



Foto: INIA

FERTIRRIEGO EN CÍTRICOS: primeros resultados sobre experimentos de largo plazo II. Nutrientes*

Ing. Agr. MSc Álvaro Otero, Ing. Agr. MSc. Carmen Goñi**,
Ing. Agr. Dr. Rafael Grasso, Lic. Lab. Delia Machado

Sistema Vegetal Intensivo. (**) hasta 2015.

Esta segunda entrega completa los primeros resultados del estudio que evalúa el fertirriego en cítricos, en comparación con las formas más extendidas de aplicación de fertilizantes y tomando en cuenta diferentes frecuencias de aplicación y soluciones nutritivas.

INTRODUCCIÓN

La citricultura en Uruguay tiene como una de sus metas mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos y la eficiencia de los recursos naturales. El concepto de “Una Salud” está siendo incorporado en la citricultura moderna, pasando por el procesamiento y transporte y, finalmente, en los consumidores y el manejo urbano. En este sentido, es prioritario integrar las tecnologías existentes a las nuevas tecnologías emergentes para lograr un uso más eficiente y equilibrado del agua y

de los nutrientes en las plantaciones, con un creciente grado de automatización, y con una baja exportación de nutrientes –potencialmente dañinos– al resto del agroecosistema.

Tomando en cuenta las condiciones de producción en Uruguay, sobre suelos de alta diferenciación textural y con precipitaciones en primavera de variable frecuencia e intensidad, nos hemos planteado preguntas relacionadas a la ventaja agronómica de realizar fertirriego, frente a las alternativas actuales y

*Este artículo es la segunda entrega del contenido publicado en el número anterior de Revista INIA (N° 70, setiembre de 2022). Fertirriego en cítricos: primeros resultados sobre experimentos de largo plazo I. Productividad.

Acceda **AQUÍ** 

bien conocidas de la fertilización fraccionada en cobertura o con el uso fraccionado de fertilizantes de liberación lenta.

Los objetivos de estos trabajos fueron: 1) evaluar diferentes formas de aplicar fertilizantes, específicamente en la comparación de la fertilización en cobertura y el fertirriego; 2) evaluar diferentes frecuencias de fertirriego: diaria, 2 veces por semana y semanal. En este artículo, nos focalizaremos en los resultados desde el punto de vista del fertirriego en sí mismo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES EXPERIMENTALES

Formas de aplicar los fertilizantes

El fertirriego se instaló desde la plantación (2012), en la variedad 'Afourer' sobre trifolia (6 x 2,5 m). Las plantas recibieron la misma dosis de macro y micronutrientes, evaluándose principalmente tres formas de manejar el riego y la fertilización: a) riego y fertilización convencional usando las fuentes tradicionales de nutrientes: nitrato de calcio, cloruro de potasio y superfosfato, b) riego y fertilización en base a fuentes de liberación lenta de nitrógeno: Entec®, cloruro de potasio y superfosfato y c) fertirriego cada tres días. La dosis de fertilización básica en los tres tratamientos está calculada en relación a la edad de la planta siguiendo las recomendaciones de Goñi (2003).

Se realizaron, por un lado, evaluaciones en la planta: intensidad de floración y brotaciones, vigor, calidad de la fruta y componentes del rendimiento. Por otro lado, se estudió la evolución de nutrientes en la planta y en el suelo, por muestreo foliar y con baterías de succionadores de la solución del suelo a 20 y 40 cm de profundidad. Se utilizaron 48 árboles por tratamiento en un diseño de parcelas al azar de 12 plantas con cuatro repeticiones.

Cuadro 1 - Fraccionamiento mensual de la dosis anual de nutrientes.

	Porcentaje de la dosis anual		
	N	P	K
Agosto	12	12	10
Setiembre	16	15	10
Octubre	20	15	10
Noviembre	16	12	10
Diciembre	10	10	14
Enero	10	9	14
Febrero	8	9	14
Marzo	4	9	12
Abril	4	9	6



Foto: INIA

Figura 1 - Sistema de riego de doble línea con emisores cada 20 centímetros.

El sistema de riego está compuesto por una doble línea con emisores cada 20 cm de 1 L/h y se fertirriega de acuerdo con el tratamiento. La automatización de sistema de fertirriego permite a través de un PLC, programar los tiempos de la inyección del fertilizantes (diaria, cada 3-4 días o semanal) así como el tiempo de riego en cada tratamiento. El monitoreo del contenido del agua en el suelo se realiza con sensores de capacitancia (FDR METER) en cada tratamiento a 10, 20, 30 y 45 cm de profundidad, los cuales se utilizan para ajustar el tiempo de riego. Semanalmente se recoge la solución del suelo a 20 y 40 cm. La solución del suelo se analiza por cromatografía de iones.

Frecuencia del fertirriego

Este ensayo también se instaló desde la plantación (2012) en la variedad 'Afourer' sobre trifolia (6 x 2,5 m). Todas las plantas recibieron la misma formulación de macro y micronutrientes, comparando tres frecuencias de aplicación de nutrientes: a) fertirrigación diaria, b) fertirrigación cada tres y cuatro días y c) fertirrigación semanal. Se realizaron las mismas evaluaciones en planta y suelo que en el ensayo anterior y con un diseño en campo similar.

Solución de fertirriego

Se realiza una solución madre separando los fosfatos y sulfatos del resto de los nutrientes, especialmente el calcio, a los efectos de evitar la incompatibilidad por precipitados de las sales insolubles. La solución madre se realiza cada 15 días y es común para los tres tratamientos de este ensayo, más el tratamiento de fertirriego del ensayo de formas de aplicar el fertilizante. La dosis anual de fertilizantes se fracciona mensualmente de acuerdo al criterio propuesto por Goñi (2013) (Cuadro 1). La solución madre de fertirriego es la propuesta por Schumann (2009).

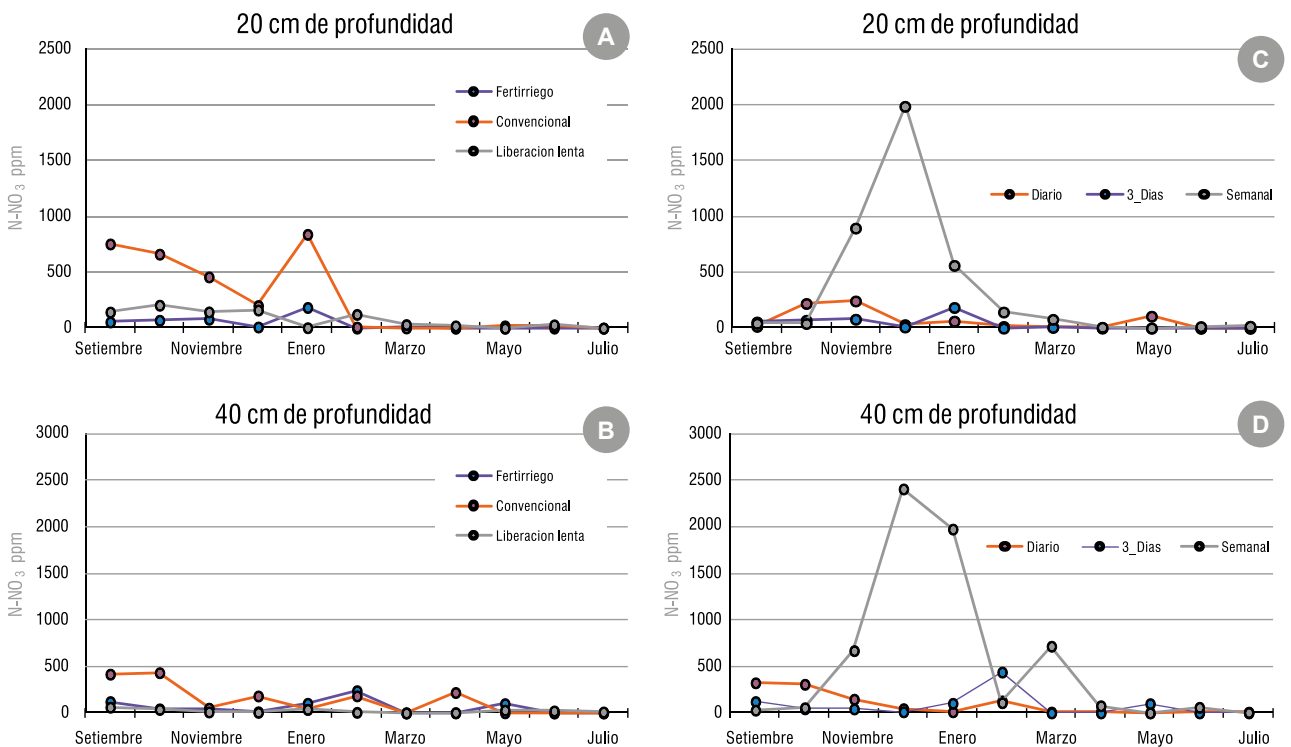


Figura 2 - Evolución mensual del promedio de N-NO₃ en la solución del suelo. A) y B) ensayo de formas de fertilizar. C) y D) ensayo de frecuencia de aplicación de los nutrientes.

El criterio general de manejo, para evitar pérdidas de nutrientes por lavado o lixiviación, consistió en no fertirrigar el día con pronóstico de lluvia ni el día siguiente al día que llovió. Esto ocasionó que la aplicación de nutrientes en primaveras muy lluviosas (como ocurrió algunos años) no se ajustara al plan original de fertilización en algunos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo de formas de fertilizar

La forma de aplicar los fertilizantes incidió en la evolución del N-NO₃ en la solución del suelo. En los primeros 20 y 40 cm de suelo, desde setiembre a enero se midió mayor cantidad de N-NO₃ con la fertilización convencional, respecto al fertirriego y al fertilizante de liberación lenta (Figura 2 A-B). Las tres formas de fertilizar tuvieron la misma dosis de N y demás nutrientes en base anual. La menor disponibilidad de N-NO₃ en el suelo con fertirriego y con fertilizante de liberación lenta, puede estar dada por una mayor absorción del N-NO₃ por la planta y por una mejor sincronización entre la disponibilidad y la absorción. Esta mayor cantidad de N-NO₃ en el suelo, en el caso del fertirriego, no se relacionó con el rendimiento ni con los niveles de nutrientes foliares, en donde el fertirriego fue el tratamiento con mayor rendimiento y con los

niveles foliares más altos, a pesar de las variaciones anuales en el rendimiento (Figura 3 A-B-C). El exceso (al menos en algunos meses) de N-NO₃ en el suelo proveniente del fertilizante no es algo recomendable, ya que, potencialmente, permite una mayor lixiviación del mismo fuera del sistema de producción. Es más eficiente el fertirriego que el sistema de fertilización convencional.

Ensayo de frecuencia de fertirriego

La frecuencia de aplicación del fertilizante bajo fertirriego ha tenido un efecto significativo en la evolución del N-NO₃ en la solución del suelo.

Se evaluaron tres formas de manejar el riego y la fertilización y se compararon tres frecuencias de aplicación de nutrientes mediante fertirriego.

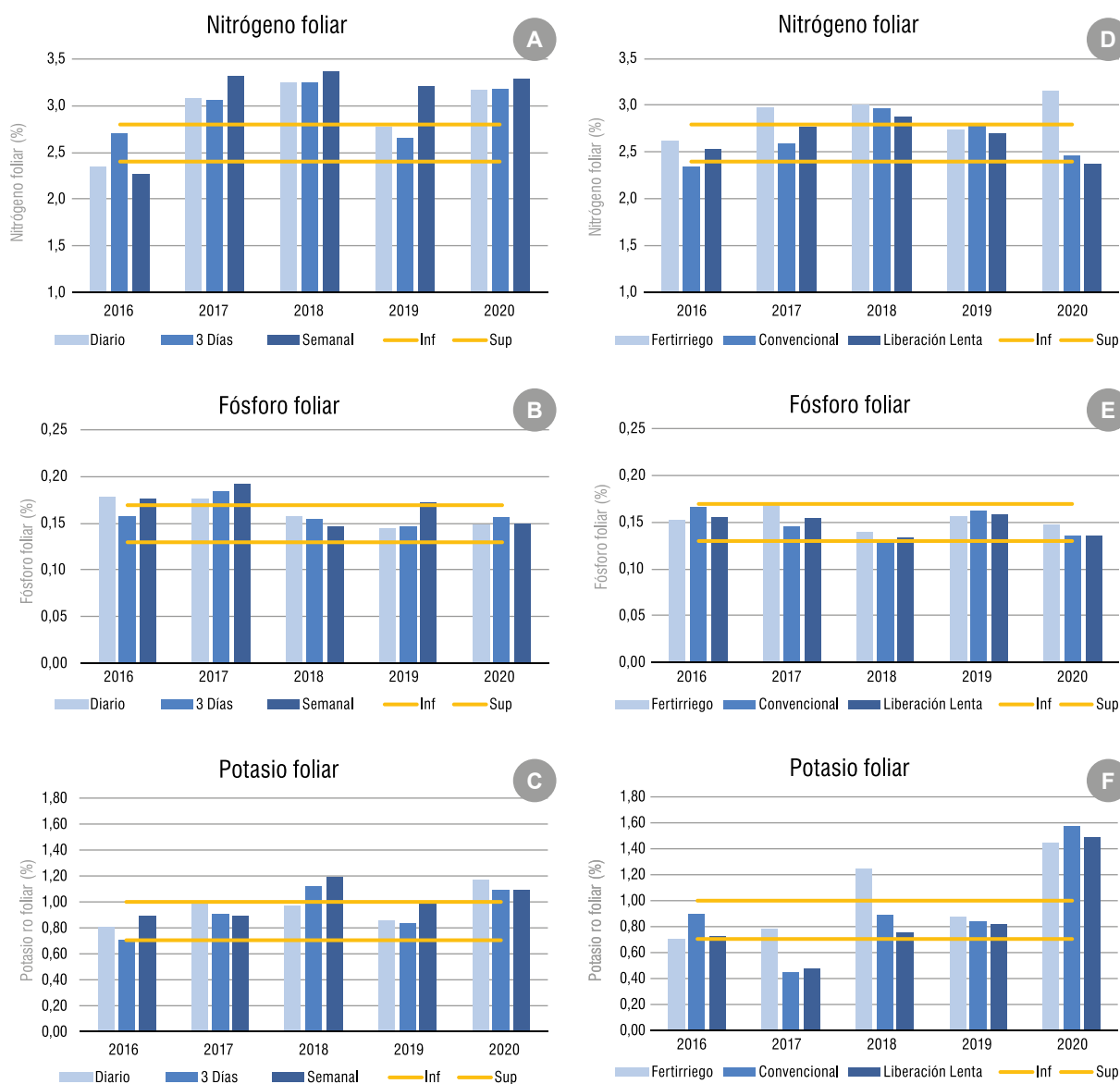


Figura 3 - Contenido foliar de N, P, K. A), B) y C) ensayo de formas de fertilizar. D), E) y F) ensayo de frecuencia de aplicación de los nutrientes. Líneas naranjas representan el intervalo de niveles óptimos. Hoja no frutífera (Embleton).

El pulso de fertilización diario y cada 3-4 días ha generado un nivel más constante de N-NO₃ en el suelo, en comparación con los pulsos semanales de fertilizantes (mayor cantidad en un día), que produjeron excesos de N-NO₃ en el suelo con alto potencial de lixiviación y pérdidas (Figura 3 C-D).

Este exceso de N luego no se vio relacionado al rendimiento de este tratamiento a lo largo de casi todo el período de evaluación. El nivel foliar de N estuvo por encima de los valores óptimos, a pesar de que las dosis de N estuvieron dentro de las previstas para estos rendimientos, lo que nos sugiere que se podría reducir un poco más la cantidad de N aplicado, ya que el fertirriego permite una mejor utilización del nutriente (Figura 3 D-E-F).



Figura 4 - Variedad 'Afouner' sobre trifolia.

Cuadro 2 - Características de las operaciones de fertirriego.

2017-2022	Fertirriego diario	Fertirriego cada 3-4 días	Fertirriego semanal
Días de fertirriego	159	50	26
Horas fertilización (TH)	30	27	19
Minutos fertilización por día	11	33	43
Venturi L/h	15	15 y 30 (*)	30
N Kg/ha	274	312	340
P ₂ O ₅ Kg/ha	86	98	107
K ₂ O Kg/ha	278	316	345

(*) Venturi: dos años se uso de 30 L/h y los otros años de 15 L/h.

Cuadro 3 - Variación entre años de la operación de fertirriego diario.

Fertirriego diario	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2011	2021-2022
Días de fertirriego	134	149	167	172	171
Horas fertilización (TH)	35	31	27	29	29
Minutos fertilización por día	16	12	10	10	10
Venturi L/h	15	15	15	15	15
N Kg/ha	316	283	249	262	260
P ₂ O ₅ Kg/ha	100	89	78	82	82
K ₂ O Kg/ha	321	287	252	265	264

Las características de la operación de fertirriego se muestran en el Cuadro 2. Los valores promedio de los últimos seis años, muestran que las dosis promedio de nutrientes con el fertirriego diario fueron menores, respecto al fertirriego cada 3-4 días y al semanal, debido a que a lo largo del período de fertirriego hubo más días con lluvia (donde no se fertirrigó) en el tratamiento diario, en relación a los otros dos tratamientos. Sin embargo, estas diferencias en el nivel de fertilización no fueron luego relacionadas con el rendimiento, donde el fertirriego diario presentó el mayor rendimiento entre años. Por otro lado, al evaluar solo el fertirriego diario entre años, vemos la variación de la dosis final de fertilizante aplicada (Cuadro 2), variación debida a la diferente frecuencia de lluvias en la primavera y verano.

CONCLUSIONES

Formas de aplicar los fertilizantes

- La fertilización convencional (con fraccionamiento anual en cuatro veces) induce momentáneamente a una mayor cantidad N-NO₃ en la solución del suelo. Este alto contenido de N no es absorbido por el cultivo

y con el riesgo potencial de aumentar la lixiviación del mismo.

- El fertirriego cada 3-4 días y la fertilización con fertilizantes de liberación lenta tienen un menor riesgo de lixiviación; además, el fertirriego tuvo una mayor eficiencia del nutriente en relación al rendimiento obtenido.

Frecuencia del fertirriego

- La frecuencia óptima de fertirriego debe adaptarse a la frecuencia de lluvias de cada primavera para poder cumplir con el programa de nutrición previsto. Se registraron diferencias en la dosis final del nutriente en función de la frecuencia de los pulsos. Las dosis anuales menores se registraron con el fertirriego diario y sin embargo fue la frecuencia de mayor rendimiento.

- La frecuencia semanal registra períodos de excesos de N-NO₃ en la solución del suelo, que pueden no estar aprovechados por la planta, con riesgo también de lixiviación.