ITEA (1995), Vol. 91V N.º 3, 197-206

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO DE NARANJO (Var. Valencia Late): EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS

R. Madrid
R.F. Lacomba,
C. Egea
M. LL. Amo
Dpto. Química Agrícola, Geología
y Edafología. Facultad de Química.
Apartado 4021.
30080 MURCIA

RESUMEN

Se estudia la influencia del tipo de riego (manta y localizado por microaspersión) sobre la evolución y niveles de diversos parámetros químicos del zumo de naranja (var. Valencia Late), durante la etapa de maduración, tales como °Brix, índice de formol, acidez valorable, prolina, pH, ácido ascórbico, macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) y oligoelementos (Mn y Zn).

Se estudia la evolución de la relación °Brix/acidez como índice de madurez. Se establecen e interpretan las relaciones índice de formol/N total y K/N+P+K. A partir de los 185 días se considera el momento de la maduración e inicio del posible corte del fruto.

Palabras clave: naranja, zumo, nutrientes, riego, parámetros químicos.

SUMMARY
THE INFLUENCE OF THE TYPE OF IRRIGATION IN THE ORANGE FRUIT QUALITY (Valencia Late cv.). THE EVOLUTION OF CHEMIST PARAMETERS.

The influence of the type of irrigation (flood and drip irrigation) on the evolution and various chemical parameter levels of the orange juice (Valencia Late cv.), during the ripeness stage, such as °Brix, formol index, acids, proline, pH, ascorbic acid, macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) and micronutrients (Mn and Zn).

The evolution of the relationship °Brix/acids as ripening index is studied. They are established and interpreted the relationship formol index/total N and K/N+P+K. As of 185 days is considered the moment of the ripeness and beginning of the possible court of the fruit.

Key words: orange, juice, nutrients, irrigation, chemist parameters.

Introducción

Factores influyentes en el desarrollo de los cultivos, desde el punto de vista nutricional, son la asimilación de nutrientes, las necesidades hídricas y la fotosíntesis. La calidad y productividad de los frutos vienen influenciados por factores internos, la denominada potencialidad genética y factores externos, que determinan la disponibilidad de metabolitos para su crecimiento, tales como elementos minerales, carbohidratos, agua, etc. (MADRID et al, 1990).

La tecnología del riego localizado permite, frente al riego a manta, aportar los fertilizantes simultáneamente con el agua de riego, con la debida dosificación, oportunidad, frecuencia y ajuste, coincidiendo con las necesidades de los diversos estados fisiológicos de la planta, al utilizar los automatismos apropiados. El grado de humedad que se alcanza en la zona radicular, bulbo húmedo del suelo, por el sistema de riego por goteo es controlado permanentemente, debiendo presentar niveles próximos a la capacidad de campo; que a su vez está influenciado por la evapotranspiración y la concentración de sales en el suelo (LEÓN et al, 1982; MADRID et al, 1987).

Aunque no es absolutamente clara la distinción entre los estadios de desarrollo de los frutos cítricos, sí puede apreciarse más significativamente el grado de madurez mediante la obtención de relaciones entre parámetros químicos y bioquímicos, tales como °Brix/acidez (PRIMO y ROYO, 1969), azúcares/ácidos (WILLS et al, 1984) y azúcares totales/°Brix (BOE 1988). Las prácticas culturales, los niveles y programas de riego y fertilización influyen en gran medida en la calidad y productividad de los cítricos (YAGEV, 1977; LEGAZ et al, 1981; WOLF, 1983; LEÓN et al, 1986).

Se estudia en nuestra investigación la evolución de diversos parámetros químicos en naranja, variedad Valencia Late, durante el período de maduración del fruto, directamente relacionados con su calidad, en dos parcelas próximas, con distinto régimen de riego, a manta y localizado a microaspersión.

Material y métodos

Las parcelas ensayadas se encuentran en Sagunto (Valencia), cultivadas con naranjos adultos de la variedad Valencia Late, sobre patrón de naranjo amargo, de 21 años en el momento del estudio en ambos casos a lo largo de los años 1990 y 1991. Cada parcela de experimentación está constituida por 60 árboles muy uniformes y suelos semejantes, dispuestos en filas, muestreándose 15 árboles en V en la zona central, con una periodicidad aproximada de 30 días; se recogen 25 frutos a lo largo de la franja correspondiente al tercio medio del árbol

Las precipitaciones en la zona son escasas, lo que origina un déficit hídrico, que se resuelve con el riego, utilizando dos sistemas (manta y localizado con microaspersión) para estudiar su influencia en el desarrollo del fruto. El período seco se extiende desde abril a septiembre, superando la E.T.P. a la precipitación, lo que obliga a un aumento del riego. Las medias mensuales de temperatura superan los 10°C durante todo el año y las medias estivales no sobrepasan los 30°C, condiciones adecuadas para el desarrollo de los cítricos.

Los suelos de las parcelas en estudio fueron roturados y abancalados en su día, resultando antropizados y permeables. No presentan en ningún caso problemas de

encharcamiento ni mal desarrollo del sistema radicular de las plantaciones de naranjos. Bajo contenido en carbonatos totales y poder clorosante en ambas parcelas. Bajo contenido en nitrógeno total en la parcela de microaspersión y valores altos en materia orgánica y fósforo, más elevados en la parcela de riego a manta. Capacidad de cambio catiónico media y alta saturación en calcio. Textura franco-arcillo-arenosa.

La recogida de muestras de aguas de riego se ha efectuado siguiendo las normas recomendadas. No son de esperar problemas de toxicidad de sodio (0.04 g/l), cloruros (0.11 g/l) o boro (0.08 mg/l) en el desarrollo de los cítricos, ni existen problemas de permeabilidad derivados de su uso. Ligero riesgo de salinización del suelo, dada su conductividad eléctrica de media a alta (1.41 dS/m) y dureza algo elevada(77 °F). El aporte anual de agua en riego localizado es de 18.8 m3 /árbol y en riego a manta es más elevado

La variedad en estudio se encuentra sometida en las parcelas ensayadas al correspondiente programa de riego y fertilización anual (Cuadro 1). La fertilización básica N-P-K llevada a cabo en los años ensayados en la parcela de riego localizado, se efectúa con urea, fosfato monoamónico y nitrato potásico, utilizando como corrector nitrato de magnesio, vía suelo; distribuidos a lo largo del año y por árbol a razón de 1980 g de nitrógeno, 390 g de fósforo y 662 g de potasio. También se aplican como correctores vía foliar fertilizantes de los oligoelementos manganeso y cinc. La aplicación de los fertilizantes en la parcela de riego a manta se realiza en los mismos períodos que para microaspersión, siendo las cantidades que se aportan de un 20 a un 30% superiores a las indicadas para microaspersión.

Los valores dados, para las distintas fechas y tomas, corresponden a la media de las parcelas con igual sistema de irrigación y dos repeticiones analíticas. Los valores encontrados son sometidos al análisis de la varianza y las diferencias que se consideran son significativas al 95%.

Entre los métodos de análisis del zumo, las medidas de pH se efectúan directamente mediante la utilización de un pH-mV-metro con electrodo combinado de pH. La acidez valorable se determina mediante valoración con NaOH 0.1 N y fenolftaleina 1% como indicador y se expresa en gramos de ácido cítrico anhidro/100 ml de zumo. El índice de formol se determina por valoración potenciométrica con NaOH 0.25 N.

El aminoácido prolina se determina por espectrofotometría-VIS, a 509 nm, del complejo coloreado con ninhydrina mediante extracción con n-butilacetato (I.F.F.J.P., 1983).

Para la determinación de los elementos minerales se efectúa la mineralización del zumo por vía húmeda, con HNO_3 y $HC10_4$. El potasio se determina por espectrofotometría de emisión a partir de los zumos digeridos y diluidos. Calcio, magnesio y los oligoelementos manganeso y cinc se determinan mediante espectrofotometría de absorción atómica, bajo las apropiadas condiciones de trabajo.

El fósforo se determina por espectrofotometría-VIS a 460 nm, mediante desarrollo del color con molibdato amónico y metavanadato amónico.

El nitrógeno total se determina siguiendo el método Kjeldahl semimicro (BREMNER, 1965).

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra la evolución con el tiempo de los °Brix, índice de formol, acidez valorable, prolina, pH y ácido ascórbico en el zumo de naranja (var. Valencia Late) bajo ambos sistemas de riego.

El contenido en sólidos solubles aumenta al acercarse al momento de corte del fruto, alcanzando en esta fecha los valores más altos; los niveles de °Brix en los frutos bajo riego localizado es menor que en los regados a manta.

El índice de formol presenta un rango de variación estrecho con un mínimo a los 200 días desde el cuajado del fruto, aumentando conforme van madurando los frutos. Durante el período estudiado los niveles son ligeramente superiores para los frutos en riego a manta, produciéndose una inversión temporal a los 230 días.

La acidez disminuye con la maduración, hasta alcanzar un mínimo en la época de corte del fruto debido a la transformación de los ácidos en azúcares, con valores algo más bajos para el riego localizado, aumentando las diferencias en la última etapa.

La prolina aumenta de forma constante durante el período ensayado, bajo ambos sistemas de irrigación, manteniéndose más altos los niveles para el riego a manta. En el momento de corte se produce un sostenimiento de los niveles de prolina para microaspersión, mientras que en riego a manta continúan aumentando, con una diferencia entre ambos de 39 mg/100 ml.

Al disminuir la acidez de los frutos se produce un aumento de pH, durante el período estudiado, siendo superiores los valores en los frutos sometidos a riego localizado.

Los contenidos en ácido ascórbico son similares para los frutos en ambos sistemas de irrigación entre los 150 y 180 días, a partir de los cuales aparece una clara separación, con igual evolución, y un acentuamiento de las diferencias hacia la etapa de corte del fruto, situándose en niveles superiores bajo riego a manta (57 mg/100 ml).

En la Figura 2 se representa la evolución con el tiempo de los niveles de macronutrientes N, P, K, Ca y Mg y los oligoelementos Mn y Zn en el zumo de naranja durante el período de maduración, bajo los dos sistemas de riego ensayados.

Los niveles y evolución del potasio, elemento mayoritario, son prácticamente coincidentes para ambos sistemas de riego con un mínimo a los 231 días, aumento posterior y un máximo en el momento del corte del fruto, ligeramente superior para el riego a manta (178 mg/100 ml).

El nitrógeno presenta unos valores constantes hasta los 260 días (76 a 102 mg/100 ml), con un leve ascenso hasta alcanzar el valor máximo en la última etapa; los niveles para riego a manta son algo más elevados.

El fósforo mantiene sus niveles estables en la primera etapa con una ligera elevación al final del período de maduración con niveles más altos en todo momento para los frutos bajo microaspersión, debido a una mayor movilidad del nutriente por la influencia mecánica e hídrica del sistema de riego, y una mayor absorción por el cultivo.

Los niveles de magnesio disminuyen inicialmente, siendo coincidentes para ambos sistemas de riego, aumentando ligeramente en la etapa final (11 mg/100 ml); los valores máximos se presentan a los 154 días para ambos sistemas de riego, y evolución coincidente. El calcio presenta un sostenimiento

TABLA I
PROGRAMA DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN PARA LOS SISTEMAS A MANTA Y LOCALIZADO CON MICROASPERSORES

MES	RIEGO (m^3/árbol)	FERTILIZANTE	LOCALIZADO (g/árbol)	MANTA (g/árbol)
I	0.63	Fosfato monoamónico	80.0 - P	100.0 - P
		Nitrato potásico	132.0 - K	165.0 - K
II	0.80	Urea	99.2 - N	124.0 - P
		Fosfato monoamónico	80.0- P	100.0 - P
		Nitrato potásico	132.0 - K	165.0 - K
III	0.98	Urea	197.6 - N	247.0 - N
		Fosfato monoamónico	80.0 - P	100.0 - P
		Nitrato potásico	132.0 - K	165.0 - K
IV	1.37	Urea	297.0 - N	371.2 - N
		Nitrato magnésico	9.5 - Mg	11.8 - Mg
V	2.25	Urea	297.0 - N	371.2 - N
		Nitrato magnésico	9.5 - Mg	11.8 - Mg
VI	3.09	Urea	297.0 - N	371.2 - N
		Nitrato magnésico	9.5 - Mg	11.8 - Mg
VII	2.75	Urea	297.0 - N	371.2 - N
		Nitrato potásico	66.0 - K	82.5 - K
		Nitrato magnésico	9.5 - Mg	11.8 - Mg
VII	2.69	Urea	297.0 - N	371.2 - N
		Nitrato potásico	67.0 - K	83.7 - K
IX	1.96	Urea	297.0 - N	371.0 - N
		Nitrato potásico	66.0 - K	82.5 - K
X	1.26	Nitrato potásico	67.0 - K	83.7 - K
XI	0.61	Fosfato monoamónico	80.0 - P	100.0 - P
XII	0.38	Fosfato monoamónico	80.0 - P	100.0 - P

Correctores foliares de manganeso y cinc (0.15 g/m^2 superficie real en Febrero-Marzo).

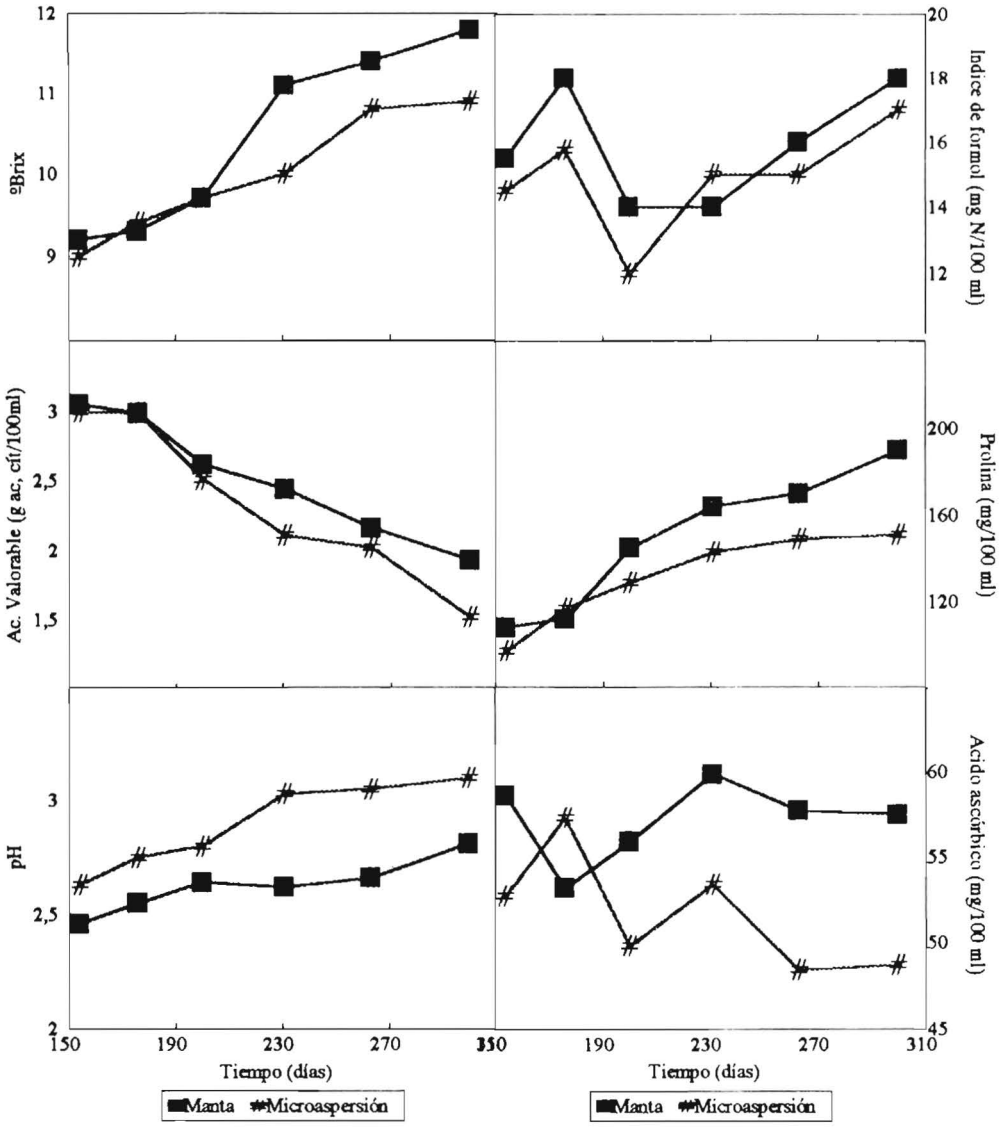


Figura 1. Evolución estacional de los parámetros °Brix, índice de formol, acidez valorable, prolina, pH y ácido ascórbico en zumo de naranja (var. Valencia Late) bajo riego a manta y localizado.

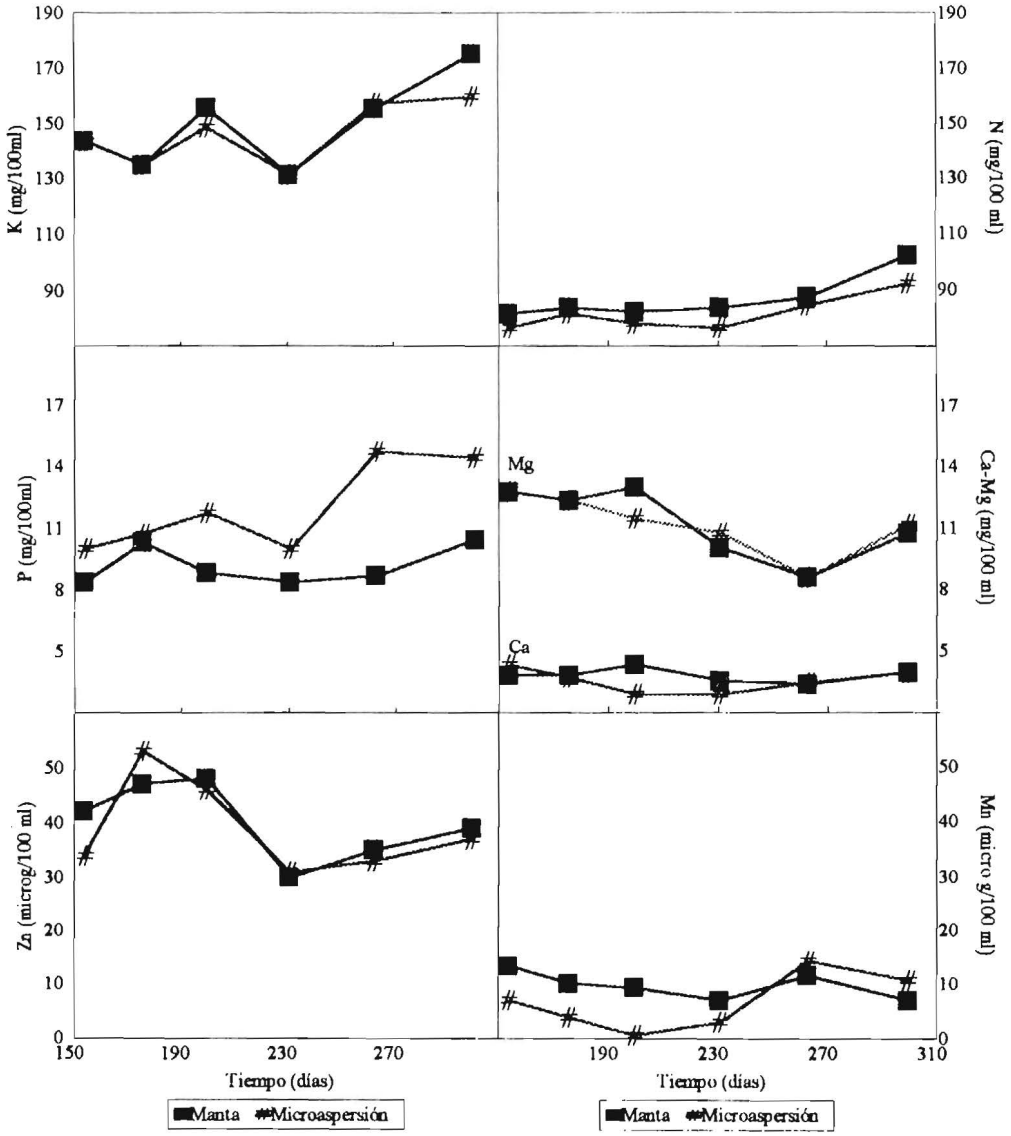


Figura 2. Evolución estacional del contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso y cinc en zumo de naranja (var. Valencia Late) bajo riego a manta y localizado.

de los niveles durante todo el período siendo próximos para ambos sistemas de riego.

Los niveles de cinc son coincidentes para ambos sistemas de riego durante todo el período estudiado, presentando un rango de concentraciones de 34 a 53 μg/100 ml para el sistema de riego por goteo y de 30 a 49 μg/100 ml para el riego a manta.

El manganeso evoluciona de forma similar bajo ambos sistemas de riego con valores más altos para el riego a manta durante la primera etapa e invirtiéndose en la etapa final.

En la Figura 3 se muestra la evolución estacional de las relaciones °Brix/acidez, índice de formol/N total y K/N+P+K en el zumo de naranja, junto a las relaciones de la acidez valorable, °Brix y ácido ascórbico con el crecimiento del diámetro ecuatorial del fruto, bajo ambos sistemas de riego.

La relación °Brix/acidez aumenta a partir de los 185 días desde el cuajado del fruto, alcanzando a los 300 días el valor máximo (6.11 para riego a manta y 7.17 para riego localizado); niveles muy próximos a lo largo del tiempo de desarrollo, acentuándose las diferencias en el momento del corte final

La relación índice de formol/N total se mantiene constante durante el período ensayado, bajo ambos sistemas de riego, con valores prácticamente coincidentes, entrecruzándose a los 200 días.

La relación entre macronutrientes K/N+ +P+K presenta una evolución próxima para ambos sistemas de irrigación (0.58-0.64) con ligeras fluctuaciones iniciales y una constancia a partir de los 240 días desde el cuajado del fruto.

La relación acidez valorable/diámetro del fruto es decreciente como el numerador y teniendo en cuenta el crecimiento del denominador. La evolución es idéntica bajo ambos sistemas de riego, con niveles algo superiores en riego a manta.

La relación °Brix/diámetro es prácticamente constante para ambos sistemas de riego en la etapa de maduración, con valores para riego a manta y microaspersión de 0.17 y 0.15, respectivamente.

La relación ácido ascórbico/diámetro es ligeramente decreciente, con valores más elevados en riego a manta como en los dos casos anteriores, tal como ocurre en la evolución de las dos relaciones anteriores.

Conclusiones

Los niveles de los distintos parámetros estudiados (°Brix, índice de formol, acidez valorable, prolina y vitamina C) son coincidentes inicialmente y superiores en la etapa de maduración en riego a manta frente a goteo con microaspersores, no contribuyendo esta nueva técnica a mejorar la calidad de los frutos, sí la productividad según otros trabajos.

El sistema de riego localizado, frente a manta, favorece la absorción de los nutrientes por parte de la planta en la etapa de maduración del fruto, de forma más acentuada en el caso del fósforo, así como para magnesio y manganeso.

La relación °Brix/acidez muestra una constancia inicial, pasando a partir de los 180 días desde el cuajado del fruto a presentar un crecimiento constante, con valores próximos bajo ambos sistemas de riego, con un cierto distanciamiento en el momento final de corte del fruto. Las relaciones índice de formol/N total y K/N+P+K, presenta

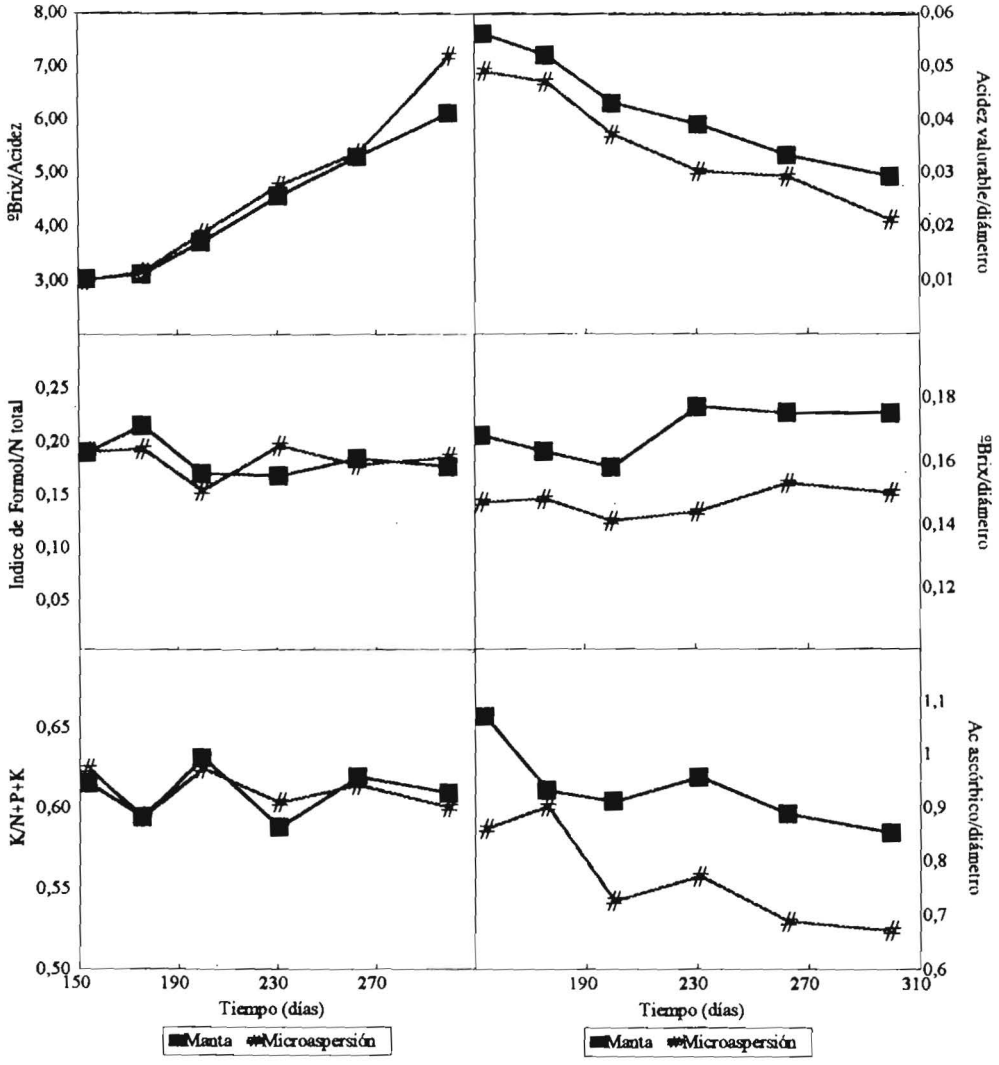


Figura 3. Evolución estacional de las relaciones °Brix/acidez valorable, índice de formol/N total, K/N+P+K, acidez valorable/diámetro, °Brix/diámetro y ácido ascórbico/diámetro en zumo de naranja (var. Valencia Late) bajo riego a manta y localizado.

valores prácticamente constantes y próximos durante el período estudiado, para ambos sistemas de riego.

El estudio evolutivo al relacionar con el diámetro ecuatorial los niveles de acidez valorable, °Brix y ácido ascórbico, conduce a curvas decrecientes para la acidez y la vitamina C, y constante para los °Brix, con valores próximos aunque siempre superiores cuando la irrigación es a manta.

Bibliografía

BOE, 1988. Métodos Oficiales de análisis de zumos. Pag. 3897.

BREMMER J.M., 1965. Total nitrogen. Method of soil analysis. Part. 2. Black. C.A. Edit. American Society of Agronomy. Inc. Publ, Madison.

I.F.F.J.P. Analyses. 1983. Determination of proline. 49, 1-3.

LEGAZ, F., IBÁÑEZ, R. DE BARREDA, D.G., PRIMO MILLO, E., 1981. Influence of irrigation and fertilization on productivity of the "Navelate" sweet orange. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2, 591-595.

LEÓN, A., DEL AMOR, F., TORRECILLAS, A., 1982. La utilización del evaporímetro en la programación del riego localizado del limonero. Anal. Edafol. Agrobiol. 3-4, 497- 510.

LEÓN A., DEL AMOR, F., TORRECILLAS, A., 1986. El riego en la región de Murcia. CAGP-CSIC. Murcia.

MADRID, R, FERRER, C., FERRANDO J.S., 1987. Movilidad y distribución de los iones en el suelo, mediante fertirrigación localizada, en el cultivo de cítricos. II Simposio Nacional de fertilización en riego localizado. Almería. Vol. I. 126-138.

MADRID, R, CÁNOVAS, J., LACOMBA, RF., CANO, J.A., LORENTE, J., BERNAL, P., 1989. Relaciones entre parámetros físicos durante el desarrollo de las naranjas (Var. Valencia Late). Influencia del tipo de riego. ITEA, 85, 23-33.

PRIMO, E., ROYO, J., 1969. Detección de adulteraciones en zumos. XIV. Composición mineral del suero de los zumos procedentes de variedades españolas. A.T.A 9. 100-105.

WILLS, R.H.H., LEE, J.H, GRAHAM, D., MC. GLASSON, W.B., HALL, E.G., 1984. Fisiología de frutos y hortalizas postrecolección. New South Wales. University Press Ltd. Ed. Acribia. Zaragoza. pp 195.

WOLF, P., 1983. On the developmental status of microirrigation. Plant Research and Development. 18, 70-80.

YAGEV, E., 1977. Drip irrigation in citrus orchards. Proc. Int. Soc. Citriculture. 1, 110-113

(Aceptado para publicación el 24 de agosto de 1995)