



CITRICOS

Respuesta de los cítricos a diferentes dosis de Nitrógeno en riego por inundación

J. Bañuls Gil*, P.J. Ferrer Talón** y F. Legaz Paredes*

*INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS
**SERVICIO DE TECNOLOGÍA DEL RIEGO



La fertilización nitrogenada constituye una de las principales prácticas culturales pues de ella depende, en gran parte, la productividad y la calidad del fruto. En las plantas con nutrición nitrogenada deficiente se reduce la cosecha; por el contrario un abonado excesivo provoca pérdida de la calidad del fruto y contaminación del medio ambiente, como consecuencia del lavado y arrastre, a la capa freática, del exceso de nitrógeno bajo la forma de nitrato.

De lo anteriormente expuesto se desprende la necesidad de ajustar las dosis utilizadas en el abonado nitrogenado, de modo que se asegure un equilibrio entre el desarrollo vegetativo, la producción, la calidad del fruto y la conservación del medio ambiente. A través de numerosos estudios, con la finalidad de evaluar la relación entre la dosis y la respuesta del cultivo, se ha visto que ésta varía con el tipo de suelo y las condiciones climáticas y de cultivo, siendo, en la práctica, muy complejo establecer una pauta general para la dosificación de los abonos nitrogenados.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, en diferentes zonas citrícolas, se han llevado a cabo diversos trabajos sobre la fertilización nitrogenada en los agríos. Podemos señalar los de Florida (Sites et al., 1953; Reuther et al., 1957; Stewart et al., 1961), California (Jones y Embleton, 1967), Australia (Montgomery et al., 1978), Israel (Oppenheimer et al., 1954) y España (Martínez-Corbalán, 1972). Según se

puede deducir de la revisión bibliográfica realizada no parece que, en los últimos veinte años, se hayan llevado a cabo trabajos relevantes sobre la fertilización nitrogenada del cultivo de los cítricos con riego por inundación.

El objetivo de este ensayo consistió en determinar el efecto que tiene, en un cultivo de cítricos con riego por inundación, la aplicación de distintas dosis de nitrógeno (N) sobre el contenido foliar de este elemento, la producción y la calidad del fruto, con el fin de optimizar la fertilización nitrogenada en los cítricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una parcela comercial de la variedad Navelina (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), situada en La Pobla Llarga (Valencia); los árboles, injertados sobre citrange Troyer y un marco de plantación de 6m x 4m, contaban con 9 años de edad al inicio del ensayo (300 cm de diámetro de copa). La plantación poseía un estado nutritivo óptimo en macro y micronutrientes, de acuerdo con las normas establecidas por Legaz et al. (1995). El experimento se diseñó en bloques al azar,



CUADRO 1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO. PROFUNDIDAD (CM)

PARÁMETROS	0 - 20	20 - 40
Textura:		
Arena (%)	71.6	69.4
Limo (%)	17.9	25.1
Arcilla (%)	10.5	5.5
Clasificación textural (ISSS)	Franco arenosa	Franco arenosa
pH (1/2.5, suelo/agua)	7.9	8.0
Conductividad eléctrica (1/5, mS/cm)	0.151	0.146
Carbonato cálcico (%)	17.4	20.3
Caliza activa (%)	5.1	6.4
Materia orgánica (%)	0.97	0.65
Nitrógeno total (%)	0.050	0,032
Relación C/N	11.3	11.8
Fósforo asimilable Olsen (P ppm)	31.3	24.3
Potasio asimilable (K ⁺ meq/100 g)	0.41	0.34
Magnesio asimilable (Mg ⁺⁺ meq/100 g)	2.36	2.44
Relación K ⁺ /Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	0.17	0.14

CUADRO 2. ÉPOCAS DE APLICACIÓN Y PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SUMINISTRADOS A ÁRBOLES DE NAVELINA

TRATAMIENTOS	Marzo (40%) (Sulfato amónico)	Julio (60%) (Nitrato amónico)
D ₁ (150 Kg N/Ha/Año)	60	90
D ₂ (250 Kg N/Ha/Año)	100	150
D ₃ (350 Kg N/Ha/Año)	140	210
D ₄ (450 Kg N/Ha/Año)	180	270

con 2 repeticiones por dosis y se mantuvo durante cinco años; la parcela elemental constó de dos filas de diez árboles cada una.

Las características físicas y químicas del suelo se presentan en el **Cuadro 1**. Como se puede apreciar, los contenidos en materia orgánica y N total son bajos; los niveles de fósforo, potasio y la relación potasio/magnesio se encuentran en el rango óptimo (Legaz et al., 1995). El riego se efectuó por el método de inundación, con agua procedente del río Albaida y ocasionalmente de pozo, con contenido en nitrato inferior a 50 mg/litro.

Los tratamientos con las dosis diferenciales de N empleadas y las épocas de aplicación se exponen en el **Cuadro 2**. Los fertilizantes nitrogenados se aplicaron superficialmente a voleo entre las filas de árboles regándose a continuación. La fertilización básica en P₂O₅, K₂O se efectuó de acuerdo a las normas establecidas por Legaz y Primo-Millo (1988). En la mayoría de los años se aplicaron correctores de cinc y manganeso por vía foliar.

Para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la concentración foliar de N se muestrearon, en octubre, hojas de la brotación de primave-

ra sin fruto terminal, de 6 a 8 meses de edad, según las especificaciones recomendadas por Legaz et al. (1995), tomándose una muestra de cada fila de árboles, es decir cuatro por tratamiento. Para analizar la calidad del fruto, se tomaron al azar 50 frutos de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• EFECTO DE LAS DOSIS DE N SOBRE LA CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NITRÓGENO

En el **Gráfico 1** se puede observar la influencia de las distintas dosis de abonado sobre la concentración foliar de nitrógeno (N) en hojas de brotes de primavera.

La aplicación diferencial de N indujo incrementos significativos en el contenido foliar de N en cada año, así como en el conjunto de éstos. En general, no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos D₂ (250) y D₃ (350). Por otro lado, se observa que la cuantía de la producción ha influido antagónicamente en el nivel foliar de N. De modo que en los años 1992 y 1994, de máxima producción (**Gráfico 2**), se alcanzaron valores foliares mínimos de N en todos los tratamientos (**Gráfico 1**), mientras que el efecto contrario se refleja claramente en los contenidos foliares de N del año 1993 que se correspondieron con las producciones más bajas.

En el último año del ensayo, los árboles abonados con la dosis más baja mostraron un estado nutritivo deficiente en N, así como un menor desarrollo vegetativo; mientras que con las restantes dosis se alcanzaron niveles óptimos, según lo establecido por Legaz y Primo-Millo (1988).

La respuesta observada en este ensayo del contenido de N en hoja en función de la dosis de abonado, concuerda con los resultados obtenidos

por Sites et al. (1953), Reuther et al. (1957) y Stewart et al. (1961)

• EFECTO DE LAS DOSIS DE N SOBRE LA PRODUCCIÓN

En el **Gráfico 2** se presenta la influencia de las diferentes dosis de N sobre la producción anual y la media acumulada en el conjunto de los años estudiados. En general, los resultados son coincidentes con los obtenidos en ensayos similares a éste.

En primer lugar (Gráfico 2), se aprecia la alternancia productiva característica de esta variedad, con tres años de alta producción y dos de baja. También es destacable que las dosis diferenciales de N no hayan afectado significativamente en los años de alta cosecha y que, en la producción acumulada se observan divergencias entre las dosis según avanzan los años de tratamiento (**Gráfico 3**). En los años de bajo rendimiento se han obtenido diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos; en cambio, al considerar la producción media acumulada de los cinco años (**Cuadro 3**). Sólo se observó un aumento significativo entre D₁ (150) y las restantes dosis, no detectándose diferencias entre D₂ (250), D₃ (350) y D₄ (450), **lo que indica que la dosis D₂ sería la más interesante desde el punto de vista económico y medioambiental.**

Jones y Embleton (1967) y Mungomery et al. (1978) no observa-



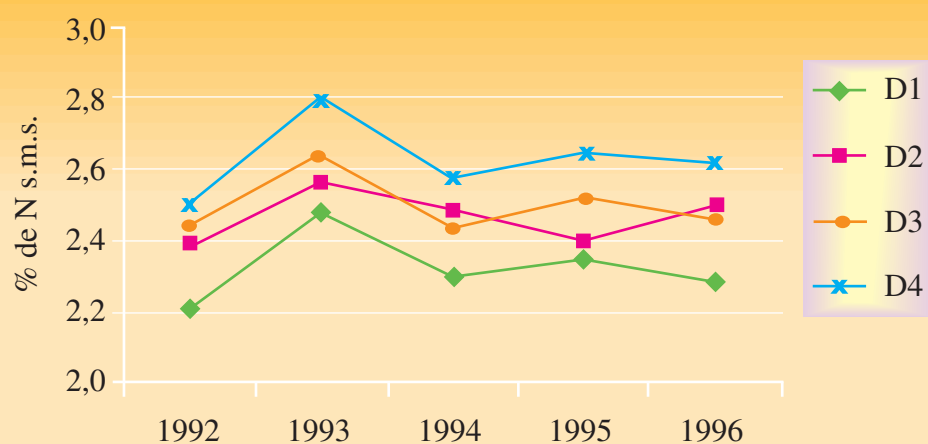
CUADRO 3. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN MEDIA ACUMULADA

TRATAMIENTO	Media acumulada (kg/árbol.)
Dosis D1	85.0 a
Dosis D2	91.6 b
Dosis D3	95.4 b
Dosis D4	98.2 b
Significación	*

Z: Cada valor es media de 4 repeticiones

*: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas según el test L.S.D. (p < 0.15).

Gráfico 1.– Nivel de N en hoja

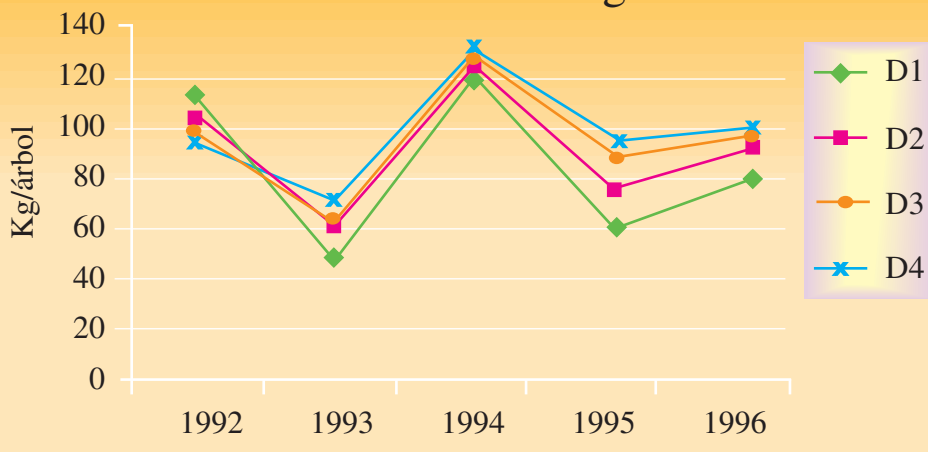


ron aumentos claros en la producción de cítricos al aumentar la dosis de 150 a 300 Kg N/Ha/año, en ensayos realizados en California y Australia, respectivamente. Por otro lado, en los ensayos realizados en Florida, por Reese y Koo (1974), se indica que con dosis próximas a 200 Kg N/Ha/año se alcanzan máximos rendimientos. Sin embargo, Stewart et al. (1961) obtuvieron una producción máxima con 120 Kg N/Ha/año. Así mismo, en California, Reuther et al. (1957) apenas observaron un aumento en la producción con dosis superiores a ésta.

• EFECTO DE LAS DOSIS DE N SOBRE LA CALIDAD DEL FRUTO

La influencia de diferentes dosis de nitrógeno sobre la calidad del fruto se expone en el Cuadro 4. Las dosis diferenciales de abonado nitrogenado no han influido significativamente sobre el número de frutos por árbol, el porcentaje en sólidos solubles y el índice de color. Sin embargo, han influido de forma significativa, pero no consistente, sobre el peso del fruto, porcentaje en peso de corteza y zumo e índice de madurez; de modo que estos parámetros no han mantenido una pauta correlativa con las dosis crecientes de N. En cambio, los valores del espesor de la corteza y la acidez han resultado significativos y consistentes.

Gráfico 2.– Producción en función de la dosis de nitrógeno



CUADRO 4. EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE N SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO DE NAVELINA

Tratamientos	Peso fruto (g)	Número frutos/árbol	Espesor corteza (mm)	Corteza (%peso)	Zumo (%peso)	Sólidos solubles (%)	Acidez (%)	Índice madurez	Índice color
D ₁	227a	396	5.7a	49.5a	44.3b	11.1	1.36b	8.1a	2.23
D ₂	243ab	404	5.7a	50.0a	44.0b	10.8	1.30ab	8.6ab	1.43
D ₃	230a	434	5.9ab	52.4b	41.5a	11.1	1.28a	8.9b	1.48
D ₄	248b	407	6.0b	51.2ab	43.4ab	11.1	1.28a	8.6b	1.34
Significación	*	N.S.	*	*	*	N.S.	*	*	N.S.

Cada valor es la media de 8 muestras recolectadas al final de octubre durante los años 1992 y 1996.

N.S.: no significativo.

*: Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes según el test L.S.D. ($p < 0.15$).

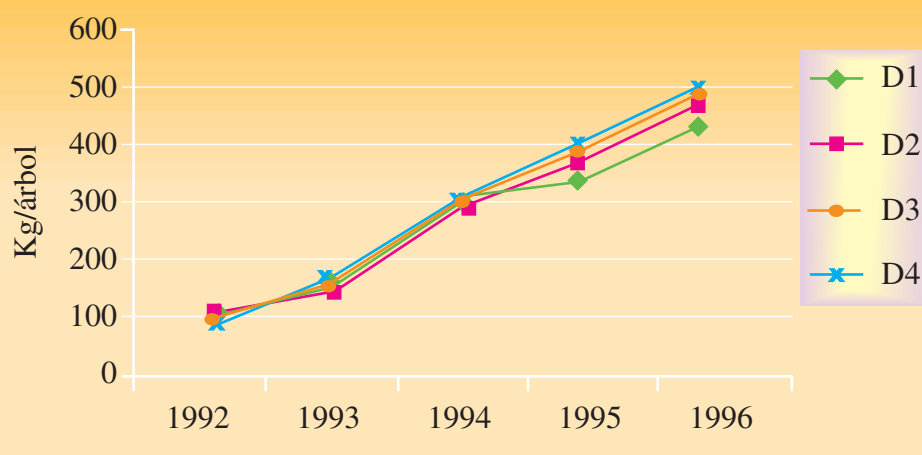
La influencia de dosis diferenciales de N sobre el tamaño y calidad del fruto ha sido ampliamente estudiada. Dado que estos trabajos se han realizado en condiciones experimentales muy diversas, los resultados obtenidos son, así mismo, variables y contradictorios. Sin embargo, en todos estos trabajos se observó, de forma general, un aumento del contenido de N foliar con las dosis crecientes de N aplicado. Por ello, Embleton et al. (1973) relacionaron los niveles foliares estándar de N con los parámetros de producción y calidad del fruto. En esta revisión general, estos autores propusieron un modelo de respuesta, que coincide con los resultados presentados en este trabajo.

Con respecto a la acidez e índice de madurez, Reuther et al. (1957), Jones y Embleton (1967) y Reese y Koo (1974) observaron aumentos en la acidez, con dosis crecientes de N, y una disminución del índice de madurez. Sin embargo, Sites et al. (1953) y Mungomery et al. (1978) obtuvieron en estos parámetros una respuesta inversa que concuerda con los resultados obtenidos en presente trabajo. Esto confirma el carácter variable de estos valores según lo descrito por Embleton et al. (1973).

CONCLUSIONES

Podemos concluir que en el cultivo de cítricos en riego tradicional, para obtener un equilibrio entre producción y calidad de fruto, la dosis óptima de nitrógeno se encuentra en el entorno de los 250 kg por hectárea y año (250 UF/ha/año). Este valor se mantiene dentro del intervalo de dosis de nitrógeno recomendadas por Legaz y Primo-Millo (1988) para árboles adultos en nuestras condiciones de cultivo.

Gráfico 3.– Producción acumulada en función de la dosis de N





Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud a los hermanos Richart Ortiz que amablemente cedieron la parcela que se utilizó para llevar a cabo el presente trabajo. Así mismo agradecen, de forma especial, la colaboración de F. Illa y E. Durá en la realización de los trabajos de campo. A Emilio Carbonell por su asesoramiento en el estudio estadístico y a David Villalba por su estímulo y apoyo. También ha sido de gran ayuda la participación de B. Martín Olmo, J. B. Alberola, M. C. Prieto, J. Giner y A. Boix en los trabajos de laboratorio y de campo. Este estudio ha sido financiado por el proyecto I.N.I.A. Nº: SC 93-139.

BIBLIOGRAFIA

- **Bremner, J.** 1965. Inorganics forms of nitrogen. In: Methods of soil analysis. Agronomy 9. Ed. C. A. Black. Am. Soc. of Agron. Madison. WI. pp 1179-1137.
- **Chapman, M.D. y Pratt, P.F.** 1961. Plant Analysis. P.56-64. In Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Univ. Calif. Div. Agric. Sci.
- **Embleton, T. W., Jones W. W., Labanauskas, CH. K. Reuther, W.** 1973. Leaf analysis as a diagnostic tools and guide to fertilization. In: The citrus industry. (Ed.) Reuther, W. Rev. Ed.). Univ. Calif. Div. Agric. Sci. Berkeley. Calif., 3:183-210.
- **eJackson, M.L.** 1965. Soil Chemical Analysis. p.151-153. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ.
- **Jiménez Cuesta, M., Cuquerella, J. and Martínez-Jávega, J.M.** 1981. Determination of a colour index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 750-753.
- **Jones W.W. y Embleton T. W.** 1967. Yield and fruit quality of Washington Navel orange trees as related to leaf nitrogen and nitrogen fertilization. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 138-142.
- **Legaz, F. y E. Primo-Millo (1988).** Normas para la fertilización de los agrios. Serie Fullets Divulgació nº 5-88. Consellería d'Agricultura i Pesca. Generalitat Valenciana, 29 pp.
- **Legaz, F., Serna M.D., Ferrer P., Cebolla V. y Primo-Millo E.** 1995. Análisis de hojas, suelos y aguas de riego para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Servicio de Transferencia de Tecnología Agraria. Dirección General de Investigación y Tecnología Agraria. Consellería D'Agricultura, Pesca i Alimentació. Generalitat Valenciana, 26 pp
- **Mungomery, W.V; Jorgensen, K.R. y Barnes J.A.** 1978. Rate and timing of nitrogen application to navel oranges: Effects on yield and fruit quality. Proc. Int. Soc. Citriculture, 285-288.
- **Reese, R.L. y Koo R.C.J.** 1974. Responses of Hamlin, Pineapple, and Valencia orange trees to nitrogen and potash applications. Proc. Fla. State Hort. Soc. 87: 1-5.
- **Reuther, N; Smith, P.F; Scudder, J. K. Y Hernciar, G.** 1957. Responses of valencia orange trees to timing, rates, and ratios of nitrogen fertilization. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 170:223-236.
- **Sites, J.W; Wander, I.W. y Deszyck, E.J.** 1953. The effect of fertilizer timing and rate of application on fruit quality and production of hamlin oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 66: 54-62.
- **Stewart, I; Leonard, C.D. y Wander, I.W.** 1961. Comparison of nitrogen rates and sources for pineapple oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 74. 75-79.