

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DE NARANJA VALENCIA
(*Citrus sinensis* L. Osbeck)

COMPONENTS OF THE QUALITY AND PERFORMANCE OF VALENCIA ORANGE
(*Citrus sinensis* L. Osbeck)

Galván-Luna Juan José,¹ Salazar-Salazar Ovidio,² Cardenas-Lara Alicia.,² Silva-Espinosa Hugo,² Carréon Pérez Alejandro² y Rivera-Ortiz Patricio.²

RESUMEN

El uso de reguladores de crecimiento es una buena alternativa para el control de la floración y para mejorar el amarre de los frutos, lo cual se traduce en incrementos de la producción. Los complejos hormonales han mostrado ser más eficientes para elevar la producción que los productos que contienen una sola hormona. El presente trabajo de investigación pretende evaluar los efectos que tiene un complejo hormonal de origen natural (auxinas, giberelinas y citocininas) en el amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) variedades: Washington navel y Thomson. El experimento se realizó en árboles de 15 años de edad, ubicados en el municipio de Victoria, Tamaulipas. Se realizó un arreglo en parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza, para el análisis del número de frutos se aplicó la transformación raíz cuadrada y para el porcentaje de amarre la transformación seno inverso. Los resultados obtenidos en cuanto al número de frutos retenidos hasta los 129 días después de floración y porcentaje de amarre, mostraron diferencia significativa ($P < 0.07$) entre tratamientos e interacción entre variedades y tratamientos. En conclusión se identificaron las dosis (32.2 ppm de auxinas, 32.2 ppm de giberelinas y 83.2 ppm de citocininas más 19.34 g l⁻¹ de microelementos y 48.3 ppm de auxinas, 48.3 ppm de giberelinas y 124.8 ppm de citocininas más 29.01 g l⁻¹ de microelementos) de la aplicación del complejo hormonal que mostraron los mayores efectos en el amarre del fruto.

Palabras clave: Naranja, Washington, Thomson, Amarre, Reguladores, Crecimiento.

SUMMARY

The use of growth regulators is a good alternative for the control of the flowering and to improve to fruit set, which is translated in increases of the production. The hormonal complexes have shown to be more efficient to elevate the production that the products that contain a single hormone. The present work of investigation tries to evaluate the effects that a hormonal complex of natural origin (auxins, gibberelins and citocinins) in the fruit set, yield and quality of the fruit in orange varieties: Washington navel and Thomson. The experiment was made in trees of 15 years of age, located in the Municipality of Victoria, Tamaulipas. Was at random used a design of complete blocks with five treatments and four repetitions, a variance analysis was made, for the analysis of the number of fruits square root and for the percentage of fruit set was applied to the transformation the transformation inverse sine. The results obtained as far as number of fruits retained until the 129 days after flowering and percentage of fruit set, showed to significant difference ($P < 0.05$) between treatments and interaction between varieties. In conclusion the doses (32,2 ppm of auxins, 32,2 ppm of gibberelins and 83,2 ppm of citocininas more 48,3 g l⁻¹ of microelements and 48.3 ppm of auxinas, 48,3 ppm of giberelinas and 124,8 ppm of citocininas more 29.01 g l⁻¹ of microelements) of the application of the hormonal complex were identified that show the greater effects in the fruit set.

Key words: Orange, Washington, Thomson, Mooring Regulators, Growth

INTRODUCCIÓN

El cultivo de los cítricos ocupa la tercera parte del volumen producido en el sector frutícola nacional y un tercio de la superficie asignada a las frutas. Su importancia es incuestionable, debido a que el consumo per-cápita es de 33 kg (SAGAR, 1998). El principal destino de la producción de naranja en el país, es el mercado nacional en fresco, al cual se destina entre 80 y 85%, mientras que las agroindustrias procesan normalmente entre 15 y 20%. (Gómez y Schwentesius, 1997).

Las naranjas navel son de maduración precoz (se cosechan de noviembre a marzo) y producen un fruto sin semilla de gran tamaño, la corteza se separa con facilidad, el color de la cáscara es naranja intenso, presentando limitaciones en su producción, ya que las plantas son menos vigorosas y productivas que las de muchas otras variedades y presentan problemas de adaptación climática, se desarrollan bien y producen frutas de excelente calidad en climas subtropicales de tipo mediterráneo, en regiones de días cálidos y noches frescas, la corteza es ligeramente rugosa de grueso normal (5 mm) y fácil de pelar (Saunt, 1992).

1. Programa Doctorado en Ciencias Agropecuarias. UAMAC, UAT. Centro Universitario. Cd. Victoria, Tam. Correo-e: jgalvan@uat.edu.mx.
2. División de Estudios de Postgrado e Investigación. UAMAC, UAT

Por lo general son más susceptibles al estrés ambiental y presentan una mayor cantidad de desórdenes fisiológicos que el resto de los grupos de naranjo dulce, probablemente debido a la presencia del fruto secundario, los árboles que se desarrollan en climas tropicales y subtropicales tienen un crecimiento rápido y producción precoz, pero la fruta es de color verde a naranja pálido, teniendo baja acidez y alto contenido de jugo (Davies, 1986). Dichas naranjas presentan cierta adaptación a los climas calurosos de las regiones tropicales y subtropicales debido a que se producen frutos de baja coloración y de mayor acidez (Loussert, 1992).

La naranja Washington navel se caracteriza por ser árbol vigoroso y productivo, con hojas grandes y bien acusadas, el fruto es de tamaño medio a grande (65 a 75 mm de diámetro y de 200 a 250 g de peso), de forma redonda a ligeramente ovalado; corteza de color anaranjado intenso (cuando se presentan las condiciones climáticas adecuadas) ligeramente rugosa y gruesa, relativamente fácil de pelar. Los gajos se separan fácilmente y contiene una pulpa firme con mucho zumo, de sabor agradable (Agusti, 1999).

La naranja Thomson pertenece al grupo de naranjas navel de reciente aparición y poca o nula comercialización, por lo tanto la información y problemática para su implantación, es escasa, en esta región se comercializa junto con la Washington navel, siendo las dos variedades más cultivadas en Tamaulipas. (García, 2004).

La formación de flores en los cítricos se debe a un proceso de desarrollo unitario, diferenciando en dos fases: diferenciación de meristemo y desarrollo de la flor, éste es un proceso continuo y termina con la apertura floral o antésis (Bernier, 1988). En naranjas dulces el desarrollo del fruto sigue una curva sigmoidea, caracterizada por tres etapas bien diferenciadas (Agusti, 1999).

El amarre es la fase del desarrollo que marca la transición de una flor (ovario) a un pequeño fruto que se desarrollará hasta la maduración. Un fallo en el proceso de amarre provoca la detención del crecimiento, normalmente la abscisión del ovario se da en un plazo de pocos días. El amarre del fruto precisa de la conjunción de dos factores: un estímulo inicial que provoque el crecimiento del ovario y su capacidad de acumular metabolitos, y una disponibilidad suficiente de éstos. Esta disponibilidad es crítica durante la fase de abscisión y determina el cuajado final del fruto. Es el cuajado, o amarre de frutos y no la floración el factor que determina la cosecha en los cítricos (Guardiola, 2004).

En la región citrícola del centro del estado de Tamaulipas, la superficie establecida de naranja navel es de 1,106 ha (SAGARPA, 2001). Las temperaturas cálidas que se presentan en los períodos de floración, cuajado y crecimiento del fruto de naranja navel se consideran la causa principal de la problemática asociada a dichos procesos y por consecuencia de las bajas producciones de este grupo de naranjas cultivadas en la región (García, 2004).

Las temperaturas óptimas que se reportan para el crecimiento vegetativo desde fines de la primavera al inicio del otoño son de 22 a 26 °C y con temperaturas mayores a 32 °C, se presenta una disminución del crecimiento de los árboles (Agusti, 1999).

El tamaño final que alcanza el fruto está regulado por un conjunto de factores de índole e incidencia variable. La imposibilidad de su control y su interrelación complican su estudio y sólo permiten tener un conocimiento parcial de algunos de ellos, lo que unido a diferencias varietales, edáficas, etc., obliga al estudio fragmentado de los mismos (Agusti, 2001).

En naranja Valencia se encontró que la aplicación de un complejo hormonal a base de auxinas, giberelinas y citocininas provocó los mejores resultados en cuanto a rendimiento de fruto y galones de jugo concentrado con la aplicación de 3 l ha⁻¹ (Ruiz, 1999).

La naranja navel es un cultivo comercial en el cual sólo 1% de sus flores eventualmente alcanzan a llegar a fruto maduro (porcentaje de amarre). En consecuencia se han ensayado un gran número de métodos para incrementar el amarre y rendimiento de frutos. Entre las técnicas aplicadas para incrementar el amarre de frutos, que mejores resultados se han obtenido son: la polinización cruzada, el anillado de troncos, la aplicación de fitoreguladores y la práctica del riego por encima del dosel de los árboles con el objeto de reducir las altas temperaturas (García, 2004).

En Tamaulipas, el enorme potencial que representa el uso de los reguladores no ha sido debidamente explotado y los resultados experimentales disponibles corresponden a ambientes diferentes. Si bien las aplicaciones hormonales no constituyen una panacea universal, existen determinados aspectos del desarrollo que son en mayor o menor medida susceptibles de modificación (Talón, 2001).

El uso de reguladores de crecimiento es una buena alternativa para mejorar el amarre de los frutos, lo cual se traduce en incrementos de la producción. En la época de floración, el uso de reguladores hormonales complejos, han mostrado ser más eficientes para elevar la producción que los productos que contienen una sola hormona. (Ruiz, 1999).

El presente trabajo de investigación pretende evaluar los efectos que tiene un complejo hormonal de origen natural (auxinas, giberelinas y citocininas) en el amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja Washington navel y Thomson, en la zona centro del estado de Tamaulipas.

MATERIALES Y METODOS.

El experimento se realizó durante el período 2004-2005 en árboles de naranja de 15 años de edad, en las variedades Washington navel (Wn) y Thomson (Th), ubicados en el

municipio de Victoria, Tam., en un suelo calcáreo (34.9 %), arcilloso, con un pH de 8.2, árboles con niveles deficientes en zinc y bajos en nitrógeno, fósforo y magnesio, con riego por microaspersión y agua de calidad satisfactoria para cítricos. Se trabajó con un complejo hormonal de origen natural auxinas (ácido indolacético 32.2 ppm), giberelinas (32.2 ppm), citocininas (zeatina 83.2 ppm) y microelementos (19.34 g l⁻¹, en los porcentajes siguientes: Mn 0.12, Zn 0.37, Fe 0.49, Mg 0.14, B 0.30 y S 0.44) utilizando como fuente el producto Biozyme * TF, que en términos porcentuales contiene 1.86 de microelementos, 78.87 de fitohormonas y 19.27 de diluyentes y acondicionadores.

Las variables evaluadas fueron: número de flores y de frutos para determinar el porcentaje de amarre (PA) y el número de frutos retenidos (NFR) hasta los 129 días después de la floración (DDF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE) utilizando el vernier Scienceware de 150 mm, peso del fruto (PF) con balanza electrónica de precisión Ohaus Scout, grosor de la cáscara (GC), firmeza del fruto (FF) con penetrómetro manual Effegi FT-011, contenido de jugo (CJ), grados brix (GB) con el refractómetro manual Atago ATC-1E, pH con potenciómetro manual Corning y espacio de color L* a* b* con el colorímetro Minolta CR-300.

Se realizó un arreglo en parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar, la parcela grande fue la variedad y la parcela chica cinco tratamientos (cuadro 1) con cuatro repeticiones, en dos aplicaciones en plena floración y caída de pétalos (15 y 31 de marzo en la variedad Washington, 19 y 31 de marzo del 2004 en Thomson).

Cuadro 1. Distribución de tratamientos de acuerdo a las ppm de auxinas, giberelinas y citocininas y g ha⁻¹ de microelementos en las variedades de naranja Washington navel y Thomson.

Tratamientos	Auxinas	Giberelinas	Citocininas	Microelementos
Testigo	0	0	0	0
Dosis baja	16.1	16.1	41.6	9.17
Dosis media	32.2	32.2	83.2	18.34
Dosis alta	48.3	48.3	124.8	27.51
D. muy alta	64.4	64.4	166.4	36.68

Se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey (= 0.07) con el paquete estadístico de SAS (1999-2000). Para el análisis del número de frutos se aplicó la transformación raíz cuadrada y para el porcentaje de amarre la transformación seno inverso, éstas con la finalidad de disminuir el coeficiente de variación. Con los datos DP y DE tomados durante la fase de fructificación, se estimaron las curvas de crecimiento de acuerdo con las proporciones de las hormonas utilizadas en la presente investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, se muestran los resultados del NFR y PA por cada proporción del complejo hormonal, el NFR hasta los 129 DDF y PA, mostraron diferencia significativa (P<0.05) entre tratamientos y el NFR entre variedades, la proporción del complejo hormonal que provocó el mayor NFR fue 48.3 de auxinas, 48.3 de giberelinas y 124.8 ppm de citocininas más 29.01 g l⁻¹ de microelementos, con una media de 34.5 frutos superior al testigo (12.38) equivalente en rendimiento a 3.53 y 1.26 t ha⁻¹ respectivamente, con mayor número de frutos en la variedad Thomson para las proporciones más bajas (figura 1).

Cuadro 2. Porcentaje de amarre y número de frutos retenidos (NFR) en naranja variedades Washington navel (Wn) y Thomson (Th) de acuerdo con las dosis aplicadas. Valores media ± S.

Dosis	Amarre	NFR
Testigo	0.40 ± 0.325 a	12.38 ± 9.80 b
Dosis baja	0.72 ± 0.735 a	18.63 ± 7.73 b
Dosis media	1.22 ± 0.675 a	31.75 ± 12.19 a
Dosis alta	1.15 ± 0.770 a	34.50 ± 18.08 a
D. muy alta	0.76 ± 0.420 a	29.50 ± 14.73 a

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05)

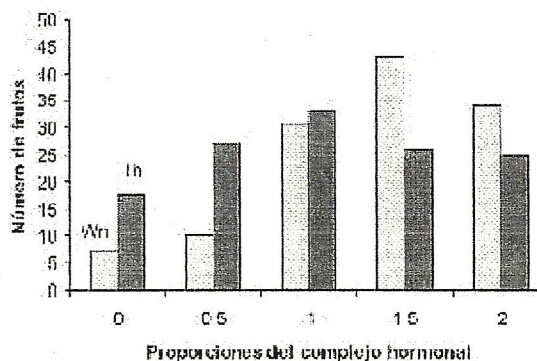


Figura 1. Número de frutos retenidos a los 129 días después de floración en naranja variedades Washington navel (Wn) y Thomson (Th) con las dosis de un complejo hormonal.

Las combinaciones de hormonas que mostraron mayor PA (figura. 2) fueron 32.2 de auxinas, 32.2 de giberelinas y 83.2 ppm de citocininas más 19.34 g ha⁻¹ de microelementos y 48.3 de auxinas, 48.3 de giberelinas y 124.8 ppm de citocininas más 29.01 g ha⁻¹ de microelementos (1.22 y 1.15 %, respectivamente) diferentes (P<0.05) al testigo (0.40 %). Resultados similares fueron encontrados por Ruiz (1999), en el cultivar Valencia, con el rendimiento y producción de jugo, lo

que confirma que las aplicaciones hormonales estimulan el amarre del fruto y la producción del mismo (Talón, 2001) y que la imposibilidad del control de los factores que influyen en el fruto determina el estudio fragmentado de los mismos (Agusti, 2001).

El amarre del fruto resulta de la conjunción de dos factores; una concentración de hormonas apropiada, que estimula el crecimiento del fruto e impide su abscisión, y un suministro de metabolitos suficiente para atender sus necesidades nutricionales (Guardiola, 2004).

Las giberelinas en la fase de fructificación, reactivan el crecimiento del fruto, atraen nutrientes hacia los frutos y parecen sostener el crecimiento hasta la caída de junio, en este sentido las giberelinas son factores que limitan y condicionan el amarre del fruto (Talón, 2001) de ahí que al aplicarlas exógenamente incrementan el porcentaje de amarre. Si bien su contenido no es limitante en la mayor parte de los casos, también auxinas y citocininas están implicadas en el amarre del fruto.

Esta participación se demuestra utilizando inhibidores de su síntesis o su acción, que interfieren con el cuajado; además, en pocas ocasiones se ha descrito que el amarre puede aumentarse mediante la aplicación de estas hormonas (Guardiola, 2004). Las citocininas al igual que las giberelinas incrementan su concentración en los ovarios en desarrollo durante el período de antésis como si formaran parte del estímulo hormonal que reactiva la división celular y estimula el crecimiento del fruto posibilitando su amarre, de acuerdo con Talón (2001), las aplicaciones exógenas de auxinas para mejorar el amarre del fruto no son eficaces, por lo que se desconoce su función en el amarre de frutos cítricos. Sin embargo, al aplicarlas en un complejo hormonal como en este caso, aún cuando se desconoce su función en aplicaciones individuales, en conjunto los tres grupos de hormonas parecen potenciar sus efectos al incrementar los porcentajes de amarre del fruto.

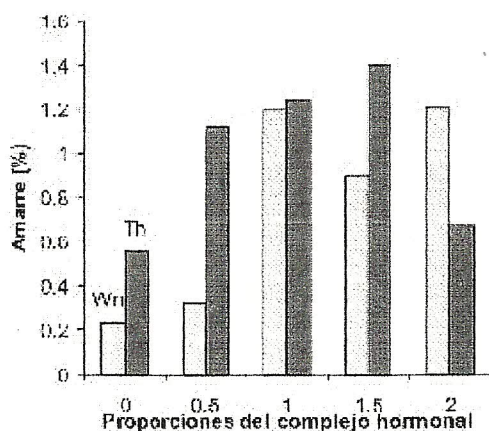


Figura 2. Porcentajes de amarre de frutos en naranja variedades Washington navel (Wn) y Thomson (Th) con la aplicación de un complejo hormonal.

Los resultados de los porcentajes de amarre obtenidos están de acuerdo con Agusti y Almela (1991) que señalan 1 % para naranja valencia y 0.2 para cítricos sin semilla, por lo que al incrementar a más de 1 % con la aplicación del complejo hormonal, resulta una práctica favorable.

Las curvas de crecimiento en naranja Washington navel (figura. 3) elaboradas con base a los resultados de los diámetros polar y ecuatorial, durante la fase de fructificación, ($R^2 = 0.9249$) permitieron corroborar la curva sigmoideal, típica de las naranjas dulces (Agusti, 1999). El PF mostró diferencia significativa entre las proporciones hormonales, con un peso promedio de 325.78 g en Washington y 330.67 g en la variedad Thomson, representando valores mayores que los reportados (200-250 g) por Agusti (1999), debido probablemente a la menor cantidad de frutos por árbol que se observó en el presente trabajo y por otra parte a las aplicaciones hormonales, dado que las auxinas se relacionan con el proceso de crecimiento rápido del fruto (Talón, 2001).

El DP mostró diferencia significativa entre las variedades con 84.58 mm en promedio en la variedad Washington y 93.21 mm en la Thomson lo que confirma la forma más ovalada de la variedad Thomson. En el GC aún cuando existe diferencia significativa en la interacción variedad por tratamiento, los valores promedio (5.34 y 5.37) coinciden con los reportados anteriormente (Saunt, 1992).

En relación a los GB se encontró diferencia significativa entre variedades e interacción entre variedad y tratamiento con 13.24 °B en la variedad Washington y 14.49 °B en la Thomson, resultando ésta última con mayor acidez, estos resultados son mayores a los reportados en España (Agusti, 2001) lo que puede ser influenciado por el clima cálido en una región subtropical como la de la zona centro del estado, lo que coincide con Loussert (1992).

Los valores del pH (4.35) en las dos variedades en estudio resultaron similares. El color del fruto se estudió considerando la luminosidad en la cual no existieron diferencias significativas, lo que indica que el brillo no fue diferente en las variedades estudiadas ni por los tratamientos, y el espacio de color con las coordenadas a^* y b^* , solo el parámetro b^* resultó significativo. El DP es una variable que identifica a los cultivares estudiados, lo que corrobora las características propias de la variedad Thomson, al presentar una forma más alargada en comparación con la variedad Washington navel. Los resultados obtenidos en relación a los grados brix y pH, permiten clasificar a la variedad Wn como de Primera de acuerdo con los parámetros internacionales (USDA, 1990).

CONCLUSIONES

1. El amarre del fruto se incrementó de 0.4 a 1.22 %, al aplicar la dosis media del complejo hormonal y el mayor número de frutos retenidos se logró al utilizar la dosis alta.

2. El parámetro b^* del espacio de color y el diámetro polar fueron diferentes entre las variedades Washington navel y Thomson.
3. La variable peso del fruto muestra diferencia significativa entre las proporciones utilizadas de auxinas, giberelinas y citocininas.
4. Las variedades Washington navel y Thomson mostraron diferencias estadísticas entre ellas y debidas a las proporciones hormonales estudiadas en cuanto al amarre del fruto, número de frutos retenidos, grosor de la cáscara, grados brix y pH.
5. Las auxinas (32.2 ppm), giberelinas (32.2 ppm) y citocininas (83.2 ppm) en la presente proporción permitieron incrementar el amarre del fruto, el rendimiento y la calidad en las

- García, D. M. A. 2004. Efecto de la nebulización aérea en la temperatura y humedad relativa del aire y su relación con el amarre y productividad de navel (*Citrus sinensis* L. Osbeck) Tesis Doctorado en Ciencias Agropecuarias. División de Estudios de Postgrado e Investigación UAMAC. UAT.
- Gómez, C. M. y A. R. Schwentesius. 1997. La Agroindustria de naranja en México. Edit. CIESTAAM, Chapingo, México.
- Guardiola, M. J. L. 2004. Cuajado del fruto, aspectos hormonales y nutricionales. VIII Simposium Internacional de Citricultura. Cd. Victoria, Tam. Mayo 2004.
- Loussert, R. 1992. Los agrios. Ed. Mundiprensa, Madrid, España. 303 p.

B. O. 1999. Fisiología de la floración y reguladores de crecimiento. IV Curso Internacional de Citricultura. Cd. Victoria, Tam. 21-25 de septiembre de 1999.

AR. 1998. Fichas técnicas por sistema producto. sistema-producto naranja. Mayo de 1998.

ARPA, 2001. Inventario de productores citrícolas 2001. sistemas de información Agropecuaria. Alianza para el campo, SAGARPA. Gobierno de Estado de Tamaulipas.

.; J. 1992. Variedades de cítricos del mundo. Ed. dipublic. Valencia, España. 126 p.

, M. 1999. Reguladores del desarrollo en citricultura. IV curso Internacional de Citricultura. Cd. Victoria, Tam. 21-5 septiembre 1999.

, M. 2001. Revista Comunitat Valencia Agraria No. 15. USDA, 1990. Quality control manual for Citrus processing plants, Edit. Intercit, Florida, USA.

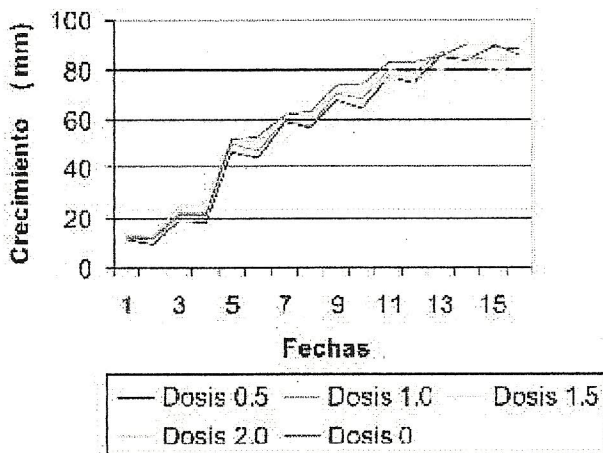


Figura 3. Curva de crecimiento de la naranja Washington navel con la aplicación de un complejo hormonal

LITERATURA CITADA

- Agusti, M y V. Almela. 1991. Aplicación de fitorreguladores en Citricultura. Editorial Aedos. Barcelona, España. 261 p.
- Agusti, M. 1999. Citricultura. Ediciones Mundi-prensa. España. 418 p.
- Agusti, M. 2001. Factores determinantes de la calidad de los frutos cítricos. En VI Curso Internacional de Citricultura "La citricultura hacia el Siglo XXI". Cd. Victoria, Tam. Junio, 2001.
- Bernier, G. 1988. The Control of floral evocation and morphogenesis. Annual Reviews of Planth Physiology 93: 175-219.

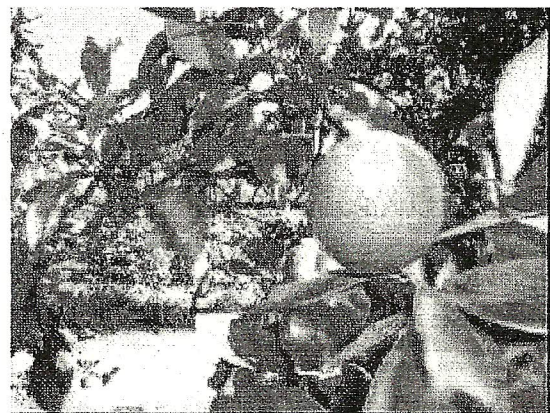


Figura 4. Aspecto general de los árboles utilizados en la aplicación de un complejo hormonal para incrementar el amarre y calidad del fruto