

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

**DESARROLLO DEL FRUTO DE CLEMENULES, SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL
ÁRBOL, EN DOS PORTAINJERTOS**

ÁLVARO ALFONSO YÁÑEZ BARRIENTOS

Santiago, Chile

2007

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAS DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

Memoria de Título

DESARROLLO DEL FRUTO DE CLEMENULES, SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL
ÁRBOL, EN DOS PORTAINJERTOS

Memoria para optar al título profesional
de Ingeniero Agrónomo
Mención Fruticultura

ÁLVARO ALFONSO YÁÑEZ BARRIENTOS

	Calificaciones
PROFESORES GUÍAS	
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,7
Sra. Loreto Prat R. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.	6,5
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,3
Sr. Gabino Reginato M. Ingeniero Agrónomo, Mg.Sc.	5,2

Santiago, Chile
2007

AGRADECIMIENTOS

Éste trabajo está dedicado a mi familia, por su constante apoyo; a mi madre por su gran esfuerzo y sacrificio para el lograr de ésta meta, a mi padre por su preocupación y animo. A mi hermano, por su ayuda y colaboración. A Carolina por su compañía y constante aliento.

Agradecer sinceramente la colaboración y paciencia de mis profesores guías, Thomas Fichet y Loreto Prat, quienes me entregaron apoyo y consejos para el mejor desarrollo del trabajo. A los señores profesores Bruno Razeto y Gabino Reginato, por sus aportes y correcciones. Y a todos quiénes hicieron posible el desarrollo de éste tema.

ÍNDICE

RESUMEN	1
Palabras clave	1
ABSTRACT	1
Key words	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIALES Y MÉTODO	3
Materiales	3
Lugar de ensayo	3
Método	5
Crecimiento de frutos	5
Temperatura de pulpa en el árbol	5
Nivel de clorofila en las hojas	5
Estudio del grosor de cáscara y pulpa	6
Evaluación de cosecha	7
Diseño experimental y análisis estadístico	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
Crecimiento del fruto	11
Diámetro ecuatorial de frutos de Clemenules sobre Swingle	11
Diámetro polar de frutos de Clemenules sobre Swingle	12
Diámetro ecuatorial de frutos de Clemenules sobre Troyer	13
Diámetro polar de frutos de Clemenules sobre Troyer	14
Estudio del grosor de cáscara y pulpa	15
Efecto del portainjerto Swingle, orientación Oeste	15
Efecto del portainjerto Swingle, orientación Este	16
Efecto del portainjerto Troyer, orientación Oeste	17
Efecto del portainjerto Troyer, orientación Este	18
Relación pulpa/cáscara en Clemenules en ambos portainjertos, según orientación	19

Temperatura	21
Efectos de la orientación en el desarrollo del fruto de Clemenules	21
Clorofila	24
Efecto de la orientación y el portainjerto sobre el nivel de clorofila en las hojas	25
Cosechas, efecto de la orientación y el portainjerto sobre:	27
Número de frutos	27
Peso de la fruta	28
Producción por árbol	30
Diámetro de los frutos	32
Desarrollo del color en la fruta	35
Grosor de cáscara y pulpa	40
Porcentaje de jugo	43
Sólidos solubles totales (SST) y acidez total	44
CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	49

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la orientación en el árbol (Oeste – Este) en el desarrollo de frutos de Clemenules, en dos portainjertos, citrumelo Swingle y citrange Troyer en el Valle de Mallaauco, Región Metropolitana. En la primera cosecha se observó diferencia significativa en el número de frutos desarrollados en la exposición Oeste respecto del Este. También se observó un mayor tamaño en los frutos de Clemenules injertados sobre citrange Troyer. Existió una buena relación entre el peso de los frutos y el diámetro ecuatorial en ambos portainjertos. El tamaño de los frutos no tuvo influencia en la calidad interna de los frutos (grosor de cáscara, porcentaje de jugo y relación sólidos solubles totales /acidez).

Palabras clave

Citrumelo Swingle, citrange Troyer, patrones, orientación, maduración.

ABSTRACT

The orientation effect was evaluated in the tree (West - East) in Clemenules fruits development, in two rootstocks, citrumelo Swingle and citrange Troyer in Mallaauco valley, Metropolitan Region, Chile. A significant difference existed in fruits number developed with West orientation, regarding to the East. Also citrange Troyer observed a major fruit size. In both rootstocks a good relation existed between fruits weight and fruits equatorial diameter. The fruit sizes were not affected in their internal quality (rind thickness, juice percentage and solid soluble/acid relationship).

Key words

Citrumelo Swingle, citrange Troyer, rootstocks, orientation, maturation.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones medioambientales, particularmente la temperatura y la luz, pueden afectar las etapas de desarrollo del fruto cítrico, influyendo en su tamaño y composición. Según Bain (1958), citado por Richardson *et al.* (1999), estas etapas son tres: división celular, crecimiento celular y maduración. El crecimiento del fruto en las primeras semanas, donde el tejido vascular y las vesículas se están diferenciando, depende de las variaciones estacionales de la temperatura; teniendo un fuerte efecto en el crecimiento y formación del fruto. Por otra parte, la orientación de los árboles determina la luz interceptada, influyendo en el crecimiento y la productividad, además incide directamente en la coloración de los frutos (Frías, 2003). El color es muy importante como parámetro de calidad, ayuda a tomar decisiones sobre cuándo cosechar y el destino que la fruta tendrá, pudiendo indicar el estado de madurez del fruto; no obstante, en el caso de los cítricos la madurez interna es un proceso independiente del desarrollo de la coloración externa. Durante la última etapa de crecimiento de los cítricos, la oscilación térmica (7 - 6 ° C durante la noche, en relación con altas temperaturas en la mañana) favorece el cambio de color de la cáscara, debido a la formación de etileno endógeno (Zaragoza, 1997). El color, brillo y textura de la cáscara dan una idea acerca del grado de madurez del fruto y su condición (Mazzuz, 1996).

Otro factor que incide en el desarrollo del fruto es el portainjerto, tanto en el tamaño del fruto como en su calidad interna (Ortúzar, 1999). Según Pozo (2005), los portainjertos citrumelo Swingle y citrange Troyer no inducen un adelanto en el color de fondo de los frutos, sin embargo citrange Troyer sí induce un mayor calibre de la fruta, con un aumento promedio del peso de los frutos con respecto a citrumelo Swingle.

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar el crecimiento de los frutos con exposición Oeste y Este en el árbol, post caída de diciembre y hasta cosecha, sobre dos portainjertos, citrumelo Swingle y citrange Troyer.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

Lugar de ensayo

El estudio se realizó en un huerto comercial de clementina, variedad Clemenules, en el predio “La Floresta”, ubicado a 33° 33' 47" latitud Sur, 70° 58' 29" longitud Oeste, a 306 m.s.n.m., en la Comuna de Mallarauco, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana (Figura 1).



Figura 1. Huerto de Clemenules sobre dos portainjertos, citrumelo Swingle y citrange Troyer con orientación Norte – Sur, Mallarauco, Provincia de Melipilla. Foto tomada a las 16:07 h, 1 /marzo/2003.

Se utilizaron árboles de seis años de edad de la variedad clementina de Nules (Clemenules), injertados sobre dos patrones, citrumelo Swingle y citrange Troyer, plantados en forma alternada a una distancia de 5 x 2 m y orientados en dirección Norte – Sur (Figura 2). Los árboles estaban regados por goteo y plantados sobre camellones.

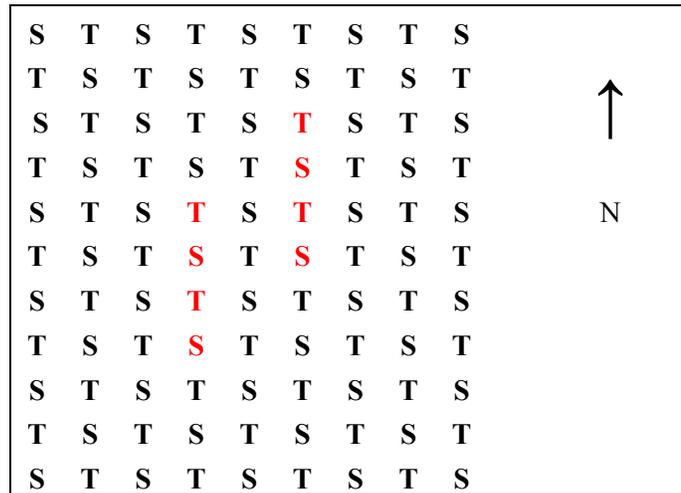


Figura 2. Esquema de plantación y árboles seleccionados en el huerto, Swingle (S) y Troyer (T).

Los análisis de la fruta fueron realizados en los laboratorios del Centro de Estudios de Postcosecha (CEPOC) y en el Laboratorio de Estrés Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile

Método

Crecimiento de frutos

Para caracterizar la curva de crecimiento de los frutos, se seleccionaron ocho árboles, cuatro sobre portainjerto citrumelo Swingle y cuatro sobre citrange Troyer. En cada árbol se escogieron al azar ocho frutos por exposición (Oeste y Este).

En estos frutos se realizaron mediciones de diámetro polar (mm) y ecuatorial (mm) con un pie de metro, cada 15 días, a partir del 31 de diciembre de 2002 (posterior a la caída de frutos de diciembre) hasta el 9 de julio de 2003, día de la última cosecha.

Temperatura de pulpa en el árbol

Se evaluó la temperatura de pulpa de los frutos, mediante un termómetro digital, marca ATKINS Temptec, modelo #12710, cada 15 días, en la zona media de éstos, utilizando frutos elegidos al azar en los mismos árboles. Los antecedentes térmicos y atmosféricos del huerto se obtuvieron del resumen meteorológico diario realizado por GANAGRO Ltda.

Nivel de clorofila en las hojas

Se realizaron 20 lecturas al azar con equipo SPAD (Soil-Plant Analices Development), marca Opti-Sciences modelo CCM-200, en distintos árboles del huerto, para construir la curva de calibración entre las lecturas y los niveles de clorofila en las hojas, el día 12 de marzo de 2003.

El material vegetal donde se realizó la lectura óptica fue extraído mediante un sacabocado de 9 mm de diámetro, y las muestras transportadas en envase refrigerado al Laboratorio de Bioquímica de la Facultad, donde se almacenaron 50 días a -80° C.

Posteriormente, se analizó su concentración de clorofila mediante el método de Lichtenthaler y Wellburn (1983) modificado. Cada muestra fue molida en un mortero de porcelana, con adición de etanol más cuarzo, y mantenida en frío, dentro de un recipiente de hielo en una cámara oscura. Después de centrifugar por 5 minutos se midió absorbencia a 665 y 649 nm (clorofila *a* y *b* respectivamente) en el sobrenadante, con un espectrofotómetro marca SHIMADZU modelo UV-1601, para obtener el nivel de clorofila total del área analizada. Luego de obtener la curva de calibración, todos los valores del SPAD fueron convertidos a concentración de clorofila por unidad de área foliar ($\mu\text{g cm}^{-2}$). Posteriormente, para comparar la cantidad de clorofila en los árboles del ensayo, se realizó una lectura óptica el 12 de marzo de 2003, 10 mediciones por cada orientación y portainjerto, en los ocho arboles de la muestra.

Estudio del grosor de cáscara y pulpa

Se realizó un estudio histológico para caracterizar el crecimiento de los distintos tejidos del fruto (exocarpo, mesocarpo y endocarpo) durante los distintos estados de desarrollo. Las muestras se obtuvieron mediante corte a mano alzada en la parte media del fruto y en forma transversal. Los cortes se tiñeron con rojo neutro. Se seleccionaron tres frutos al azar por cada orientación y portainjerto, en árboles vecinos a los escogidos anteriormente, cada 15 días a partir del 31 de diciembre de 2002, y hasta el 15 de abril del 2003.

Evaluación de cosecha

Se realizaron cuatro cosechas parcializadas, el 30 de mayo, 9 y 18 de junio y el 9 de julio. En cada cosecha se colectaron frutos con una leve tonalidad anaranjada.

En cada cosecha se evaluó la producción, en número de frutos y kilogramos (kg) por árbol, para cada exposición (Oeste-Este) y portainjerto.

Adicionalmente, en cada cosecha se muestrearon doce frutos por exposición y portainjerto, a los cuales se les analizaron los siguientes parámetros en forma individual.

- Peso: se pesó individualmente cada fruto, utilizando una balanza digital; el resultado se expresó en gramos.
- Diámetro polar y ecuatorial: se midió el fruto con un pie de metro; el resultado se expresó en milímetros.
- Color de fondo: como unidad de medición se utilizó el Índice de Color (IC) con las coordenadas de Hunter (L,a,b); el color se determinó mediante un colorímetro triestímulo marca Minolta, modelo CR-200b. El color de la fruta se unificó de la siguiente manera: naranja ($IC > 3$), virado ($3 \geq IC \geq 0$) y verde ($IC < 0$) (Figura 3).

$$\text{Índice de Color de fruto (IC)} = 1000 \cdot a \cdot (L \cdot b)^{-1}$$

Fuente: Jiménez *et al.*, 1981.



Figura 3. Rango de color en frutos de Clemenules observado durante el ensayo.

- Grosor de cáscara (exocarpo + mesocarpo): Para evaluar el grosor, se cortó el fruto en su sección ecuatorial; luego se midió, con regla, el grosor de la cáscara en ambos lados del ecuador, en la misma sección del fruto. Se calculó un promedio de las dos medidas, en milímetros (Figura 4).
- Grosor de pulpa (endocarpo): Para evaluar el grosor, se cortó el fruto en su sección ecuatorial y se midió, con regla, desde el centro del fruto hasta el límite del mesocarpo, en ambos lados de la misma mitad, en forma radial. Se obtuvo un promedio de las dos medidas, en milímetros (Figura 4).

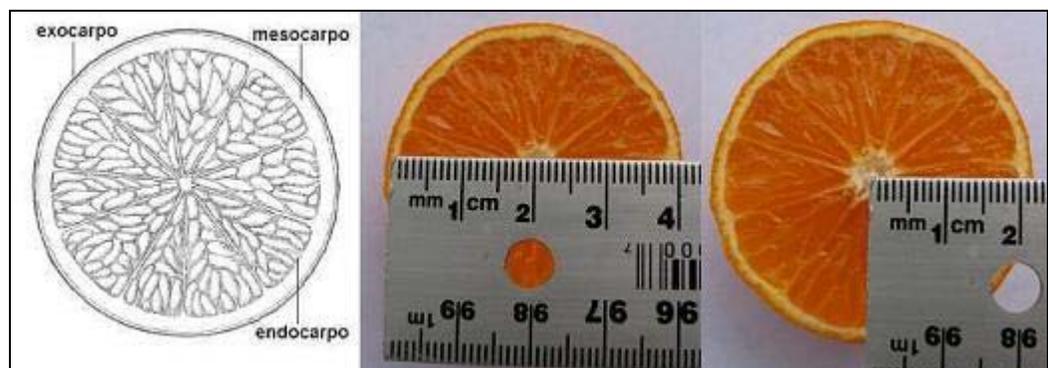


Figura 4. Medición del grosor de pulpa de Clemenules.

- Porcentaje de jugo: a los 12 frutos de cada repetición se les extrajo el jugo, y se procedió a pesarlo en una balanza de precisión, dividiéndose éste por el peso total de frutos de la muestra (relación p/p).
- Porcentaje de cáscara: luego de la extracción del jugo de los frutos se pesaron las cáscaras, en una balanza de precisión, y se relacionó con el peso total de la muestra (relación p/p).
- Porcentaje de sólidos solubles totales: se determinó a partir de una muestra representativa del jugo de fruta, colocándose 2 a 3 gotas sobre un refractómetro marca Reichter, termo compensado; el resultado se expresó en porcentaje de sólidos solubles totales (SST).
- Acidez titulable: se tituló 10 mL del jugo de los 12 frutos, con NaOH 1 N hasta ph 8,2 – 8,3. La acidez se obtuvo con la siguiente fórmula, expresándola en porcentaje de ácido cítrico.

$\text{Porcentaje de ácido cítrico} = \frac{\text{NaOH (mL) gastado} \cdot \text{normalidad} \cdot 1 \text{ meq. de ácido (g)} \cdot 100}{\text{Cantidad de jugo (mL)}}$
--

- Relación sólidos soluble totales / acidez: se obtuvo del cociente entre los SST y la acidez.
- Relación pulpa / cáscara: se obtuvo del cociente entre el espesor del endocarpo (pulpa) y la suma del exocarpo (flavedo) más mesocarpo (albedo).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, con el tratamiento en una estructura factorial, donde un factor corresponde a los dos portainjertos y el otro a la exposición de la fruta (Oeste y Este). Se trabajó con cuatro repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue el árbol.

Para el análisis estadístico se utilizó análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias significativas se realizaron pruebas de comparación múltiples de Duncan ($\alpha \leq 0,05$).

Se ajustaron curvas de crecimiento de diámetro polar y ecuatorial para cada tratamiento. Los resultados obtenidos fueron comparados mediante prueba "t" Student ($\alpha \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento del fruto

Diámetro ecuatorial de frutos de Clemenules sobre Swingle

En la Figura 5 se observa una tasa de crecimiento similar en los frutos ubicados a ambos lados del árbol; no presentándose diferencia significativa en el crecimiento de los frutos, expresada como diámetro ecuatorial. Además, se observa un crecimiento lineal de los frutos, característico de la fase II de crecimiento de los frutos cítricos (Agustí, 2000a). Esto podría deberse, entre otras cosas, a que en las plantaciones con orientación Norte-Sur, los dos lados de la copa (Oeste y Este) del árbol interceptarían la misma radiación solar total (Cain (1972), citado por Gil, 2000).

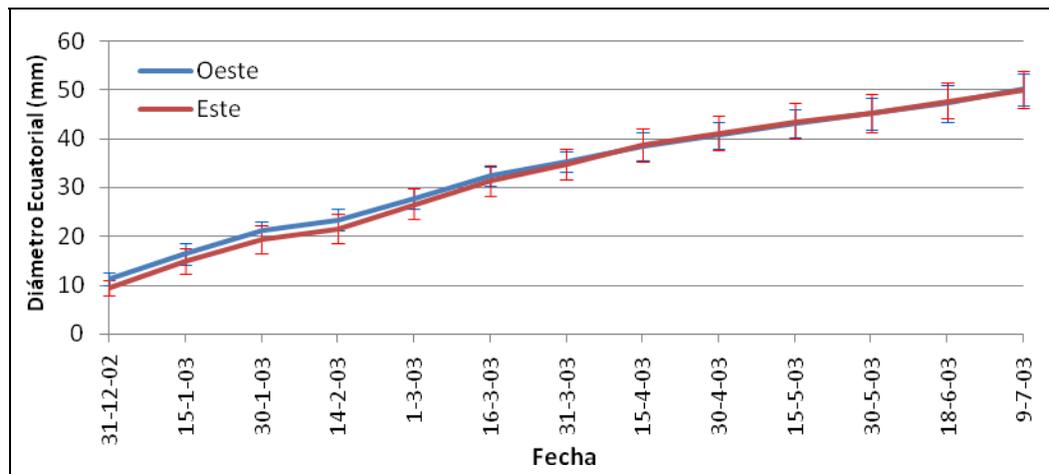


Figura 5. Crecimiento, en base a diámetro ecuatorial, de frutos de Clemenules sobre portainjerto Swingle con orientación Oeste y Este, en Mallarauco, Región Metropolitana. Los valores corresponden al promedio de 32 frutos por orientación \pm DS.

Diámetro polar de frutos de Clemenules sobre Swingle

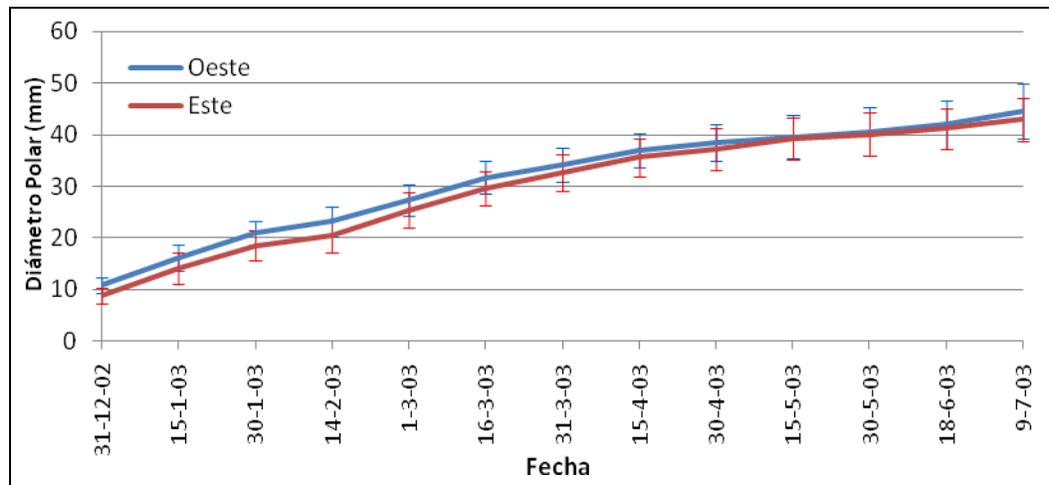


Figura 6. Crecimiento, en base a diámetro polar, de frutos de Clemenules sobre portainjerto Swingle, con orientaciones Oeste y Este, en Mallarauco, Región Metropolitana. Los valores corresponden a la media de 32 frutos por orientación \pm DS

De los resultados se desprende que en las primeras etapas de desarrollo los frutos son de forma esférica, dado que sus dimensiones son similares, tanto en diámetro ecuatorial como polar.

En la última medición efectuada, se obtiene un fruto oblongo característico de la variedad Clemenules (Ortúzar, 1999). La forma del fruto se encuentra relacionada con la temperatura y, en general, los climas secos y con grandes amplitudes térmicas (Apéndice II), tanto diarias como estacionales, producen frutos más ovoides (Agustí, 2000b).

Diámetro ecuatorial de frutos de Clemenules sobre Troyer

En la Figura 7 se observa una tasa de crecimiento similar en los frutos ubicados a ambos lados del árbol; no hubo una diferencia significativa en el crecimiento de los diámetros ecuatoriales.

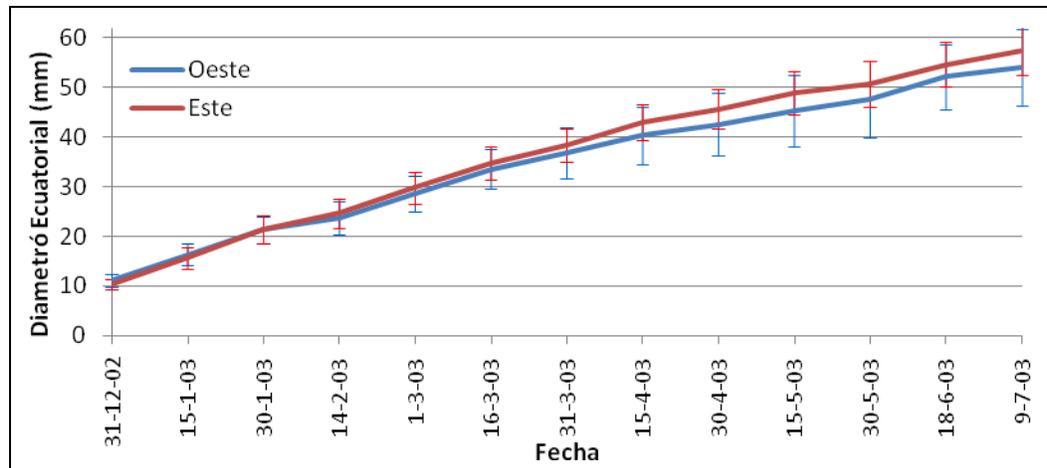


Figura 7. Crecimiento, en base a diámetro ecuatorial, de frutos de Clemenules sobre portainjerto Troyer, con orientaciones Oeste y Este, en Mallarauco, Región Metropolitana. Los valores corresponden a la media de 32 frutos por orientación \pm DS.

Estos resultados se explicarían por la iluminación homogénea que recibirían los árboles de las hileras con orientación Norte-Sur (Universidad de Chile *et al.*, 2003).

Diámetro polar de frutos de Clemenules sobre Troyer

Se presentó un crecimiento lineal del diámetro polar de los frutos (Figura 8).

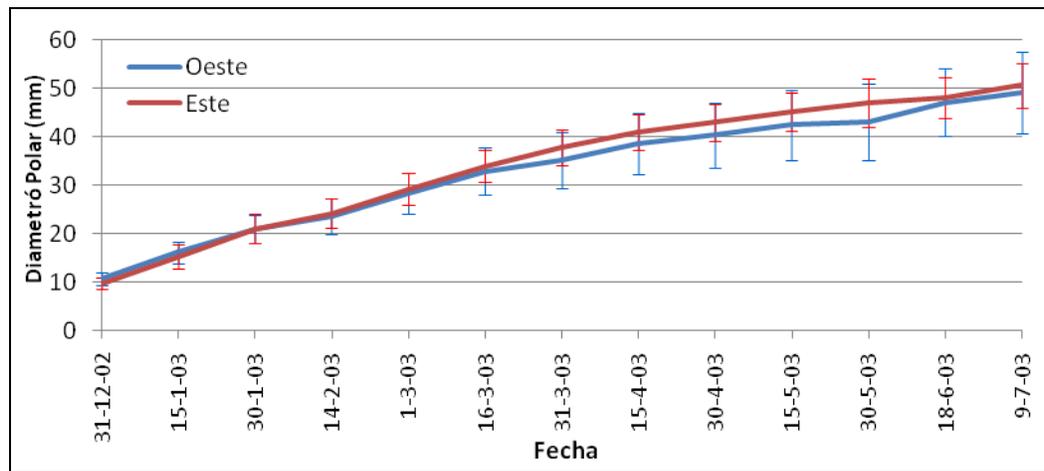


Figura 8. Crecimiento, en base a diámetro polar, de frutos de Clemenules sobre portainjerto Swingle, con orientaciones Oeste y Este, en Mallarauco, Región Metropolitana. Los valores corresponden a la media de 32 frutos por orientación \pm DS.

El análisis del crecimiento de los frutos de Clemenules en los portainjertos Swingle y Troyer, con orientaciones Este y Oeste, expresado como diámetro ecuatorial y polar, demostró que no existieron diferencias significativas en crecimiento, mediante una prueba “t” de Student de análisis de pendientes cual pendiente (Apéndice I, Cuadro I-1).

Estudio del grosor de cáscara y pulpa

Efecto del portainjerto Swingle, orientación Oeste

Un grosor de cáscara levemente mayor al de la pulpa se observó en las dos primeras mediciones, efectuadas los días 31 de diciembre y 15 de enero; esto se apreció debido a que en la fase I, el fruto presenta un crecimiento con máxima división celular, incrementándose el grosor del exo y mesocarpo; paralelamente se produce la formación de las vesículas de jugo (Figura 9). A su vez, a partir de la primera medición, se observó un constante incremento en el grosor de la pulpa, en forma lineal, debido a que los sacos vesiculares (endocarpo) empezarían un proceso de llenado (Rojas, 1999), aumentando su grosor, por lo cual la relación existente entre el grosor de cáscara y el grosor de pulpa se revirtió a favor de este último (endocarpo). Luego, se mantuvo el grosor de cáscara constante (Figura 9).

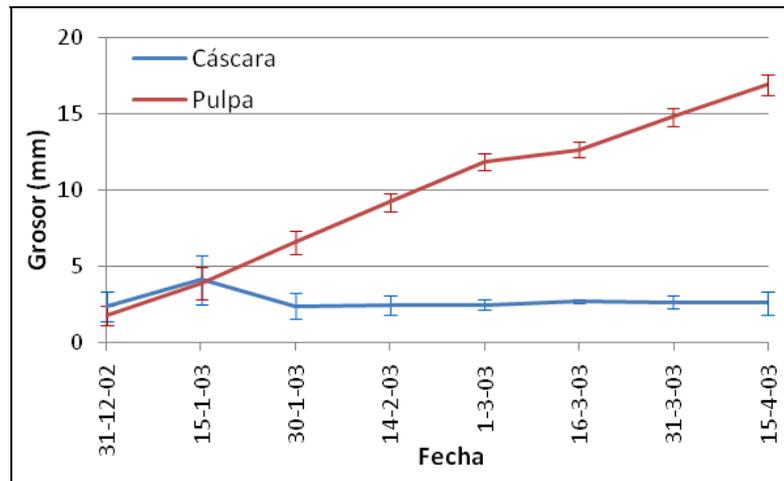


Figura 9. Desarrollo del grosor de cáscara (exocarpo + mesocarpo) y pulpa (endocarpo) en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Swingle, con orientación Oeste, en Mallarauco, Región Metropolitana. Se utilizaron 3 frutos por orientación y fecha, \pm D.S.

Efecto del portainjerto Swingle, orientación Este

Del lado Este los frutos presentaron un comportamiento similar al observado en la cara Oeste de los árboles (Figura 10), el grosor de la cáscara fue superior al grosor de la pulpa en las dos primeras mediciones. Posteriormente, el grosor de la cáscara se mantuvo constante y la pulpa comenzó a aumentar su grosor en forma lineal.

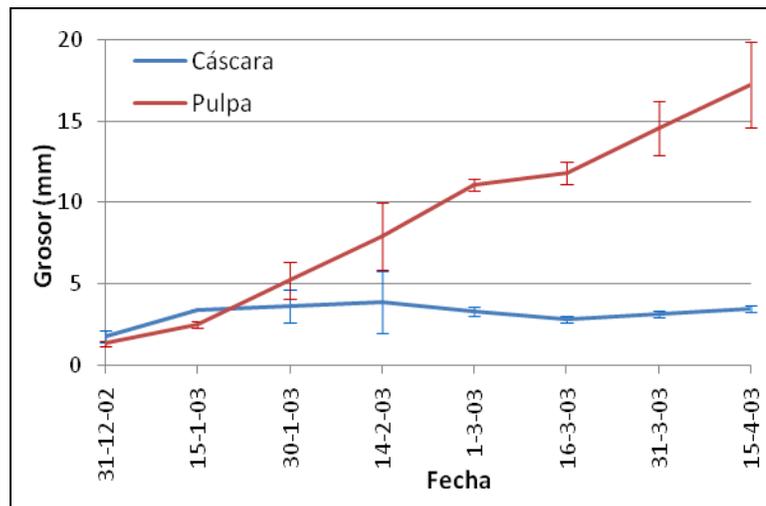


Figura 10. Desarrollo del grosor de cáscara (exocarpo + mesocarpo) y pulpa (endocarpo) en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Swingle, con orientación Este, en Mallarauco, Región Metropolitana. Se utilizaron 3 frutos por orientación y fecha, \pm DS.

Efecto del portainjerto Troyer, orientación Oeste

A diferencia de lo observado en los frutos de Clemenules sobre Swingle, orientación Oeste, sólo en el primer registro se obtuvo un grosor de cáscara igual al de la pulpa de los frutos (Figura 11), constatándose a partir de la segunda medición en adelante, un mayor grosor de pulpa respecto de la cáscara.

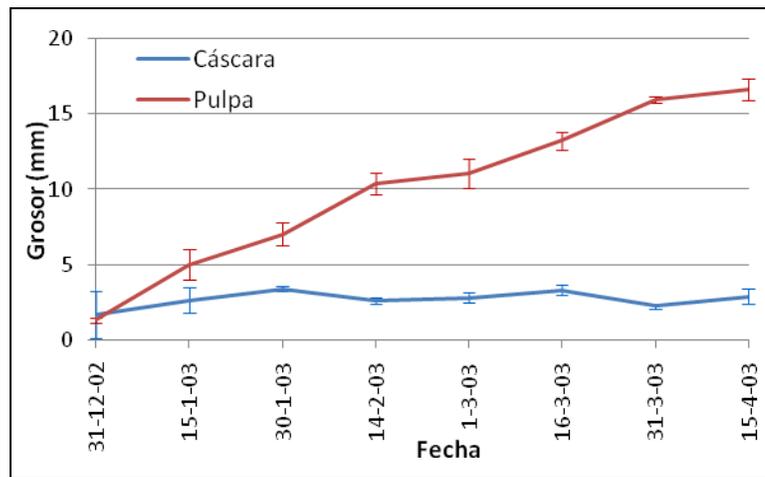


Figura 11. Desarrollo del grosor de cáscara (exocarpo + mesocarpo) y pulpa (endocarpo) en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Troyer, con orientación Oeste, en Mallarauco, Región Metropolitana. Se utilizaron 3 frutos por orientación y fecha, \pm DS.

Efecto del portainjerto Troyer, orientación Este

Igual a lo ocurrido en el portainjerto Swingle Este, en Troyer Este se presentó una tendencia a un mayor grosor de cáscara respecto de los frutos con orientación Oeste. La cuarta medición efectuada el día 14 de febrero, presentó registros de cáscara y pulpa promedio similares, de 5,81 y 6,15 mm, respectivamente (Figura 12).

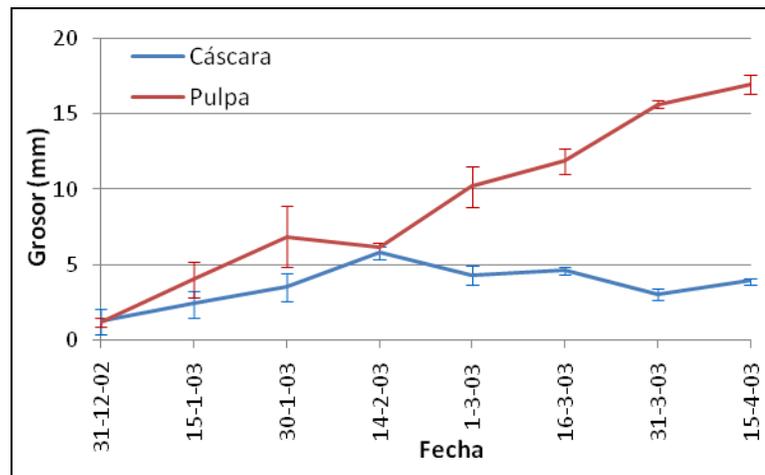


Figura 12. Desarrollo del grosor de cáscara (exocarpo + mesocarpo) y pulpa (endocarpo) en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Troyer, con orientación Este, en Malla-rauco, Región Metropolitana. Se utilizaron 3 frutos por orientación y fecha, \pm DS.

No hubo diferencias entre portainjertos, en estados tempranos de desarrollo del fruto, en: grosor de pulpa (Apéndice I, Cuadro I-2), y grosor de cáscara (Apéndice I, Cuadro I-3).

Relación pulpa/cáscara en Clemenules en ambos portainjertos, según orientación

En general, se observa un alza constante en la relación pulpa/cáscara en fruta de Clemenules sobre portainjerto Swingle, para ambas orientaciones. A partir de la tercera medición se aprecia una mayor relación pulpa/cáscara en la orientación Oeste, y a partir de esta fecha se obtuvo diferencias significativas entre la fruta con exposición Oeste y Este. Esto quiere decir que los frutos con esta orientación, tendrían un grosor de cáscara menor (Figura 13).

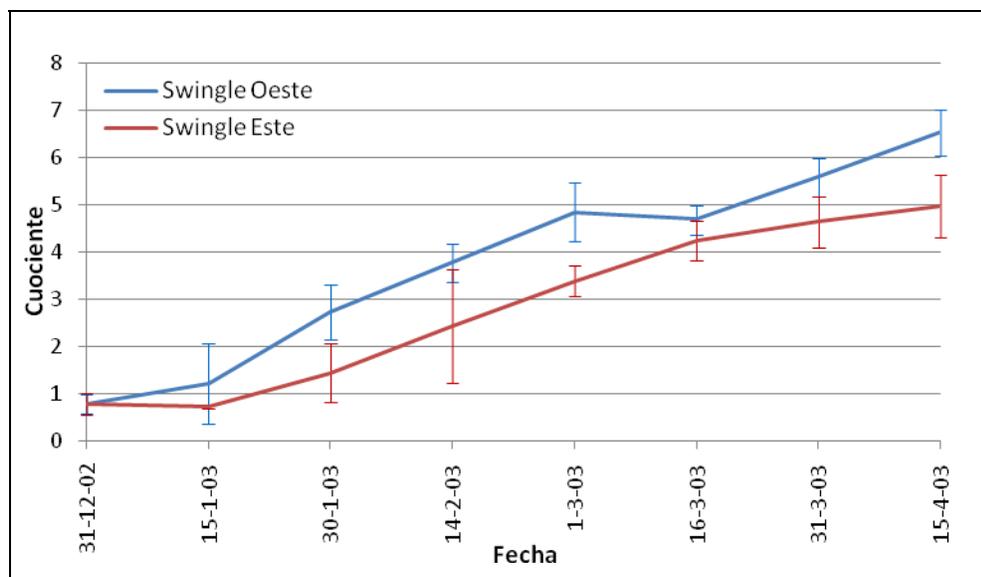


Figura 13. Relación entre pulpa y cáscara en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Swingle, con orientaciones Oeste y Este. Los valores corresponden a la media de 5 frutos por orientación y fecha, \pm DS.

La fruta sobre Troyer presentó un comportamiento irregular en este parámetro, para ambas orientaciones, con alzas y bajas, probablemente producto del muestreo, no obstante, se observó un comportamiento similar para ambas orientaciones (Oeste y Este). Sin embargo, en 5 de las 8 fechas hubo diferencias significativas a favor de la fruta con orientación Oeste, al igual que en Swingle (Figura 14).

Ello podría deberse a que las mayores temperaturas alcanzadas en esta cara por los árboles, en los meses más cálidos, provocaría un menor desarrollo de la cáscara (Apéndice II), con una mayor velocidad en el llenado de las vesículas de jugo. Esto ocurre al inicio de la fase II de desarrollo del fruto (figuras 13 y 14), que comienza desde el final de la caída fisiológica de los frutos cuajados (Lolic, 2002).

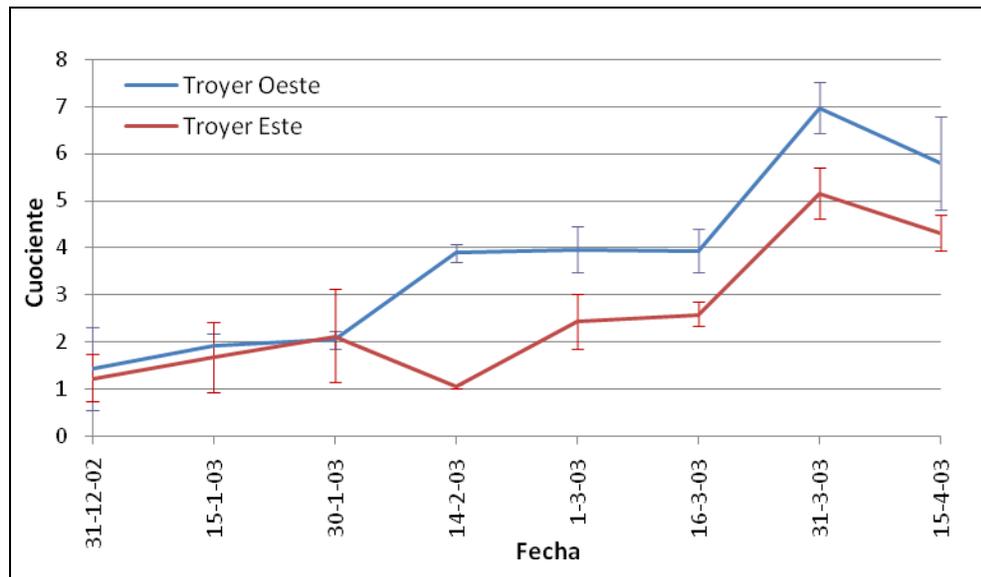


Figura 14. Relación entre pulpa y cáscara en frutos de Clemenules, sobre portainjerto Troyer), con orientaciones Oeste y Este. Los valores corresponden a la media de 5 frutos por orientación y fecha, \pm DS.

No hubo diferencias significativas en la relación entre pulpa y cáscara, entre portainjertos para estados temprano de desarrollo del fruto (Apéndice I, Cuadro I-4) para las orientaciones Oeste y Este.

Temperatura

Los frutos del lado Este tuvieron temperaturas de pulpa menores durante su crecimiento.

Efectos de la orientación en el desarrollo del fruto de Clemenules

Se obtuvo una diferencia significativa en la temperatura de la pulpa en los frutos entre las orientaciones Oeste y Este; dependiendo del horario y del día (Apéndice IV). La temperatura de la fruta al comenzar el día fue superior del lado Este, pues esta fruta quedó expuesta a la radiación solar por la mañana, para luego quedar equiparada alrededor del medio día entre ambas caras del árbol. En la tarde la fruta con orientación Este quedó a la sombra del árbol y la incidencia solar fue atenuada por hojas y ramas; todo lo contrario pasó con la fruta con exposición Oeste, donde a partir de las 14:00 h la temperatura fue superior. Cabe destacar que los setos sólidos N-S reciben la máxima radiación en el solsticio de verano y baja después hasta el otoño (Gil, 2000). La cantidad de horas luz estival es mayor que la invernal lo que permitiría a esta fruta (Oeste) contar con una temperatura mayor (Anexo, Figura 18), debido a la mayor radiación solar interceptada por la fruta con exposición Oeste.

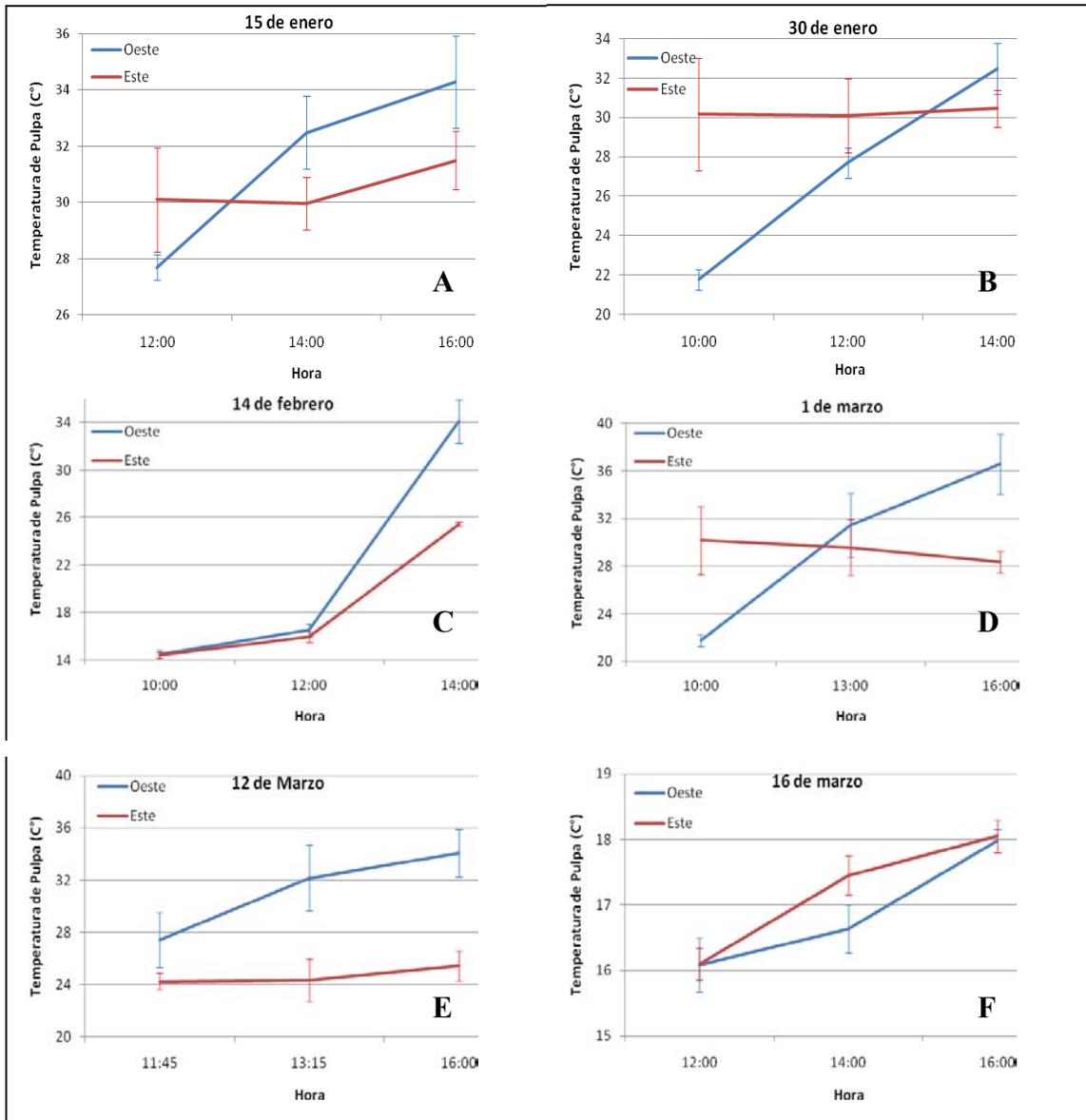


Figura 15. Temperatura de pulpa en frutos de Clementines, los días 15 y 30 de enero, 14 de febrero, 1, 12 y 16 de marzo. Los valores corresponden a la media de 6 frutos por orientación \pm D.S.

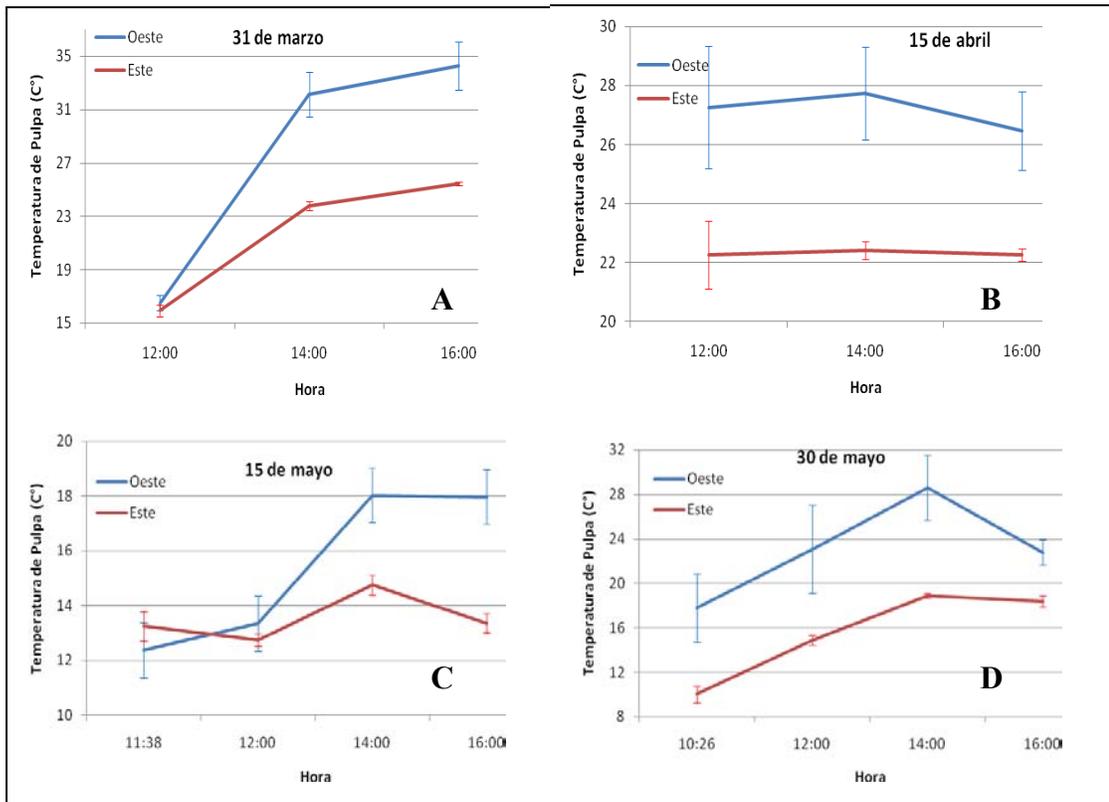


Figura 16. Temperaturas de pulpa en frutos de Clementines, los días 31 de marzo, 15 de abril, 15 y 30 de mayo. Los valores corresponden a la media de 6 frutos por orientación \pm D.S.

Se observa que la temperatura de pulpa fue similar para ambas caras del árbol hasta el medio día. Posteriormente, se observó una mayor temperatura de pulpa en la fruta del lado Oeste del árbol.

La fruta con orientación Oeste registró una temperatura superior la mayor parte del tiempo, respecto a la fruta con orientación Este (Figuras 15 y 16).

Entre los portainjerto Swingle y Troyer, no se determinó una diferencia significativa sobre la temperatura de pulpa (Apéndice IV).

Clorofila

Se elaboró de una ecuación que establece la relación entre las lecturas SPAD y los niveles de clorofila en las hojas, relacionando las lecturas ópticas tomadas en el huerto, con los resultados del espectrofotómetro. La curva de calibración es: $y = 0,22x - 10,94$ con un $R^2 = 0,54$ (Figura 17).

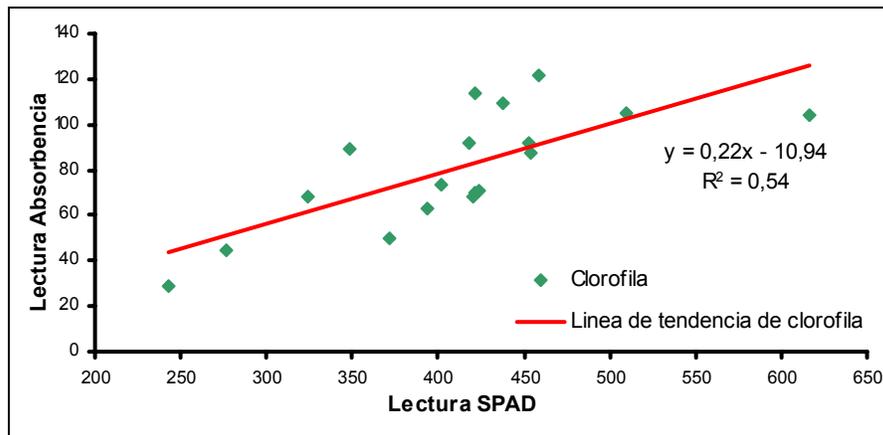


Figura 17. Curva de calibración entre las lecturas del espectrofotómetro y los niveles de clorofila en las hojas, en huerto de Clemenules, Mallarauco, Región Metropolitana.

El requerimiento de luz promedio (plena luz solar) de una hoja de cítricos para funcionar óptimamente es, aproximadamente, 30% de plena luz solar. Así el nivel de 30% se vuelve limitado muy cerca del sector externo de la copa del árbol (dentro de 90 cm hacia el interior) (Rabe, 1999).

Efecto de la orientación y del portainjerto sobre el nivel de clorofila en las hojas.

No existe diferencia significativa en la concentración de clorofila alcanzada en las distintas orientaciones para cada portainjerto en particular (Cuadro 1), aunque en la orientación Oeste se observaron valores menores respecto a los obtenidos del lado Este del árbol, lo cual podría deberse a que las plantas se protegen de un posible estrés foto-oxidativo, regulando la concentración de clorofilas en las hojas, disminuyendo así la absorción de luz (Pastenes, 2005), esto debido a la mayor exposición a la radiación solar del lado Oeste (Anexo, Figura 18).

Cuadro 1. Concentración de clorofila registrada en las hojas de los árboles de Clemenules en ambas orientaciones (Oeste y Este) injertados sobre Swingle y Troyer.

	Clorofila ($\mu\text{g. cm}^{-2}$)
Portainjerto	
Swingle	12,97 a
Troyer	9,50 b
Orientación	
Oeste	10,44 a
Este	12,04 a
Portainjerto x Orientación	
Swingle Oeste	12,79
Swingle Este	13,15
Troyer Oeste	8,08
Troyer Este	10,93
Significancia	
Portainjerto	*
Orientación	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.

Letras diferentes sobre la fila indican diferencia significativa para un mismo portainjerto ($\alpha \leq 0,05$).

Se observaron diferencias significativas entre los dos portainjertos evaluados, en ambas orientaciones, presentando las hojas de Clemenules sobre Swingle, mayores niveles de clorofila que las hojas sobre Troyer (Cuadro 1).

Los carotenoides y la clorofila absorben la energía radiante que es utilizada para la fotosíntesis.

Una adecuada cantidad de clorofila permitiría un eficiente transporte de electrones para reducir NADPH^+ , utilizado para la fijación o reducción de carbono, contribuyendo al aumento del metabolismo y del crecimiento de las plantas. Generalmente, los portainjertos que presentan mayor vigor también presentan mayores niveles de clorofila (Araújo *et al.*, 2003). Una reducida síntesis de clorofila en la hoja afecta directamente la dotación de cadenas carbonadas para el óptimo desarrollo de la planta y la fruta (Callejas *et al.*, 2004). En este estudio Swingle sería el portainjerto más vigoroso debido a la mayor cantidad de clorofila presente en sus hojas.

Cosecha, efecto de la orientación y el portainjerto sobre:

Número de frutos

La primera cosecha fue significativamente superior en el lado Oeste respecto del lado Este del árbol (Cuadro 2), mientras que en las 3 cosechas restantes no se obtuvo diferencias significativas entre ambos lados del árbol. Esta situación se produjo en ambos portainjertos.

Cuadro 2. Producción de frutos de Clemenules, porcentajes parciales, por cosechas y orientación, sobre portainjerto Swingle y Troyer.

	Porcentaje de frutos promedio por árbol								Total
	(30 mayo)		(09 junio)		(18 junio)		(09 julio)		
	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	
Swingle	21% a	9% b	24% a	14% a	9% a	9% a	8% a	6% a	100%
Troyer	24% a	4% b	17% a	10% a	16% a	14% a	6% a	9% a	100%

Letras diferentes sobre la fila para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

El portainjerto citrumelo Swingle produjo un total de frutos significativamente superior por árbol, con cerca del doble que citrange Troyer (Cuadro 3).

Éstos resultados concuerdan con los observados por Pozo (2005), quien obtuvo 910,6 y 561,0 frutos para los portainjertos Swingle y Troyer, respectivamente, demostrando el mayor rendimiento de fruta inducida por citrumelo Swingle en Clemenules. En clementinas (Joublan y Cordero, 2002) y en naranjos var. Hamlim (Wutscher y Blistline, 1988) también se obtuvieron valores superiores en la fruta sobre portainjerto Swingle.

Cuadro 3. Número de frutos por árbol en Clemenules, para cada orientación, Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer.

	Número de frutos por árbol				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	128 a	158 a	73 a	58 a	418 a
Troyer	58 b	57 b	64 a	31 a	209 b
Orientación					
Oeste	138 a	136 a	71 a	45 a	390 a
Este	48 b	79 a	66 a	44 a	237 b
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	178	201	75	67	521
Swingle Este	79	116	71	49	315
Troyer Oeste	98	71	67	23	259
Troyer Este	17	43	60	38	158
Significancia					
Portainjerto	*	*	N.S.	N.S.	*
Orientación	*	N.S.	N.S.	N.S.	*
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras minúsculas diferentes sobre la fila para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Letras mayúsculas diferentes sobre la columna para cada cosecha y orientación indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Se obtuvo un número de 390 frutos en la orientación Oeste, resultado significativamente superior al observado en la orientación Este (237) (Cuadro 3).

Peso de la fruta

Se apreció un peso significativamente mayor en el lado Este del árbol sólo en la cosecha con fecha 30 de mayo. Esta diferencia en el peso de los frutos estaría relacionada con la carga frutal, ya que, coincidentemente, en el lado Este se observó un menor número de frutos. Esta menor cantidad de frutos determinaría un mayor peso individual de éstos, por una mayor disponibilidad de agua, nutrientes y fotosintatos (Reitz y Embleton (1986), citado por Arentsen, 2002).

Cuadro 4. Peso promedio de fruto de Clemenules, para cada orientación, Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer.

	Peso promedio de la fruta (g)				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	58,8 b	58,3 b	60,9 b	69,2 b	61,9 b
Troyer	84,4 a	83,6 a	81,0 a	92,6 a	85,4a
Orientación					
Oeste	68,0 b	67,8 a	70,7 a	86,4 a	73,2 a
Este	75,2 a	74,1 a	71,3 a	76,0 a	74,2 a
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	55,1	55,6	59,4	69,2	59,8
Swingle Este	62,5	61,1	62,5	70,3	64,1
Troyer Oeste	80,9	80,0	81,9	103,5	86,6
Troyer Este	87,9	87,2	80,1	81,7	84,2
Significancia					
Portainjerto	*	*	*	*	*
Orientación	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Además, el peso total promedio de los frutos fue significativamente mayor en el portainjerto Troyer, respecto a Swingle con un peso individual promedio 37,89% superior (Cuadro 4).

Respecto a los portainjertos, se observó que el peso de frutos de Clemenules, en las cuatro cosechas, fue estadísticamente mayor sobre el portainjerto Troyer que sobre Swingle (Cuadro 4). Este mayor peso de fruta, fue en porcentajes distintos. Estos resultados también concuerdan con los observados por Roose *et al.* (1989) y Georgiou (2002), quienes afirmaron que Troyer induce un mayor peso de los frutos, al igual que Pozo (2005) en Mallarauco, cuyos resultados fueron un peso promedio de fruto de 59,63g sobre Swingle y 72,37g sobre Troyer. Por el contrario, Joublan y Cordero (2002), establecen en su estudio, realizado en la VIII Región (Quillón), que Swingle presenta un peso de fruto superior. Entre el peso promedio total de la fruta de los lados Oeste y Este, no se observaron diferencias estadísticas (Cuadro 4).

Producción por árbol

La producción por árbol fue significativamente superior en el lado Oeste en la primera cosecha. En cuanto a los portainjertos, la producción total fue significativamente superior en el patrón Swingle, con un promedio 44,6% mayor a Troyer, marcando una diferencia estadística, tal como señala Pozo (2005).

Cuadro 5. Producción promedio de Clemenules por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Producción por árbol (kg)				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	7,29 a	8,73 a	4,50 a	3,73 a	24,24 a
Troyer	4,66 a	4,60 b	4,88 a	2,63 a	16,76 b
Orientación					
Oeste	8,75 a	8,00 a	4,80 a	3,25 a	24,80 a
Este	3,20 b	5,33 a	4,58 a	3,10 a	16,19 b
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	9,70	10,60	4,55	4,20	29,05
Swingle Este	4,87	6,85	4,45	3,25	19,42
Troyer Oeste	7,80	5,40	5,05	2,30	20,55
Troyer Este	1,52	3,80	4,70	2,95	12,97
Significancia					
Portainjerto	N.S.	*	N.S.	N.S.	*
Orientación	*	N.S.	N.S.	N.S.	*
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

La producción total por orientación, fue estadísticamente diferente, presentando el lado Oeste 53,13% más de producción, que lado Este.

En el Cuadro 6 se muestra un resumen de la temporada 2003, destacando un mayor número de frutos por árbol tanto en el portainjerto Swingle como en Troyer para la orientación Oeste y también un mayor número de frutos por árbol en el portainjerto Swingle tanto en la orientación Oeste como Este. En el caso de la producción por árbol, se obtuvo un comportamiento similar al observado para el número de frutos por árbol. Respecto al peso del fruto no se estableció diferencia significativa entre ambas orientaciones para la fruta producida sobre Swingle y Troyer, no obstante para las orientaciones Oeste y Este el fruto sobre Troyer alcanzó un peso significativamente mayor.

Cuadro 6. Producción temporada 2003, número promedio de frutos por árbol, peso promedio de fruto por árbol y producción promedio de fruta por árbol sobre diferente Orientación y Portainjerto. Se evaluó el total de los frutos (5013).

	Swingle		Troyer		Oeste		Este	
	Oeste	Este	Oeste	Este	S	T	S	T
Nº frutos / árbol	521 a	315 b	259 a	158 b	521 a	259 b	315 a	158 b
Peso promedio (g)	59,8a	64,1a	86,6a	84,2a	59,8b	86,6a	64,1b	84,2a
Prod. árbol (kg)	29,05a	19,42b	20,55a	12,97b	29,05a	20,55b	19,42a	12,97b

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Diámetro de los frutos

Con respecto al diámetro polar, el diámetro ecuatorial y su relación (P/E), entre orientaciones, no se apreció diferencia significativa en ninguna de las cuatro cosechas efectuadas, para la fruta sobre Swingle, ni tampoco para la fruta sobre Troyer (Cuadro 7), estimándose que la orientación de la fruta no conferiría ninguna característica especial respecto de un mayor o menor diámetro de los frutos.

Cuadro 7. Diámetro polar de Clemenules por cosechas, para cada orientación, Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y orientación por cosecha.

	Diámetro polar de la fruta (mm)				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	45,9 b	45,7 b	49,1 a	49,8 a	47,6 b
Troyer	51,5 a	51,6 a	52,0 a	51,3 a	51,6 a
Orientación					
Oeste	48,8 a	48,7 a	50,4 a	50,3 a	49,6 a
Este	48,5 a	48,6 a	50,6 a	50,9 a	49,7 a
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	45,9	45,7	49,7	50,1	47,8
Swingle Este	45,9	45,8	48,4	49,6	47,4
Troyer Oeste	51,8	51,7	51,2	50,4	51,3
Troyer Este	51,2	51,5	52,8	52,2	51,9
Significancia					
Portainjerto	*	*	N.S.	N.S.	*
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre filas para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 8. Diámetro ecuatorial de Clemenules por cosechas, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y orientación por cosecha.

	Diámetro ecuatorial de la fruta				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	51,9 b	52,6 b	55,8 a	56,4 a	54,2 b
Troyer	57,1 a	56,7 a	57,2 a	56,9 a	57,0 a
Orientación					
Oeste	53,8 a	54,3 a	56,3 a	56,2 a	55,1 a
Este	55,2 a	55,0 a	56,7 a	57,1 a	56,0 a
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	51,0	52,2	56,3	55,9	53,9
Swingle Este	52,7	52,7	55,3	56,9	54,4
Troyer Oeste	56,5	56,1	56,4	56,5	56,3
Troyer Este	57,8	57,3	58,1	57,4	57,6
Significancia					
Portainjerto	*	*	N.S.	N.S.	*
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre filas para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Analizando el efecto del portainjerto, la fruta sobre Troyer presentó un diámetro polar superior a la fruta sobre Swingle en todas las cosechas realizadas, para ambas orientaciones (Cuadro 7). Respecto al diámetro ecuatorial de la fruta, en ambas orientaciones (Oeste-Este), se observó que la fruta sobre portainjerto Troyer presentó, en las cuatro cosechas, mayor valor que Swingle, siendo esto significativo en las dos primeras cosechas (Cuadro 8). Estos resultados reafirman lo expresado por Pozo (2005) y resultan contradictorios a los establecidos por Joublan y Cordero (2002), quienes obtuvieron valores opuestos, tanto para el diámetro polar como para el diámetro ecuatorial. En cuanto a la relación entre diámetros (polar/ecuatorial), en el lado Oeste del árbol se observó diferencia significativa entre los frutos sobre Swingle y Troyer en las cosechas del 9 y 18 de junio. No obstante, en el lado Este del árbol, todas las cosechas presentaron un cociente significativamente mayor en la fruta sobre patrón Troyer.

Cuadro 9. Relación diámetro polar / diámetro ecuatorial por cosechas, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y orientación por cosecha.

	Relación P/E* (diámetro polar / diámetro ecuatorial)				
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	Promedio
Portainjerto					
Swingle	0,89 a	0,87 b	0,88 b	0,89 a	0,88 b
Troyer	0,90 a	0,91 a	0,91 a	0,90 a	0,91 a
Orientación					
Oeste	0,91 a	0,90 a	0,90 a	0,90 a	0,90 a
Este	0,88 b	0,89 a	0,90 a	0,89 a	0,89 b
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	0,90	0,87	0,88	0,90	0,89
Swingle Este	0,87	0,87	0,88	0,88	0,87
Troyer Oeste	0,92	0,92	0,91	0,90	0,91
Troyer Este	0,87	0,90	0,91	0,91	0,90
Significancia					
Portainjerto	N.S.	*	*	N.S.	*
Orientación	*	N.S.	N.S.	N.S.	*
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre filas para cada cosecha indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

*P/E: Diámetro Polar / Diámetro Ecuatorial.

La relación diámetro P/E determina la forma de los frutos (Lizana y Errázuriz, 1980). En Clemenules la relación largo /ancho debe ser menor a uno, lo que equivale a una forma oblonga del fruto (Ortúzar, 1999), lo cual se observó en la fruta proveniente de los portainjertos Swingle y Troyer, y en ambas orientaciones. Saavedra (2004), también estableció una relación largo/ancho inferior a uno en mandarinas Clemenules sobre los patrones N. agrio (0,96), Carrizo (0,94), Rubidoux (0,90) y X-639 (0,93), similares a los resultados obtenidos en los frutos sobre los patrones Swingle y Troyer, en este ensayo.

La relación P/E (d. polar / d. ecuatorial) fue significativamente menor para la fruta obtenida sobre Swingle, esto quiere decir que éste presentaría una conformación volumétrica ligeramente más achatada, a diferencia de la fruta sobre Troyer, que mostraría una forma más esférica.

Desarrollo del color en la fruta

En la cosecha efectuada el 30 de mayo se observó, en los frutos sobre Swingle, un porcentaje mayor de fruta de color naranja en el lado Oeste del árbol (Cuadro 11). Esto se debería a un mayor tiempo de exposición a la radiación solar de la fruta de este lado del árbol (Anexo, Figura 18), por lo cual la fruta con esta exposición adquiere una mayor temperatura que la del lado Este al finalizar el día. A su vez, la amplitud térmica entre la fruta y la temperatura ambiente sería superior en el lado Oeste del árbol. Cabe destacar, que en general cuando el ambiente ofrece una gran radiación solar, influye dando una calidad de fruto superior, debido a una mayor intensidad de coloración (Huerta, 2002). Al aproximarse la maduración, la coloración externa de los frutos cambió, bajo la influencia de los factores climáticos, principalmente de la temperatura ambiente la que descendió progresivamente (Apéndice II) con los primeros días del otoño. Los pigmentos clorofílicos de la epidermis serían poco a poco reemplazados por pigmentos carotenoides responsables de la coloración anaranjada (Almela y Agustí, 1992).

Cuadro 10. Proporción de fruta de color naranja, por cosechas, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y orientación por cosecha.

	Proporción de fruta color naranja (%)				Promedio
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)	
Portainjerto					
Swingle	36,6 a	85,4 a	86,5 a	85,4 a	73,5 a
Troyer	29,2 a	46,1 b	87,5 a	88,5 a	62,8 a
Orientación					
Oeste	45,8 a	78,1 a	92,7 a	91,7 a	77,1 a
Este	19,9 b	54,2 b	81,3 a	82,3 a	59,4 b
Portainjerto x Orientación					
Swingle Oeste	47,9	93,8	91,7	93,8	81,8
Swingle Este	25,2	77,1	81,3	77,1	65,2
Troyer Oeste	43,8	62,5	93,8	89,6	72,4
Troyer Este	14,6	31,3	81,3	87,5	53,7
Significancia					
Portainjerto	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.
Orientación	*	*	N.S.	N.S.	*
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Cuadro 11. Proporción de fruta color, para cada cosecha y orientación en Clemenules injertadas sobre Swingle. Se utilizó una muestra de 12 frutos por orientación y cosecha.

Proporción de fruta Single								
Color fruta	(30 mayo)		(09 junio)		(18 junio)		(09 julio)	
	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este
Naranja (%)	47,9 a	25,2 b	93,8 a	77,1 a	91,7 a	81,3 a	93,8 a	77,1 a
Virado (%)	52,1 a	51,1 a	6,3 a	20,8 a	8,3 a	18,8 a	6,3 a	16,7 a
Verde (%)	0,0 b	23,7 a	0,0 a	2,1 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	6,3 a

Letras diferentes sobre la fila para cada color y para cada cosecha, indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Al analizar la coloración de la fruta sobre el patrón Troyer en la orientación Oeste, se observó un mayor desarrollo del color, estadísticamente significativo para las cosechas del 30 de mayo y 9 de junio, obteniéndose un porcentaje superior de fruta de color naranja y menor porcentaje de color verde, al revés de lo que se obtuvo para el lado Este del árbol (Cuadro 12).

Cuadro 12. Proporción de fruta color, para cada cosecha y orientación en Clemenules injertadas sobre Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por orientación y cosecha.

Proporción de fruta Troyer								
Color fruta	(30 mayo)		(09 junio)		(18 junio)		(09 julio)	
	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este
Naranja (%)	43,8 a	14,6 b	62,5 a	31,3 b	93,8 a	81,3 a	89,6 a	87,5 a
Virado (%)	56,3 a	72,2 a	37,5 a	56,3 a	6,3 a	18,8 a	10,4 a	12,5 a
Verde (%)	0,0 b	13,2 a	0,0 b	12,5 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Letras diferentes sobre la fila para cada color y para cada cosecha, indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Cuadro 13. Proporción de fruta de color virado, por cosechas, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Proporción de fruta color virado (%)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	51,6 a	13,5 b	13,5 a	11,5 a
Troyer	64,2 a	46,9 a	12,5 a	11,5 a
Orientación				
Oeste	54,2 a	21,9 a	7,3 a	8,3 a
Este	61,7 a	38,5 a	18,8 a	14,6 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	52,1	6,3	8,3	6,3
Swingle Este	51,1	20,8	18,8	16,7
Troyer Oeste	56,3	37,5	6,3	10,4
Troyer Este	72,2	56,3	18,8	12,5
Significancia				
Portainjerto	N.S.	*	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Al sumar las cuatro cosechas, se observó la existencia de un porcentaje mayor de fruta con color naranja y menos fruta con color verde en el lado Oeste de los árboles de Clemenules, respecto del lado Este de los mismos, injertados sobre Swingle y sobre Troyer (Cuadro 14).

Cuadro 14. Distribución porcentual del total de las cosechas según color para cada portainjerto y orientación. Se utilizaron 48 frutos por árbol y lado.

Color fruta	Swingle		Troyer	
	Oeste	Este	Oeste	Este
Naranja (%)	81,8 a	65,2 b	72,4 a	53,6 b
Virado (%)	18,2 a	26,8 a	27,6 a	39,9 a
Verde (%)	0,0 b	8,0 a	0,0 b	6,4 a

Letras diferentes sobre la fila para cada portainjertos y orientación indican diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 15. Proporción de fruta de color verde, por cosechas, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Proporción de fruta color verde (%)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	11,8 a	1,0 b	0,0 a	3,1 a
Troyer	6,6 a	6,3 a	0,0 a	0,0 a
Orientación				
Oeste	0,0 b	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Este	18,4 a	7,3 a	0,0 a	3,1 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	0,0	0,0	0,0	0,0
Swingle Este	23,7	2,1	0,0	6,3
Troyer Oeste	0,0	0,0	0,0	0,0
Troyer Este	13,2	12,5	0,0	0,0
Significancia				
Portainjerto	N.S.	*	N.S.	N.S.
Orientación	*	*	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

No se observaron efectos del portainjerto en el desarrollo del color promedio de los frutos de Clemenules, no hubo diferencia significativa entre citrumelo Swingle y citrange Troyer, a excepción de la cosecha II (Cuadros 10,13 y 15).

Efectuado un análisis de correlación (r), se encontró, una excelente relación entre el peso de los frutos y el diámetro ecuatorial de éstos, observándose una relación lineal entre ellos, siendo esta correlación levemente menor en el caso del diámetro polar, pero igualmente muy buena, lo cual permitió la utilización de estos dos parámetros como herramientas estimadoras del crecimiento de los frutos (Cuadro 16). El grosor de cáscara tuvo una buena correlación con el peso del fruto, mientras que el porcentaje de jugo mostró una muy buena correlación con el peso del fruto, a excepción de Troyer Oeste, que presentó una relación moderada.

Cuadro 16. Correlaciones (r) entre el peso del fruto de Clemenules con respecto a distintos parámetros de crecimiento de fruto, para diferentes portainjertos y orientaciones.

	Coeficiente de correlación			
	D. ecuatorial	D. polar	Grosor cáscara	% de Jugo
Swingle Oeste	0,97	0,91	0,68	0,77
Swingle Este	0,97	0,88	0,68	0,76
Troyer Oeste	0,97	0,89	0,64	0,59
Troyer Este	0,95	0,87	0,69	0,85

Grosor de cáscara y pulpa

La fruta con orientación Este presentó un mayor grosor de cáscara en todas las cosechas efectuadas, siendo significativa esta diferencia en la primera cosecha y en el promedio general (Cuadro 17). Por otra parte, el grosor de pulpa presentó diferencias insignificantes, siendo mayor en el lado Este del árbol en las cosecha II y IV y mayor en el lado Oeste del árbol en las cosechas I y III (Cuadro 18).

Las relaciones entre los parámetros grosor de cáscara (flavedo + alvedo) y grosor de pulpa (endocarpo) dieron, como resultado, la existencia de un cociente mayor en la cara Oeste, en todas las cosechas, para ambos portainjertos (Cuadros 19).

Cuadro 17. Grosor de la cáscara, por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Grosor de cáscara (mm)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	3,3 a	3,2 a	3,7 a	3,9 a
Troyer	3,2 a	3,3 a	3,2 b	3,4 a
Orientación				
Oeste	3,1 b	3,1 a	3,4 a	3,5 a
Este	3,4 a	3,4 a	3,5 a	3,8 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	3,2	3,0	3,8	3,7
Swingle Este	3,5	3,3	3,7	4,0
Troyer Oeste	3,0	3,2	3,0	3,3
Troyer Este	3,3	3,5	3,4	3,5
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	*	N.S.
Orientación	*	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Los resultados obtenidos en el Cuadro 19, demuestran la influencia que tendría la ubicación (Oeste-Este) de la fruta de mandarina en el árbol, sobre el grosor de la cáscara.

El desplazamiento aparente del sol durante el día (Este – Oeste), consecuencia del movimiento de rotación de la tierra, determinaría una menor cantidad de iluminación del lado Este (Anexo, Figura 18), la cual disminuiría aún más, producto de la presencia de un cerro y la alta frecuencia de neblinas durante la mañana en el lugar donde se realizó el estudio, lo que afectaría sólo al lado Este del árbol. Esto explicaría los menores registros térmicos que presentó la fruta del lado Este, provocando un incremento en el grosor de la cáscara de éste lado, debido a que la fase I se prolongaría en el tiempo, dando como resultado una mayor división celular, lo que originaría, una fruta con un mayor grosor de cáscara. Lo contrario ocurrirá del lado Oeste, donde la temperatura y luminosidad acortarán la fase I en la fruta con esta orientación (Cuadro 17).

El patrón Swingle, indujo mayor grosor de cáscara en la fruta que Troyer sólo en la cosecha III, no así en el promedio. Estos resultados concuerdan a lo establecido por Pozo (2005), quien no encontró influencia de los portainjertos Swingle y Troyer en el grosor de la cáscara (Cuadro 17).

Cuadro18. Grosor de la pulpa, por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Grosor de pulpa (mm)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	22,4 b	23,1 a	24,2 a	24,3 a
Troyer	25,0 a	25,0 b	25,8 a	25,1 a
Orientación				
Oeste	23,8 a	24,0 a	25,2 a	24,6 a
Este	23,6 a	24,1 a	24,8 a	24,8 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	22,4	23,2	24,4	24,2
Swingle Este	22,5	23,4	24,0	24,4
Troyer Oeste	25,2	24,9	26,0	25,0
Troyer Este	24,7	25,1	25,6	25,2
Significancia				
Portainjerto	*	*	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Troyer indujo mayor grosor de pulpa (endocarpo) que Swingle, en ambas orientaciones (Este y Oeste) y en todas las cosechas. Esto tiene directa relación con el llenado del fruto y con las mayores dimensiones que presentaron los frutos sobre este portainjerto (Cuadro 18).

La relación pulpa / cáscara, arrojó un cociente mayor en frutos sobre portainjerto Troyer, siendo este resultado significativamente mayor en las cosechas III, IV y en el promedio general. Esto se relaciona directamente con un mayor grosor de pulpa (endocarpo) inducido por Troyer, y con un menor grosor de cáscara de la fruta obtenida sobre este portainjerto (Cuadro 19). También existió una influencia de la orientación en esta relación, dando un mayor cociente a la orientación Oeste.

Cuadro 19. Relación Pulpa / Cáscara por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Relación Pulpa / Cáscara			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	7,2 a	7,7 a	7,0 b	6,8 b
Troyer	8,2 a	7,8 a	8,2 a	7,7 a
Orientación				
Oeste	8,1 a	8,0 a	7,7 a	7,5 a
Este	7,2 a	7,4 b	7,4 a	7,0 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	7,5	8,0	6,8	7,1
Swingle Este	6,9	7,4	7,1	6,5
Troyer Oeste	8,8	8,1	8,6	8,0
Troyer Este	7,6	7,4	7,8	7,5
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	*	*
Orientación	N.S.	*	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Porcentaje de jugo

Los portainjertos Swingle y Troyer (Cuadro 20) indujeron la misma cantidad de jugo en ambas orientaciones (Oeste-Este), no existiendo mayor influencia de la orientación de la fruta en el árbol para este parámetro. Este aspecto tiene gran importancia, no sólo para la producción de fruta para jugo, sino también en el mercado de fruta fresca (Ortúzar, 1999). Praloran (1977) y Cuquerella (2000), citados por Huerta (2002), indican, para mandarina clementina, que este índice correspondería al 40%, similar a los obtenidos en este estudio.

Cuadro 20. Porcentaje de jugo promedio en frutos de Clemenules por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Porcentaje de jugo (p/p)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	45,1 a	47,2 a	45,2 a	40,5 a
Troyer	49,2 a	46,4 a	46,8 a	40,0 a
Orientación				
Oeste	46,2 a	49,7 a	47,2 a	40,9 a
Este	48,1 a	43,9 a	44,9 a	39,6 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	45,4	50,7	45,5	41,0
Swingle Este	44,7	43,6	44,9	40,0
Troyer Oeste	47,0	48,6	48,8	40,8
Troyer Este	51,4	44,2	44,8	39,3
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada cosecha indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

El porcentaje de jugo, fue similar entre los portainjerto Swingle y Troyer (Cuadro 20), no existiendo diferencia significativa en ninguna de las cosechas.

Sólidos solubles totales (SST) y acidez total

No existieron diferencias significativas en sólidos solubles totales y acidez, entre ambas orientaciones, y entre portainjertos (Apéndice III, Cuadro III-1) y (Apéndice III, Cuadro III-2).

Los sólidos solubles totales se mantuvieron relativamente constantes durante todas las cosechas, presentando la fruta con orientación Oeste, sobre Swingle, en la primera cosecha, el resultado más bajo (Cuadro 21). Pozo (2005), trabajando con los mismos portainjertos, tampoco obtuvo diferencias significativas, para este parámetro.

Cuadro 21. Sólidos solubles totales en frutos de Clemenules por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Sólidos solubles totales (°Brix)			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	9,8 a	10,4 a	10,3 a	10,3 a
Troyer	10,5 a	10,3 a	10,2 a	10,2 a
Orientación				
Oeste	10,1 a	10,5 a	10,5 a	10,5 a
Este	10,2 a	10,2 a	10,0 a	10,0 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	9,5	10,6	10,5	10,4
Swingle Este	10,1	10,3	10,2	10,2
Troyer Oeste	10,7	10,4	10,6	10,6
Troyer Este	10,3	10,1	9,9	9,85
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

La acidez del jugo es otro aspecto de gran importancia dentro de los cítricos dulces, siendo fundamentalmente al ácido cítrico el más importante (Agustí y Almeda, 1991).

La fruta debería tener niveles de acidez entre 1,2% y 0,7% al momento de consumo, dependiendo del nivel de azúcar (Ortúzar, 1999). Por este motivo, la fecha de cosecha es clave, a medida que avanza el estado de madurez la acidez disminuye, pudiendo llegar a 0,5% (Ortúzar, 1999), lo que daría origen a un sabor insípido (Saavedra, 2004). Esto es producto de la maduración del fruto, a consecuencia de una dilución provocada por el aumento del tamaño de la fruta y de la metabolización de los ácidos, al ser utilizados como sustrato de respiración o como estructura de otras sustancias (Agustí, 2000c). Este fenómeno, aparentemente, ocurrió en la cosecha del 9 de julio, donde se observó una baja considerable de la acidez en los frutos, respecto de las cosechas anteriores, tanto sobre el portainjerto Swingle como sobre Troyer, con disminuciones de 34,7% y 27,5% (Cuadro 28) en la cara Oeste y de 37,2% y 20,8% (Cuadro 29) en la cara Este del árbol, respectivamente.

Cuadro 22. Acidez total en frutos de Clemenules por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Acidez total			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	1,10 a	0,98 a	1,04 a	0,76 a
Troyer	1,06 a	1,03 a	0,97 a	0,78 a
Orientación				
Oeste	1,06 a	0,98 a	1,01 a	0,78 a
Este	1,09 a	1,04 a	1,00 a	0,77 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	1,09	0,96	1,01	0,75
Swingle Este	1,10	1,01	1,07	0,78
Troyer Oeste	1,04	0,99	1,02	0,80
Troyer Este	1,07	1,07	0,93	0,77
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

En la relación SST/acidez, se apreció un menor cociente en Swingle con respecto a Troyer en la primera cosecha, para ambas caras del árbol, y en la 3ª cosecha, cara Este.

Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los portainjertos en ninguna de las orientaciones (Oeste-Este) sobre esta relación (Cuadro 23). También, se observó que la disminución de la acidez total de la fruta produce un incremento en la relación SST/acidez. Esta relación, por sí sola, no tiene ninguna significancia, debiendo ser considerada junto con los sólidos solubles para poder tener un mejor conocimiento de la palatabilidad de la fruta. Puede existir una fruta que tenga bajos sólidos, baja acidez y una “muy buena” relación entre ambos componentes del jugo, a pesar de ser de baja calidad (Ortúzar, 1999).

Cuadro 23. Relación sólidos solubles totales / acidez en frutos de Clemenules por cosecha, para cada orientación Oeste y Este, sobre portainjertos Swingle y Troyer. Se utilizó una muestra de 12 frutos por portainjerto y cosecha.

	Relación sólidos solubles totales / acidez			
	(30 mayo)	(09 junio)	(18 junio)	(09 julio)
Portainjerto				
Swingle	9,1 a	10,6 a	10,1 a	13,7 a
Troyer	10,0 a	8,9 a	10,7 a	13,3 a
Orientación				
Oeste	9,6 a	10,8 a	10,6 a	13,8 a
Este	9,5 a	8,7 a	10,2 a	13,2 a
Portainjerto x Orientación				
Swingle Oeste	8,8	11,1	10,7	13,9
Swingle Este	9,4	10,2	9,4	13,4
Troyer Oeste	10,4	10,6	10,4	13,6
Troyer Este	9,6	9,5	11,0	13,0
Significancia				
Portainjerto	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Portainjerto x Orientación	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

En base a los antecedentes obtenidos en este estudio y bajo las condiciones en que se realizó, se puede concluir:

- Ninguno de los dos portainjertos o exposición del árbol inciden sobre el crecimiento de la fruta.
- La cáscara de la fruta crece hasta finales de enero, para ambas caras y portainjertos; posteriormente el grosor del flavedo y albedo se mantiene estable hasta cosecha, sin sufrir cambios.
- El crecimiento de la pulpa es constante.
- No existe diferencias en la temperatura de pulpa entre portainjertos, sólo influye la hora del día sobre esta temperatura.
- El nivel de clorofila en el portainjerto citrange Troyer fue significativamente menor que citrumelo Swingle en ambas caras del árbol.
- La orientación Oeste induce un adelanto en la coloración de la fruta, en ambos portainjertos.
- La orientación Oeste induce una mayor producción de fruta.
- Citrumelo Swingle determina una mayor producción de fruta, tanto en kilogramos como número de frutos, por árbol.
- Citrange Troyer estimula un mayor calibre y peso de la fruta, respecto a citrumelo Swingle, al tener menor carga frutal.

- Existe una estrecha y directa relación entre el peso de la fruta y sus diámetros ecuatorial y polar, en ambos portainjertos.
- Existe una estrecha y directa relación entre peso de fruto y porcentaje de jugo.
- La orientación del árbol influye sobre el grosor de cáscara final del fruto, siendo la cara Este la que induce un mayor grosor. No existe influencia del portainjerto sobre este parámetro.
- Ninguno de los dos portainjertos u orientación de los árboles induce diferencias sobre otros parámetros de calidad interna del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍ, M. 2000a. Crecimiento y maduración del fruto. pp. 419-433. In: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Editorial McGrall-Hill, Interamericana. Madrid. España. 704 p.

AGUSTÍ, M. 2000b. El clima. Temperatura. pp. 107-112. In: Citricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. 416p.

AGUSTÍ, M. 2000c. La maduración del fruto. Constituyentes químicos de los frutos y su evolución. pp. 168-171. In: Citricultura. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. 416p.

AGUSTÍ, M. y V. ALMELÁ. 1991. La maduración del fruto. Constituyentes químicos de los frutos y sus cambios. pp. 184-194. In: Aplicación de fitorreguladores en citricultura. Editorial Aedos. Barcelona. España. 261 p.

ALMELÁ, V. y M. AGUSTÍ. 1992. La planta. Elementos de fisiología: crecimiento y desarrollo. pp. 52-61. In: Los Agrios. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 319 p.

ARAUJO, R.A., D.L. SIQUEIRA, C.A. MARTINEZ, e A.R. FERNANDES. 2003. Avaliação do crescimento, fluorescência e teores de clorofila de dez porta-enxertos de citros. p. 1-4. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Belém do Pará: SBF, 2003. Disponible en: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/fitotecnia/508.htm#_ftnref2 Leído: 9 de septiembre 2006.

ARENTSEN, J.I. 2002. Caracterización climática y de calidad de fruta en naranjas navel (*Citrus sinensis* L. (Osbeck)) cv. Newhall en nueve zonas citricolas de Chile. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 31 p.

CALLEJAS, R., M. GALLEGUILLOS, y C. BENAVIDES. 2004. Pérdidas de producción por fallas en la fecundación, competencia y anormal desarrollo de las bayas en vid vinífera. CEVID. Universidad de Chile. Disponible: <http://www.cevid.cl/articulos/CorrimientoMillarandageRCR.pdf>
Leído: 6 de septiembre 2006.

FRÍAS, M. 2003. La intercepción lumínica en frutales de hoja caduca. Revista Frutícola, 24 (2): 51-57.

GEORGIU, A. 2002. Evaluation of rootstocks for Clementine mandarin in Cyprus. Sci. Hort. 93: 29-38.

GIL, G. 2000. Diseño del huerto e intercepción de luz. Huerto de copa discontinua. Radiación e intercepción: latitud, orientación de la hilera y época del año. pp. 295-298. In: El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 342 p.

HUERTA, J. 2002. Manejo en post cosecha de mandarina clementina (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis Ing. Ejec. Agr. Universidad Arturo Prat. Iquique. Chile. 92 p.

JIMÉNEZ, M., J. CUQUERELLA and J. MARTÍNEZ. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture (Japan) 2: 750-753.

JOUBLAN, J.P. y N. CORDERO. 2002. Comportamiento de algunos cítricos sobre diferentes portainjertos, en su tercera temporada de crecimiento, Chillán, VIII Región, Chile. Agricultura Técnica. (Chile) 62 (3): 469-479.

LICHTENTHALER, H. and A. WELLBURN. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophyll *a* and *b* of leaf extract in different solvents. Biochemical Society transaction 603: 591-592.

LIZANA, L.M. y J.M. ERRAZURIZ. 1980. Calidad de la Naranja cv. Washington según época de cosecha y lugar de origen. *Simiente* 50: 154-161.

LOLIC, N. 2002. Evaluación de naranjas de media estación y tardías en nueve zonas del país. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 81 p.

MAZZUZ, C. F. 1996. Calidad de frutos cítricos. Manual para su gestión desde la recolección hasta la expedición. Ed. TECNIDEX. Ediciones de Horticultura. España. 317 p.

ORTÚZAR, J. 1999. La calidad de los frutos cítricos y los factores que la determinan. pp. 84-96. In: Seminario Internacional, Avances en Citricultura: Manejo de huertos y postcosecha. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 22-23 de Julio de 1999. Santiago, Chile.

PASTENES, C. 2005. Fotosíntesis en vides de interés enológico. Laboratorio de fisiología del estrés en plantas. Universidad de Chile. Disponible en: <http://www.gie.uchile.cl/publicaciones/cpaste0105.pdf> Leído: 1 de Agosto de 2006.

POZO, F.J. 2005. Efecto de los portainjertos citrange Troyer y Citrumelo Swingle sobre la producción y fruta de Clemenules. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago. 32 p.

RABE, E. 1999. Distancias de plantación y poda de cítricos. pp. 38-42. In: Seminario Internacional, Avances en Citricultura: Manejo de huertos y postcosecha. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago. Chile. 130 p.

RICHARDSON, A.C., K.B. MARSH, and E.A. MACRAE. 1999. Early-and mid-season temperature effects on the growth and composition of Satsuma mandarins. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74(4): 443-451

ROJAS, L. 1999. Los cítricos y los patrones adecuados. Universidad Nacional Agraria La Molina. 35 p. Disponible en: <http://www.lamololina.edu.pe/FACULTAD/Agronomia/horticultura/propagacion/reprodasexual/lduran.doc> Leído el 3 de Mayo 2006.

ROOSE, M. L., D. A. COLE, D. ATKIN and R. S. KUPPER. 1989. Yield and tree size four citrus cultivars on 21 rootstocks in California. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 678-684

SAAVEDRA, P. 2004. Comportamiento productivo de mandarinos cv. Clemenules sobre cuatro portainjertos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 30 p.

UNIVERSIDAD DE CHILE, EXPLORA, CONICYT, INSTITUTO DE EDUCACIÓN RURAL, LICEO TÉCNICO PROFESIONAL PAULINO Y MARGARITA CALLEJAS. 2003. Descubriendo la ciencia por medio de la relación Suelo-Agua-Planta. Guía de estudio N° 15. Disponible en: <http://agronomia.uchile.cl/extension/explora2003/files/Gu%EDa%2015.pdf#search=%22orientacion%20norte%20sur%20en%20frutales%22> Leído el 5 de Julio de 2005.

WUTSCHER, H. K. and F. W. BISTLINE. 1988. Performance of “Hamlin” orange on 30 citrus rootstocks in Southern Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (4): 493-497.

ZARAGOZA, S. 1997. Manejo, producción de mandarinas y clementinas en España. La postcosecha de mandarinas y clementinas (Madurez y almacenaje). pp. 1-19. In: Seminario Internacional de Cítricos. Fundación Chile. Fedefruta.

APÉNDICE I

Cuadro I-1. Prueba “t” de student, análisis del crecimiento de los frutos de Clemenules en los portainjertos Swingle y Troyer, con orientaciones (Oeste y Este) en base al diámetro ecuatorial y polar.

Parámetro	Prueba "t"	Análisis
Swingle Ecuatorial Oeste - Este	0,15	n.d.s
Swingle Polar Oeste - Este	0,14	n.d.s
Troyer Ecuador Oeste - Este	0,18	n.d.s
Troyer Polar Oeste - Este	0,17	n.d.s
Ecuador Oeste Swingle - Troyer	0,16	n.d.s
Ecuador Este Swingle - Troyer	0,15	n.d.s
Polar Oeste Swingle - Troyer	0,18	n.d.s
Polar Este Swingle - Troyer	0,17	n.d.s

n.d.s: no existió diferencia significativa

Cuadro I-2. Prueba “t” de student, análisis del grosor de pulpa (endocarpo) en frutos de Clemenules en los portainjertos Swingle y Troyer, con orientaciones (Oeste y Este) en base al diámetro ecuatorial.

Parámetro	Prueba "t"	Análisis
Swingle Oeste - Este	0,08	n.d.s
Troyer Oeste - Este	0,09	n.d.s
Oeste Citrumelo - Troyer	0,09	n.d.s
Este Citrumelo - Troyer	0,10	n.d.s

n.d.s: no existió diferencia significativa

Cuadro I-3. Prueba “t” de student, análisis del grosor de cáscara en frutos de Clemenules en los portainjertos Swingle y Troyer, con orientaciones (Oeste y Este) en base al diámetro ecuatorial.

Parámetro	Prueba "t"	Análisis
Swingle Oeste - Este	-0,02	n.d.s
Troyer Oeste - Este	0,01	n.d.s
Oeste Citrumelo - Troyer	-0,02	n.d.s
Este Citrumelo - Troyer	-0,03	n.d.s

n.d.s: no existió diferencia significativa

APÉNDICE I

Cuadro I-4. Prueba “t” de student, análisis de la relación cáscara/pulpa en frutos de Clemenules en los portainjertos Swingle y Troyer, con orientaciones (Oeste y Este) en base al diámetro ecuatorial.

Parámetro	Prueba "t"	Análisis
Swingle Oeste - Este	0,01	n.d.s
Troyer Oeste – Este	-0,02	n.d.s
Oeste Citrumelo - Troyer	0,01	n.d.s
Este Citrumelo - Troyer	0,00	n.d.s

n.d.s: no existió diferencia significativa

APÉNDICE III

Cuadro III-1. Efecto de la orientación, sobre el contenido de sólidos solubles, acidez total y relación entre ambos parámetros en frutos de Clemenules, en portainjerto Swingle. Se utilizaron 12 frutos por tratamiento y cosecha.

Orientación	Swingle							
Cosecha	I (30 mayo)		II (09 junio)		III (18 junio)		IV (09 julio)	
	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este
SST(°Brix)	9.48 a	10.13 a	10.55 a	10.25 a	10.70 a	10.10 a	10.40 a	10.20 a
AT(á. cítrico g L ⁻¹)	1.09 a	1.10 a	0.96 a	1.01 a	1.01 a	1.07 a	0.75 a	0.78 a
SST/AT	8.81 a	9.43 a	11.08 a	10.20 a	10.66 a	9.44 a	13.94 a	13.36 a

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

Cuadro III-2. Efecto de la orientación, sobre el contenido de sólidos solubles, acidez total y relación entre ambos parámetros en frutos de Clemenules, en portainjerto Troyer.

Orientación	Troyer							
Cosecha	I (30 mayo)		II (09 junio)		III (18 junio)		IV (09 julio)	
	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este	Oeste	Este
SST(°Brix)	10.70 a	10.25 a	10.40 a	10.13 a	10.60 a	9.95 a	10.60 a	9.85 a
AT(á. cítrico g L ⁻¹)	1.04 a	1.07 a	0.99 a	1.07 a	1.02 a	0.93 a	0.80 a	0.77 a
SST/AT	10.40 a	9.62 a	10.58 a	9.50 a	10.44 a	10.96 a	13.60 a	12.96 a

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

APÉNDICE IV. Efecto del portainjerto sobre el desarrollo de la temperatura de pulpa en frutos de Clemenules.

Fecha	Hora	Oeste				Este			
		Citrumelo		Troyer		Citrumelo		Troyer	
15-01-2003	12:00 PM	27,53	a	27,87	a	28,80	a	31,40	a
15-01-2003	2:00 PM	31,20	b	33,77	a	29,47	b	30,47	a
15-01-2003	4:00 PM	33,73	a	34,83	a	31,33	a	31,67	a
30-01-2003	10:00 AM	21,60	a	21,93	a	30,93	a	29,40	a
30-01-2003	12:00 AM	27,64	a	27,76	a	29,20	a	31,00	a
30-01-2003	2:00 PM	31,90	a	33,07	a	30,03	a	30,90	a
14-02-2003	10:00 AM	14,30	a	14,63	a	14,40	a	14,40	a
14-02-2003	12:00 PM	16,37	a	16,63	a	16,13	a	15,73	a
14-02-2003	2:00 PM	33,63	a	34,57	a	25,37	a	25,53	a
01-03-2003	10:00 AM	21,5	a	22,03	a	30,33	a	30,00	a
01-03-2003	1:00 PM	31,93	a	30,97	a	29,17	a	30,00	a
01-03-2003	4:00 PM	36,70	a	36,43	a	28,53	a	28,17	a
12-03-2003	11:45 AM	26,67	a	28,20	a	24,70	a	23,80	a
12-03-2003	1:15 PM	30,47	b	33,87	a	23,27	b	25,40	a
12-03-2003	4:00 PM	33,2	a	35,04	a	25,60	a	25,30	a
16-03-2003	10:30 AM	15,80	a	16,37	a	16,03	a	16,17	a
16-03-2003	12:00 PM	16,33	a	16,93	a	17,40	a	17,50	a
16-03-2003	2:00 PM	18,00	a	17,95	a	18,27	a	17,83	a
31-03-2003	12:00 PM	16,00	a	16,16	a	15,53	a	16,67	a
31-03-2003	2:00 PM	32,30	a	31,97	a	23,47	a	24,03	a
31-03-2003	4:00 PM	33,60	a	34,97	a	25,47	a	25,43	a
15-04-2003	12:00 PM	26,03	a	28,50	a	23,00	a	21,53	a
15-04-2003	2:00 PM	27,00	a	28,47	a	22,33	a	22,50	a
15-04-2003	4:00 PM	26,87	a	26,07	a	22,33	a	22,17	a
15-05-2003	11:38 AM	12,23	a	12,50	a	12,97	a	13,53	a
15-05-2003	12:00 PM	13,73	a	12,97	a	12,67	a	12,83	a
15-05-2003	2:00 PM	16,27	a	19,80	a	14,53	a	14,97	a
15-05-2003	4:00 PM	19,97	a	15,97	b	13,63	a	13,07	a
30-05-2003	10:26 AM	18,07	a	17,57	a	10,67	a	9,40	a
30-05-2003	12:00 PM	22,03	a	24,10	a	14,63	a	15,13	a
30-05-2003	2:00 PM	30,83	a	26,37	b	18,70	a	19,07	a
30-05-2003	4:00 PM	22,73	a	22,80	a	18,00	a	18,73	a

Letras diferentes sobre la fila para cada parámetro indica diferencia significativa ($\alpha \leq 0,05$)

ANEXO

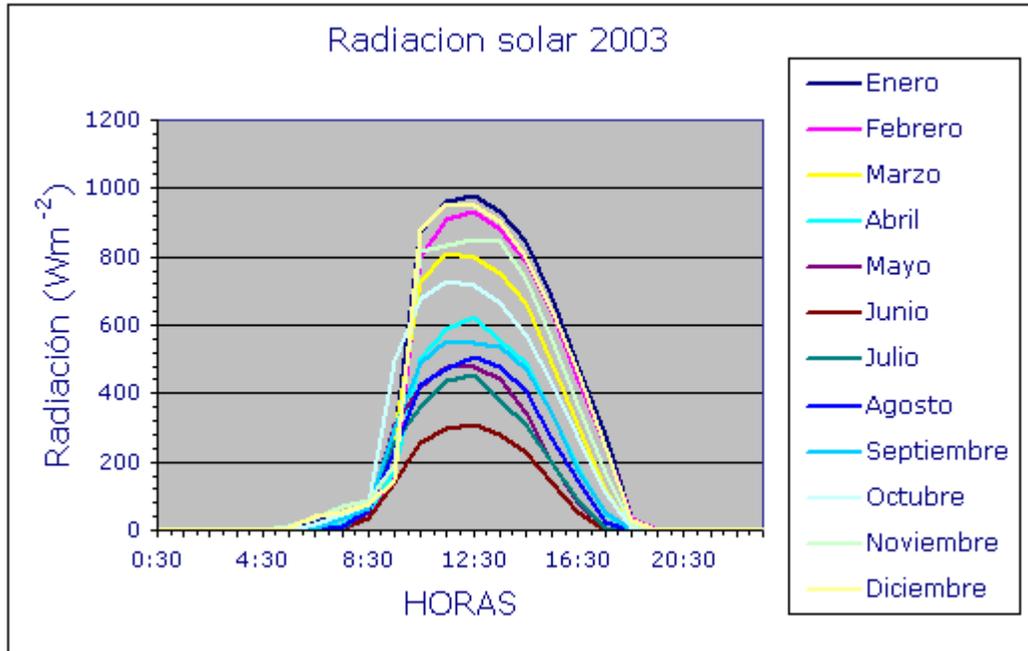


Figura 18. Radiación solar durante año 2003. Variación diaria mensual promedio de la radiación solar (Wm^{-2}), obtenida de registros diarios cada 1 hora y durante todos los días del mes. Fuente: Estación de Investigaciones Ecológicas Mediterráneas (EDIEM) San Carlos de Apoquindo, Santiago, Chile.