

CONCENTRACION DE PROLINA, PROTEINAS SOLUBLES, FRUCTOSA, POLIAMINAS Y CLOROFILA EN HOJAS DE NARANJOS 'NAVELINA', SOMETIDOS A PRACTICAS DE FLORACION FORZADA

Almaguer Vargas, G.¹; J. Rodríguez Alcazar²; E. Becerril Román²; A. Larqué Saavedra²; M. Soto²

¹Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. C.P. 56230.

²Instituto de Recursos Genéticos y Productividad (IREGEP) Colegio de Postgraduados, Carr. México-Texcoco Km. 35.5. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

RESUMEN. La producción forzada es un conjunto de prácticas culturales que permiten obtener cosechas fuera de la temporada normal de producción. En México se aplica cada día más el desfasamiento de cosechas por los beneficios económicos que se obtienen. Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado para conocer los efectos producidos por la aplicación de estas prácticas en las variaciones de los contenidos de metabolitos en la planta y su relación con la floración. Por lo anterior, se evaluó la concentración de la prolina, proteínas solubles, azúcares y clorofila en hojas de naranjo (*Citrus sinensis* L. Osbeck) 'Navelina', sometidos a sequía durante 50 días a -3 MPa, a bajas temperaturas (11-13°C durante 16 h y 15-18°C durante 8 h) y aplicación de 60 g l⁻¹ de urea foliar, 500 ml l⁻¹ de CEPA (ácido 2 cloro-etil fosfónico) y 1.8 g l⁻¹ de ácido acetil salicílico (AAS). Se tuvo un incremento significativo en la última fecha de evaluación, del 34.6, 23.8 y 36.8 % en la concentración de la prolina, reductores y fructosa, respectivamente, en hojas de naranjos sometidos al tratamiento de sequía. Las plantas sometidas al tratamiento de bajas temperaturas, no incrementaron la concentración de estas sustancias, y las plantas de los otros tratamientos, tuvieron respuestas inconsistentes. La prolina, azúcares reductores y fructosa, estuvieron correlacionadas de manera altamente significativa con la brotación de yemas mixtas, lo que permite concluir que el incremento en sus concentraciones, como consecuencia de la aplicación de prácticas de producción forzada, está relacionado con una mayor floración.

PALABRAS CLAVE: *Citrus sinensis* L. Osbeck, desfasamiento, azúcares, ácido 2 cloro-etil fosfónico, ácido acetil salicílico.

PROLINE, SOLUBLE PROTEINS, FRUCTUOSE, POLIAMINES AND CHLOROPHYLL CONCENTRATION ON 'NAVELINA' ORANGE LEAVES SUBMITTED TO FORCED FLOWERING PRACTICES

SUMMARY. Forced production is a term used to refer to a group of cultural practices aimed at obtaining out-of-season production. This is being used in Mexico as increasingly important because of the economic benefits which can be obtained. However, few studies have been done on the trees to find out their physiological responses to forced production practices. In this study, 'Navelina' orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) trees were subjected to drought, low temperatures, and applications of urea, etephon, and acetyl salicylic acid. They were analyzed for concentrations of proline, proteins, sugars and chlorophyll. Results showed that only the drought treatment had a significant effect on the concentrations of proline, reductor sugars, and fructose in the leaves, with 34.6, 23.8 and 36.8 %, respectively. Drought treatment also stimulated more mixed budding in the orange trees. The other treatments had inconsistent results. A correlation analysis suggested that mixed budding is highly correlated with increases in the concentration of these substances.

KEY WORDS: *Citrus sinensis* L. Osbeck, out of season production, sugars, chloroethyl phosphonic acid, acetyl salicylic acid.

INTRODUCCION

La mayoría de los frutales presentan una marcada estacionalidad de su cosecha, lo que aunado a que son productos perecederos, trae como consecuencia que se reduzca la disponibilidad de fruta fresca durante la mayor parte del año y además, se encarezca (Curti, 1989). La obtención de frutas fuera de la temporada normal de producción, mediante la aplicación de prácti-

cas de producción forzada, representa la mejor opción para ampliar el período de cosecha de los frutales y además el productor puede comercializar con más ventajas económicas sus frutas (Becerril y Rodríguez, 1989, Rodríguez, 1989).

Para mejorar las prácticas de producción forzada, se requiere un amplio conocimiento de la fisiología y morfología de la floración, del letargo y, en general, del desarrollo de los árboles objetivo del desfasamiento de

cosechas, ya que con la utilización de estas técnicas, el balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo se ve afectado y puede favorecerse uno u otro. (Becerril y Rodríguez; 1989). Por lo anterior, los estudios de la producción forzada se han enfocado a promover las floraciones "aventureras", ya sea desde su inducción o la brotación de las yemas reproductivas, como el medio más efectivo para lograr producir frutas fuera de temporada.

Una de las mejores técnicas para inducir la floración en naranja, en cualquier época del año, es la suspensión temporal del riego, lo que provoca un estrés hídrico en la planta, lo cual estimula en cítricos el proceso de transformación de una yema vegetativa a una floral. Un efecto similar lo da el estrés por bajas temperaturas. (Abbot, 1935; Lovatt *et al.*, 1988; Southwick y Davenport, 1986, 1987; Davenport, 1990).

En general, las plantas sometidas a sequía realizan ajuste osmótico, lo que les permite mantener el crecimiento, la apertura de los estomas y la fotosíntesis (a través de factores no estomáticos), lo que representa un mecanismo de sobrevivencia sin gasto de energía (Hsiao, 1973; Turner, 1979; Turner y Jones, 1980). La disminución del potencial osmótico, puede ser obtenida mediante el incremento de la concentración de solutos, tales como azúcares no reductores y aminoácidos como la prolina e iones (Johnson *et al.*, 1984). El incremento en la concentración de estos solutos coincide con la disminución de su consumo y la reducción inicial del crecimiento (Munns y Weir, 1981).

Conforme el estrés hídrico por sequía va progresando, ocasiona que los niveles de sacarosa y almidón se reduzcan significativamente en la planta, mientras que las concentraciones de sorbitol y glucosa se incrementen, lo que indica que los monosacáridos y los azúcares alcoholes son de las sustancias que más participan en el ajuste osmótico (Wang y Stutte, 1992).

Por otra parte, la presencia de altas concentraciones de carbohidratos en la planta, se ha relacionado con una mayor diferenciación floral en *Citrus* (Goldschmidt and Golomb, 1982; Monselise and Goldschmidt, 1982). Esta afirmación se basa en que la floración es promovida por el anillado, que causa una acumulación mayor de carbohidratos en las ramas anilladas (Goldschmidt *et al.*, 1985).

Lovatt *et al.* (1988) observaron una correlación significativa positiva entre el número de brotes florales y el nivel de carbohidratos de hojas de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) 'Washington Navel'. Así mismo, se observó que el número de flores producidas en cítricos,

depende del tiempo durante el cual permanezca en el árbol la cosecha anterior (Lewis *et al.*, 1964; Jones *et al.*, 1975; Goldschmidt y Golomb, 1982; Goldschmidt *et al.*, 1985).

Sin embargo, aunque se han encontrado correlaciones positivas entre niveles de carbohidratos y floración, no se han establecido adecuadamente sus relaciones de causa efecto, sobre todo porque existen variables que pueden ser muy afectadas por las condiciones ambientales (Davenport, 1990). Tampoco se conoce la influencia de las sustancias que incrementan su concentración en la planta por efecto de la sequía en la promoción de la floración, así como los compuestos que se afectan al aplicar sustancias que promueven la floración como el ácido 2, cloro-etil fosfónico (CEPA) (Borroto *et al.*, 1986a, b; Pérez y Setien, 1986), el AAS (Larqué-Saavedra *et al.*, 1994) y la urea (Davenport, 1990).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración de los niveles de azúcares totales, clorofila, prolina y poliaminas y su relación con la promoción de la floración en plantas de naranja 'Navelina', por efecto de la aplicación de prácticas de producción forzada.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero de polietileno, situado en Chapingo, México, el cual se localiza a 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste y a una altitud de 2250 msnm (García, 1981).

El material vegetal que se utilizó fueron árboles de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) 'Navelina', de dos años de edad, injertados sobre limón rugoso (*C. jambhiri* L.), procurando que todas tuvieran un tamaño similar y se establecieron en contenedores de plástico de 20 litros de capacidad.

Los tratamientos aplicados a 10 plantas cada uno, en un diseño completamente al azar, fueron:

- Acido 2, cloro-etil fosfónico (CEPA) a 500 ml.litro⁻¹.
- Acido acetil salicílico (AAS) a 1.8 g.litro⁻¹.
- Urea foliar a 60 g.litro⁻¹.
- Suspensión temporal del riego durante 50 días, manteniendo el potencial hídrico de las hojas a -3 MPa.

CUADRO 3. Concentración de fructosa en hojas de naranjo 'Navelina', bajo producción forzada en condiciones de invernadero.

| TRATAMIENTOS | CONCENTRACION DE FRUCTOSA (mg.g ⁻¹) | | | |
|---|---|-------------------|-----------|----------|
| | Fecha 1 | Fecha 2 | Fecha 3 | Fecha 4 |
| | 2-4 Nov | 2-4 Dic | 28-30 Dic | 24 Ene |
| CEPA 500 mg.litro ⁻¹ | 0.35 b ^z | N.E. ^y | 0.32 d | 0.22 d |
| AAS 1.8 g.litro ⁻¹ | 0.36 b | N.E. | 0.33 c | 0.24 c d |
| Urea foliar 60 g.litro ⁻¹ | 0.38 a | N.E. | 0.40 a | 0.24 b c |
| Sequía durante 50 días a -3MPa | N.E. | N.E. | 0.35 b | 0.36 a |
| 16 h a 10-13°C (obscuridad) + 8 hr 15-18°C. | N.E. | N.E. | 0.33 c | 0.26 b |
| Testigo | 0.32 c | N.E. | 0.33 c | 0.26 b c |

^zMedias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

^y No evaluado.

CUADRO 4. Concentración de azúcares reductores en hojas de naranjo 'Navelina', bajo producción forzada en condiciones de invernadero.

| TRATAMIENTOS | CONCENTRACION DE AZUCARES REDUCTORES (mg.g ⁻¹) | | | |
|---|--|-------------------|------------|------------|
| | Fecha 1 | Fecha 2 | Fecha 3 | Fecha 4 |
| | 2-4 Nov. | 2-4 Dic. | 28-30 Dic. | 24-26 Ene. |
| 1. CEPA 500 mg.litro ⁻¹ | 0.38 b ^z | N.E. ^y | 0.39 b c | 0.40 b |
| 2. AAS 1.8 g.litro ⁻¹ | 0.38 b | N.E. | 0.39 b c | 0.36 c |
| 3. Urea foliar 60 g.litro ⁻¹ | 0.44 a | N.E. | 0.42 a | 0.36 c |
| 4. Sequía durante 50 días a -3MPa | N.E. | N.E. | 0.37 c d | 0.52 a |
| 5. 16 h a 10-13°C + 8 h a 15-18°C | N.E. | N.E. | 0.36 d | 0.40 b |
| 6. Testigo | 0.40 a b | N.E. | 0.40 a b | 0.42 b |

^z Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.50$).

^y No evaluado.

lialcoholes, los cuales participaron en el ajuste osmótico de la planta. De hecho, estos compuestos se sintetizan primero que la prolina, por lo que Venekamp *et al.* (1989) e Irigoyen *et al.* (1992) han propuesto que pueden ser sus precursores, ya que pueden proveer el esqueleto de carbón necesario para la síntesis de prolina.

Azúcares Reductores

Los tratamientos tuvieron en las tres primeras fechas, valores inferiores o estadísticamente iguales al testigo (Cuadro 4). En la cuarta fecha, los árboles tratados con AAS y urea foliar tuvieron valores inferiores al testigo,

mientras que los del tratamiento de estrés hídrico, fueron estadísticamente superiores. Se ha observado que conforme el estrés hídrico se acentúa, hay una reducción en la concentración de almidón, mientras que los azúcares como el sorbitol, fructosa y glucosa, se incrementan (Wang y Stutle, 1992), hasta lograr junto con otros compuestos como la prolina, el ajuste osmótico, con lo que el potencial osmótico de la hoja decrece y puede permanecer arriba del nivel crítico el potencial de turgencia. Esto permite la expansión celular (Hsiao, 1973; Turner, 1979), y evitar así la disminución del volumen del protoplasto y las lesiones que afectan su metabolismo (Turner y Jones, 1980).

CUADRO 5. Contenido de clorofila total, a y b, en hojas de naranjo 'Navelina', bajo producción forzada en condiciones de invernadero en la fecha 24-26 de enero.

| TRATAMIENTOS | CLOROFILA ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) | | |
|--|---|---------|----------|
| | a | b | Total |
| CEPA 500 $\text{mg}\cdot\text{litr}^{-1}$ | 9.9 a b ² | 9.9 a b | 18.8 b |
| ASA 1.8 $\text{g}\cdot\text{litr}^{-1}$ | 9.9 a b | 9.7 a b | 19.6 a b |
| Urea foliar 60 $\text{g}\cdot\text{litr}^{-1}$ | 8.8 b | 9.4 a b | 18.2 b |
| Sequía durante 50 días a -3MPa | 11.2 a | 10.8 a | 22.0 a |
| 16 h a 10-13°C + 8 h 15-18°C. | 7.0 c | 7.1 c | 14.1 c |
| Testigo | 10.3 a | 8.5 b | 18.8 b |

² Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Clorofila

Se evaluó la clorofila total, "a", "b" y la relación a/b. En relación a la clorofila total, los árboles que mantuvieron concentraciones mayores que el testigo, fueron los sometidos a sequía. Conforme se fue prolongando el período de sequía, se incrementó la clorofila (Cuadro 5). Por otro lado, hubo un comportamiento irregular en el caso del CEPA, AAS y urea, ya que mientras se tuvo en las plantas de estos tratamientos valores estadísticamente superiores al testigo en la primer y tercer fecha, en la segunda se tuvieron concentraciones inferiores.

Poliaminas

Después de dancilar las muestras, se detectó espermidina en todos los árboles tratados, a excepción de las plantas a las que se les aplicó CEPA. Esto pudiera deberse al efecto antagónico del etileno y de las poliaminas, que aunque tienen un precursor común, que es el sulfato de adenosin metionina, tienen respuestas metabólicas contrarias (Flores, 1990). Por su parte, los árboles del tratamiento de sequía tuvieron los niveles más altos de putrecina y espermidina, seguido por las plantas del tratamiento de AAS.

Por lo anterior, se considera que los altos niveles de poliaminas en los árboles del tratamiento de sequía, pueden indicar la participación de estas sustancias en el proceso de la floración. Sobre todo porque estas plantas también tuvieron la mayor cantidad de yemas mixtas brotadas (Almaguer, 1994).

Correlaciones

La clorofila total y los azúcares tuvieron una tendencia de incrementar su concentración conforme

transcurrió el estrés hídrico y se observó una correlación altamente significativa entre la fructosa, azúcares totales y reductores, clorofila total, "a" y "b", con la brotación mixta (evaluada y reportada en Almaguer, 1994) (Cuadro 6), con lo que se confirma la participación de estos productos en la floración, tal y como lo indican García-Luis *et al.* (1988); Jones *et al.* (1975); Monselise *et al.* (1981) y Monselise y Goldschmidt (1982), quienes observaron la importante participación de los carbohidratos en la alternancia de producción, y en general, de la relación de éstos con la floración. De hecho, una de las primeras hipótesis para explicar la floración se basaba en la relación carbohidratos/nitrógeno (Lovatt *et al.*, 1988).

Por otra parte, hay pocos trabajos que tratan la relación entre clorofila y floración, debido principalmente a que la concentración de clorofila no necesariamente indica una correspondencia con la fotosíntesis, y dado que en muchas ocasiones la fotosíntesis no necesariamente se relaciona con el rendimiento económico (Gifford y Evans, 1981), se tienen pocos elementos para concluir que la mayor concentración de clorofila total en las hojas de naranjo del tratamiento de sequía, pueda tener relación con la alta brotación mixta que se tuvo.

El constante incremento de azúcares en las hojas, a través del periodo de duración del tratamiento de sequía, posiblemente promovió la presencia de concentraciones altas de clorofila total (Cuadro 6), teniendo una alta correlación positiva entre estas dos variables. Cabe mencionar que los azúcares tuvieron esta tendencia de incremento, al igual que otros solutos, como resultado de la reducción de la escala de crecimiento y no debido al incremento en la escala de

CUADRO 6. Correlación entre las variables nutrimentales, fenológicas y algunas fisiológicas, en la cuarta fecha de evaluación en naranjos 'Navelina' sometidos a producción forzada.

| | Proteínas solubles | Azúcares reductores | Azúcares totales | Fructosa | Brotes Mixtos | Clorof. Total | Clorof. A. | Clorof. B. |
|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------|---------------|---------------|------------|------------|
| Prolina | | 0.77** | 0.81** | 0.86** | 0.95** | 0.69** | 0.57* | |
| Nitrógeno reducido | -0.65** ^z | | | | | | | |
| Proteínas solubles | | | 0.58* | | | 0.76** | 0.76** | 0.67** |
| Azúcares reductores | | | 0.60** | 0.88** | 0.84** | | | |
| Azúcares totales | | | | 0.64** | 0.76** | 0.82** | 0.74** | |
| Fructosa | | | | | 0.92** | 0.47* | | |
| Brotes mixtos | | | | | | 0.66** | 0.54** | |

^z* Significativo al 1 %; ** Significativo al 5 %.

asimilación del carbón (Chesserhan, 1988).

Algunos productos como el CEPA y la urea, han sido indicados por diversos autores como sustancias que promueven la floración (Boroto *et al.*, 1986a, b; González y Boroto, 1984; Lovatt *et al.*, 1988; Monselise y Halevy, 1964; Pérez y Setién, 1986) y con base en la necesidad de encontrar una sustancia que incremente la inducción floral en una época determinada, lo que permitiría lograr la producción forzada, se determinó importante el estudio de estos productos. Sin embargo, la aplicación de CEPA y urea a los árboles de naranjo no incrementó la floración.

CONCLUSIONES

Los árboles que tuvieron mayores concentraciones de prolina en sus hojas fueron los que recibieron los tratamientos de estrés por sequía, AAS y urea foliar.

Los árboles sometidos a sequía tuvieron concentraciones altas de clorofila total, putrecina, fructosa y azúcares reductores.

Las variables que tuvieron correlación con la brotación mixta de los árboles de naranjo 'Navelina' fueron la prolina, fructosa y los azúcares reductores, por lo que cabe la posibilidad de utilizarlos como índices para predecir intensidad de floración.

LITERATURA CITADA

ABBOT, C. A. 1935. Blossom bud differentiation in Citrus trees. Amer. J. Bot. 22: 476-485.

ALMAGUER V., G. 1994. Producción forzada en naranja. (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 140 kp.

ASPINALL, D.; L.G. PALEG. 1981. Proline accumulation. Physiological aspects. In: Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. L.G. Paleg and D. Aspinall. (eds.) No. 4 Academic Press. New York. pp. 205-240.

ARNON, D. Y. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.

BATES, L.S. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

BECERRIL R., A.E.; J. RODRIGUEZ A. 1989. Producción forzada en frutales de clima templado. Simposium de Producción Forzada en Frutales, Memorias. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. pp. 5-8.

BORROTO G.; G. J. GONZALEZ; MA. BLANCO; MA. ESCALONA; y N. NIEVES. 1986a. Control de la floración en cítricos. Relación con los contenidos de ácido giberélico y ácido abscísico. Memorias Simposio Internacional de Citricultura Tropical. 16-20 de Octubre La Habana, Cuba. pp. 285-292.

BORROTO C., G.; M. ESCALONA; P. SETIAN; J. GONZALEZ; N. NIEVES; M. BLANCO. 1986b. Efecto del paclobutrazol (pp-333) sobre la floración de la lima 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.). Memorias Simposio Internacional de Citricultura Tropical. 16-20 de octubre. La Habana, Cuba. pp: 313-320.

- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- CHEESERHAN, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87:547-550.
- CURTI D., S.A. 1989. Reguladores del crecimiento y prácticas de manejo para modificar la floración del naranjo 'Valencia' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en condiciones tropicales. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México. pp. 1-31.
- DAVENPORT, T.L. 1990. Citrus flowering. *Hort. Rev.* 8: 349-408.
- FLORES, H.E. 1990. Polyamines and plant stress. In: *Stress Responses in Plants*. Alscher, R.G. and J.R. Cumming. Wiley-Liss New York. P. 217-240.
- FLORES, H.E.; A.W. GALSTON. 1982. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid- chromatography. *Plant Physiol.* 69:701-706.
- GARCIA E. 1981. Modificaciones a la Clasificación Climática de Köppen, UNAM. México. 132 p.
- GARCIA-LUIS, F.; A. SANZ; J.L. GUARDIOLA. 1988. The regulation of flowering and fruit set in Citrus: Relationship with carbohydrate levels. *Israel J. Bot.* 37: 189-201.
- GIFFORT, R.M.; L.T. EVANS. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Ann. Rev. of Plant Physiol.* 32:485-509.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; A. GOLOMB. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:206-208.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; N. ASCHKENAZI; Y. HERZANO; A.A. SCHAFFER; S.P. MONSELISE. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Hort.* 26: 159-166.
- GONZALEZ, J.; C.G. BORROTO. 1984. Use of 2 chloroethyl phosphonic acid to increase Citrus Flowering. *Abs. Int. Symp. Plant Growth Regulators*: 1:26.
- GUARDIOLA, J.L. 1992. Fruit set and growth. *Proc. Sec. Int. Seminar on Citrus. Physiol.* Sao Paulo, Brazil. pp: 1-20.
- HSIAO, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 519-570.
- IRIGOYEN, J.J.; D.W. EMERICH; M. SANCHEZ-DIAZ. 1992. Phosphoenolpyruvate carboxylase, malate and alcohol dehydrogenase activities in alfalfa (*Medicago sativa*) nodules under water stress. *Physiologia Plantarum* 84: 61-66.
- JOHNSON, R.C.; H.T. NGUYEN; L.I. CROG. 1984. Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop. Sci.* 24: 957-962.
- JONES, W.W.; T.W. EMBLETON; C.W. COGGINS. 1975. Starches content of roots of 'Kinnow' mandarin trees bearing fruit in alternate years. *HortSci.* 10: 514.
- KLEIN, A.; CH. ITAI. 1989. Is proline involved in stomata regulation of *Commelina communis* plants recovering from salinity stress? *Physiol. Plantarum* 75: 399-404.
- LARQUE-SAAVEDRA A.; D. CORTES O.; D.H. DIAZ M.; G.P. ZARATE DE LARA. 1994. Salicylic acid effect on seedlings of *Citrus aurantium* *Proc. Plant Growth Regulators. Soc. Amer.* (In press).
- LEWIS, I.C.; C.W. COGGINS; H.Z. HEILD. 1964. The effects of biennial bearing and NAA on the carbohydrates and nitrogen composition of 'Wilking' mandarin leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 147-151.
- LOVATT, C.J.; Y. ZHENG; K.D. HAKE. 1988. A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering in citrus. *Proc. of the Sixth Int. Citrus Congress* 1: 475-484.
- LOVATT, C.J.; O. SAGEE; A.G. ALI; Y. ZHENG; C.M. PROTACIO. 1992. Influence of nitrogen, carbohydrate, and plant growth regulators on flowering, fruit set, and yield of citrus. *Proc. Sec. Int. Seminar on Citrus Physiol.* Sao Paulo, Brazil. pp: Y.31-54.
- MASIA, A.; A. PITACCO; P. TONUTT. 1985. Effects of ethephon on water balance of *Prunus cerasus* L. *Acta Hort.* 171:263-268.
- MONSELISE, S.P.; A.H. HALEVY. 1964. Chemical inhibition and promotion of Citrus flower bud induction. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 141-146.
- MORGAN, A.J. 1984. Interaction of water supply and "N" in wheat. *Plant Physiol.* 76: 112-117.
- MONSELISE, S.P.; P. BROSH; J. COSTO. 1981. Off season bloom in 'Temple' orange repressed by gibberellin. *HortSci.* 16: 786.
- MOSBAH, M.K.; G. YELENOSKY. 1987. Evaluation of polyamine and proline levels during low temperature acclimation of Citrus. *Plant Physiol.* 84: 692-695.
- MUNNS, R.; R.WEIR. 1981. Contribution of sugar to osmotic adjustment in elongation and expanded zones of wheat leaves during moderate water deficits at two light levels. *Aust. J. Plant Physiol.* 8: 93-105.
- PEREZ, S.; P. SETIEN. 1986. Determinación del momento de diferenciación de yemas florales en plantas del género Citrus tratadas con reguladores del crecimiento. *Memorias del Primer Simposio Internacional de Citricultura Tropical* 16-20 de Octubre. La Habana, Cuba. pp. 321-326.
- RAJAGOPAL, V. 1981. The influence of exogenous proline on the stomata resistance in *Vicia faba*. *Physiol. Plant.* 52: 292-296.
- RODRIGUEZ A., J. 1989. Mejoramiento genético para producción forzada. *Simposium: Producción forzada en Frutales. Memorias, Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.* pp. 5-8.
- SAVITSKAYA, N.N. 1976. On the physiological role of proline in plants. *Biol. Nauki* 19: 49-61.

- SMITH, M.A.; P.J. DAVIS. 1985. Separation and quantitation of polyamines in plant tissue by high performance liquid-chromatography of their dansyl derivatives. *Plant Physiol.* 78:89-91.
- SOUTHWICK, M.S.; T.L. DANVERPORT. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower inductions in Citrus. *Plant Physiol.* 81: 26-29.
- SOUTHWICK, M.S.; T.L. DAVENPORT. 1987. Modification of the water stress-induced floral response in 'Taihtl' Lime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2):231-236.
- SWETLIK, D.; M. FAUST. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. *Hort. Rev.* 6: 287-356.
- TING, S.V. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total, reducing sugars and fructose in citrus juices. *Agricultural and Food Chemistry* 4: 263-266.
- TURNER, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. *In*: H. Musell and R.C. staples (eds.) *Stress Physiology in Crop Plants*. Wiley-Interscience. New York. pp. 343-372.
- TURNER, N.C.; M.M. JONES. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: a review and evaluation. *In*: N.C. Turner and P.J. Kramer. *Adaptation of plant to water and high temperatures stress*. Wily and Sons. New York. pp: 87-103.
- VENEKAMP, J.H.; J.E.M. LAMPE; J.T.M. 1989. Organic acid as sources drought-induces proline synthesis in field bean plants. *Vicia faba* L. *J. Plant Physiol.* 133: 654-659.
- VU, J.C.V.; G. YELENOSKY. 1987. Photosynthetic characteristics in leaves of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.) grown under high and low temperature regimes. *Environ. and Exp. Bot.* 27(3): 279-287.
- WANG, Z.; G.W. STUTTE. 1992. The role of carbohydrates in active osmotic adjustment in apple under water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 7(5): 816-823.