor se adecue a estas condiciones.

En este capítulo se tratarán los principales componentes físicos de los suelos y las propiedades que estos determinan. A su vez se hará referencia al comportamiento radical en las diferentes condiciones edáficas, mencionándose a su vez los diferentes efectos de las propiedades físicas sobre las plantas en general y especialmente sobre los durazneros y portainjertos utilizados.

Las propiedades físicas determinan en gran medida la aptitud de un suelo para asegurar un correcto crecimiento del monte frutal a lo largo de su vida comercial. El duraznero es especialmente sensible a condiciones de anaerobiosis en el suelo, dado los perjuicios que han acarreado los problemas de asfixia radical a la producción nacional de duraznos se le prestará especial atención a este tema.

2.1.1 Textura y estructura

La textura y estructura de los suelos son determinantes de las propiedades físicas y químicas de estos (Agustí, 2004). Este autor define la textura como la “distribución cuantitativa de las distintas partículas que componen el suelo, clasificadas según su tamaño”, y a la estructura como “la posición relativa que ocupan unas respecto de otras, en distintos horizontes del suelo”.

La distribución y la exploración de las raíces varía considerablemente con la textura y profundidad de los suelos (Westwood, 1982). El volumen de suelo explorado por las raíces es mucho mayor en los suelos de textura gruesa y media que en los suelos arcillosos (Work, citado por Westwood, 1982)

La estructura de los suelos (dependiente de la mineralogía del mismo) hace que la exploración de las raíces sea más o menos normal, hecho éste que explica la menor densidad y fibrosidad de los sistemas radicales crecidos en suelos de estructuras finas, que a su vez determinan tamaños de plantas menores (Agustí, 2004).

En los suelos de texturas finas las raíces crecen más lentamente (Westwood, 1982), en parte debido a la resistencia mecánica que ofrece la arcilla a la penetración de las raíces (Agustí, 2004).

La profundidad de suelo explorado por las raíces se corresponde generalmente con mayores rendimientos y está estrechamente relacionado al valor de circunferencia de tronco, índice de vigor relacionado con el rendimiento (Trocme y Gras, 1979).

Agustí (2004) se refiere a la permeabilidad, definida como la velocidad de infiltración del agua a través del perfil del suelo, como una característica crítica en la determinación de la calidad agronómica de un suelo. Este autor además añade que esta propiedad está condicionada por la porosidad de los suelos, la cual a su vez depende parcialmente de la textura.

Según este autor permeabilidades del orden de entre 5 y 15 cm/h serían las convenientes para el establecimiento de un monte frutal y aconseja evitar suelos con permeabilidad superior a 25 cm/h dada su escasa capacidad de retención de agua y suelos con menos de 5 cm/h, dado que estos poseen gran riesgo de encharcamiento.

2.1.2 Agua disponible y humedad

Los durazneros por su exploración radical, frecuentemente superficial, y su sensibilidad a asfixia radical requieren de suelos con buena capacidad de almacenaje de agua y que a su vez no expongan a las planta a periodos de anegamiento (Trocme y Gras, 1979). En los suelos pesados al igual que lo que ocurre con el aire, la circulación de agua es dificultosa.

El agua disponible se define como la humedad contenida entre el Punto de Marchitez Permanente (PMP), que representa la humedad del suelo a la cual la planta se marchita y puesta nuevamente en condiciones de saturación no se recupera, y la Capacidad de Campo (CC), definida como el porcentaje de agua retenido contra la fuerza gravitatoria en la matriz del suelo tras haberlo saturado (Westwood, 1982). Los suelos difieren en su capacidad de retener agua disponible con los contenidos de materia orgánica y la textura de los mismos (Westwood, 1982).

Los suelos arcillosos, a diferencia de los de texturas más gruesas, absorben y retienen con facilidad gran cantidad de agua. Cuando estos suelos se secan, pierden volumen, se endurecen y agrietan provocando grandes roturas de pelos radiculares, que retardan el desarrollo de los árboles y producen debilitamiento, siendo más graves estas consecuencias en las primeras etapas del cultivo (Agustí, 2004).

2.1.3 Aireación

Con respecto a los suelos arcillosos Agustí (2004) hace referencia a que debido al pequeño tamaño de los poros, consecuencia de los elementos finos que predominan, se dificulta la circulación de aire.

Westwood (1982) indica que la aireación del suelo a diferentes profundidades es un factor clave para el crecimiento de la raíz. Deficiencias en O₂ y mucho CO₂ pueden reducir o detener el crecimiento de las raíces inhibiendo en consecuencia la absorción de nutrientes. Relacionado a esto, Trocme y Gras (1979) exponen que la humedad guía el crecimiento del sistema radicular siguiendo un marcado hidrotropismo y dejan de explorar cuando la humedad es tal que la aireación es restrictiva.

La supervivencia de árboles en suelos encharcados se debe a la tolerancia a bajos contenidos de oxígeno principalmente (Westwood, 1982).

Las raíces requieren para su óptimo desarrollo de una correcta aireación y de una cierta composición de gases en la atmósfera del espacio poroso del suelo (Trocme y Gras, 1979). La mala aireación es más peligrosa cuando las plantas están en pleno crecimiento en condiciones de activa transpiración (Trocme y Gras, 1979), es así que en durazneros expuestos a condiciones de anegamiento durante quince días no tuvieron consecuencias durante el período de reposo, pero sí causó alta mortalidad durante la primavera (Bini, citado por Trocme y Gras, 1979). Trocme y Gras (1979) destacan que la mortalidad de durazneros que ocurre en períodos de reposo invernal, se da cuando acompañan temperaturas suaves que promueven un crecimiento radical en esta época.

El crecimiento radical está estrechamente ligado también a la temperatura del suelo (Trocme y Gras, 1979) y ésta es una propiedad de cada suelo. Suelos más arenosos, aireados tienen menor conductividad térmica que suelos más húmedos y oscuros. Las temperaturas que citan Trocme y Gras (1979) de otros autores, indican que el crecimiento radical para durazneros comienza a los 7° C o 2,2° C y las temperaturas de máximo crecimiento están entre 16 a 24° C. De esta manera en condiciones de temperaturas moderadas durante el invierno habría crecimiento de raíces, de igual forma en zonas profundas, por haber en ésta mayores temperaturas (Trocme y Gras, 1979).

Según el Manual de Evaluación de Tierras (FAO, citado por Tálice et al.¹) la aireación del suelo es una característica que puede favorecer o no la exploración radical y ésta propiedad depende de: el escurrimiento superficial, la velocidad de infiltración, la conductividad hidráulica y la presencia de napas de agua.

¹ Tálice Bacigalupi, R.; Formento Franzia, A.; Molfino, Juan.; Silveira, A.; Fontán, G.; Severino, V. Estudio de las causas de mortandad de durazneros en el sur del país (sin publicar).

2.2 EFECTOS DE LA INTERACCION SUELO-PLANTA

Las plantas a través de sus raíces están en estrecho relacionamiento con el suelo, del cual depende su crecimiento y desarrollo. De esta manera no se puede analizar el comportamiento vegetativo ni reproductivo de las plantas sin tener en cuenta las condiciones edáficas sobre las cuales se hayan establecidas.

En el presente capítulo se mencionarán los efectos de la interacción suelo-planta sobre aspectos productivos y vegetativos, efectos evidenciados a través de muchos ensayos experimentales realizados por distintos investigadores en diferentes suelos, portainjertos y sistemas variedad/portainjerto de todo el mundo.

2.2.1 Crecimiento vegetativo y reproductivo

Tálice et al.¹ tras un estudio de los suelos en el sur del país y su relacionamiento con el crecimiento de los durazneros dividieron en tres categorías los espesores del horizonte A, donde espesores menores a 20 centímetros eran considerados como “no favorables”, de 20 a 30 cm. “favorables” y con más de 30 cm. de espesor se clasificaron como “muy favorables” para el desarrollo del cultivo.

En lo que refiere a eficiencia productiva (relación del vigor con la cosecha) Iglesias et al. (2004), en un experimento donde evaluaron 23 portainjertos en dos zonas con diferentes suelos y regímenes pluviométricos de España, obtuvieron diferencias en las performances de cada portainjerto para cada situación edafoclimática. Los portainjertos con las mayores eficiencias en un suelo Xerorthent limoso, superficial, con un contenido del 2.2% de M.O., y 5.3% de calcáreo activo y pH 8.4 en Lleida (lluvias: 377 mm promedio) fueron GF-655/2, Isthara®, Rubira, Adesoto y Jaspi® mientras que los de menor eficiencia resultaron Myran®, GN-22 GF 305, GN 15 Titan y Monpol. En Girona (617 mm promedio) sobre un suelo Xerofluvent oxiaquic, arenoso, Calcáreo (pH 8.1), con un contenido de M.O. de 1.5% y 3.5% de calcáreo activo, los mejores fueron Isthara®, Rubira y PSA5 y los de menor eficiencia Cadaman y Monpol.

Estos resultados exponen los riesgos de extrapolar datos productivos directamente de otras regiones y reafirman la necesidad de probar los diferentes materiales vegetales en cada una de nuestras condiciones, ya que las respuestas son muy variables debido a la interacción suelo-planta-ambiente.

2.2.2 Componentes del rendimiento y calidad de los frutos

Iglesias et al. (2004) también evaluaron parámetros de calidad de fruta. Con respecto a la firmeza y acidez titulable, no encontraron diferencias entre los portainjertos ni tampoco entre las diferentes zonas en estudio.

El contenido de sólidos solubles para el mismo ensayo fue en promedio más alto en Lleida que en Girona (ver detalles de cada zona en el punto 2.2.1) para todos los portainjertos. En esta última zona los portainjertos de ciruelo tuvieron niveles superiores respecto a los portainjertos GN-15, GN-22 y GF 677 mientras que en Lleida no encontraron diferencias entre estos (Iglesias et al., 2004).

Iglesias et al. (2004) no observaron diferencias en el promedio de tamaño de fruta entre dos zonas edafoclimáticas diferentes en España.

Si consideramos la floración y polinización como parte importante de los componentes del rendimiento, Radice et al. (2004b) observaron, en la variedad Forastero injertada sobre Cuaresmillo en dos localidades de Argentina (San Pedro y Chascomús), que el largo de pistilo, el tamaño de grano de polen y su viabilidad era significativamente diferente entre diferentes portainjertos evaluados y entre sitios.

2.2.3 Fenología

Iglesias et al. (2004) encontraron diferencias en la brotación entre estaciones y entre las dos zonas pedoclimáticamente diferenciadas en las que se realizó el ensayo, pero no detectaron estas mismas diferencias entre los portainjertos.

2.3 ACCIONES Y EFECTOS DE LOS PORTAINJERTOS SOBRE LAS VARIEDADES INJERTADAS

Resultan de la interacción entre portainjertos y variedades diversos efectos de importancia productiva. Más allá de los efectos buscados de adaptación edáfica, control de vigor, entre otros; la interacción copa/portainjerto produce otras interacciones sobre la planta y la producción que pueden ser positivas y de interés agronómico, así como también las hay negativas y deben conocerse para evitarlas.

En el presente capítulo se tratarán los efectos de esta interacción, excepto los aspectos referente a las diferencias entre genotipos en cuanto a la absorción,

translocación y utilización de nutrientes y agua que se tratará en un capítulo 2.4 referente a estos aspectos.

2.3.1 Crecimiento vegetativo y reproductivo

2.3.1.1 Aspectos vegetativos

En el vigor y en el desarrollo de los árboles quizás sean en los aspectos en los cuales mejor se aprecia el efecto de los portainjertos sobre las variedades.

Ha habido una tendencia mundial por la obtención de portainjertos que reduzcan el vigor de las variedades. Un claro ejemplo de este efecto lo evidencia la serie de portainjertos clonales MM y EM de manzano.

La citricultura también tiene sus ejemplos, es así que tanto Limón rugoso, Lima Rangpur o *Citrus volkameriana* son vigorosos mientras que el trifolio (*Poncirus trifoliata* Raf.) es poco vigorizante y el clon Fly Dragon es un portainjerto enanizante (Arroyo y Valentini, 2000).

Caruso et al. (1995) indican que la reducción del crecimiento de la copa de la variedad de duraznero Maravilla ocurrida cuando se injerta sobre el portainjerto Harrow Blood sea causada por un retraso en la actividad radicular respecto a la copa, debido a que los requerimientos de frío entre ambas son diferentes.

En el caso del duraznero, otro ejemplo son los híbridos de duraznero x almendro (GF 677, Hansen 2168, Hansen 536) que dan árboles más vigorosos si se los compara con el empleo del portainjerto franco (Cuaresmillo, Nemaguard, Nemared) (Arroyo y Valentini, 2000).

Reighard et al. (1997) indican que para las condiciones del sudeste de Estados Unidos el portainjerto Nemaguard es más vigoroso que Novell medido a través del área de la sección transversal del tronco.

También Giorgi et al. (2005) obtuvieron diferencias en cuanto al vigor de los portainjertos evaluados, observando que el portainjerto Julior dió los mayores valores de área de sección de tronco frente a los demás portainjertos evaluados. A su vez GF677 fue el de mayor volumen de copa y mayor peso de poda invernal evaluado en la variedad "Suncrest".

Mediante un ensayo en el cual DeJong et al. (2004) compararon seis portainjertos encontraron marcadas diferencias de vigor medida a través de la circunferencia del

tronco. En el mismo los portainjertos K146-43 y K146-44 (ambos híbridos *Prunus salicina* X *Prunus pérsica*) tuvieron circunferencias 61 a 72% respecto al testigo Nemaguard. Además midieron el vigor a través del peso de poda acumulado, notando que los portainjertos que redujeron 61 a 72% la circunferencia del tronco respecto al testigo, no fue de tal magnitud la reducción en el peso de poda acumulado (entre 17 y 32%). Caso contrario observaron estos investigadores en el portainjerto P30-135 (híbrido *Prunus salicina* X *Prunus pérsica*) para el cual la circunferencia de tronco era similar a Nemaguard (92 a 95%) pero el peso de poda acumulado fue entre 57 y 75% respecto del testigo.

En Uruguay, Cabrera (1994), en una evaluación de portainjertos con la variedad Rey del Monte obtuvo que los portainjertos Pavía Moscatel y Cuaresmillo generaron plantas de mucho vigor, en contraposición, Nemaguard y Rutdger Red Leaf fueron menos vigorosos.

En un ensayo realizado en Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina se observó que los portainjertos obtenidos de semilla Cuaresmillo y GF305 tuvieron un crecimiento vegetativo desuniforme, muy variable, medido a través del peso de poda (Radice et al., 2004).

Los portainjertos modifican el vigor de crecimiento de la variedad, dentro de estos los obtenidos de semilla o mediante micropropagación fueron los que más acentuaron este crecimiento (Radice et al., 2004)

Otro efecto buscado mediante la utilización de los portainjertos es la precocidad en la entrada en producción. Este aspecto es muy importante pues repercute en la economía del productor, haciendo que se obtengan más rápidamente retornos económicos de la inversión realizada.

No son menos los ejemplos referentes a este aspecto, los clones enanizantes de la serie MM favorecen una alta precocidad en manzanos, y el trifolio induce una más rápida entrada en producción de la variedad de cítricos injertada en comparación a las injertadas sobre Mandarino Cleopatra. (Arroyo y Valentini, 2000). También Arroyo y Valentini (2000) indican que en durazneros, los portainjertos francos (de semilla) o sus selecciones inducen generalmente a una rápida entrada en producción de las variedades.

Giorgi et al. (2005) encontraron en el portainjerto Ishtara una precocidad tal de la variedad Suncrest que superó a GF677 en un 30% de producción acumulada, esta diferencia se fue acortando con el correr de los años.

2.3.1.2 Aspectos productivos

Agustí (2004) resalta que la productividad de un árbol debe referirse a l volumen de la copa o al diámetro de tronco, ya que el número de frutos no está en relación directa con el tamaño del árbol, de esta manera no siempre los árboles más grandes son los más rentables.

Motisi et al. (2006) en un ensayo realizado para comparar la relación entre la arquitectura de la canopia y la calidad de fruta en la variedad Rich May sobre los portainjertos GF 677 y Penta indican que los portainjertos afectan el vigor de los árboles y la eficiencia productiva. Es así que la sección transversal del tronco y la materia seca de la poda estival fue mayor en las plantas injertadas sobre GF 677 que las injertadas en Penta, sin embargo la eficiencia productiva fue mayor en las plantas injertadas sobre este último.

En general, los portainjertos debilitantes contribuyen a alcanzar mayor eficiencia en la producción (relación entre producción de la planta con su vigor) (Arroyo y Valentini, 2000).

Los portainjertos afectan profundamente al comportamiento de un cultivar dado, pueden existir diferencias de más de 50% en producción y productividad entre un mismo cultivar injertado sobre diferentes portainjertos (Westwood, 1982).

Albás et al. (2004) encontraron cierta correlación a través de los años entre el vigor de las plantas y la producción acumulada en la variedad Flavortop, aunque la ausencia de esta correlación en el cultivar Catherina demostró que ésta correlación no se puede generalizar.

En el experimento realizado por Iglesias et al. (2004) en el cual se evaluaron 23 portainjertos la mayor cosecha acumulada fue obtenida con las combinaciones de la variedad Elegant Lady® con los portainjertos GF677, Barrier1 y Montclair®.

Cabrera (1994) obtuvo los mayores rendimientos de la variedad Rey del Monte con los portainjertos GF 305 y Rutdger Red Leaf

Respecto a la relación entre tamaño de árbol y rendimiento, Arroyo y Valentini (2006) expresan que encontraron mayores rendimientos en las plantas más pequeñas, pero esperan que esto se modifique en el correr de los años. Por otro lado Reighard et al. (2006) encontraron que los rendimientos eran menores conforme menores eran los tamaños de los árboles.

Arroyo y Valentini (2006) obtuvieron para la variedad Forastero en experimento injertado sobre cuatro portainjertos diferentes, que la mayor producción y eficiencia productiva se obtuvo en combinación con Cuaresmillo. Ferdor Julior tuvo una productividad media y se diferenciaron GF655/2 y MrS2/5 con los menores rendimientos por hectárea.

Como lo comprobaron otros autores las eficiencias productivas fueron menores en aquellos árboles de mayor vigor, sobre los portainjertos más vigorizantes, entre los que se encontraba GF677 (Albás et al., 2004).

Caruso et al. (1995) en su trabajo de evaluación de cuatro portainjertos diferentes en la variedad Maravilla, no obtuvieron diferencias significativas en la eficiencia productiva, medida a través de los kilogramos cosechados por unidad de área del tronco.

2.3.2 Calidad de los frutos y componentes del rendimiento

Según Arroyo y Valentini (2000) las cualidades tanto internas como externas pueden ser afectadas en forma directa por los portainjertos utilizados.

Agustí (2004) indica que uno de los motivos de selección de portainjertos deben ser los efectos que tenga éste sobre el tamaño, calidad y coloración de la fruta, más aún, si la variedad es deficiente en alguno de estos aspectos con el fin de mejorarlos.

2.3.2.1 Color

El sistema CIE $L^*a^*b^*$ describe el color en un espacio definido por la luminosidad (L^*), el parámetro rojo-verde (a^*) y el parámetro azul-amarillo (b^*). (Ivascu et al., 2002). L^* varía de negro (0) a blanco (100), a^* valores negativos indican verde y los positivos tonos rojos, por su parte valores negativos del parámetro b^* indican al color azul y los positivos tonos amarillos.

Chroma y Hue Angle son dos magnitudes colorimétricas calculadas a través de los valores de a y b . El Chroma indica la saturación del color, 0 indica estímulos acromáticos y valores en torno a 150 representan la máxima saturación monocromática. El Hue Angle indica el color en sí.

En manzanos, Arroyo y Valentini (2000) hacen referencia al portainjerto M9 que otorgaría a la fruta mayor tamaño, formas más redondeadas y coloración de cáscara más intensas frente a la fruta producida con otros portainjertos. La variedad Granny Smith se

vería afectada negativamente por ofrecerle, el patrón M9, coloraciones de cáscaras rosadas en las zonas que reciben más sol (Arroyo y Valentini, 2000).

En algunas variedades de durazneros pavías, la coloración de fondo se ve afectada por los portainjertos utilizados. Es así que si estas variedades son injertadas sobre Damas o Brompton ésta coloración abarca mayor superficie que si son injertadas sobre GF677 o portainjertos francos (Arroyo y Valentini, 2000).

También Motisi et al. (2006) encontraron que los frutos sobre el portainjerto Penta fueron de mejor color que los frutos crecidos en árboles injertados sobre GF677.

Arroyo y Valentini (2006) observaron menor sobrecolor en la variedad Forastero cuando ésta se combinaba con Cuaresmillo. Estos autores citan que la afectación del crecimiento vegetativo repercute en el color y el contenido de sólidos solubles de los frutos.

Los patrones menos vigorosos otorgan más coloración a los frutos, es así que plantas injertadas sobre ciruelo, Jaspi® e Isthara® consiguen mejor coloración en comparación con las injertadas sobre Nemaguard, Nemared, GF305, GF677, Barrier 1, Montclair® y Titan (Iglesias et al., 2004).

Albás et al. (2004) obtuvieron la fruta con coloración roja más oscura sobre el portainjerto GF 677 frente a Adafuel y Adarcias, evidenciado por las diferencias de la coordenada “a” en el sistema $L^* a^* b^*$. La fruta de la variedad Flavortop injertada sobre GF 677 fue la de coloración menos intensa en comparación a la misma variedad injertada sobre Adarcias, reflejada en los elevados valores de L^* . Sin embargo estos resultados no se repitieron entre los años.

Cabrera et al. (2001) encontraron que la fruta cosechada de la variedad EarliGrande injertadas sobre el portainjerto INIA Tsukuba No.1 fue de mayor calidad, en cuanto a su color, respecto a fruta de las plantas injertadas sobre Nemaguard, Ohatsumomo y Kutoh.

2.3.2.2 Sólidos solubles

Entre los efectos más corrientes de los portainjertos sobre la calidad de fruta Westwood (1982) cita el contenido de azúcares. Esta influencia la hace válida para otras especies, pero no para durazneros por lo que agrega que no se han encontrado efectos de los patrones sobre la calidad de los duraznos.

En cítricos *Poncirus trifoliata* ofrecen a la fruta altos porcentajes de jugo, altos contenidos de sólidos solubles y elevada acidez en comparación con la fruta obtenida con el portainjerto limón rugoso p *C. volkamericana* (Arroyo y Valentini, 2000).

Se encontró una correlación negativa entre los rendimientos acumulados y la concentración de sólidos solubles, además, para la variedad Catherina los valores fueron superiores en las plantas injertada sobre Adarcias frente a los valores obtenidos para las injertadas sobre los portainjertos Adafuel y GF677 (Albás et al., 2004).

Motisi et al. (2006) encontró que los frutos sobre Penta tuvieron contenidos de sólidos solubles mayores que los frutos crecidos en árboles injertados sobre GF677.

Por el contrario, Giorgi et al. (2005) para este parámetro, medido en cinco portainjertos diferentes entre los que se encontraba GF677, no encontraron diferencias significativas.

2.3.2.3 Firmeza de la pulpa

Westwood (1982) indica la consistencia de la pulpa como uno de los principales factores de calidad de fruto modificados por los portainjertos, pero al igual que con los azúcares menciona que no se han observado diferencias en durazneros.

En concordancia con este autor, Albás et al. (2004) no encontraron diferencias de firmeza al evaluar tres patrones injertados con dos variedades diferentes de durazneros.

Arroyo y Valentini (2006) en su ensayo observaron mayores valores de firmeza en el portainjerto Cuaresmillo frente a otros evaluados, pero adjudican esto a un retraso en la maduración.

Giorgi et al. (2005) no encontraron diferencias significativas para este parámetro en cinco portainjertos evaluados.

2.3.2.4 Componentes del rendimiento

Westwood (1982) afirma que el incremento en producción y productividad que inducen ciertos portainjerto sobre algunas variedades son debidas a su influencia en aspectos fisiológicos que afectan la iniciación floral, el cuajado y/o al crecimiento y tamaño final de fruto, que termina por modifican alguno de los componentes del rendimiento, ya sea el numero de frutos por árbol o el peso medio de los frutos.

DeJong et al. (2004) indican que árboles con el portainjerto más enanizante evaluado obtuvieron 30% menos cosecha, tanto anual como acumulada, respecto al testigo Nemaguard. A modo de comentario, sin presentar resultados, DeJong et al. (2004) encontraron que el tamaño de los frutos de los portainjertos más enanizantes era promedialmente menor a la obtenida sobre los más vigorosos, aunque no descarta que este resultado haya sido producto de que los raleadores al ver una planta tan pequeña, hayan dejado más frutos.

Reighard et al. (2006) obtuvieron diferencias en los rendimientos y tamaños de fruta en una evaluación de 20 portainjertos diferentes en EE.UU. Se resalta SLAP y Cadaman, que dieron los mayores tamaños de fruta y en contraposición Jaspe, que fue el portainjerto que indujo a producir los menores calibres de fruta y menores rendimientos.

Los portainjertos GF 305, Rutdger Red Leaf y Pavía Moscatel fueron los que a Cabrera (1994) le rindieron los mayores tamaños de frutos para el cultivar Rey del Monte.

En otro ensayo, el portainjerto “Adafuel”, que indujo el mayor vigor en la variedad “Catherina”, fue también el que produjo los frutos de mayor peso y tamaño promedio (Albás et al., 2004).

Sin embargo Arroyo y Valentini (2006) en su evaluación de portainjertos no encontraron diferencias significativas en el tamaño de los frutos entre las diferentes combinaciones portainjerto/cultivar.

Cabrera et al. (1999b) en un ensayo para la evaluación de diferentes portainjertos en el norte de Uruguay encontraron diferencias significativas tanto en la producción por planta como en el tamaño medio de fruto en las diferentes combinaciones con la variedad EarliGrande. Las productividades por plantas van desde 1,5 a 7,5 kilos por planta y frutos de 94 a 124 gramos.

Radice et al. (2004) en una evaluación de morfología floral y viabilidad de polen para la variedad Forastero injertada sobre diferentes patrones, encontraron diferencias significativas en el número de anteras y en la longitud del pistilo entre los diferentes portainjertos. Cuaresmillo, uno de los portainjertos evaluados obtuvo los más bajos números de anteras y menores longitudes de pistilos.

Combinaciones con diferentes portainjertos produjeron en la evaluación de Radice et al. (2004) diferencias en la viabilidad de polen para una misma variedad.

2.3.2.5 Fenología

Los portainjertos por sus características genéticas, diferentes a las de la copa injertada, hacen que el comportamiento de la variedad pueda ser disímil según el patrón utilizado.

En este sentido, Arroyo y Valentini (2000) resaltan esta característica en los durazneros, donde el empleo de portainjertos híbridos (duraznero x almendro: GF677, Hansen 2168 y Hansen 536) adelantan la floración en 2 a 5 días y retrasan la maduración entre 2 y 3 días, si son comparados con patrones francos como Cuaresmillo, Nemaguard, Nemared, etc.

Reighard et al. (2006) reportaron para un ensayo en Carolina del Sur (EEUU) de evaluación de 20 portainjertos, diferencias en un rango de 2 días para la floración y en un rango de 4 días para la maduración.

Caruso et al. (1995) explican que el fenómeno de una brotación tardía de la planta es posiblemente consecuencia de diferencias en los requerimientos de frío entre la variedad y el portainjerto, que prolonga la dormición de raíces y se refleja en esos cambios fenológicos.

Cabrera et al. (2001) en evaluación realizada en el litoral Norte de Uruguay, reportan el retraso de la brotación y cosecha de la variedad EarliGrande injertada sobre el portainjerto Nemaguard con respecto a la misma variedad injertada sobre el portainjerto INIA Tsukuba No. 1.

Giorgi et al. (2005) obtuvieron un retraso de la maduración de la variedad Suncrest cuando estaba injertada sobre los portainjertos Barrier 1 y GF677, la diferencia fue de dos días respecto a Julior, Ishtara y Citation.

2.4 NUTRICIÓN MINERAL

Los portainjertos tienen por cometido, entre otros, la absorción de nutrientes y agua para el crecimiento y desarrollo de la variedad que se le injerte. Estos, al igual que las variedades, tienen diferentes desempeños según sus características genéticas y el ambiente en que se encuentren. En este punto se resaltarán ambos aspectos.

Para que las plantas tengan una óptima absorción de nutrientes y agua, la humedad del suelo, aireación y otros factores, deben ser también óptimos para el portainjerto que se esté utilizando.

Este capítulo se referirá a las diferencias que algunos autores han encontrado en la absorción, transporte y asimilación de los nutrientes por parte de los diferentes portainjertos que han evaluado. Se hará una revisión de los diferentes métodos para evaluar la capacidad de las plantas de absorber nutrientes, así como la oferta en nutrientes minerales de los suelos y su capacidad para cederlos.

2.4.1 Los portainjertos y la absorción de nutrientes

Entre otros factores, Westwood (1982) cita a la absorción de nutrientes por parte de los portainjertos, como una de las causas para que una misma variedad tenga diferencias en producción y productividad. Agustí (2004) sostiene que factores como los portainjertos empleados, la variedad, la temperatura, la humedad del suelo y sus condiciones biológicas, son de mayor peso en la determinación del estado nutricional de las plantas que la disponibilidad de nutrientes del suelo. A su vez agrega, que la absorción de nutrientes y agua son aspectos decisivos de la influencia del portainjerto sobre la producción y la calidad de la fruta de la variedad.

Huguet, citado por Goñi (1994), indica que se ha demostrado que existe un consistente efecto por parte de los portainjertos sobre la nutrición de los árboles.

En su ensayo Reighard et al. (1997) encontraron diferencias en las concentraciones de nutrientes en brotes y raíces de la variedad Jefferson, diferencias que le fueron atribuidas a la utilización de distintos portainjertos. Es así que los árboles injertados sobre Nemaguard tenían mayores contenidos de N y menores de Mg en comparación con los niveles observados en plantas sobre el patrón Novell. Por otra parte también encontraron diferencias en los niveles foliares de Ca, Mg, B, Cu, Mn y Fe. En este mismo ensayo, pero sobre la variedad Redhaven los contenidos de K, Mg y P en

ramas en reposo y los contenidos de Ca, P y Mg en raíces en reposo fueron menores en el portainjerto Nemaguard que en Novell. Reighard et al. (1997) indican que desconocen si estas diferencias son debidas a diferentes niveles de extracción de nutrientes por parte de los portainjertos o si son debidas a una mayor partición de los mismos debido a la mayor biomasa que induce Nemaguard.

Respecto a este último aspecto, Agustí (2004) indica que es difícil generalizar las diferencias en contenido de nutriente en hoja inducida por los diferentes portainjertos, pero concluye que en general los portainjertos que inducen mayor vigor a las variedades injertadas tienen contenidos foliares de nutrientes minerales más elevados. Sozzi (2007) cita a diversos autores que aseveran que los portainjertos inciden en la dinámica de los nutrientes y en su concentración en las hojas.

Caruso et al. (1995) en un ensayo sobre la absorción y partición de nutrientes en árboles de durazneros según diferentes portainjertos, demostraron que estos no influían sobre las concentraciones en hoja de N ni de P. Tampoco influyeron en la partición de Ca, Mg, N, K y P hacia diferentes órganos de las plantas, siendo la distribución similar entre portainjertos. Sí las concentraciones varían según la estructura de la planta analizada. Ni el vigor de las plantas ni el volumen de cosecha influyó sobre la partición de nutrientes en las plantas.

La absorción de nutrientes estuvo condicionada por los diferentes portainjertos indican Caruso et al. (1995). A pesar de esto los niveles de todos los tratamientos se mantuvieron dentro de los niveles considerados óptimos por estos investigadores. Es así que la combinación Maravilha/Harrow Blood de menor vigor seguramente influyó en una menor extracción de Ca para la copa.

Otros nutrientes, además de Ca, cuyos contenidos en hojas variaron según el portainjerto evaluado fueron el K y el Mg. Un hecho que sorprendió a Caruso et al. (1995) fue el hecho de que la combinación más vigorosa y de mayor rendimiento fue la que tenía los contenidos de K menores en hoja, hecho que se contradice con lo expuesto por Klein (Klein, citado por Caruso et al., 1995). Se debería esperar una correlación positiva entre contenido de K y rendimiento, aunque los autores intuyeron que esta contradicción se debió a la alta competitividad de los frutos por K, debido a la gran carga del árbol.

Hanse 536 (*P. persica* X *P. amygdalus*) le confirió a la variedad Maravilha altos valores de Ca en hoja, Caruso et al. (1995) atribuyen esto a las características genéticas del almendro heredadas por el portainjerto y a la mayor tasa de transpiración debido al alto vigor. También ésta combinación mostró los niveles menores de Mg en hoja, seguramente debido a la competencia con la extracción de Ca. Para otros portainjertos

menos vigorosos estos autores encontraron menores niveles de Ca en hoja a causa de la baja translocación.

En su ensayo Caruso et al. (1995) demostraron que la extracción de nutrientes por parte de las plantas era proporcional al desarrollo de las mismas. Es así que los portainjertos Mr.s 2/5, Harrow Blood y PS B2 extrajeron respectivamente 72%, 45% y 55% menos nutrientes que Hansen 536.

2.4.2 Análisis de suelo y disponibilidad de los nutrientes

Goñi (1994) indica que el análisis químico de suelo cobra importancia en preplantación para una correcta planificación de la fertilización de fondo.

Mengel y Kirkby, citados por Goñi (1994) indican que el análisis de suelo no siempre se correlaciona con el rendimiento, dado que la disponibilidad es muy dependiente de la relación suelo-planta, por ejemplo humedad del suelo, crecimiento de las raíces, etc.

Los análisis de suelo son de utilidad para determinar los niveles de elementos minerales disponibles para las plantas, y para poder determinar también si pueden existir deficiencias inducidas. Estas deficiencias pueden darse por la alteración de la absorción, translocación o a la utilización de algún elemento por parte de los tejidos a causa de un desbalance (Westwood, 1982).

Un nutriente puede afectar la absorción de otro, tal es el ejemplo del exceso de K, que influye negativamente en la absorción de Mg y de Ca. Igualmente negativa es la relación entre N y P donde el exceso del primero limita la absorción del segundo y viceversa. Otro ejemplo expuesto también por Westwood (1982) es la deficiente absorción de B cuando hay excesos de N.

En el análisis de suelo se obtiene información del pH que es determinante en el desempeño de las plantas y en el comportamiento y disponibilidad de los nutrientes. Como lo indica Westwood (1982) este no es el único factor que influye en la absorción, sino que también interaccionan el clima, el portainjerto, la especie, el suelo, el contenido de nutrientes, el contenido de humus, la humedad, el oxígeno y el porcentaje de saturación en bases. También la microfauna del suelo interviene en los procesos.

Westwood (1982) menciona la importancia del pH, que condiciona la mayor o menor disponibilidad de los nutrientes minerales (Cuadro No. 1). Agustí (2004)

concuera con esto y además agrega la importancia en la disponibilidad de los nutrientes determinada por el contenido de humedad del suelo y el contenido de caliza en el perfil.

Cuadro No. 1: Rangos de pH en suelo en los que mejor se absorben los nutrientes

Nutriente	Rango de pH
Nitrógeno	5.8 – 8.0
Fósforo	6.5 – 7.5
Potasio	6.0 – 7.5
Calcio y Magnesio	7.0 – 8.5
Azufre	6.0 – 10.0
Hierro	4.0 – 6.0
Manganeso	5.0 – 6.5
Boro	5.0 – 7.0
Cobre y Zinc	5.0 – 7.0
Molibdeno	7.0 – 10.0

Fuente: Westwood (1982)

A su vez el pH es especialmente importante para el cultivo del duraznero. Los rendimientos, la calidad y tamaño de fruta son afectados por la Clorosis férrica. La presencia de calcáreo activo y altos pH de suelo determina la deficiencia en hierro por disminuir su disponibilidad para las plantas (Sanz, 1997). Mengel et al., citados por Tállice et al.¹ plantean dos teorías para explicar el mecanismo que induce a este síntoma: por un lado plantean que el hierro se vuelve inasimilable por la alcalinidad del medio, que mantiene al hierro en estado férrico insoluble y por la otra indica que el hierro es absorbido por las raíces pero, dentro de la planta pasa inmediatamente a formar compuestos insolubles que no participan en el metabolismo.

Liwerant, citado por Tállice et al.¹ indica que los durazneros injertados sobre portainjertos francos pueden sufrir clorosis a pH entre 7.4 y 7.7 e injertados sobre portainjerto de ciruelo a pH entre 7.6 y 7.9, inclusive si los contenidos de calcáreo activo son escasos.

Tállice et al.¹ advierten que el riego con aguas calcáreas favorecen la aparición de clorosis, especialmente sobre suelos poco ácidos.

Goñi (1994) recomienda fertilizar con potasio si el análisis de suelo previo a la plantación indica que hay un contenido menor a 0.16meq de K/100g suelo.

2.4.3 Análisis foliares

Según Agustí (2004) éste es el método más exacto y conveniente para conocer el estado nutricional de los árboles.

El contenido de elementos minerales esenciales en los tejidos de los vegetales, si es debidamente interpretado, proporciona información importante ya que el comportamiento de las plantas está dado por las cantidades de estos elementos presentes en ella.

Los elementos deben comprenderse dentro de ciertos límites, fuera de los cuales existe deficiencia o exceso (incluso toxicidad) del elemento en cuestión (Westwood, 1982).

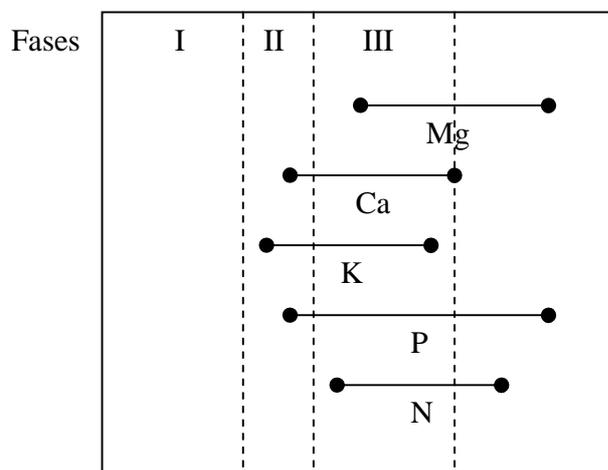
Westwood (1982) indica tres factores que afectan el nivel de nutrientes en hojas:

1. la “disponibilidad del nutriente por lo que respecta a las condiciones del suelo: pH, aireación y humedad disponible”
2. las interacciones iónicas (por ejemplo los efectos sinérgicos o antagónicos de un ión –en el suelo o en la planta- sobre la acumulación y utilización de los demás)
3. las “fluctuaciones estacionales del nivel de nutrientes en hoja debido a la cosecha pendiente, al clima y al patrón empleado.”

Los estándares obtenidos en diferentes investigaciones a lo largo del tiempo son válidos si la muestra se toma en las mismas condiciones (momento, parte del árbol, tipo de hoja) en que se realizaron los muestreos para confeccionar los estándares a utilizar (Westwood, 1982).

Como se observa en la Figura No. 1 presentada por Westwood (1982), la época más estable se corresponde con la tercera etapa de crecimiento del fruto del duraznero a partir del endurecimiento de carozo.

Figura No. 1: Mayor estabilidad de nutrientes según la etapa de crecimiento.



Fuente: Westwood (1982)

Westwood (1982) sugiere que los niveles de deficiencia y exceso de nutrientes en hojas, para los cuales existe una respuesta al abonado, son similares para un cultivar determinado en todas las zonas frutícolas del mundo. En cambio los niveles óptimos para obtener los máximos rendimientos deben ajustarse para cada cultivar y para cada región.

Diversos autores han propuesto tablas con rangos y valores orientativos sobre los contenidos de micro y macro nutrientes en hojas de durazneros. Seguidamente se citan algunos ejemplos.

El cuadro No. 2, propuesto por Westwood (1982), contiene los niveles nutritivos críticos de las hojas de duraznero. Los valores se corresponden a hojas muestreadas entre finales de julio y fines de agosto (Hemisferio Norte).

Cuadro No. 2: Estado nutritivo de las hojas entre fines de julio y fines de agosto (Hemisferio norte).

Estado Nutritivo	% de peso seco					ppm de peso seco				
	N	K	P	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	B	Zn
MN	2.0	1.0	0.08	0.20	0.18	20	40	1	30	10
N	2.8	1.5	0.12	1.0	0.24	25	50	4	35	18
EN	3.8	3.0	0.30	2.5	1.0	200	400	50	80	100
Ex	4.5	4.0	0.70	3.0	2.0	450	500	100	100	200

MN: Menos del Normal; N: Normal; EN: Encima del Normal; Ex: Exceso

Fuente: Westwood (1982)

Agustí (2004) también presenta en su libro “Fruticultura” los siguientes valores óptimos de nutrientes en hojas. Las hojas muestreadas son de la parte media de brotes no fructíferos (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3 Nutrientes en hojas de durazneros según Agustí (2004)

% de materia seca					mg kg ⁻¹ de materia seca				
N	P	K	Ca	Mg	Fe	B	Zn	Cu	Mn
3.2	0.3	2.3	2.0	0.6	120	45	30	10	80

Fuente: Agustí (2004)

También Sozzi (2007) presenta un cuadro con valores críticos de nutrientes minerales en hojas de durazneros. El muestreo se realizó en verano, de hojas de la parte media de brotes del año (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4: Nivel de nutrientes en hojas de duraznero según Sozzi (2007)

% sobre base seca					ppm sobre base seca				
N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Cu	Mn	
2.8	0.19	1.3	1.1	0.24	30	20	4	30	
3.5	0.4	3.0	3.0	0.6	70	60	20	150	

Fuente: Sozzi (2007)

Monge et al. (1995) en un relevamiento de 200 plantaciones en 14 localidades diferentes de la zona de Bajo Aragón en España obtuvo los siguientes valores promedios de contenido de nutrientes en hojas de durazneros. Las muestras se tomaron 120 días post plena floración (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5: Niveles promedio de nutrientes en hojas de duraznero según Monge et al. (1995)

N%	P%	K%	Ca%	Mg%
3.77	0.19	2.58	1.64	0.65

Fuente: Monge et al. (1995)

Otros valores utilizados por Goñi (1994) fueron los establecidos por Leece y Barkus (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6: Niveles foliares promedios para durazneros para distintos rangos de comportamiento del cultivo según Leece y Barkus (1974)

Nutriente	Deficiencia	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N%	<2.4	2.4-2.9	3.0-3.5	3.6-4.0	>4.0
P%	<0.09	0.09-0.13	0.14-0.25	0.26-0.40	>0.40
K%	<1.0	1.0-1.9	2.0-3.0	3.1-4.0	>4.0
Ca%	<1.0	1.0-1.7	1.8-2.7	2.8-3.5	>3.5
Mg %	<0.20	0.20-0.29	0.30-0.80	0.81-1.10	>1.10
Fe ppm	<60	60-99	100-250	251-500	>500
Mn ppm	<20	20-39	40-160	161-400	>400
Zn ppm	<15	15-19	20-50	51-70	>70
Cu ppm	<3	3-4	5-16	17-30	>30
B ppm	<15	15-19	20-60	61-80	>80

Fuente: Leece y Barkus, citados por Goñi (1994)

2.4.4 Relación entre los niveles de nutrición foliar, el crecimiento y la calidad de los frutos

Al igual que en el estudio de los análisis de suelo, en los análisis foliares hay que prestar especial atención a las interacciones entre los elementos minerales. Agustí (2004) agrega que se debe tener en cuenta la existencia de interacciones entre los nutrientes en hoja y que el máximo desarrollo vegetal se logra en condiciones de intensidad y balances óptimos. Es así que tras el estudio de análisis foliares, varios autores, que se citan a continuación, han encontrado relaciones entre el contenido de nutrientes en hoja y sus interacciones (relaciones) que influyen en la calidad y magnitud de las cosechas.

Stoilov et al. (1990) no encontraron diferencias en los niveles de N en hojas de durazneros tras haber evaluado diferentes niveles de fertilización, tanto en plantas a campo como en maceta. Los niveles se mantuvieron en los niveles óptimos, considerados entre 3.12 y 3.56%. Tras estas variaciones no significativas en el nivel de N en hoja, Stoilov et al. (1990) aseguran que las diferencias en crecimiento y rendimiento no son responsabilidad única de este elemento.

Contrario a los resultados obtenidos por Stoilov et al.(1990), Hassan (1990) indica que el contenido de N en hojas se hacía más evidente conforme se incrementaba la fertilización nitrogenada. Por otro lado, El-Banna et al., citados por Hassan (1990)

concluyeron que agregados de sulfato de amonio de hasta 900 gramos por planta incrementan hasta 21% los rendimientos.

Sin embargo, las variaciones sí se manifestaron en los tratamientos de Stoilov et al. (1990), tras los agregados de diferentes cantidades de K y P. Con las variaciones de estos dos elementos también variaron las relaciones N/P y N/K.

Un análisis de correlación realizado por estos autores, demuestra la relación existente entre el coeficiente N/P contenido en hojas y varios parámetros de crecimiento vegetativo. A modo de ejemplo se citan alguna de estas correlaciones: con el área transversal del tronco (-0.961), con el número de brindillas (-0.919) y la correlación N/P con el área foliar (-0.915). Indirectamente se correlaciona con el número de flores y el rendimiento por su influencia en la longitud de las brindillas y el consiguiente incremento del número de yemas (Stoilov et al., 1990). Estos autores determinan la relación N/P óptimo entre 18 y 22 para hojas de duraznero. (Cabe aclarar que los muestreos fueron realizados en la segunda mitad del mes de julio (Hemisferio Norte), de árboles a los que se les aplicaron diferentes niveles de fertilización de N, de P y de K).

También Stoilov et al. (1990) relacionaron el tamaño de fruta, pero en este caso, con el índice N/K, encontrando una correlación lineal $r = -0.822$ entre ambos. Esto indica que la fruta de mayor tamaño estaría dada por árboles cuya relación en hojas es de 1.65, valor que se aproxima al propuesto por Balo et al. (Balo et al., citados por Stoilov et al., 1990) igual a 1,8.

Stoilov et al. (1990) demostraron que la relación existente entre el rendimiento y el índice N/K en hojas, se ajusta a una curva de ecuación hiperbólica $= 38.58 - 0.0533X + 40.816/X$. De esta forma los mayores rendimientos se obtienen con los menores valores de ratio N/K y N/P.

2.4.5 Análisis de los frutos

Los análisis de pulpa de fruta no son utilizados más que con fines de investigación.

En el análisis de la pulpa de durazno, los niveles de todos los nutrientes se incrementan a lo largo de la estación de crecimiento según Westwood (1982). El incremento no es de igual magnitud para todos los elementos, por lo que este autor los ordena de mayor a menor incremento en la siguiente forma: K, N, P, Ca, Mg, B.

La fruta experimenta cambios estacionales de sus contenidos de nutrientes (Haynes y Goh, Clark y Smith, Liu y Wang, citados por Thomidis et al., 2006).

Thomidis et al. (2006) citan a varios autores que indican que las concentraciones de Calcio y Boro afectan la fisiología de la fruta dándole mayor resistencia a *Monilinia spp*, y que por el contrario el Cinc aumentaría su susceptibilidad. Aplicaciones de Calcio a la fruta incrementarían la resistencia a *Monilinia spp* (Hall, citado por Thomidis et al., 2006)

Thomidis et al. (2006) estudiaron con cuatro portainjertos diferentes los contenidos de nutrientes en fruta y encontraron que los portainjertos hacían variar los contenidos pero no modificaban los picos de concentración.

2.5 LOS PORTAINJERTOS

El capítulo que sigue se referirá a los diferentes genotipos utilizados como portainjertos debido a las cualidades que estos tienen en conferirle a la copa virtudes que éstas no poseen, además de las funciones generales que las raíces tienen, a las cuales también se hará breve referencia.

2.5.1 La raíz y sus funciones

Como ya se mencionó, los portainjertos tienen repercusión tanto en aspectos reproductivos como vegetativos sobre las variedades injertadas. Agustí (2004) clasifica las funciones básicas de las raíces en las siguientes:

1. Anclaje al suelo
2. Absorción y transporte de agua y elementos minerales
3. Acumulación y almacenaje de reservas en sus tejidos
4. Funciones metabólicas básicas: respiración y crecimiento

Westwood (1982) plantea que la acción de las raíces es influida por numerosos factores como lo son el contenido de O₂ y CO₂ del suelo, la humedad del mismo, la temperatura, las biotoxinas, los residuos químicos, la compactación, la acidez, la presencia de micorrizas, la dotación genética específica de la raíz y la fisiología especial del sistema genético compuesto por el cultivar y el portainjerto.

Las características genéticas del portainjerto determinan el grado de vigor, tolerancia a diferentes tipos de suelo y ambientes, grado de resistencia a enfermedades y plagas, compatibilidad con las diferentes variedades, la asimilación y equilibrio de nutrientes e influyen en factores tales como calidad de fruta y cosecha (Chaplin et al., Westwood, citados por Westwood, 1982).

En los apartados siguientes se hará cita a cualidades que son buscadas en los portainjertos para poder cultivar variedades en diferentes condiciones edáficas, sanitarias y productivas, las que son generalmente desfavorables para el óptimo desarrollo de la mayor parte de las variedades de interés comercial.

2.5.2 Adaptación a suelos anegadizos

Los durazneros son especialmente sensibles a períodos prolongados de exceso de agua en el suelo, durante el cual se produce asfixia de raíces, la cual puede conducir a la muerte de la planta (Arroyo y Valentini, 2000). La escasez de oxígeno producida por los excesos de agua, provoca inicialmente la asfixia de pequeñas raíces, pero si estas condiciones persisten mueren raíces de un mayor tamaño, reduciendo en consecuencia la absorción y traslocación de agua y nutrientes minerales (Agustí, 2004).

Existen diferencias respecto a la tolerancia a la asfixia radical según la especie, portainjerto o combinación variedad/portainjerto (Trocme y Gras 1979, Agustí 2004). En orden descendente en tolerancia de las diferentes especies frutales se encuentran el membrillero y el peral como los más tolerantes, el manzano sería tolerante, el ciruelo y los cítricos conformarían una categoría intermedia y en la zona de los sensibles se encuentran el duraznero y el almendro (Agustí, 2004).

Dentro de las especies también se registran diferencias en cuanto a la tolerancia a medios asfixiantes. A modo de ejemplo Arroyo y Valentini (2000) citan que dentro de los manzanos, las selecciones de portainjertos M7 y M9 se adaptan mejor a condiciones de suelo asfixiantes que las selecciones M2, M26 y M109.

Westwood (1982) afirma que todos los portainjertos de duraznero relacionados, son sensibles a suelos húmedos y escasamente drenados.

Cabrera y Carrau (1999) observaron en Pavía Moscatel un gran porcentaje de raíces muertas por falta de oxígeno a causa de excesos de humedad, causados por grandes lluvias ocurridas durante la temporada anterior a la observación. Esta muerte fue significativamente menor en las observaciones realizadas en el portainjerto Nemaguard.

Dichio et al. (2004) mediante su experimento en el cual midieron la resistencia de diferentes portainjertos a condiciones de asfixia radical, concluyeron que GF677 es de alta susceptibilidad ya que tras 30 días de condiciones de anegamiento todas las plantas del tratamiento murieron. Por el contrario, los portainjertos que tenían como parental un Mirobolán (*Prunus cerasifera* Ehrh.) sobrevivieron a las condiciones anaeróbicas.

Además de las influencias genéticas existe una influencia marcada por las temperaturas, ya que el aumento de estas incrementa también la demanda de O₂ por parte de las plantas (Agustí, 2004). Del mismo modo, durante el reposo vegetativo la resistencia a la asfixia es mayor, siendo más los días por encima de capacidad de campo necesarios para dañar las plantas (entre 75 y 125 según especie).

Esto se relaciona con lo expuesto por Agustí (2004) que indica que si durante el período de actividad vegetativa, se mantienen las condiciones de humedad por sobre la capacidad de campo durante 10-15 días o más, los árboles en general sufren serios daños.

2.5.3 Respuesta a suelos de replante

El replante de durazneros es un problema importante en cultivos para esta especie, ya que reduce la longevidad y productividad de las plantaciones. Estos problemas se deben, entre otras causas, a factores parasitarios y efectos alelopáticos por la acumulación de compuestos fitotóxicos en el suelo liberados por las raíces preexistentes.

Con respecto a estas sustancias Talice et al.¹ explican que “...bajo condiciones asfixiantes las membranas dejan pasar dos sustancias, la amigdalina y la emulsina las que reaccionan entre sí, para liberar el ácido cianhídrico. Bajo condiciones normales estas dos sustancias están en las raíces de los durazneros, pero separadas, por lo que el ácido no se puede producir y los árboles viven normalmente.”.

Una forma de solucionar esta problemática es mediante el empleo de portainjertos de buen desempeño bajo estas condiciones como lo pudieran ser GF677 y Barrier 1 (Arroyo y Valentini, 2000).

Agustí (2004) indica que los patrones de duraznero franco son los más sensibles a los problemas de replante en suelos “cansados”.

Simeone et al. (2006) en un ensayo para evaluar el crecimiento en maceta de diferentes portainjertos realizaron dos tratamientos: uno utilizando suelo “nuevo” sin un uso agrícola previo, extraído de una parcela cercana a la cual se extrajo el suelo “viejo” del segundo tratamiento, con aproximadamente 20 años de cultivo de duraznero. Se hizo el ensayo con suelos (cansado y nuevo) de dos localidades diferentes, entre las cuales hallaron diferencias texturales, pero ninguna de las dos localidades mostró diferencias químicas ni físicas suficientes entre el suelo “nuevo” y el suelo “viejo”. A

pesar de esto sí se observaron diferencias en los parámetros de crecimiento vegetativo evaluados.

Estos investigadores obtuvieron diferencias significativas de crecimiento vegetativo medido a través del peso seco de raíz y copa, y también obtuvieron diferencias en la circunferencia de tronco y longitud de brotes, aunque no fueron estadísticamente significativas siempre los mayores valores los obtuvieron en los portainjertos crecidos en los suelos vírgenes de ambas localidades.

Simeone et al. (2006) evaluaron además portainjertos de diferentes orígenes genéticos, y las respuestas del crecimiento en suelo nuevo o viejo fueron diferentes para cada grupo genético. En este ensayo confirmaron la mayor susceptibilidad de los portainjertos de duraznero de semilla (Montclair, Missouri, PSA5, PSB2) al replante y la mejor adaptación de los portainjertos de ciruelo (Adara, Penta, Tetra, Mr.S 2/5) siendo los portainjertos híbridos (Barrier 1, Cadaman, 450/5, GF677, GXN 22, Felinem, Mayor) de respuesta intermedia.

Simeone et al. (2006) no atribuyen esta depresión del crecimiento a diferencias fisicoquímicas de los suelos ni problemas sanitarios (nemátodos ni bacterias) sino que se trata de un agotamiento del suelo, fenómeno complejo atribuido a varias causas no siempre presentes simultáneamente. El único portainjerto no afectado por el suelo “viejo” fue el ciruelo Adara que no es utilizado para injertar durazneros ni nectarinos por su incompatibilidad con el mismo. Dentro de los híbridos, GF677 demostró la mejor aptitud.

Reighard et al. (1997) en sus estudios para mejorar la supervivencia de plantas en suelos de replante con el problema de PTSL (peach tree short life), mediante la aplicación de nutrientes foliares, no encontraron mejoras sustanciales con las aplicaciones, pero sí observaron que las plantas injertadas sobre Novell sobrevivían más que las plantas sobre Nemaguard para las dos variedades evaluadas: Jefferson y Redhaven.

2.5.4 Sanidad

Otro uso extendido de los portainjertos es por su resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades. Hay especies o variedades que no son productivamente importantes pero son seleccionadas porque se les detecta algún tipo de resistencia o tolerancia frente a algún patógeno, lo que hace que cobren importancia para su utilización como portainjerto para variedades o especies susceptibles de interés comercial.

En citricultura es extendido el uso de portainjertos especialmente por sus cualidades de resistencia a patógenos. Es así que trifolio, limón rugoso y L. Rangpur le confieren a la copa resistencia y/o tolerancia al virus de la tristeza de los cítricos, mientras que esto no es así si el portainjerto utilizado es el Naranja Agrio (Arroyo y Valentini, 2000). El naranja Dulce tuvo que ser reemplazado en Uruguay por su susceptibilidad a podredumbres del tronco (*Phytophthora* spp).

Entre los durazneros, Arroyo y Valentini (2000) mencionan a los portainjertos francos como susceptibles a nemátodos y a Agalla de Corona (*Agrobacterium* spp.), en contrapartida citan a Nemaguard como un portainjerto poco sensible a Agalla de Corona y además resistente a ciertos nemátodos.

En una investigación en el Norte de Uruguay, Cabrera y Carrau (1999) encontraron diferencias en el porcentaje de raíces afectadas por nemátodos en dos portainjertos: Nemaguard y Pavía Moscatel, siendo los porcentajes de raíces afectadas de 3% y 85% respectivamente.

Las enfermedades por virus son otra de las afecciones que en Uruguay afectan la producción, aunque como señala Maeso (2010) “Generalmente, los perjuicios ocasionados no son evidentes o son enmascarados por daños de otro origen, por lo que en su valoración por parte de productores o técnicos, generalmente son subestimados o relegados...” A modo de ejemplo, el virus de la mancha necrótica anular de los prunus (*Prunus necrotic ring spot*, PNRSV) causa n vivero bajo prendimiento de injertos, disminución del vigor de plantines y fallas en el enraizamiento de estacas (Maeso, 2010). En un experimento en Uruguay, realizado con portainjertos de Pavía Moscatel infectados naturalmente con el virus PNRSV se constataron los efectos negativos que este virus provoca sobre el prendimiento de injerto y en el posterior desarrollo de las plantas de vivero, fundamentalmente si la infección estaba presente en el portainjerto.

2.5.5 Características viverísticas

Se pueden mencionar varios aspectos que determinan un buen desempeño viverístico de un portainjerto. En lo que respecta a la propagación propiamente dicha, estos deben tener facilidad de enraizamiento en caso de propagarlos por estaca y altos porcentajes y uniformidad de germinación para los propagados sexualmente.

Se valoriza el hábito erecto de crecimiento, además de que la emisión de anticipadas sea mínima.

Otra característica considerada como favorable por los viveristas es la diferenciación de los portainjertos de las variedades injertadas sobre ellos, por ejemplo que sean de color de hoja diferente. El portainjerto para duraznero INIA Tsukuba No. 1, es de hojas rojas lo que facilitaría las labores de desbrote en vivero (Cabrera et al., 2001).

2.6 PORTAINJERTOS PARA EL CULTIVO DEL DURAZNERO

2.6.1 Origen de los portainjertos

Según Loreti (2008) los materiales utilizados mundialmente como portainjertos para durazneros se dividen fundamentalmente en tres grupos según su origen genético.

En un primer grupo cita a los portainjertos francos (*Prunus persica*, *Persica sylvestris*) y sus selecciones. Este grupo de portainjertos son obtenidos de selecciones de durazneros de pie franco, que se diferencian por alguna característica, como ser el grado de tolerancia a enfermedades o características bioagronómicas. Selecciones como GF 305 están dejando de ser usadas, pero se están difundiendo otras series como la P.S., así como también algunas selecciones lanzadas recientemente en Francia como Montclair® (Loreti, 2008). La multiplicación de los portainjertos francos es a través de semillas.

De este grupo se pueden citar a Pavía Moscatel, Cuaresmillo, G.F. 305, Rubirà, Montclar® Chanturge, P.S. A5, P.S. A6 y P.S. A7.

Otras cualidades citadas por Carrera (1992) son su bajo costo, su buen comportamiento en tierras que no posean tendencias a excesos de humedad ni inducción a clorosis férrica (suelos con bajos contenidos de calcáreo activo).

El segundo grupo es conformado por portainjertos derivados de ciruelos (*Prunus domestica*, *Prunus insititia*, *Prunus cerasifera*) y su gama de selecciones. Westwood (1982) aclara que algunos ciruelos no son compatibles con algunos durazneros, aunque no detalla nombre de variedades. Ejemplos de portainjertos para duraznero dentro de este grupo son G.F.43, Penta y Tetra.

El restante grupo de portainjertos está compuesto por los híbridos entre diferentes especies de prunus. (*P. persica*, *P. amygdalus*, *P. domestica*, *P. cerasifera*, *P. insititia*, *P. davidiana*, *P. spinosa*, *P. salicina*), pudiéndose citar por ejemplo a G.F. 677, Adafuel, Adarcias y Titan todos ellos *Prunus persica* X *Prunus amygdalus*, Cadaman y Avimag de origen *P. persica* X *P. Davidiana*.

2.6.2 Antecedentes sobre los portainjertos y la variedad evaluados

En las siguientes líneas se detalla la información relevada sobre cada uno de los portainjertos evaluados en el ensayo, así como también las características de la variedad injertada.

2.6.2.1 Variedad Flavorcrest

La variedad Flavorcrest fue liberada en 1992 por INIA “W. Ferreira Aldunate” de Las Brujas y presenta las siguientes características descritas por Soria y Pisano (2005):

Son plantas de vigor medio, de buena productividad, presentan un hábito semi-extendido con brindillas de longitud media y buena cantidad de yemas de flor, las cuales son de tipo Rosáceas.

La fruta es de tamaño medio a grande, con sobrecoloración que se manifiesta tempranamente y cubre rápidamente el 100% de la superficie de fruto.

Esta variedad es la segunda más plantada de los duraznos tempranos y representa el 8% de la superficie total plantada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2008).

2.6.2.2 Pavía Moscatel

Prunus pérsica. Es muy vigoroso (se tomará en adelante de referencia como vigor = 100%), posee un buen anclaje, sistema radical profuso, semipivotante, que no entremezcla las raíces con plantas vecinas y con escasa emisión de raigones. Presenta además buena afinidad. La resistencia a asfixia radical es baja pero presenta buena resistencia a los déficits hídricos. No es apto para el replante. En lo que refiere a aspectos de calidad de fruta y rendimiento muestra buena eficiencia productiva, buen tamaño, forma y coloración de fruta (Cabrera, 2008).

En otro trabajo, Cabrera (1994) hace referencia a características sanitarias, describiéndolo como sensible a Agalla de Corona (*Agrobacterium* spp.) y baja resistencia a nemátodes.

La producción nacional de duraznero se encuentra en un alto porcentaje injertada sobre este portainjerto. El mismo se ha mantenido a partir de poblaciones de semillas, lo que ha aumentado su variabilidad, por lo que existen muchos tipos de Pavías Moscatel que se utilizan como portainjerto (Cabrera y Rodríguez, 2004). A través del Programa de Fruticultura de INIA Las Brujas (Uruguay) se ha intentado homogeneizar los materiales

de esta variedad para ser utilizados como portainjerto, realizando desde el año 2000 una selección del mismo utilizando plantas de todo el territorio nacional.

Con respecto a las características viverísticas Cabrera et al. (1998) indican que posee media a buena germinación. Sin embargo en posteriores trabajos aseguran que ninguna población de las evaluadas en el trabajo que llevó a cabo INIA, superó el 50% de germinación (Cabrera y Rodríguez, 2004) poniendo en cuestión su buena germinación.

2.6.2.3 Cuaresmillo

Prunus pérsica. Cabrera (2008) lo describe con un vigor 10% menor que Pavía Moscatel, de buen anclaje y escasa emisión de raigones. Indica que presenta baja resistencia a asfixia radical y que es poco tolerante a suelos calcáreos.

Se indica además una alta sensibilidad a Agalla de Corona (*Agrobacterium spp.*) y nemátodos (Childers y Sherman, 1988).

Cabrera (2008) no lo considera bueno para el replante pero si es resistente a sequía. Le infiere además a la variedad buena eficiencia productiva, buen tamaño y coloración de fruto.

2.6.2.4 INIA Tsukuba No.1

Este portainjerto tiene origen en el programa de mejoramiento del Instituto Nacional de Ciencia en Fruticultura de la ciudad de Tsukuba, perteneciente al Ministerio de Agricultura, Forestal y Pesca del Japón y fue liberado en 1971. Corresponde a una F2 del cruzamiento de los durazneros Akame y Okinawa. Se buscaba en este programa mejorar resistencia a nematodos, características distinguibles, facilidad de propagación, adaptabilidad y control de vigor (Cabrera et al., 2001).

Es un portainjerto de vigor 30% menor que el franco, presenta buen anclaje y escasa emisión de raigones. Tiene además media a alta resistencia a asfixia radical y su resistencia a nemátodos es alta. (Cabrera et al. 1999b, Cabrera 2008), tanto que el mismo autor lo cita como inmune en otra publicación (Cabrera et al., 1998).

En lo que respecta a aspectos productivos Cabrera (2008) destaca la buena eficiencia productiva, un adelanto en la maduración y buen tamaño y coloración de fruta.

Destaca además la facilidad de su manejo en el vivero, en parte por la tonalidad rojiza de sus hojas fácilmente identificables y también dado que se propaga por semilla. Presenta buen porcentaje de germinación (Cabrera et al. 1998, Cabrera et al. 2001).

2.6.2.5 G.F. 677

Proviene del cruzamiento entre *Prunus Pérsica* (Duraznero) X *Prunus Amygdalus* (Almendro) y fue seleccionado en la Estación Experimental de la Grande Ferrade de Bordeaux, Francia.

Se caracteriza por ser un portainjerto de mucho vigor (10 a 15% superior a los francos), lo que hace que supere bien los problemas de replante (Loreti, 2008).

Presenta un amplio sistema radical, con óptimo anclaje que lo hace adaptado a suelos poco fértiles y zonas áridas. Además es muy resistente a la clorosis férrica inclusive en suelos con 8 a 10% de calcáreo activo (Carrera 1992, Cinelli et al., citados por Iglesias 2004, Cabrera 2008, Loreti 2008). Además Loreti (2008) indica que gracias a las características mencionadas y debido a que muestra gran afinidad con la mayoría de las variedades de durazneros y nectarinas, es que este patrón ha sido muy difundido en la zona mediterránea.

El excesivo vigor es negativo en algunos aspectos como el retardo en la entrada en producción, menor peso y sobrecoloración de los frutos hasta alcanzar el equilibrio, por lo que este portainjerto no es aconsejable para ser utilizado en suelos fértiles o en sistemas de alta densidad (Loreti, 2008).

Otra desventaja más vinculada a nuestras condiciones edafoclimáticas señalada por Cabrera (2008) y por Loreti (2008) es que no tolera suelos arcillo-limosos ni sujetos a condiciones de anegamiento, ya que es sensible a la asfixia radicular.

Desde el punto de vista sanitario, Loreti (2008) le adjudica sensibilidad más o menos elevada a *Armillaria mellea*, a *Agrobacterium tumefaciens*, a *Phytophthora cactorum* y a *Stereum purpureum*.

Cabrera et al. (1998) indican la baja resistencia del portainjerto GF677 a nematodos, hecho que se confirmó al presentar un 85% de mortalidad de plantas debido a este problema, en evaluación realizada en suelos livianos del Litoral Norte del Uruguay (Cabrera et al., 1999b).

Como características viverísticas se puede resaltar su buena reproducción por estaquillado herbáceo bajo niebla y también tiene aptitud para el estaquillado leñoso si se

utiliza la técnica adecuada. Presenta, además, óptima propagación in vitro (Carrera 1992, Loreti 1994).

2.6.2.6 Barrier 1

Este portainjerto corresponde a un híbrido interespecífico de *Prunus davidiana* (posible ciruelo) x *Prunus persica* seleccionado en el Instituto para la Propagación de las Especies Leñosas de Florencia (Italia) (Loreti, 2008).

Presenta sistema radical expandido y profundo, dotado de un buen anclaje, induce a las variedades injertadas vigores iguales o superiores al GF 677 (Cabrera 2008, Loreti 2008).

Posee buena propagación, tanto mediante estaca en período otoñal, como por medio de las técnicas de micropropagación (Loreti 1994, Loreti 2008), características importantes para lograr portainjertos clonales. Loreti (2008) resalta en este patrón la adaptabilidad a suelos cloróticos, con condiciones de anegamiento y su aptitud para replantes, además de presentar buena resistencia a nemátodos, cualidades que reafirma Cabrera (2008).

Loreti (2008) le adjudica una productividad y un peso de fruta superiores al GF 677. Además resalta la buena afinidad con variedades tanto de durazneros así como nectarinos, el adelantamiento de la maduración de los frutos y el buen tamaño y sobrecoloración de los mismos.

2.6.2.7 Penta

Penta es un portainjerto de ciruelo (*Prunus Doméstica*) obtenido mediante polinización libre del cultivar 'Imperiai Epineuse' en el Instituto Experimental para la Fruticultura de Roma (Loreti, 2008).

Es un portainjerto de vigor similar a GF677 (Loreti, 2008), y similar al de portainjerto franco según Cabrera (2008).

Sanitariamente Loreti (2008) lo describe como tolerante a *Meloidogyne* ssp. Este portainjerto no adelanta la maduración de los frutos. Por el contrario, Cabrera² indica la anticipación de la misma levemente, así como también un retraso en la floración. Este portainjerto es propagado exclusivamente por micropropagación (Loreti, 2008).

² Cabrera, D. 2010. Com. personal.

Presenta un buen anclaje y tiene una buena adaptabilidad a suelos pesados y asfixiantes, así como mayor resistencia a la clorosis. No emite raigones, es apto para el replante y tolerante a *Phytophthora cinammomi* (Cabrera, 2008).

En lo que refiere a aspectos productivos es un portainjerto que infiere buena precocidad a la producción, buena eficiencia productiva y demuestra buena afinidad tanto con durazneros como con nectarinos (Cabrera, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL

El material vegetal evaluado fueron plantas de la variedad Flavorcrest injertadas sobre los portainjertos Cuaresmillo, Pavía Moscatel, GF677, Barrier 1, INIA Tsukuba No.1 y Penta.

Estos materiales fueron seleccionados para su evaluación por diferentes razones: Pavía Moscatel y Cuaresmillo, como materiales testigo, comúnmente usados por la industria viverista; GF 677 e INIA Tsukuba No. 1, son materiales que se habían evaluado para otras zonas del país pero no en las condiciones de este ensayo. Los portainjertos Barrier 1 y Penta fueron seleccionados por sus características de mayor resistencia a condiciones de asfixia radical, resistencia a nemátodos y aptitud para replante.

Los árboles propagados sobre los portainjertos Pavía Moscatel, Penta y Cuaresmillo con que se implantaron ambos ensayos fueron a raíz desnuda con un año en vivero y el resto de los árboles fueron de maceta con injerto de diciembre.

La implantación de las plantas se realizó en el año 2005.

La evaluación se llevó a cabo en su cuarta hoja, siendo ésta la segunda cosecha para todos los portainjertos.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación se llevó a cabo en dos sitios (los mismos se nombrarán en adelante con el apellido de sus propietarios: Dalmás y Long), en los que se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar (5 bloque, 4 plantas por parcela). Todas las medidas se tomaron en las dos plantas centrales de cada parcela.

Los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el programa estadístico SAS Versión 9.1. Para todas las variables continuas se utilizó un Modelo Lineal General, donde se incluyó el factor sitio, portainjerto y la interacción sitio x portainjerto y los bloques fueron considerados como un factor aleatorio dentro de cada sitio. La separación o comparación de medias se realizó mediante el test Tukey ($\alpha= 0.05$).

3.3 MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Ambas plantaciones fueron instaladas sobre camellones, en un marco de plantación de 4.5m x 2.5m manteniéndose las entrefilas empastadas. En las filas se controlan las malezas con aplicación de herbicidas.

Los manejos de fertilización, riego y prácticas culturales como podas y raleos son propios de cada establecimiento y no se realizaron indicaciones para su ejecución, así como tampoco para los controles fitosanitarios aunque los criterios son similares dado que ambas quintas son asesoradas por el mismo técnico.

3.4 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LOS SITIOS

En la Figura No. 2 se aprecia la ubicación de ambos predios uno a cada lado de la Ruta Nacional No. 1 en la localidad de Colonia Valdense.

Figura No. 2: Ubicación de los sitios.



3.4.1 Sitio Dalmás

El sitio Dalmás corresponde al predio (Padrón 18260, Sección Judicial 4) propiedad de los hermanos David y Darío Dalmás, el mismo se ubica al sur de Colonia Valdense (Latitud 34°21'58.07"S Longitud 57°15'30.73"O).

3.4.1.1 Unidad de suelo

Este sitio está ubicado sobre la Unidad de Suelos Kiyú. Esta unidad abarca una extensión de 113706 Há en todo el país, en las cuales predominan lomadas suaves y llanuras altas con erosión ligera, sin pedregosidad, sin rocosidad ni riesgos de inundación. El material generador de la misma son sedimentos limo arcillosos hasta gravillosos de las formaciones Dolores y Raigón. Esta unidad tiene como suelos dominantes a Brunosoles Subeutricos Típicos L y Planosoles Subeutricos Melánicos L. Asociados a estos se citan Argisoles Subéutricos Melánicos Abrúpticos L y Argisoles Subéutricos Melánicos Abrúpticos Fr (URUGUAY. MGAP. RENARE, 1976).

3.4.1.2 Grupos Coneat

Se incluye al predio en el grupo Coneat 10.6a. Este grupo se dispone como una franja discontinua en el sur de los departamentos de Canelones, Montevideo, San José y Colonia. El mismo pertenece al grupo de tierras cultivables con moderadas limitaciones. Las dos limitantes establecidas consisten en: tomar medidas que eviten la erosión de estos suelos y la otra es de carácter hídrico, ya que se indica que estos suelos poseen una disponibilidad de agua moderada que podría afectar a cultivos exigentes en secano. Esta limitante se puede reducir con prácticas conservacionistas y corregirse con riego.

Los suelos predominantes son Brunosoles Subeutricos, a veces Eutricos, Típicos y Lúvicos de color pardo a pardo oscuro, textura franco limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados (URUGUAY. MGAP. CONEAT, s.f.).

Indice Producción final: 214

Indice valor real: 295

(URUGUAY. MGAP. CONEAT, s.f.)

3.4.1.3 Historia de manejo de suelo del monte del ensayo

En este sitio los tres años previos a la implantación se realizaron cultivos de cereales. No hay análisis de suelos previo a la plantación ni se realizó una fertilización

de fondo. El cuadro No. 7 resume las fertilizaciones realizadas en el monte del ensayo en este sitio.

Cuadro No. 7: Fertilización del monte del ensayo

2006	100g Urea/planta (50% 15/10 - 50% 24/12)
2007	30g Urea/planta (28/09) + 3Kg abono gallina/planta (30/10)
2008	50g Urea/planta (13/02) + 3.8Kg abono gallina c/aserrín/planta (22/04)

Los agregados de Urea se realizaron a través del sistema de riego.

3.4.1.4 Descripción del perfil de suelo del sitio Dalmás

Secuencia de horizontes: Ap, Bt, BC, C

Horizonte Ap

- Profundidad: 0 a 21/33cm
- Color: 10YR2/2 (h)
- Raíces : abundantes
- Estructura: bloques subangulares finos moderados
- Transición: clara
- Textura de campo: franco limoso
- Observaciones: --

Horizonte Bt

- Profundidad: 21/33 a 45cm
- Color: 7.5YR2.5/1 (h) 80% - 7.5YR4/3.5 (h) 20%
- Raíces : pocas
- Estructura: bloques angulares medios fuertes
- Transición: gradual
- Textura de campo: arcillo limoso a arcilloso
- Observaciones: presencia de concreciones de FeMn (Fr) muy pocas y pequeñas. Películas de arcilla continuas

Horizonte BC

- Profundidad: 45 a 63 cm
- Color: 7.5YR 3/2 (h)
- Raíces : pocas
- Estructura: bloques angulares medios fuertes
- Transición: gradual
- Textura de campo: arcillo limoso
- Observaciones: --

3.4.2 Sitio Long

Este sitio corresponde al establecimiento “El Rebrote” (Padrón 09779, Sección Judicial 4ª) gestionado por el productor William Long. Este predio se encuentra a unos 2 kilómetros al norte la localidad de Colonia Valdense (Longitud 57°17'23.21"O Latitud 34°19'30.97"S)

3.4.2.1 Unidad de suelo

Este sitio está ubicado sobre la Unidad de Suelos Ecilda Paullier – Las Brujas que abarca una superficie total de 142879 Há. El material generador es la Formación Libertad (Fray Bentos) compuesta por sedimentos Limo arcillosos hasta arenos arcillosos. Predominan lomadas fuertes y la pedregosidad, la rocosidad y los riesgos de inundación son nulos. Además presentan en general erosión moderada. Los suelos dominantes son los Brunosoles Eutricos Típicos Fr y Brunosoles Eutrico Típico LAc v, y como suelos asociados tiene a Brunosoles Eutricos Típicos LAc y Vertisoles Rúpticos Típicos LAc (URUGUAY. MGAP. RENARE, 1976).

3.4.2.2 Grupos Coneat

Se atribuye al predio el grupo Coneat 10.8b. El mismo pertenece al grupo de tierras cultivables con moderadas limitaciones. La limitación mencionada consiste en la necesidad de tomar medidas que eviten la erosión de estos suelos. Los suelos corresponden a Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos y Brunosoles Eutricos y Subeutricos Típicos, de color negro a pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados (URUGUAY. MGAP. CONEAT, s.f.).

Índice Producción final: 191

Índice valor real: 264

(URUGUAY. MGAP. CONEAT, s.f.)

3.4.2.3 Historia de manejo de suelo del monte del ensayo

En este cuadro se realizó cultivo de tomate el año anterior a la instalación del ensayo. Este cultivo se fertilizó con aproximadamente 500 Kg/Há de fertilizante 15-15-15 (N-P-K)

Cuadro No. 8: Análisis de suelo previo a la plantación (15/11/2004)

pH H2O	pH HCl	%MO	P*	K**	Ca**	Mg**
5.9	5.0	s/d	>60	0.85	10.3	2.5

*ppm **Meq/100g

El Cuadro No. 9 resume las aplicaciones de fertilizantes y enmiendas realizadas al monte del ensayo en el sitio Long.

Cuadro No. 9: Fertilización del monte del ensayo

2005 (Fertilización. de fondo y encalado)	Dolomita 1Kg/metro lineal sobre camellón Superfosfato de Ca 10Kg/100metros 20 bolsas cama de pollo por camellón
2006	150g UREA/planta
2007	150g UREA/planta
2008	Abono de Gallina 10.000Kg/há

Las aplicaciones de Urea se realizaron a través del sistema de riego en forma fraccionada (sin registros).

3.4.2.4 Descripción del perfil de suelo del sitio Long

Secuencia de horizontes: Ap, Bt, BC, C

Horizonte Ap

- Profundidad: 0 a 17/24 cm
- Color: 10YR3/1 (h)
- Raíces : abundantes
- Estructura: bloques subangulares finos fuertes
- Transición: clara
- Textura de campo: franco arcillo limoso
- Observaciones: --

Horizonte Bt

- Profundidad: 17/24 a 30 cm

- Color: 10YR2/1 (h) 70% - 10YR3/2 (h) 30%
- Raíces : pocas a comunes
- Estructura: bloques angulares medios fuertes
- Transición: gradual
- Textura de campo: arcillo limoso a arcilloso
- Observaciones: presencia de concreciones de FeMn (Fr) pocas y pequeñas. Películas de arcilla continuas.

Horizonte BC

- Profundidad: 45 a 63 cm
- Color: 7.5YR 3/2 (h) 70% - 7.5YR2.5/1 (h) 30%
- Raíces : pocas
- Estructura: bloques angulares medios fuertes
- Transición: gradual
- Textura de campo: arcillo limoso a arcilloso
- Observaciones: --

3.5 CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA

Los ensayos se sitúan a 40Km en línea recta de la Estación Experimental de INIA “La Estanzuela”. En dicha estación experimental los registros climatológicos indican que el promedio histórico de precipitaciones es de 965,3 mm/año y las temperaturas promedio para los meses de noviembre y diciembre son de 18.6 °C y 21.6 °C respectivamente.

La temporada 2008/09, en que se realizó la presente evaluación, estuvo afectada por una severa sequía, lo cual hizo que las precipitaciones registradas durante el 2008 (590.5mm) estuvieran 374.8 mm por debajo de la media histórica, siendo la diferencia pluviométrica durante el ultimo trimestre del año 100 mm inferior respecto a los registros históricos.

Las temperaturas registradas en 2008 superaron en 4.2 y 0.5°C los registros históricos para las meses de noviembre y diciembre respectivamente.

Durante los meses de mayo, junio y julio se acumularon 355 Unidades de frío de Richardson.

Los gráficos No. 1 y No. 2 presentan los registros de temperatura media y precipitaciones ocurridas durante la etapa de crecimiento y maduración de los frutos,

registrados en la Estación Experimental INIA La Estanzuela., indicándose sobre los mismos mediante flechas los momentos de los cuatro repases de la cosecha.

Grafico No. 1: Temperaturas medias “La Estanzuela” (1 octubre a 31 diciembre de 2008)

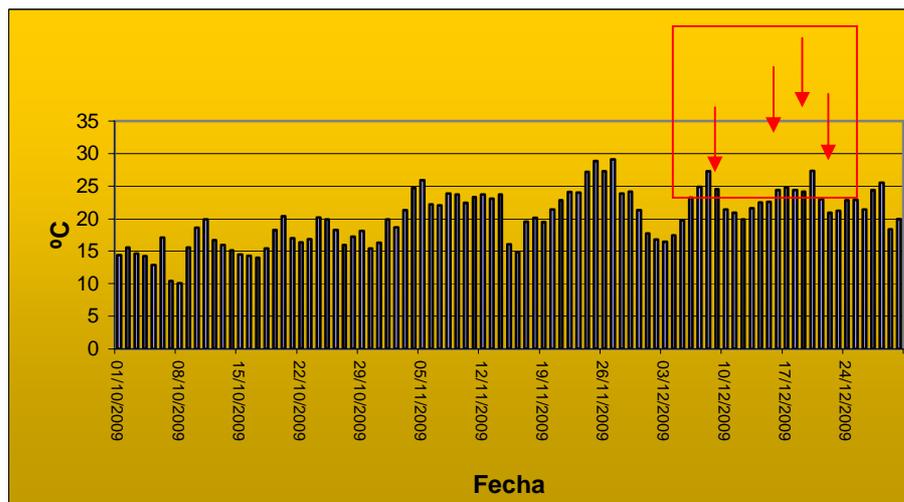
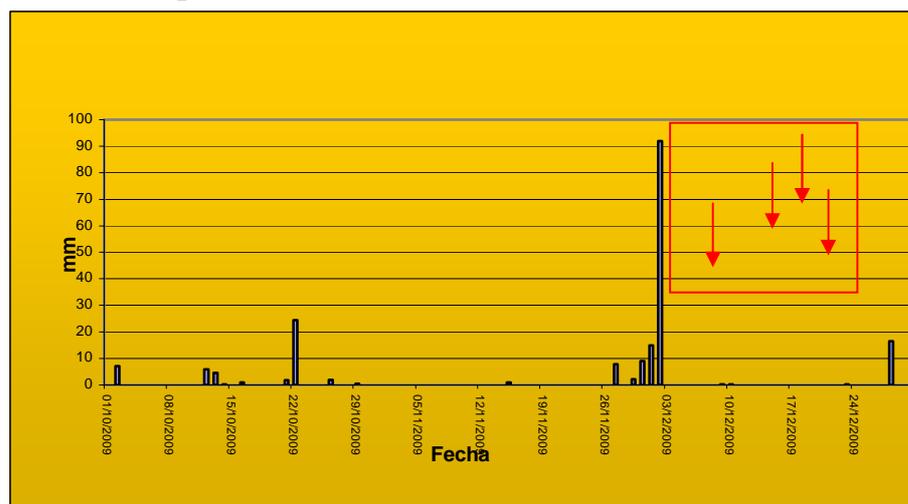
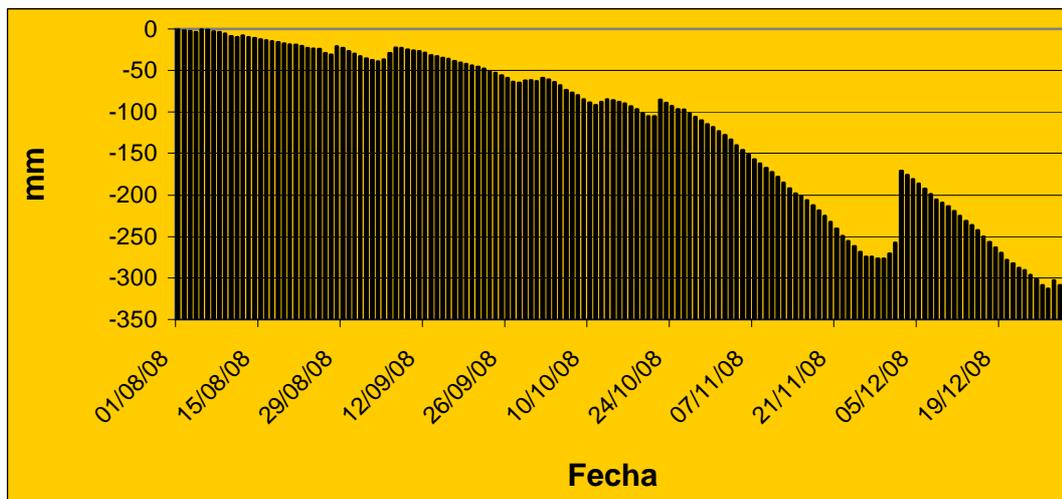


Grafico No. 2: Precipitaciones “La Estanzuela” (1 octubre a 31 diciembre de 2008)



En el gráfico No. 3 se presenta el Balance Hídrico comenzando desde el mes de agosto hasta el mes de enero, comprendiendo así el período desde floración hasta cosecha de los montes del ensayo. Se aprecia las características secas del año que se hicieron más críticas a medida que se aproximaba el verano, haciendo que el crecimiento de los frutos se diera en condiciones de deficiencias hídricas.

Gráfico No. 3 Balance hídrico agosto-diciembre de 2008



3.4 ESPESOR DEL HORIZONTE “A”

Se realizó un relevamiento del espesor del horizonte A en el ensayo con el fin de obtener más información sobre las condiciones edáficas en las que crecía cada tratamiento. Para esto se utilizó un Penetrómetro (Soil Compaction Meter) Fieldsout SC 900, con el cual se tomó un dato por parcela, considerando la presencia del horizonte B al momento que comenzaba a aumentar la resistencia para penetrar el suelo (Figura No. 3).

Esta medición nos permitiría determinar si algunos tratamientos se desarrollaron en un sector de la plantación con mayor volumen de horizonte A, dado que los bloques se orientan a favor de la pendiente del terreno. De ser así algunas parcelas presentarían ventajas que favorecerían significativamente su crecimiento durante estos tres primeros años del ensayo.

Figura No. 3: Penetrómetro de suelo



3.7 RIEGO

Ambos ensayos contaban con sistema de riego localizado por goteo y sistema para fertirriego. El suministro de agua así como el de fertilizantes se realizó de acuerdo a los criterios de cada productor como se detalló más arriba. Los milímetros de riego aplicado por cada productor no fueron registrados y es una variable que se deberá tener en cuenta a la hora de discutir los resultados.

Dadas las características climatológicas del año y la disponibilidad de agua, el suministro hídrico estuvo por debajo de la demanda de las plantas. Este factor afectó a ambos sitios y a todos los tratamientos, por lo que solo se realizó una prueba de uniformidad de los sistemas de riego de cada ensayo para verificar que todas las parcelas recibieran iguales dosis de agua y fertilizante durante la temporada.

La Prueba de Uniformidad de Riego se hizo de acuerdo a lo indicado por García et al. (2008) utilizando la siguiente ecuación:

$$CU = q_{25}/q_a$$

Donde: CU Coeficiente de Uniformidad

q_{25} Caudal medio de los emisores que constituyen el 25% de más bajo caudal

q_a Caudal medio de todos los emisores

3.8 EVALUACIÓN DE FENOLOGÍA

Los diferentes estados fenológicos se observaron en ambos sitios periódicamente, registrándose y clasificándose de acuerdo a la siguiente escala de Fleckinger y Baggiolini:

Comienzo de floración: se observan de 3 a 4 flores abiertas por planta.

Plena floración: 75% de las flores del árbol abiertas

Fin de floración: se observan en el árbol el 50% de las flores con pétalo caído.

Comienzo de brotación de yemas vegetativas: en este estadio se observaban las brindillas (no se consideró la brotación en los cortes de la poda de invierno) y se consideraba el comienzo de brotación cuando se observaban de 3 a 4 brindillas con tejido verde.

Fin de brotación de yemas vegetativas: para considerar el final de la brotación se consideraron dos factores, la aparición de hojas extendidas en las brindillas (no se consideran la brotación en los cortes de la poda de invierno) y que el 75% de las brindillas estuviesen brotadas.

Inicio de cosecha: se considera inicio de cosecha al primer repase significativo, no se considera así cuando se juntan 2 o 3 frutos maduros debido a carozo partido, enfermedad o lesiones.

Fin de Cosecha: último repase significativo.

3.9 ANÁLISIS DE SUELO

Los análisis de suelo se realizaron en el Laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA-La Estanzuela).

Para la extracción de las muestras se dividió cada sitio en tres zonas correspondientes a la zona más alta, la zona media y la zona más baja.

Se extrajeron con calador muestras compuestas de cada zona, divididas en dos submuestras a saber: uno correspondiente a los primeros 8 centímetros (0-8) de suelo y la segunda desde los 8 centímetros hasta el horizonte B (8-B).

El fin de estos análisis y la zonificación fue detectar diferencias edáficas importantes entre las mismas que determinaran ventajas comparativas entre tratamientos influenciadas por la zona en que crecían.

El muestreo de 0-8 se realizó para detectar diferencias en ésta zona más afectada por los tratamientos de riego y herbicida respecto al resto del horizonte A en más profundidad.

3.10 ANÁLISIS FOLIAR Y DE LOS FRUTOS

Se analizaron en el laboratorio de INIA (La Estanzuela) muestras foliares compuestas de cada tratamiento en ambos sitio. Las muestras fueron extraídas durante la cosecha (16 de diciembre) integradas por 20 hojas de cada parcela sumando un total de 100 hojas por tratamiento. Las hojas se extrajeron con pecíolo, hojas totalmente desarrolladas, de la parte media de brindillas del año y totalmente sanas.

También se utilizaron muestras de fruta del tercer repase, 10 duraznos por parcela para realizar en el laboratorio de INIA “W. Ferreira Aldunate” de Las Brujas los análisis de nutrientes en pulpa y cáscara para cada tratamiento en cada sitio por separado.

Estos análisis tienen por cometido detectar diferencias en la absorción y traslocación de nutriente por parte de los diferentes portainjertos.

3.11 CALIDAD DE LOS FRUTOS

Para evaluar la calidad de los frutos de cada tratamiento se tomaron 20 frutas por parcela de cada sitio (aproximadamente 600 frutos por sitio). Las determinaciones se realizaron el 17 de diciembre de 2008.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.11.1 Firmeza de la pulpa

Para cuantificar la firmeza se utilizó un Penetrómetro Electrónico de Mesa Tr (Figura No. 4), midiéndose la firmeza de cada fruta en tres lugares diferentes: a ambos lados de la sutura (presión lateral) y en la sutura (presión sutura) expresándose la presión en Libras por cm².

Figura No. 4: Penetrómetro de mesa



3.11.2 Sólidos solubles

Se utilizó para este parámetro un Refractómetro de mano ATAGO ATC-1 obteniéndose cada valor en °Brix (Figura No. 5).

Figura No. 5: Refractómetro



3.11.3 Sobrecolor

Con un colorímetro electrónico Konica Minolta Chroma Meter CR-400 se tomó una medida por fruto en el lado más sobrecolorado, obteniéndose de esta forma las

coordenadas L^* , a^* , b^* y con las mismas se calcularon los valores de Chroma y Hue angle que indican la saturación del color y el color ensí respectivamente. Mediante su interpretación se determinaron diferencias en el sobrecolor (Figura No. 6).

Figura No. 6: Colorímetro



3.12 EVALUACIÓN DE COSECHA

La cosecha comenzó el 12 de diciembre y culminó el 22 del mismo mes. Los criterios de cosecha fueron los utilizados por cada productor, consistiendo básicamente en grado de sobrecoloración y tamaño de fruta.

Toda la fruta de cada árbol fue contada y pesada.

3.13 PESO DE PODA

En el invierno previo a la cosecha evaluada, se pesó la madera retirada de los árboles del ensayo. La poda fue realizada por los productores y se registró el peso con balanza de mano.

3.14 ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE TRONCO

Durante la cosecha se registraron los diámetros de los tronco 10 centímetros por encima del injerto. Con esta medición se calculó el área de la sección transversal del tronco (ASTT).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RIEGO

Los resultados de la prueba de uniformidad del riego realizada en ambos sitios indican que ninguno de los tratamientos dentro de cada sitio se vio afectado por recibir más o menos agua dentro de un rango aceptable como lo indican García et al. (2008). Un coeficiente de uniformidad superior a 80% es lo aceptable para sistemas de riego localizado por gotero y los valores obtenidos fueron de 87.1% y 86.9% en los sitios Dalmás y Long respectivamente.

Si bien no se registraron diferencias de uniformidad dentro de cada sitio, no se registró los milímetros de riego proporcionados por cada productor a cada uno de los sitios, es así que se sabe que dentro de los sitios los tratamientos tuvieron igual suministro de agua, pero no se sabe entre los sitios si hubo diferencias.

4.2 PENDIENTE

Los experimentos realizados en predios particulares y sobre plantaciones con fines más comerciales que experimentales, no siempre presentan las condiciones óptimas del punto de vista de diseño estadístico, ya que son instalados con el principal fin de producir.

Los predios en que se instalaron los ensayos no escapan a esta realidad y se ve reflejado por la orientación de los camellones, que en el diseño experimental ofician de bloques. Estos, como en toda plantación comercial, están correctamente orientados a favor de la pendiente. Esta orientación hizo suponer que podría hacer que los bloques no fuesen homogéneos y óptimos del punto de vista estadístico, dada la variabilidad en la profundidad de suelos que podría existir entre la zona alta frente a la más baja dentro de un mismo camellón.

Para verificar o rechazar este supuesto se decidió medir el espesor del Horizonte A para determinar si alguna zona (alto o bajo) de los bloques presentaba mayor espesor de este horizonte, que interferiría en los resultados al proporcionar medios edáficos diferentes para el crecimiento de las plantas.

Los resultados indicados por el instrumento de medición (Penetrómetro) complementados con los registrados durante la medición por parte operador del penetrómetro hicieron posible realizar un mapeo aproximado del espesor del Horizonte A. A partir de estos datos combinados se construyeron para cada sitio un perfil del

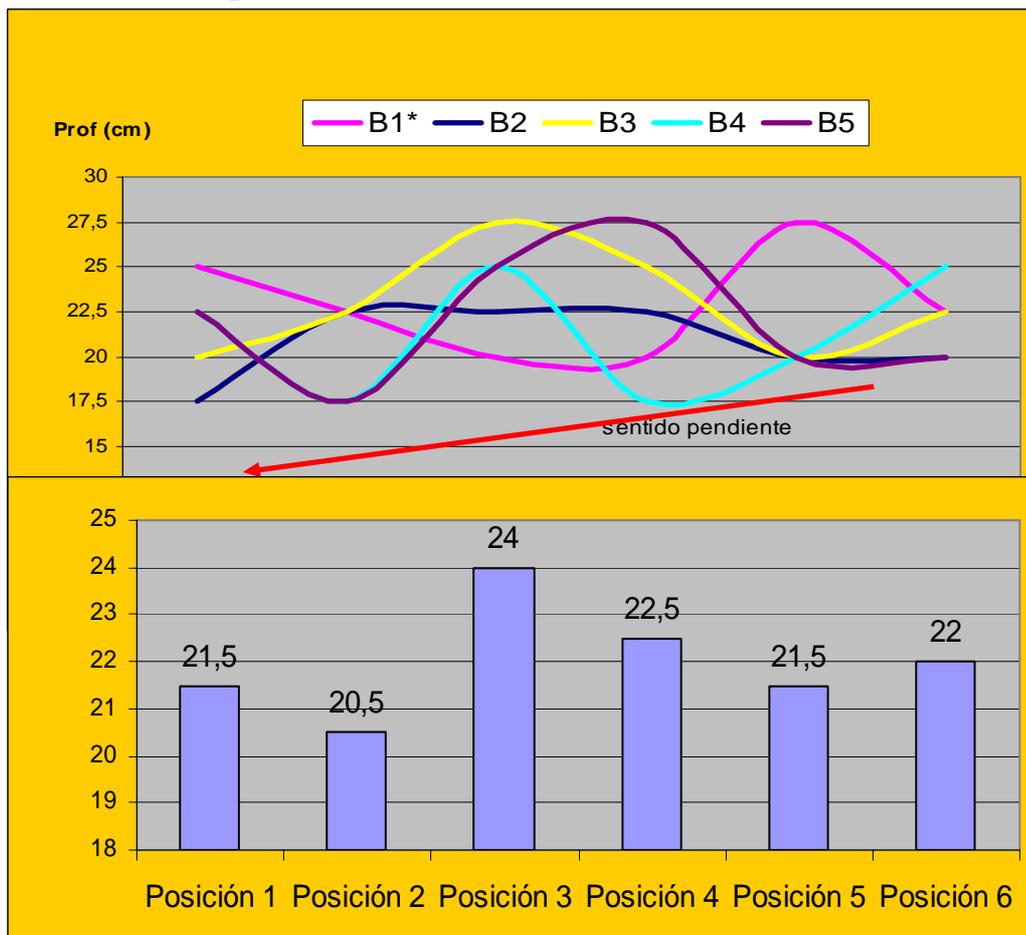
espesor del Horizonte A de cada Bloque y un promedio de la profundidad en seis posiciones diferentes dentro de los Bloques, las cuales fueron promediadas.

Estos resultados se presentan en los gráficos No. 4 para el sitio Dalmás y No. 5 para el sitio Long.

En ambos sitios los perfiles no siguen un patrón común que haga suponer que en la zona más alta (Posición 6) o la más baja (Posición 1) haya diferencias en la profundidad.

En el promedio de las mediciones de los 5 Bloques en cada posición en el sitio Dalmás, no se observan diferencias notorias de espesor entre las diferentes posiciones de la ladera (máxima diferencia 3,5cm).

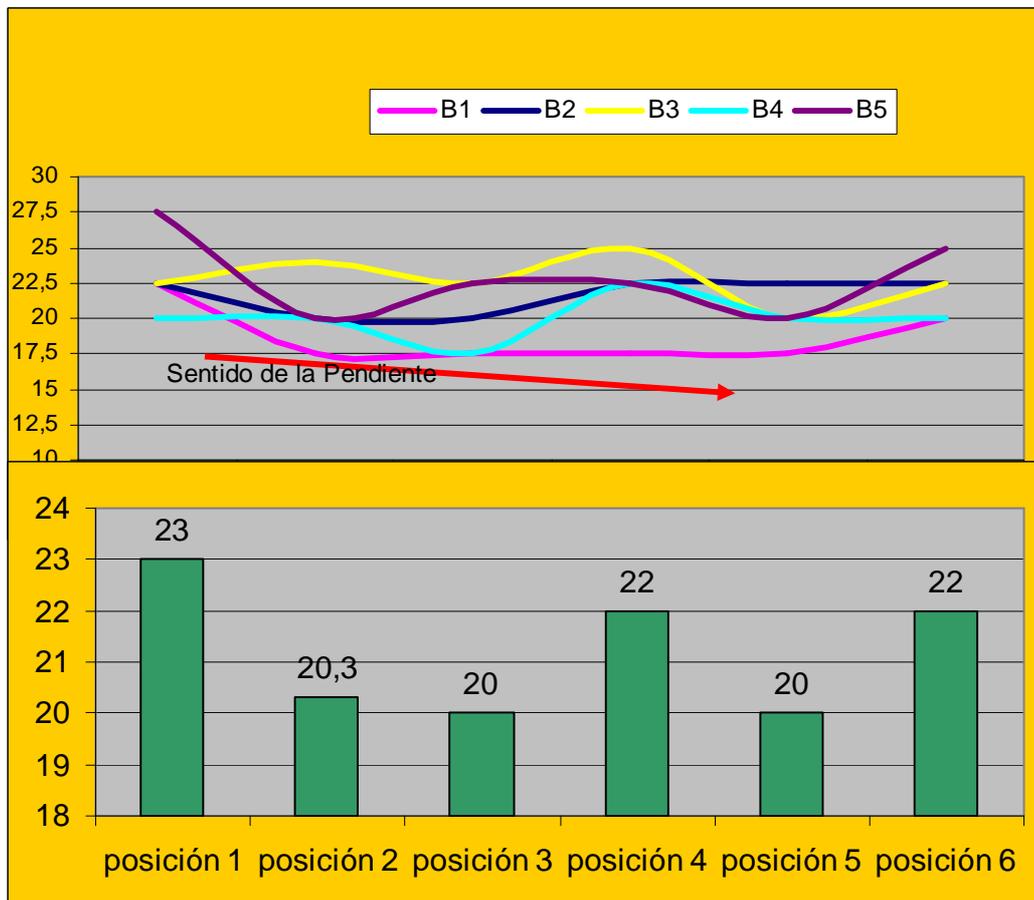
Gráfico No. 4: Espesor del horizonte “A” en el sitio Dalmás



*B = Bloque

En el sitio Long la profundidad del Horizonte A es igualmente heterogénea entre y dentro de los Bloques, sin seguir una tendencia que marque la existencia de una zona con más profundidad que otra. Los promedios de las seis posiciones medidas dentro de cada Bloque corroboran lo antedicho, no se observaron diferencias importantes entre la posición 1 (alto) y la posición 6 (bajo), y la máxima diferencia entre dos posiciones de la ladera fue de 3 centímetros.

Gráfico No. 5: Espesor del horizonte “A” en el sitio Long



Según los resultados antes expuestos, parece no haber diferencias de espesor del Horizonte A entre las diferentes zonas dentro de cada sitio. Los datos de profundidad de

cada tratamiento se utilizó como covariable en los análisis estadísticos no siendo significativo para ninguna de las variables estudiadas.

A su vez estas mediciones muestran que no habría diferencias en la profundidad del horizonte A entre los sitios, siendo de 21,2 centímetros la profundidad media en el sitio Long y de 22 centímetros en el sitio Dalmás.

Tálice et al.¹ proponen una clasificación de la aptitud de los suelos para el cultivo del duraznero según el espesor del horizonte A, quedando definidas las clases como se observan en el cuadro No. 10:

Cuadro No. 10: Aptitud de los suelos para el cultivo del duraznero según espesor del horizonte A.

Clase	Espesor
No favorable	< 20 cm
Favorable	20 a 30 cm
Muy favorable	> 30 cm

Fuente: Tálice et al.¹

Según esta clasificación ambos sitios se ubicarían dentro de la clase “Favorables” pero en su límite inferior. Un 70 y 77% de los puntos muestreados en Dalmás y Long respectivamente se ubican en la categoría Favorable y el resto (30 y 23% respectivamente) de los puntos de muestreo se sitúan por debajo de los 20 centímetros de espesor, en la clase “No Favorables”.

4.3 ANÁLISIS DE SUELO

Los resultados aquí presentados corresponden a los análisis químicos de elementos en el suelo efectuados para el Horizonte A.

Como se aprecia en el Cuadro No. 11 los análisis indican que los pH en agua son elevados en ambos sitios y también se constató la presencia de calcáreo en casi todas las muestras. La excepción es la capa más profunda del sitio Dalmás, seguramente el pH elevado en superficie sea debido al agua de riego, la cual tiene un contenido calcáreo importante, evidenciado por su aparición en las cintas de riego.

Cuadro No. 11: Valores de los análisis de suelo de los sitios Dalmás y Long

LONG	pH	pH	Corg	N	BrayI	Ca	Mg	K	Fe	Mn	B
	H2O	KCl									
0-8 A	7,5 *	6,8 *	1,53	0,18	***	11,9	5,5	1,02	39,8	30,5	0,59
8-Bt A	7,9 *	6,5 *	1,22	0,15	64,2	12,8	5,1	0,69	113,5	34,1	0,69
0-8 M	7,6 *	6,9 *	1,41	0,17	54,6	10,6	4,7	0,84	37,2	33,8	0,71
8-Bt M	8,1 *	6,6 *	1,07	0,14	49,3	10,4	4,3	0,54	80,3	32,6	0,6
0-8 B	8,1 *	6,9 *	1,37	0,17	68,3	10,5	4,7	0,74	43,5	32,5	0,7
8-Bt B	8,0 *	6,5 *	1,06	0,14	59,1	9,8	3,6	0,48	106,7	34,6	0,57

DAL MAS	pH	pH	Corg	N	BrayI	Ca	Mg	K	Fe	Mn	B
	H2O	KCl									
0-8 A	7,5 *	6,2 *	1,3	0,15	32,4	11,9	5	0,59	66,8	39	0,52
8-Bt A	6,5	5,1	1,2	0,16	27	11,3	4,8	0,39	119,6	36	0,54
0-8 M	7,6 *	6,2 *	1,32	0,17	33	9,9	4	0,47	58,9	33,8	0,65
8-Bt M	6,7	5,2	1,17	0,14	21,6	9	2,7	0,29	122,2	38,4	0,37
0-8 B	7,8 *	6,6 *	1,59	0,2	38	10,9	4,1	0,45	46,4	36,5	0,54
8-Bt B	6,8 *	5,3 *	1,27	0,15	21,8	8,4	2,5	0,25	133,6	33,9	0,41

A = Alto M = Medio B = Bajo

* Se detectó la presencia de carbonatos

Siguiendo con el análisis de los valores de pH se observa en el sitio Long valores más elevados que en el sitio Dalmás, de tal modo que en el primero los valores se ubican fuera de los límites de los rangos óptimos de pH en los cuales mejor se absorben los nutrientes según Westwood (1982). Los elementos más afectados serían Hierro y Manganeseo. También Fósforo, Potasio, Boro, Cobre y Cinc están fuera del rango óptimo de pH para su absorción.

Los valores de pH en Long están dentro de la zona de riesgo de contraer clorosis férrica, sobre todo para portainjertos de origen franco según Liwerant, citado por Tállice et al.¹

Se puede apreciar en el sitio Long los mayores contenidos de fósforo y potasio frente a los valores del sitio Dalmás, especialmente del primero. Esto se puede deber a la historia de fertilización previo a la plantación con estos dos elementos.

4.4 FENOLOGÍA

Fase de brotación: en el sitio Dalmás los portainjertos INIA Tsukuba No.1, Barrier 1 y GF677 completaron la fase de brotación anticipadamente, más de una semana antes que el resto, si se comparan sus medianas. Penta y Pavía Moscatel, si bien sus individuos fueron los que tuvieron el ciclo de brotación más homogéneo, se comportaron dentro del trío de mayor duración del período vegetativo (Cuadro No. 12).

Cuadro No. 12: Influencia de los portainjertos sobre la evolución de los estadios fenológicos de los árboles implantados en el sitio Dalmás.

PI	Brotación Vegetativa				Floración			
	Duración (días)				Duración (días)			
	Máx. ¹	Mín. ²	Dif. ³	Mediana ⁴	Máx.	Mín.	Dif.	Mediana
INIA	34	23	11	25	29	19	10	23
Pavía	34	25	9	34	29	23	6	29
Barrier	46	23	23	25	34	19	15	25
Penta	34	25	9	34	29	19	10	19
Cuare.	34	21	13	34	29	19	10	29
GF677	34	23	11	25	29	15	14	29

1- máxima duración en días de la etapa fenológica

2- mínima duración en días de la etapa fenológica

3- diferencia en días entre los individuos con mayor y menor duración de la etapa fenológica

4- 50% de las observaciones de la duración de la etapa fenológica

Barrier 1 tuvo una brotación muy errática, con individuos que tardaron 23 días en completar esta etapa y otros ejemplares que lo hicieron en 46 días.

Si se observa el comportamiento de la brotación de las combinaciones en el sitio Long (Cuadro No. 13), se observa nuevamente la variabilidad entre individuos sobre el portainjerto Barrier 1, donde la diferencia entre los individuo para completar esta etapa fue de 17 días, sin embargo la mediana fue de 32 días como el resto.

Cuadro No. 13: Influencia de los portainjertos sobre la evolución de los estadios fenológicos de los árboles implantados en el sitio Long.

PI	Brotación Vegetativa				Floración			
	Duración (días)				Duración (días)			
	Máx. ¹	Mín. ²	Dif. ³	Mediana ⁴	Máx.	Mín.	Dif.	Mediana
INIA	32	29	3	32	29	20	9	20
Pavía	32	21	11	32	29	20	9	20
Barrier	37	20	17	32	21	14	7	21
Penta	32	29	3	32	20	20	0	20
Cuares.	32	21	11	29	20	20	0	20
GF677	32	21	11	21	20	20	0	20

1. máxima duración en días de la etapa fenológica
2. mínima duración en días de la etapa fenológica
3. diferencia en días entre los individuos con mayor y menor duración de la etapa fenológica
4. 50% de las observaciones de la duración de la etapa fenológica

INIA Tsukuba No.1 y Penta al igual que Barrier 1 tuvieron una mediana de duración de la etapa vegetativa de 32 días en el sitio Long, aunque dieron una brotación más homogénea entre individuos que este último. Pavía Moscatel, GF677 y Cuaresmillo resultaron en una situación intermedia de homogeneidad (11días), pero sí se destaca GF677 siendo este portainjerto el que tuvo en 21 días el 50% de los individuos con la brotación completa (Cuadro No.13).

Fase de floración: en Dalmás el portainjerto Pavía Moscatel fue el tratamiento que menos diferencia tuvo entre sus ejemplares con una floración pareja pero extendida (29 días de mediana). Por su lado INIA Tsukuba No.1 y Penta completaron su floración en el menor lapso de tiempo según el indicador de mediana (Cuadro No. 12).

En Long, más del 50% de los individuos de todos los tratamientos completaron la fase de floración en 20 días o menos. La diferencia entre los tratamiento se observó en la homogeneidad de la floración observada en los tratamientos Penta, Cuaresmillo y GF677 cuyos individuos completaron todos el ciclo en igual tiempo, no siendo así para los restantes portainjertos que presentaron cierta variación entre sus individuos (entre 9 y 7 días).

Si se comparan ambos sitios, sin discriminar entre los tratamientos (Cuadro No. 14), no se observan diferencias importantes en el tiempo en días para completar la brotación vegetativa, no siendo así para la etapa de floración, donde en general las plantas requieren más tiempo en el sitio Dalmás que en Long para completar la misma.

Cuadro No. 14: Comparación entre sitios de las medianas de la duración de la floración y brotación

	Duración Brotación (días)		Duración Floración (días)	
	Dalmás	Long	Dalmás	Long
Mediana	34	32	27	20

Como se observa en los cuadros 15 y 16, la diferencia entre los sitios en cuanto al largo de la etapa de floración se explica por fin de la floración más tardía en Long, ya que los inicios de la etapa son simultáneos en los dos sitios.

Cuadro No. 15: Ficha fenológica del sitio Dalmás

Dalmás	Inic. Brot. Veg.	Fin Brot. Veg.	Inic. Floración	Fin Floración
GF677	1/9	4/10	25/8	23/9
Cuaresmillo	1/9	4/10	25/8	23/9
Penta	1/9	4/10	25/8	13/9
Barrier 1	1/9	4/10	25/8	4/10
Pavía M.	1/9	4/10	25/8	23/9
INIA	1/9	4/10	25/8	23/9

Cuadro No. 16: Ficha fenológica del sitio Long

Long	Inic. Brot. Veg.	Fin Brot. Veg.	Inic. Floración	Fin Floración
GF677	2/9	23/9	25/8	14/9
Cuaresmillo	2/9	23/9	25/8	14/9
Penta	2/9	4/10	25/8	14/9
Barrier 1	14/9	16/10	2/9	23/9
Pavía M.	2/9	4/10	25/8	14/9
INIA	2/9	4/10	25/8	14/9

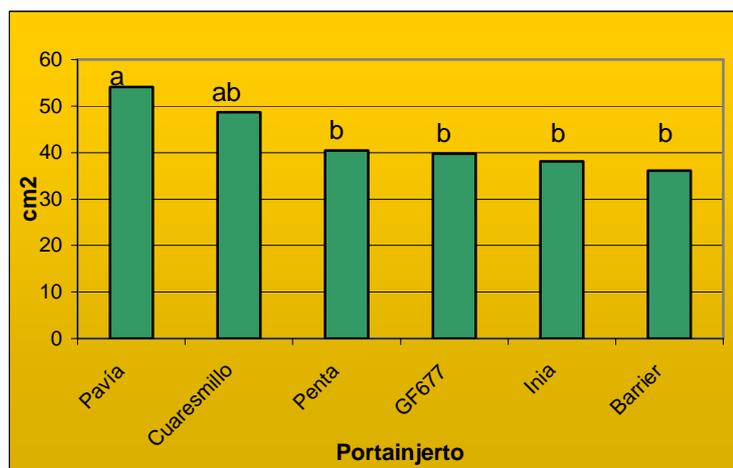
En el sitio Long se observa un comportamiento notoriamente diferente del portainjerto Barrier 1 con respecto al sitio Dalmás, con un atraso de las diferentes etapas. A su vez en dicho sitio también se diferencia del resto de los portainjertos.

4.5 VIGOR

Las mediciones de la Sección de Área Transversal de Tronco como indicador del crecimiento vegetativo, muestran el mayor tamaño inducido por los portainjertos Pavía

Moscatel y Cuaresmillo, siendo solo el primero significativamente mayor al resto de los tratamientos (Gráfico No. 6). La interacción sitio*tratamiento no dio significativa por lo que no se presentan los datos.

Gráfico No. 6: Influencia de los portainjertos sobre la sección del área transversal del tronco.



Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$ separada por método Tukey.

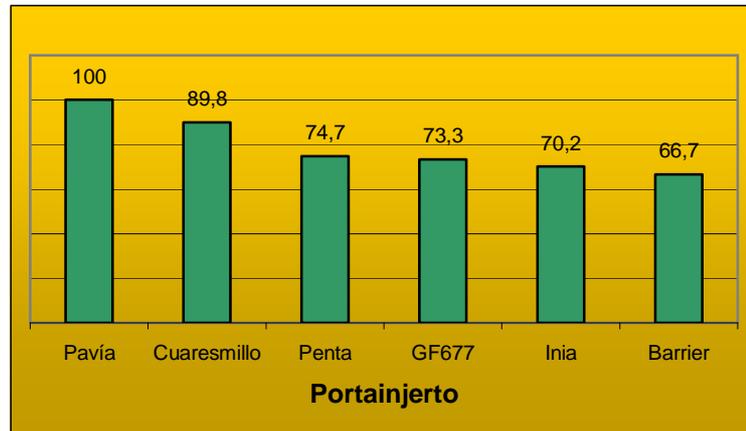
El crecimiento medido por la SATT indica una tendencia esperable con mayor vigor en los portainjertos francos Cuaresmillo y Pavía Moscatel, aunque la tendencia observada para Barrier 1 y GF 677 no es similar a la consultada en la bibliografía, donde se indican vigores similares entre ellos (eso sí se dio), pero que además, tienen vigores superiores a los Francos, hecho que no se observó respecto a Pavía Moscatel.

Como se verá más adelante, los tratamientos con más vigor fueron los que dieron los mayores rendimientos por planta.

En cuanto a la Eficiencia Productiva (kg de fruta / cm² área transversal de la sección de tronco) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ni entre sitios, ni en su interacción tratamiento * sitio (datos no mostrados).

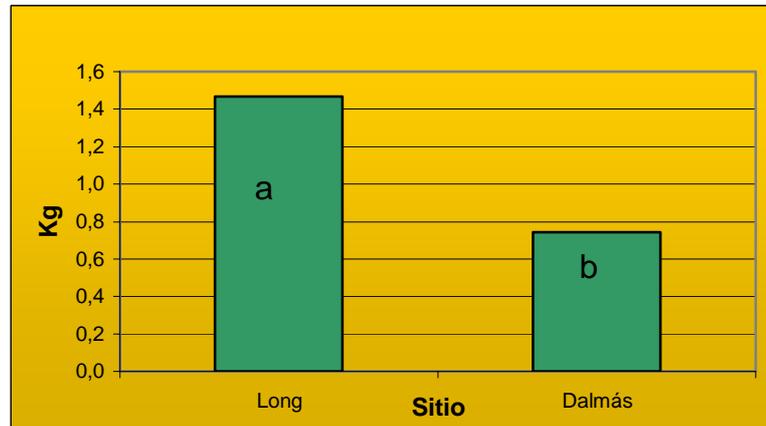
Los portainjertos Penta, GF677, INIA Tsukuba No.1 y Barrier 1 dieron plantas entre 25 y 30% menos vigorosas respecto a Pavía Moscatel (Ver Gráfico No. 7). Este efecto de disminución de vigor por parte de algunos tratamientos no se observó a través de los pesos de poda invernal.

Gráfico No. 7: Porcentaje de la sección de área transversal del tronco, relativo a Pavía Moscatel, de los distintos portainjertos.



Si bien las diferencias de vigor no se observaron entre los tratamientos a través del peso de poda, sí se observó una diferencia significativa en el peso de poda entre sitios, siendo mayor este valor en el sitio Long (Gráfica No. 8). Con una altísima significancia ($p=0.0057$) se puede decir que en el sitio Long los árboles tienen el doble crecimiento que en Dalmás, medido por su peso de poda. Una posible explicación a estas diferencias puede estar en dos prácticas de fertilización diferentes entre ambos sitios e historias de chacras previas también diferentes. Por un lado en Long se realizaba un cultivo intensivo con altas cargas de fertilización NPK 15-15-15 de las cuales pudo quedar nutrientes residuales. Por otro lado en este predio, a diferencia de Dalmás, se realizó una fertilización de fondo con enmienda orgánica, dolomita y superfosfato de calcio. Finalmente las fertilizaciones nitrogenadas anuales han sido sistemáticamente mayores en Long que en Dalmás.

Gráfico No. 8: Peso de poda del año (invierno), para cada uno de los sitios estudiados.



Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$ separadas por método Tukey

4.6 ANÁLISIS FOLIARES

Los contenidos en hoja de Potasio son altos en ambos sitios, especialmente en el sitio Long si se los compara con los valores de referencias bibliográficas expuestas también en el cuadro No. 17.

Cuadro No. 17: Análisis foliares

Tratamiento	Sitio	Nitrógeno%	Fósforo%	Potasio%	Calcio%	Magnesio%	N/P	N/K
CUARESMILLO	LONG	3,25	0,23	3,27	2,34	1,37	14,2	1,0
GF 677	LONG	3,21	0,26	3,32	2,61	1,35	12,3	1,0
INIA TSUKUBA N* 1	LONG	3,65	0,26	3,35	1,85	1,43	13,8	1,1
BARRIER 1	LONG	3,84	0,29	3,23	2,41	1,72	13,5	1,2
PENTA	LONG	3,48	0,25	3,35	2,13	1,11	14,0	1,0
PAVIA MOSCATEL	LONG	3,48	0,27	3,21	1,88	1,55	12,9	1,1
	Prom.	3.49	0.26	3.29	2.2	1.42		
GF 677	DALMAS	3,45	0,27	3,01	2,79	1,64	12,8	1,1
CUARESMILLO	DALMAS	3,24	0,24	2,89	2,39	1,75	13,3	1,1
INIA TSUKUBA N* 1	DALMAS	3,24	0,26	3,15	2,12	1,62	12,4	1,0
PENTA	DALMAS	3,81	0,28	3,23	2,62	1,26	13,4	1,2
BARRIER 1	DALMAS	3,78	0,28	2,74	2,20	1,78	13,3	1,4
PAVIA MOSCATEL	DALMAS	2,88	0,24	2,68	2,41	1,77	12,3	1,1
	Prom.	3.4	0.26	2.95	2.42	1.64		
Stoilov et al. (1990)	Óptimos	3,12-3,56					18-22	1,65
Sozzi (2007)	Críticos	2,8 – 3,5	0,19 – 0,4	1,3 – 3,0	1,1 – 3,0	0,24 – 0,6		
Agustí (2004)	Óptimos	3,2	0,3	2,3	2,0	0,6		
Westwood (1982)	normales	2,8	0,12	1,5	1,0	0,24		
Monge et al. (1995)	Prom.Esp.	3.77	0.19	2.58	1.64	0.65		
Leece y Barkus, citados por Goñi (1974)	Óptimo	3,0-3,5	0,14-0,25	2,0-3,0	1,8-2,7	0,30-0,80		

En el sitio Long todos los tratamientos tienen niveles de Potasio que superan a los indicados como óptimos en la bibliografía consultada, por lo que en estos análisis no se refleja problemas de absorción de este nutriente por exceso de pH en suelo como se observó en los análisis de suelo y se mencionara en la bibliografía.

Pavía Moscatel, Barrier 1 y Cuaresmillo, fueron en ese orden los portainjertos con menor absorción de potasio en los dos sitios. Aunque están lejos de estar en los niveles de carencia, si la tendencia es clara para estos portainjertos en asimilar menos cantidades de este elemento.

Hubo diferencias en cuanto a los niveles de potasio en hoja entre sitios, es así que todos los tratamientos tuvieron niveles inferiores en Dalmás frente a los contenidos en Long de modo que en Dalmás los contenidos promedios de K en hoja son 10% inferiores que en Long.

Con respecto al Fósforo en hoja, todos los portainjertos en ambos sitios se ubicaron entre los valores normales u óptimos según diferentes referencias bibliográficas. El promedio de P en hoja fue igual entre ambos sitios. Solo cabe destacar como tendencia los menores niveles tanto en Dalmás como en Long del portainjerto Cuaresmillo.

En cuanto al Nitrógeno, los valores también se sitúan en los niveles óptimos salvo excepciones, de las que cabe destacar el portainjerto Barrier 1 con niveles en ambos sitios por encima de los óptimos o normales de la bibliografía consultada, reflejando una tendencia sobre la mayor absorción de este portainjerto con respecto a dicho nutriente.

Otro elemento que se resalta por sus niveles es el Magnesio. Los valores excedieron ampliamente en ambos sitios los límites consultados. El máximo indicado bibliográficamente es de 0.80% (Leece y Barkus, citados por Goñi, 1994) y Long tuvo en promedio 1.42% y Dalmás en promedio tuvo 1,64%. Las diferencias entre sitios pueden deberse a las diferencias de pH en suelo, lo que hace más difícil su absorción en Long.

Si se comparan los niveles de exceso para magnesio (1.10%) presentados por Leece y Barkus (citados por Goñi, 1994), en todos los tratamientos se estaría en zona de exceso con presencia de síntomas de toxicidad y con concentraciones demasiado altas como para obtener rendimientos óptimos (Ulrich, citado por Goñi, 1994). Sin embargo, para Westwood (1982) la zona de exceso se encontraría al superar el 2% de Mg en hoja, valor que no se alcanza para ninguno de los portainjertos.

Los niveles de Calcio en hoja son superiores en Dalmás para todos los tratamientos excepto para Barrier 1 que tuvo más porcentaje de calcio en el sitio Long.

Estos niveles no se corresponden con los análisis de suelo que demuestran mayores niveles de este elemento en Long.

G.F. 677 fue el portainjerto con mayor contenido de calcio en hoja en ambos sitios, esto puede estar explicado por la herencia del almendro en el cruzamiento que lo generó, como lo explican Caruso et al. (1995).

Stoilov et al. (1990) determinaron la relación óptima N/P, para un correcto crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo entre 18 y 22. Para el caso del ensayo, ninguno de los análisis realizados alcanzó esos valores. Seguramente se deba a que Stoilov y sus colaboradores trabajaron con niveles de Fósforo más bajos que los obtenidos en Dalmás y Long, ya que los niveles de Nitrógeno son similares.

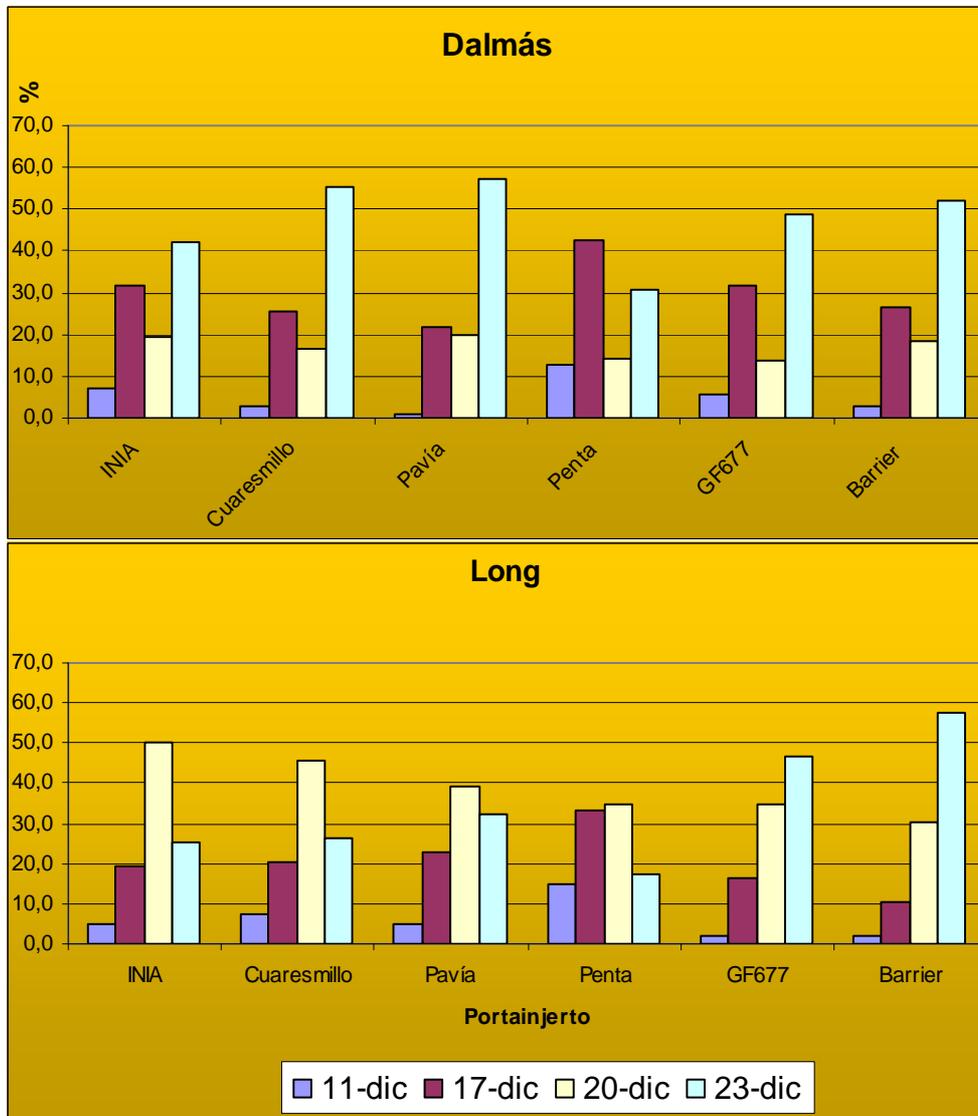
También Stoilov et al. (1990) relacionaron el tamaño de los frutos con los valores de la relación N/K, para la cual encontraron una correlación lineal de $r: 0.822$. Los valores óptimos se encontrarían entre 1,65 y 1,80, siendo Barrier 1 (que como se verá más adelante dio los frutos de mayor calibre) el único tratamiento que se aproximó a este valor, especialmente en el sitio Dalmás (1,4). Esta proximidad al valor óptimo se explica principalmente por su mayor contenido de N respecto al resto de los tratamientos. A su vez Stoilov et al. (1990) agregan que los mayores rendimientos se obtendrían con los menores valores de esta relación.

4.7 COSECHA

En el gráfico No. 9 se observan diferencias entre ambos sitios en cuanto a la distribución de la cosecha, representado en cada fecha el porcentaje del total cosechado en kilos de fruta.

En el Sitio Dalmás se generaliza un alto porcentaje de la cosecha en el último repase. Una posible explicación es la cosecha de fruta “al barrer” para finalizar la cosecha del cuadro. Cabe destacar, como se observa en el cuadro No. 18, que se cosecharon en este repase los menores calibres en todos los tratamientos en ambos sitios. Esto es lógico dado que en el último repase se cosecha mucha fruta que aun está sin buen tamaño ni madurez dado que no es rentable dejarla para una recolección posterior, y esto baja el calibre promedio de fruta de este repase final.

Gráfico No. 9: Influencia de los distintos portainjertos, sobre la distribución de la cosecha, en ambos sitios.



Si siguiendo con las distribuciones de cosecha, se ve que Penta fue el único portainjerto que logró cosechas mayores al 10% del total en el primer repase en ambos sitios y fue el portainjerto con el mayor porcentaje cosechado en el segundo repase, también en los dos sitios. Esto indicaría a priori un adelantamiento de la madurez de la fruta.

En el sitio Long los tratamientos tuvieron distribuciones de cosecha tal que el primer y último repase fueron los de menor cantidad de kilos y el mayor porcentaje de la cosecha se obtuvo en los repases 2 y 3. La excepción a esto fueron los portainjertos GF677 y Barrier 1, cuyas cosechas fueron creciendo con el tiempo, dando los mayores porcentajes de la cosecha en los últimos repases. Esto podría indicar una madurez más retrasada de estos tratamientos en el sitio Long respecto al resto de los tratamientos, pero coincidiendo con la tendencia observada en el sitio Dalmás; igual a lo que reportara Giorgi et al. (2005) para estos portainjertos en su ensayo sobre la variedad Suncrest. Más adelante se retomará esta hipótesis al analizar los índices de cosecha.

De igual modo se podría leer, en un principio, para todos los tratamientos de Dalmás, indicando el mayor porcentaje de cosecha en los últimos repases por un atraso en la maduración respecto al sitio Long. Nuevamente, se retomará este supuesto al analizar los índices de cosecha.

Cuadro No. 18: Peso medio de fruta por repase

FECHA	11/12	17/12	20/12	22/12
DALMÁS				
INIA	137,7a	150,5a	157,3a	132,5a
Cuaresmillo	136,7a	139,5a	137,3a	126,8a
Pavía	131,9a	139,9a	140,2a	123,2a
Penta	136,7a	145,7a	136,7a	123,1a
GF677	142,9a	138,5a	137,4a	124,6a
Barrier	132,6a	161,3a	150,2a	133,4a
LONG				
INIA	136,69a	149,51a	139,98a	119,52a
Cuaresmillo	137,01a	150,39a	140,32a	116,78a
Pavía	146,24a	141,82a	136,29a	117,18a
Penta	146,58a	158,90a	142,20a	128,90a
GF677	153,08a	143,56a	139,36a	123,63a
Barrier	161,00a	155,00a	152,80a	136,17a

No hay diferencias significativas al 0.05 entre tratamientos por fecha.

En el peso medio de fruto por repase no se observaron diferencias significativas entre tratamientos así como tampoco entre Sitios ni en la interacción entre ambos para ninguna de las fechas de cosecha.

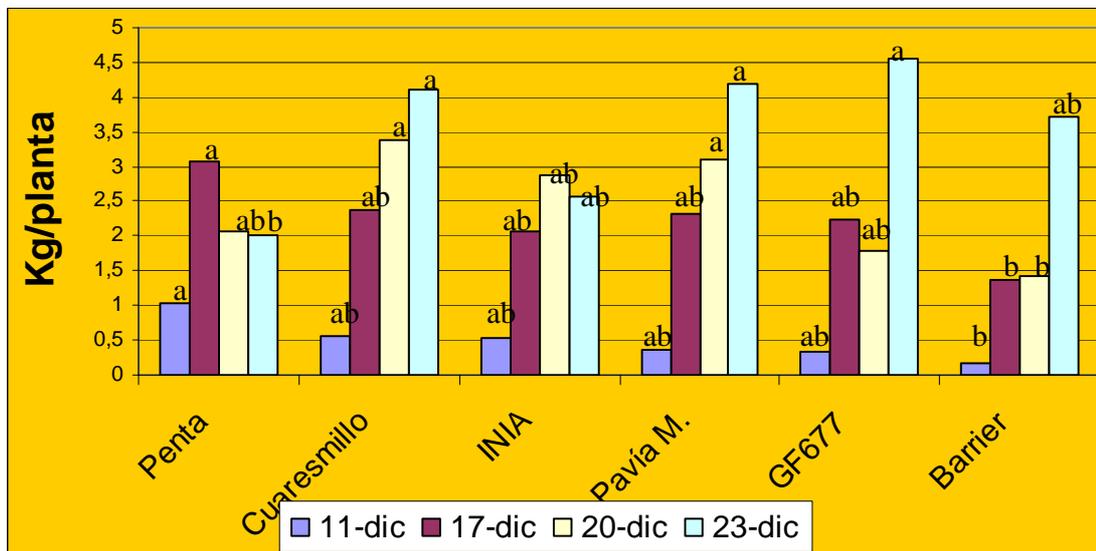
Observando las distribuciones de cosecha por portainjerto, sin discriminar entre sitios se obtuvieron diferencias en los kilos cosechados por portainjerto por fecha, siendo la tendencia a que Penta diera más kilos en el primer y en el segundo repase frente al resto de los portainjertos en evaluación (Gráfico No. 10), siendo solo

significativa la diferencia frente a Barrier 1. En el segundo repase se aprecian tres grupos con tendencias diferentes, por un lado Penta con el mayor rendimiento, luego en un segundo grupo intermedio INIA Tsukuba No.1, Pavía Moscatel. GF 677 y Cuaresmillo y por último con la menor cosecha en el segundo repase se encuentra Barrier 1, al igual que en el primer repase solo se obtuvieron diferencias significativas entre Penta y Barrier 1. En el tercer repase nuevamente Barrier 1 es el portainjerto con menor cosecha diferenciándose estadísticamente de Pavía Moscatel y Cuaresmillo que fueron los de mayor cosecha. En este repase se agrupan en una tendencia intermedia Penta, INIA Tsukuba No.1 y GF 677. Para el último repase nuevamente se diferencian tres grupos, GF677, Pavía Moscatel y Cuaresmillo con la mayor cosecha estadísticamente diferenciados de Penta que dio la menor cosecha para esta fecha y los restantes en una situación intermedia sin diferenciarse estadísticamente de los extremos.

Estas distribuciones de cosecha por portainjerto nuevamente dejan abierta la hipótesis de que Penta habría adelantado la cosecha y Barrier 1 por el contrario habría retrasado la misma.

En la distribución de la cosecha según tratamiento sin considerar individualmente cada sitio, se ve representado en el gráfico No. 10 que Penta tiene tendencia clara a anticipar la recolección respecto al resto de los portainjertos.

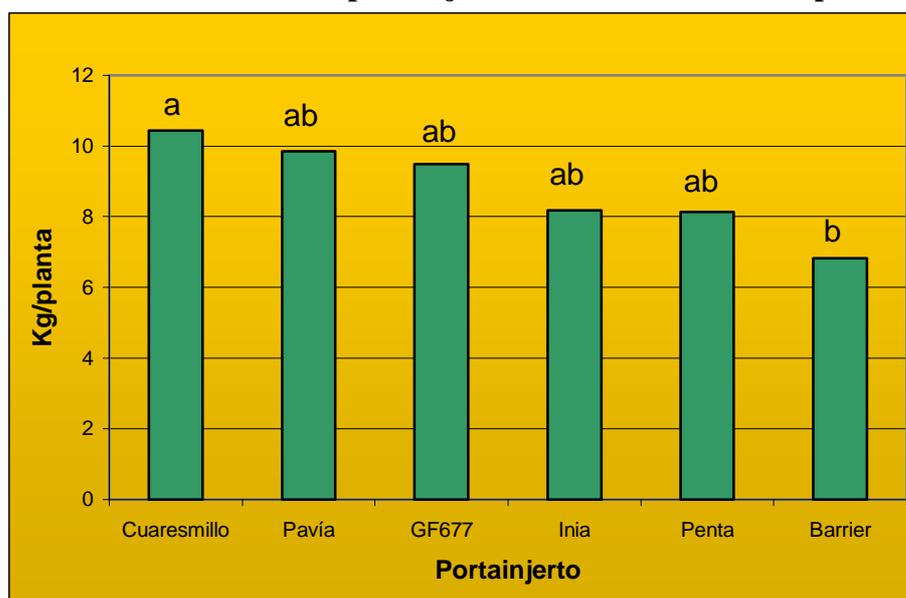
Gráfico No. 10: Peso de cosecha por repase según portainjerto



4.8 PRODUCTIVIDAD

Para describir los resultados de rendimientos obtenidos por planta se presentan los mismos en el Gráfico No. 11.

Gráfico No. 11: Influencia de los portainjertos sobre el rendimiento por árbol.

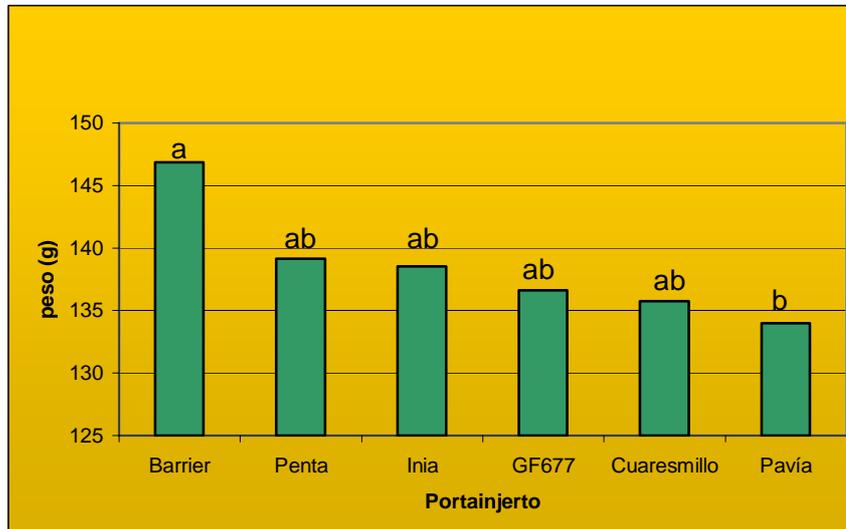


Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$ separadas por método Tukey

Los portainjertos que se diferenciaron entre sí fueron Barrier 1 y Cuaresmillo, siendo este último el de mayor rendimiento, superando los 10 kilos por planta. Los demás tratamientos no se diferenciaron de los dos extremos antes mencionados, ubicándose los mismos en una productividad por planta intermedia.

Un componente importante del rendimiento es el peso medio de fruta. Barrier 1 produjo las frutas de mayor peso diferenciándose significativamente de Pavía Moscatel (Ver gráfico No. 12). Nuevamente los demás portainjertos no se diferenciaron de estos dos.

Gráfico No. 12: Influencia de los distintos portainjertos sobre el peso medio de los frutos.



Fuente: elaboración propia

Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$

Si se relaciona este resultado con lo expuesto más arriba para los análisis foliares, donde se cita a Stoilov et al. (1990) quienes indican que el óptimo valor de la relación N/K para obtener mejores tamaños de fruta es 1.65, Barrier 1 fue el que más se aproximó a dicho valor.

Cuaresmillo, Penta, GF677 e INIA Tsukubha No.1 se ubicaron en un marcado grupo intermedio de peso medio de fruto, aunque las diferencias no fueron estadísticamente diferentes al 0.05%

Barrier 1 y Penta fueron los dos tratamientos de menor producción por planta y además fueron los que dieron los mayores calibres de fruta. Por el contrario, Pavía Moscatel y Cuaresmillo dieron los mayores rendimientos por plantas con los peores calibres.

4.9 ANÁLISIS DE LOS FRUTOS

Los análisis realizados a la piel de los frutos, con el fin de observar diferencias en la absorción de nutrientes y traslocación de los diferentes portainjertos, muestran diferencias significativas entre sitios para todos los nutrientes evaluados, no sucediendo

lo mismo entre los tratamientos, entre los cuales no se registran diferencias, ni tampoco en la interacción tratamiento x sitio (Cuadro No. 19).

Cuadro No. 19: Análisis de la piel de los frutos.

Cáscara	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
Long	1,5 a	0,26 a	1,83 a	0,1 a	0,23 b
Dalmás	1,1 b	0,23 b	1,69 b	0,08 b	0,19 a
GF677	1,3 a	0,25 a	1,76 a	0,08 a	0,21 a
I. Tsukuba	1,4 a	0,24 a	1,77 a	0,09 a	0,21 a
Barrier	1,4 a	0,26 a	1,76 a	0,12 a	0,22 a
Cuaresmillo	1,3 a	0,25 a	1,75 a	0,08 a	0,21 a
Pavía	1,3 a	0,25 a	1,76 a	0,1 a	0,22 a
Penta	1,2 a	0,23 a	1,73 a	0,08 a	0,2 a

Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$ separadas por el método Tukey.

Todos los valores de nutrientes en la piel de los frutos fueron mayores en el sitio Long. Esto se corresponde con los valores para estos nutrientes en suelo, donde, a excepción del nitrógeno, los valores de los análisis fueron mayores en el sitio Long que en el sitio Dalmás.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el contenido de nutrientes en la piel de los frutos, lo que no se corresponde con los análisis foliares, donde habían tendencia por parte de algunos portainjertos de absorber mayor cantidades de algunos nutrientes, reflejados a través de las diferencias en sus contenidos en hojas.

Con los nutrientes en la pulpa de los frutos los resultados son similares, en todos los elementos Long se diferenció significativamente de Dalmás, por sus mayores contenidos de nutrientes (Cuadro No. 20).

Cuadro No. 20: Análisis de la pulpa de los frutos.

Pulpa	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
Long	1,54 a	0.3 a	1,9 a	0,077 a	0,21 a
Dalmás	1,37 b	0.27 b	1,79 b	0,062 b	0,18 b
GF677	1,65 a	0.3 a	1,88 a	0,068 a	0,2 a
I. Tsukuba	1,59 a	0.28 ab	1,86 a	0,066 a	0,19 a
Barrier	1,46 ab	0.3 ab	1,87 a	0,07 a	0,21 a
Cuaresmillo	1,41 ab	0.28 ab	1,8 a	0,071 a	0,19 a
Pavía	1,37 ab	0.28 ab	1,81 a	0,075 a	0,2 a
Penta	1,25 b	0.25 b	1,86 a	0,067 a	0,18 a

Letras diferentes indican Diferencias Significativas $p > 0.05$ separadas por método Tukey.

En pulpa se registraron a su vez diferencias entre los tratamientos para solo dos elementos: nitrógeno y fósforo. El primero tuvo menores concentraciones en el portainjerto Penta, diferenciándose de GF677 e INIA Tsukuba No. 1. Para el fósforo la diferencia se registró entre Penta y GF677 siendo mayores los contenidos en este último.

Estos valores para el portainjerto Penta no se relacionan con los análisis de hoja para el mismo portainjerto, donde no se observaron grandes diferencias con el resto por tener menos concentración de estos elementos, sino que al contrario de esto en Dalmás su contenido de nitrógeno fue el mayor de todos los muestreos. Tampoco GF 677 se destacó en los análisis foliares por sus altos contenidos de nitrógeno o fósforo. Los valores de nutrientes en hoja son simplemente descriptivos ya que se trata de un dato por portainjerto sin repeticiones y por lo tanto no hay un análisis estadístico.

Una primera opinión sobre estos resultados indicaría que diferencias en el contenido de nutrientes en hojas para diferentes portainjertos no necesariamente se corresponden con mayores niveles de estos nutrientes en los frutos, tanto en la piel como en la pulpa de los mismos.

Por el contrario, diferencias en el contenido de nutriente en suelo si se relacionan con diferencias en el contenido de nutriente en los frutos, de modo que a mayores niveles de N, P, K, Mg y Ca en el suelo mayores niveles se encontraron en los frutos.

No se obtuvieron diferencias significativas para la interacción Sitio x Tratamiento.

4.10 FIRMEZA DE PULPA Y SÓLIDOS SOLUBLES

A continuación se presentan los resultados de los análisis de calidad de fruta: Sólidos Solubles y Firmeza realizados con frutos del tercer repase. A través de estos resultados se intentará revelar si efectivamente la distribución de las cosechas indican diferencias en la maduración de algunos tratamientos en Long y también diferencia entre sitios.

Los análisis estadísticos muestran diferencias significativas para la presión entre sitios, tanto en el promedio de las dos caras laterales de la fruta como para la presión en la sutura. Para ambas determinaciones el valor fue significativamente mayor en el sitio Long (Cuadro No. 21).

Cuadro No. 21: Niveles de presión y sólidos solubles de la pulpa de los frutos para los dos sitios estudiados.

Sitio	Presión lateral	Presión Sutura	SS
Long	10,9 a	8,3 a	11,4 b
Dalmás	8,5 b	6,0 b	12,1 a
p valor	0.0013	0.0004	0.0081

Letras diferentes indican Diferencias Significativas $P > 0.05$ por test de Tukey.

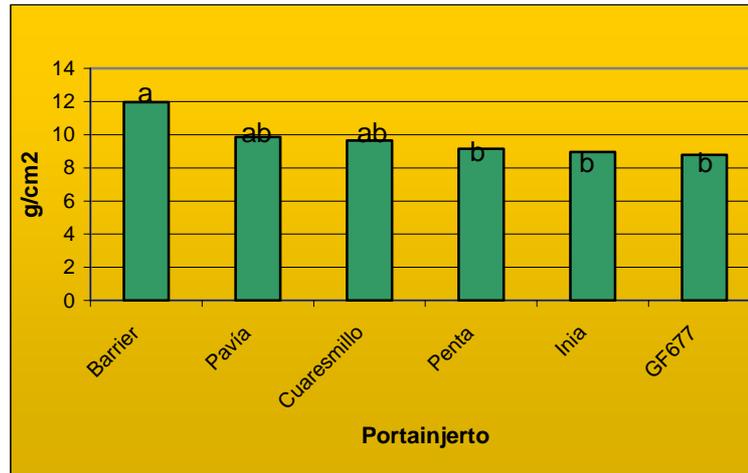
A su vez, los datos de Sólidos Solubles son significativamente menores también en el sitio Long. Analizando estos datos no se puede concluir si efectivamente se retrasó la maduración en Dalmás, ya que estos parámetros demuestran que se cosechó fruta más madura que en el sitio Long.

En Long se extrajo más fruta y menos madura durante el tercer repase que en el sitio Dalmás, lo que llevó a que en el último repase quedara menos fruta sobre los árboles de este sitio. El bajo porcentaje de recolección del tercer repase de Dalmás fue también causa del criterio utilizado por los cosechadores, que extrajeron fruta más madura que los cosechadores de Long, por lo que el volumen remanente para el último repase fue más alto, quedando mucho más fruta sobre los árboles que lo que quedaba en Long. De la misma manera se pueden interpretar el repase 2.

Por lo tanto no se puede asegurar que hubo un retraso de la cosecha en Dalmás, sino que se recogieron en cada repase fruta con diferentes criterios de maduración en cada uno de los sitios. Será necesario realizar en futuras cosechas recolecciones con criterios más objetivos para evaluar si existen diferencias entre sitios.

La presión lateral no solo se diferenció entre sitios sino que también lo hizo entre tratamientos (Gráfico No. 13).

Gráfico No. 13: Influencia de los portainjertos sobre la presión lateral de los frutos



Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($P > 0.05$) por test de Tukey.

El portainjerto Barrier 1 se caracterizó por tener frutos con mayor presión lateral. Dado que es el único índice de cosecha que lo diferencia del resto de los tratamientos se puede seguir afirmando el hecho de que este portainjerto produjo un retraso de la cosecha como se planteó anteriormente.

Además los frutos de Barrier 1 no se destacaron para ninguno de los nutrientes analizados tanto en la piel como en la pulpa de los frutos, que pudiesen explicar mayor firmeza de los mismos

Por otra parte Penta se situó junto a GF677 e INIA Tsukuba No.1 dentro del grupo con menores presiones de pulpa. Esto era de esperar, dado que la mayor cantidad de la fruta sobre el portainjerto Penta se cosechó en los primeros repase, haciendo suponer un adelantamiento de la maduración como se mencionara anteriormente, por lo que no era de extrañar que en los últimos repases quedasen frutos más maduros, con menor presión de pulpa.

El hecho de que no se diferenciaron Barrier 1 ni GF 677 del resto de los portainjertos en los índices de madurez de fruto indicaría que efectivamente hubo un retraso en la madurez de los frutos como se viera en las distribuciones de la cosecha.

Las posibles diferencias en las distribuciones de cosecha entre sitios, que hacían suponer diferencias en la maduración entre los mismos, no se puede aseverar a través de los índices de madurez, dado que se cosecharon frutos con diferentes grados de madurez en cada uno de los sitios.

No se obtuvieron diferencias significativas para los tratamientos ni para la interacción tratamiento x sitio para las variables de presión en sutura ni de sólidos solubles.

4.11 SOBRECOLOR

El análisis de la variable L* (+blanco; -negro) del sistema CIE L*a*b* determinó que hay diferencias entre los sitios. En Dalmás se obtuvo fruta estadísticamente con sobrecolor más oscuro. No hubo diferencias en los tonos rojos, pero si en Dalmás b* (+azul; -amarillo) tendió a más amarillo que en Long (Cuadro No. 22).

Cuadro No. 22: Influencia de los portainjertos sobre la sobrecoloración de los frutos.

	L	a	b	Chroma	Hue
Long	27,2 a	19,1 a	7,8 a	20.7 a	22,1 a
Dalmás	25,5 b	18,6 a	6,7 b	19.8 a	19,7 b
P valor	0.001	0.247	0.0034	0.09	0.0011
Barrier	27,1 a	18,7 ab	7,65 ab	20.3 abc	21,7 a
Cuaresmillo	26,5 ab	20,1 a	7,9 a	21.6 a	21,0 a
Pavía	26,5 ab	19,5 ab	7,67 a	21.0 ab	21,2 a
Inia	26,3 ab	18,6 ab	7,0 ab	19.9 abc	20,7 a
GF677	26,0 ab	18,0 b	6,8 ab	19.3 bc	20,6 a
Penta	25,7 b	18,1 b	6,7 b	19.3 c	20,2 a
P valor	0.035	0.001	0.0037	0.0009	0.21

Letras diferentes indican Diferencias Significativas ($P > 0.05$) por test de Tukey.

Estos tonos más oscuros se pueden atribuir, al menor tamaño de planta que se observa en el sitio Dalmás que permite mejor incidencia de la luz sobre los frutos y por lo tanto mejor sobrecoloración.

Entre tratamientos también se detectaron diferencias significativas, Penta produjo frutos con sobrecolor más oscuro que Barrier 1, y los demás portainjertos se situaron con una sobrecoloración intermedia que no se diferenció estadísticamente de los extremos a la precisión utilizada.

Si bien Penta tuvo los frutos con sobrecolor más oscuro, no fueron los más rojos en sí, sino que Cuaresmillo se diferenció de Penta y GF677 por sus frutos más rojos indicados por la variable a^* (+rojo; -verde).

Por su lado Cuaresmillo y Pavía se diferenciaron de Penta en la variable b^* por tener este último menos tendencia hacia los tonos amarillos, seguramente por poseer mayor sobrecoloración que los primeros, el resto ocupa una tendencia intermedia a estos extremos.

Por esto último se puede indicar que los portainjertos más vigorosos Pavía Moscatel y Cuaresmillo tuvieron una sobrecoloración más clara, más rojos y más amarillos que Penta y el resto de los portainjertos en una situación intermedia sin diferenciarse estadísticamente de los extremos.

No se obtuvieron diferencias significativas para la interacción tratamiento por sitio.

5. CONCLUSIONES

El primer aspecto evaluado fue la fenología de las plantas y se observaron diferencias en el comportamiento, tanto de la brotación vegetativa como en la floración de las plantas injertadas. En este aspecto Barrier 1 tuvo una brotación vegetativa muy errática en ambos sitios, muy despareja entre individuos.

Respecto a la floración merece especial atención lo ocurrido con el portainjerto Penta que resultó en una gran concentración de la floración en ambos sitios, hecho que seguramente influyó en la posterior concentración de la cosecha.

Entre sitios no se observan diferencias importantes en el tiempo en días necesarios para completar la brotación vegetativa de todos los portainjertos, no ocurriendo lo mismo en la etapa de floración, donde en general las plantas requirieron más tiempo para completarla en el sitio Dalmás que en el sitio Long.

Las mediciones sobre el vigor indicaron a través de la Sección de Área Transversal de Tronco un mayor tamaño de planta inducido por los portainjertos Pavía Moscatel y Cuaresmillo respecto al resto de las combinaciones.

El crecimiento medido por la SATT para Barrier 1 y GF 677 no es similar a la consultada en la bibliografía, donde se indica que estos portainjertos inducen vigores superiores que los francos (como Pavía Moscatel y Cuaresmillo) pero en este ensayo hasta el momento son menores a los mismos.

Los tratamientos con más vigor, Pavía Moscatel y Cuaresmillo, fueron portainjertos que dieron los mayores rendimientos por planta, esto explicaría por qué en la Eficiencia Productiva no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Los portainjertos Penta, GF677, INIA Tsukuba No.1 y Barrier 1 dieron plantas entre 25 y 30% menos vigorosas respecto a Pavía Moscatel y menores rendimientos en quilogramos por planta.

En el sitio Long los árboles tuvieron el doble crecimiento que en el sitio Dalmás, medido a través de su peso de poda, esto se podría explicar por las diferencias en el manejo de suelo, desde la fertilización de fondo hasta las refertilizaciones anuales que han sido diferentes entre sitios.

Los análisis foliares y de frutos indicaron que existen diferencias entre los portainjertos en cuanto a la absorción o traslocación de los nutrientes hacia las hojas pero no hacia los frutos.

En el muestreo foliar se observaron diferentes contenidos de nutrientes según el portainjerto, aunque al no realizarse repeticiones y por lo tanto no poder hacer un análisis estadístico no se puede asegurar que haya diferencias.

Para los contenidos de nutrientes en hoja, lo más destacado fue el portainjerto G.F. 677 que tuvo el mayor contenido de calcio en hoja, seguramente explicado por la descendencia de almendro de este portainjerto.

Entre sitios también se observaron diferencias en cuanto a los contenidos de nutrientes en hoja, potasio fue uno de los nutrientes que se diferenció al igual que los niveles de Calcio que fueron superiores en el sitio Dalmás.

Los análisis realizados a la piel de los frutos demostraron diferencias significativas entre sitios para todos los nutrientes evaluados, no sucediendo lo mismo entre los tratamientos, entre los cuales no se registran diferencias.

Todos los valores de nutrientes en la piel y la pulpa de los frutos fueron mayores en el sitio Long. Esto se corresponde con los valores para estos nutrientes en suelo, donde, a excepción del nitrógeno, los valores de los análisis fueron mayores en el sitio Long que en el sitio Dalmás.

Estos resultados indicarían que diferencias en el contenido de nutrientes en hojas para diferentes portainjertos no necesariamente se corresponden con mayores niveles de estos nutrientes en los frutos, tanto en la piel como en la pulpa de los mismos.

Por el contrario, diferencias en el contenido de nutriente en suelo si se relacionan con diferencias en el contenido de nutriente en los frutos, de modo que a mayores niveles de N, P, K, Mg y Ca en el suelo mayores niveles se encontraron en los frutos.

Siguiendo con las distribuciones de cosecha, se ve que Penta fue el único portainjerto que logró cosechas mayores al 10% del total en el primer repase en ambos sitios y fue el portainjerto con el mayor porcentaje cosechado en el segundo repase, también en los dos sitios.

Las cosechas de GF677 y Barrier 1 fueron creciendo con el tiempo, dando los mayores porcentajes de la cosecha en los últimos repases en ambos sitios. El hecho de que estos dos portainjertos solo se diferenciaron del resto de los portainjertos en la presión lateral de fruto y no en el resto de los índices de madurez de fruto, indicaría que efectivamente hubo un retraso en la madurez de los frutos como se viera en las distribuciones de la cosecha.

Por otra parte, las supuestas diferencias en las distribuciones de cosecha entre sitios, que hacían suponer diferencias en la maduración entre los mismos, no se pueden aseverar a través de los índices de madurez, dado que se cosecharon frutos con diferentes criterios, más maduros en Dalmás que en Long; presión a los lados y en la sutura de los frutos menores y °Brix mayores en Dalmás.

Barrier 1 y Penta fueron los dos tratamientos de menor producción por planta y además fueron los que dieron los mayores calibres de fruta. Por el contrario, Pavía Moscatel y Cuaresmillo dieron los mayores rendimientos por plantas con los peores calibres.

En Dalmás se obtuvieron frutos con sobrecolor significativamente más oscuros que se pueden atribuir al menor tamaño de planta que se observa en este sitio lo que permitiría mayor incidencia de la luz sobre los frutos y por lo tanto mejor sobrecoloración.

Entre tratamientos también se detectaron diferencias significativas en cuanto a la sobrecoloración de los frutos. Penta produjo frutos con sobrecolor más oscuro que Barrier 1, y los demás portainjertos se situaron con una sobrecoloración intermedia. Además del menor crecimiento hubo algún otro factor inducido por el portainjerto que hizo que se diferenciara en la sobrecoloración frente a Barrier 1, INIA Tsukuba No. 1 y GF 677 que tuvieron vigores similares.

6. RESUMEN

La producción de duraznos en Uruguay se caracteriza por una amplia oferta de fruta de diferentes variedades a lo largo de la estación de crecimiento. No es tal la disponibilidad de portainjertos, que se limita prácticamente a Pavía Moscatel. Esta característica se evidenció con la mortandad casi generalizada en el país tras diferentes temporadas de excesos hídricos como en 1954, 1962 y recientemente en 2002, perdiéndose plantas por asfixia radical, principal defecto de este portainjerto. Tras este suceso se ha procedido en el país a la búsqueda de nuevas alternativas a este portainjerto, para mejorar la oferta de cualidades como mayor resistencia a la asfixia radical, tolerancia al replante, reproducción vegetativa, modificaciones en calidad de fruta, precocidad, etc. Bajo este marco se instaló un ensayo con dos sitios de evaluación de portainjertos en el departamento de Colonia, siendo esta una zona de expansión para este cultivo y con diferentes tipos de suelos de texturas pesadas. Injertados con la variedad Flavorcrest se evaluaron los siguientes portainjertos: Pavía Moscatel, Cuaresmillo, Penta, Barrier 1, INIA Tsukuba No. 1 y GF677. Estos materiales fueron seleccionados para su evaluación por diferentes razones: Pavía Moscatel y Cuaresmillo, como materiales testigo, comúnmente usados por la industria viverista; GF 677 e INIA Tsukuba No. 1, son materiales que se habían evaluado para otras zonas del país pero no en las condiciones de este ensayo. Los portainjertos Barrier 1 y Penta fueron seleccionados por sus características de mayor resistencia a condiciones de asfixia radical, resistencia a nemátodos y aptos para replante. Se relevaron los parámetros de crecimiento, fenología y rendimiento, así como también de calidad de fruta. Por otra parte, se estudiaron las diferencias en los niveles de nutrientes tanto en hoja como fruta y su relación con los niveles en suelo. Los resultados indicaron que los parámetros firmeza de pulpa, sólidos solubles y color como indicadores de la calidad de fruta fueron poco influenciados por los portainjertos, salvo algunas excepciones. Algunas de las diferencias sí encontradas respecto al testigo Pavía Moscatel fueron en el área de la sección transversal de tronco y algunas diferencias en la fenología. También se diferenciaron algunos tratamientos respecto a los testigos en productividad por planta y peso medio de fruto. En conclusión se observaron diferencias inducidas por los portainjertos en la calidad de los frutos y en la productividad y crecimiento de las plantas. La absorción y/o traslocación de los nutrientes estuvo también influenciada por los diferentes portainjertos y los contenidos en el suelo.

Palabras clave: Duraznero; Portainjerto; Calidad de fruta; Rendimiento.

7. SUMMARY

Peach production in Uruguay is characterized by a wide offer of different peach cultivars with a long harvest period: from November to early March. Is not the same situation with rootstocks which are practically limited to only one: Pavia Moscatel, which is sensible to heavy soils, high humid or water logging conditions. This characteristic was in evidence with the almost generalized plants death occurred after an excessive rainfall period, due to root asphyxia, which is the main production problem of this rootstock. This situation was very important in 1954, 1962 and in 2002. Since that, fruit reserch investigation institution of the country proceeds to look for new alternatives to this rootstock. In that context, a two site trial to evaluate rootstocks performance was installed by INIA “W. Ferreira Aldunate” of Las Brujas, in Colonia department. In this experiment, six different rootstocks were evaluated, in two different orchard conditions. The rootstocks, budded with Flavorcrest cultivar, evaluated were: Pavía Moscatel (the national check), Cuaresmillo, Penta, Barrier 1, INIA Tsukuba No. 1 and GF 677. Vegetative parameters, fenology evolution, fruit yield, and fruit quality were measured, and leaf and fruit (flesh and peel) nutrients levels and their relationship with the soil nutrients content, were analyzed. The results so far obtained seems to indicate that external quality index such as fruit size and skin overcoloration as well as internal quality index such as flesh pressure and soluble are almost not modified by rootstocks. Some differences in fenology and trunk cross-sectional area was found, respect in relation to the check: Pavia Moscatel. In conclusion, each one of the rootstocks evaluated could be an alternative to Pavía Moscatel in order to have more rootstocks with different characteristics that allowed the development of the peach culture in different Uruguayan ambient conditions.

Keywords: Peach; Rootstock; Yield; Fruit quality.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTÍ, M. 2004. Fruticultura. Madrid, Mundi-Prensa. 493 p.
2. ALBÁS, E. S.; JIMÉNEZ, S.; APARICIO, J.; BETRÁN, J. A.; MORENO, M. A. 2004. Effect of several peach x almond hybrid rootstocks on fruit quality of peaches. *Acta Horticulturae*. no. 658: 321-326
3. ARROYO, L. E.; VALENTINI, G. 2000. Portainjertos en Fruticultura. Una cuestión de raíces. (en línea). s.n.t. Consultado 1 oct. 2008. Disponible en http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/fru/la_006.htm
4. _____. 2006. Different rootstocks affect yield and fruit quality of 'forastero' peach. (en línea). *Acta Horticulturae*. no. 713: 285-288. Consultado 30 ene. 2010. Disponible en http://www.actahort.org/books/713/713_41.htm
5. CABRERA, D. 1994. Portainjertos de durazneros CV. Rey del Monte. In: Resultados experimentales en frutales de carozo. Montevideo, INIA. pp. 6-7 (Actividades de Difusión no. 30)
6. _____.; CARRAU, F.; SORIA, J.; DISEGNA, E. 1998. Avances en portainjertos para duraznero en la zona Litoral –Norte. In: Reunión Anual de Avances de Investigación en Frutales de Hoja Caduca (1998, Salto Grande). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 175)
7. _____.; _____. 1999a. Estudio del sistema radicular de dos portainjertos para duraznero en la zona norte del país. In: Reunión Anual de Avances de Investigación en Frutales de Hoja Caduca (1999, Salto Grande). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Actividades de Difusión no. 207)
8. _____.; _____.; RODRÍGUEZ, P.; SORIA, J.; DISEGNA, E. 1999b. Portainjertos para duraznero en la zona Litoral Norte del país. In: Reunión Anual de Avances de Investigación en Frutales de Hoja Caduca (1999, Salto Grande). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 207)
9. _____.; _____.; SORIA, J.; DISEGNA, E.; RODRÍGUEZ, P. 2001. INIA Tsukuba No.1: El portainjerto para duraznero en la zona Litoral Norte del país. In: Reunión Anual de Avances de Investigación en Frutales de

Carozo (2001, Las Brujas). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 4-6 (Actividades de Difusión no. 268)

10. _____.; RODRÍGUEZ, P. 2004. Consideraciones en el estudio de portainjertos de durazneros. In: Seminario de Actualización Técnica en el Cultivo del Duraznero (2004, Las Brujas). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 5-8 (Actividades de Difusión no. 381)
11. _____; 2008. Evaluación de portainjertos para duraznero. In: Jornada Técnica Cultivo del Duraznero Zona Sur y Oeste (2008, Colonia Valdense). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 8-11 (Actividades de Difusión no. 558)
12. CARRERA MORALES, M. 1992. Patrones para el melocotonero. *Fruticultura Profesional*. no. 46: 6-11.
13. CARUSO, T.; INGLESE, P.; GIOVANNINI, D.; TURCI, E. 1995. Rootstock influence on dry matter and nutrient above-ground content and partitioning in Maravilha peach trees. Refereed paper nutrition of deciduous fruit plants. *Acta Horticulturae*. no. 383: 105-114
14. DEJONG, T.M.; JOHNSON, R.S.; DOYLE, J.F.; WEIBEL, A.; SOLARI, L.; MARSAL, J.; BASILE, B.; RAMMING, D.; BRYLA, D. 2004. Growth, yield and physiological behavior of size-controlling peach rootstocks developed in California. *Acta Horticulturae*. no. 658: 449-455
15. DICHIO, B.; XILOYANNIS, G.; CELANO, G.; VICINANZA, L. 2004. Performance of new selections of *prunus* rootstocks, resistant to root knot nematodes, in waterlogging conditions. *Acta Horticulturae*. no. 658: 403-405
16. GARCÍA PETILLO, M; PUPPO, L; HAYASHI, R. 2008. Curso de riego y drenaje guía de clase 2008. Montevideo, Facultad de Agronomía. 271 p.
17. GIORGI, M.; CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MURRI, G.; BATTINO, M.; MEZZETTI, B. 2005. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality and nutrition in the peach (cv, "Suncrest"). *Scientia Horticulturae*. no. 107: 36-42
18. GOÑI, C. 1994. Evaluación del estado nutricional de durazneros. Montevideo, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 48)

19. HASSAN, A. H. 1990. Effect of nutrition and severity of pruning on peaches. Diagnosis of nutritional status of deciduous fruit orchards. *Acta Horticulturae*. no. 274: 187-193
20. IGLESIAS, I.; MONTSERRAT, R.; CARBÓ, J.; BONANY, J.; CASALS, M. 2004. Evaluation of agronomical performance of several peach rootstocks in Lleida and Girona Catalonia, NE-Spain). *Acta Horticulturae*. no. 658: 341-348
21. IVASCU, A.; LAZAR, V.; PETRISOR, C.; POPESCU, M.; VLAICU, I. 2002. Color variability correlated with fruti quality of different peach genotypes. *Acta Horticulturae*. no. 592: 501-506
22. LORETI, F. 1994. Attuali conoscenze sui principali portinnesti degli alberi da frutto. *Rivista de Frutticoltura*. no. 9: 28-43
23. _____. 2008. Porta–Enxertos para a cultura do pêsegueiro do terceiro milenio. (en linea). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 30(1): s.p. Consultado 1 oct. 2008. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000100052&nrm=iso&tlng=pt
24. MAESO, D. 2010. Enfermedades causadas por virus y organismos afines en frutales de carozo en Uruguay. *In*: Soria Baraibar, J. ed. *Manual del Duraznero. Manejo integrado de plagas y enfermedades*. Montevideo, INIA. pp. 77-114 (Boletín de Divulgación no. 99)
25. MONGE, E.; MONTAÑÉS, L.; VAL, J.; SANZ, M. 1995. A comparative study of the dop and the dris methods, for evaluating the nutritional status of peach trees. *Acta Horticulturae*. no. 383: 191-199
26. MOTISI, A.; MARRA, F.P.; PENICE, F.; CARUSO, T.; GULLO, G.; MAFRICA, R.; ZAPPIA, R. 2006. Relationship between canopy architecture and fruit quality on ´rich may´ peach grafted onto ´Penta´ and ´GF677´ rootstocks. (en línea) *Acta Horticulturae*. no. 713: 365-372. Consultado 25 oct. 2010. Disponible en http://www.actahort.org/books/713/713_53.htm
27. RADICE, S. 2004a. Floral morphology and pollen viability of the “Forastero” cultivar (*Prunus Pérsica* (L.) Batsch) as modified by the rootstock. *Acta Horticulturae*. no. 658: 81-85

28. _____.; DESSY, S.; ANDORNO, A.; ONTIVERO, M. 2004b. A preliminary study on the vegetative behaviour of the 'Forastero' peach cultivar grafted on different rootstocks. (en línea). *Acta Horticulturae*. no. 658: 213-219. Consultado 25 oct. 2010. Disponible en http://www.actahort.org/books/658/658_30.htm
29. REIGHARD, G. L.; GRAHAM, C. J.; ELLIS, D. R. 1997. Efficacy of nutrient supplement and rootstock on mineral nutrition, growth and survival of peach on replant sites. *Acta Horticulturae*. no. 448: 155-161
30. _____.; L.; OUELLETTE, D. R.; BROCK, K. H. 2006. Growth and survival of 20 peach rootstocks and selections in South Carolina. *Acta Horticulturae*. no. 713: 269-271
31. SANZ, M.; BELKHODJA, R.; TOSELLI, M.; MONTAÑÉZ, A. ; ABADÍA, A. ; TAGLIANINI, M.; MARANGONI, B.; ABADÍA, J. 1997. Floral analysis as a possible tool for the prognoses of iron deficiency in peach. *Acta Horticulturae*. no. 448: 241-245.
32. SIMEONE, A. M.; SCORTICHINI, S.; DI BASILIO, L.; FIDEGHELLI, C.; DI VITO, M. 2006. Growing behaviour of peach rootstocks in two "Old" and "New" soils. *Acta Horticulturae*. no. 713: 321-326
33. SOZZI, G.O. 2007. Árboles frutales; ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Buenos Aires, Facultad de Agronomía. 805 p.
34. STOILOV, G. P.; JOVCHEV, I. D.; STEFANOVA, V. M. 1990. Relation between the leaf nutrient balance and the growth and productivity of peach trees. Diagnosis of nutritional status of deciduous fruit orchards. *Acta Horticulturae*. no. 274: 437-441
35. THOMIDIS, T; TSIPOURIDIS, C; DARARA, V. 2007. Seasonal variation of nutrient elements in peach fruits (cv. May Crest) and its correlation with development of Brown rot (*Monilinia laxa*). *Scientia Horticulturae*. no. 111: 300-303
36. TROCME, S.; GRAS, R. 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. 2ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 388 p.

37. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. CONEAT. s.f. Cartografía CONEAT. (en línea). Montevideo. Consultado 20 ene. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/coneat/>
38. _____. _____. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2008. Encuesta frutícola zafra 2007/2008. Montevideo. 37 p. (Serie Encuestas no. 265)
39. _____. _____. DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISIÓN SUELOS Y AGUAS. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000. Montevideo. s.p.
40. WESTWOOD, N. H. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Madrid, Mundi-Prensa. 461 p.