
Efecto del anegamiento y la temperatura del suelo sobre la respuesta fisiológica de los portainjertos usados en el Uruguay.

Alvaro Otero, Carmen Goñi*

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Salto Grande. Uruguay. aotero@sg.inia.org.uy; (*) Actualmente en retiro jubilatorio

Objetivo.

Determinar la respuesta fisiológica a la temperatura y al anegamiento del suelo en los portainjertos más usados en la citricultura uruguaya y explorar el efecto de la copa en los cambios fisiológicos manifestados.

La hipótesis a probar es si la interacción de las condiciones de temperatura y anegamiento del suelo inciden en forma distinta en el comportamiento fisiológico observado en estos portainjertos.

Estrategia.

Se diseñaron e implementaron 4 grupos de experimentos bajo invernáculo, algunos de los cuales se realizaron 2 o 3 veces para comprobar su repetibilidad.

- Interacción del anegamiento y la temperatura del suelo (15⁰ C, 25⁰ C y 35⁰ C) en Citrange Carrizo, Troyer y Trifolia (CT33).
- Interacción del anegamiento y la temperatura del suelo (15⁰ C, 25⁰ C y 35⁰ C) en *Poncirus trifoliata*: Pomeroy, Tucumán y Rubidoux.
- Tolerancia al anegamiento con temperatura del suelo constante (25⁰C) en Citrange Carrizo, Citrumelo, CT33, Rubidoux, Troyer y Tucumán.
- Tolerancia al anegamiento en combinaciones de copa y portainjerto: naranja navel Fukumoto, naranja Salustiana y mandarina satsuma Okitsu, injertadas sobre Citrange Carrizo y Trifolia (CT33).

Materiales y Métodos (Resumen del método base de los experimentos):

Se seleccionaron plantas de portainjertos cítricos de 11-12 meses de edad; de portainjertos emparentados genéticamente pero con diferente comportamiento durante el invierno e inicio de primavera, respecto a la brotación, madurez de la fruta y calidad, tamaño de la canopia, etc.

Se trabajó en condiciones controladas de invernáculo definiéndose tres niveles de temperatura del suelo (15⁰ C, 25⁰ C y 35⁰ C) y dos condiciones de oxigenación del mismo: condiciones normales y condiciones de restricción de O₂ en el suelo por medio del anegamiento. Cada tratamiento estuvo compuesto de nueve plantas para cada portainjerto (3 plantas/parcela con 3 repeticiones)

Los tratamientos de temperatura del suelo se realizaron poniendo las macetas en recipientes más grandes, bandejas (1 x 2 m), donde por pasaje de agua caliente en tuberías finas de cobre en el suelo, se calentaban hasta la temperatura deseada (previo calibrado del

método). Para condiciones de temperatura más bajas de la ambiental se hizo circular una corriente de agua fría, que por transmisión de energía bajaba la temperatura del suelo. El prendido y apagado del sistema fue automáticamente regulado por sensores de temperatura en la zona radicular de las plantas

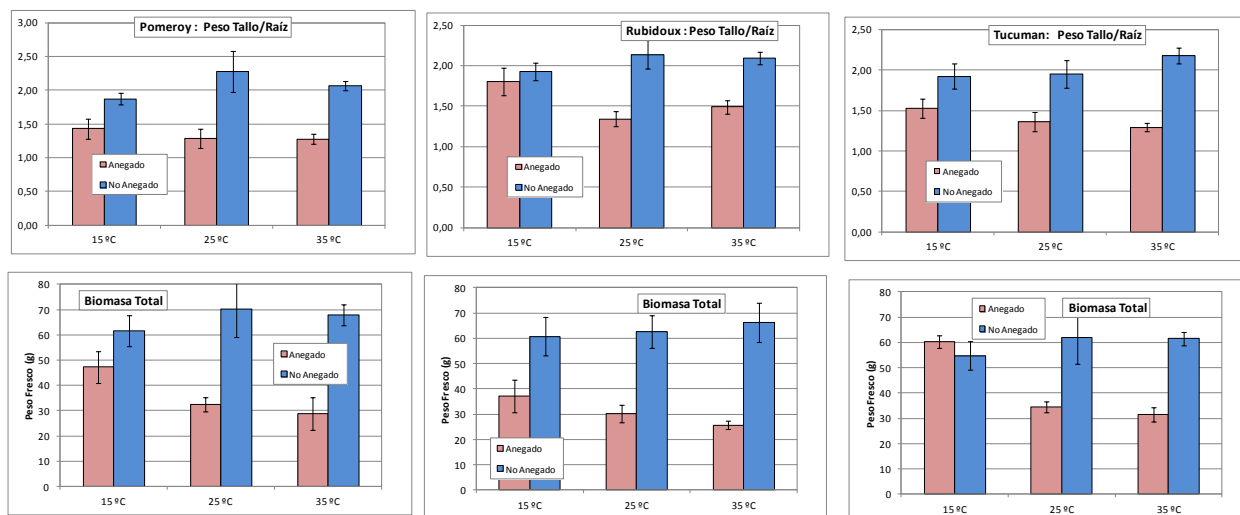
Los tratamientos de anegamiento se realizarán anegando las macetas hasta saturación y manteniendo el nivel del agua en forma constante, 2-3 cm sobre la superficie del suelo.

Resultados y Discusión (Resumen):

I. Anoxia radicular y su interrelación, con la temperatura del suelo (15°C, 25° y 35°C) en trifolias Pomeroy, Tucumán y Rubidoux.

Biomasa al final del experimento.

Figura 1. Biomasa de los tres portainjertos: peso fresco (g) y relación peso tallo/peso raíz al final de los tratamientos. Barras corresponden al error estándar de la media. 18 plantas. 3 repeticiones por tratamiento.



Todos los portainjertos evaluados en condiciones de anegamiento mostraron reducciones significativas en la eficiencia de la fotosíntesis evaluada a través del intercambio gaseoso y del PSII, presentando rápidas y drásticas reducciones en la asimilación del A_{CO_2} , por cierre de los estomas (menor G_s) y limitantes de la fotosíntesis a nivel del mesófilo de la hoja (mayor relación C_i/C_a). La reducción de la fotosíntesis fue el parámetro más sensible a la anoxia y a la temperatura del suelo, a los 4 días de comenzado el experimento, estos parámetros ya fueron afectados significativamente por los factores ambientales.

Por otro lado, la temperatura del suelo por si sola y su interacción con el anegamiento ha jugado también un papel muy importante y significativo en el desempeño fisiológico de estos portainjertos.

También es de destacar la interacción del anegamiento con la temperatura; en condiciones de anegamiento, la velocidad de la reducción de los parámetros de la fotosíntesis, como una expresión del daño de todo el sistema de producción de carbohidratos, aumenta a medida que aumenta la temperatura del suelo.

En la práctica a nivel de campo y particularmente en el área del litoral norte, es posible sugerir que no es lo mismo tener anegamiento del suelo en pleno verano, que tenerlo en invierno con temperaturas más bajas del suelo. En verano el daño, temporal o permanente, se instalaría más rápidamente en los genotipos estudiados.

A los pocos días de instalada la anoxia, el potencial xilemático fue menor en los portainjertos anegados, pero decrecía más en relación a la temperatura. Las plantas a 35°C estaban más deshidratadas, que las plantas a 25°C y a su vez que a 15°C.

Existe una reducción importante en el crecimiento bajo anegamiento en los Trifolias. Tucumán y Rubidoux mostraron un crecimiento más estable en condiciones sin anegamiento para las tres temperaturas del suelo, mientras que Pomeroy presentó reducciones significativas del crecimiento a temperaturas bajas (15°C). El crecimiento de Tucumán a temperaturas bajas, no fue afectado por el anegamiento.

II. Anoxia radicular por anegamiento en combinaciones de portainjertos y copas de plantas de cítricos.

Determinar la respuesta fisiológica de tres cultivares cítricos (Fukumoto, Okitsu y Salustiana) al anegamiento del suelo en los dos portainjertos (Carrizo y *P. trifoliata*) más usados en la citricultura uruguaya. Se evaluó la interacción de la copa (tipo de cultivar) y el portainjerto en el comportamiento fisiológico sobre la tolerancia al anegamiento del suelo y se especuló sobre si este comportamiento es distinto a la evaluación del portainjerto sin el injerto de la copa.

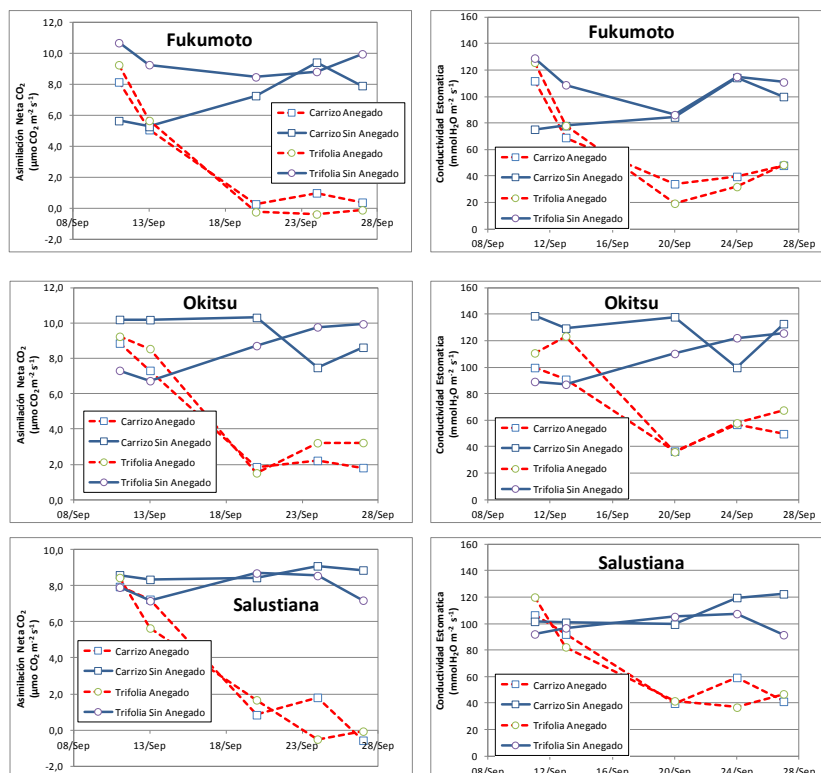


Figura 2. Evolución de la asimilación neta de CO₂ y conductividad estomática de la hoja de las plantas cítricas.

A los 15 días de instalado el experimento, el potencial xilemático de la hoja fue significativamente distinto entre plantas anegadas y no anegadas. La deshidratación de las hojas, evidenciada por la reducción del potencial xilemático, fue mayor en plantas anegadas. Esta diferencia es muy marcada en Salustiana, seguida de Okitsu y menos en Fukumoto. Además de la respuesta diferencial entre las variedades de la copa, no se encontraron efectos significativos entre los portainjertos en Okitsu y Salustiana; pero en el caso de las plantas injertadas con Fukumoto, estas fueron más tolerantes al anegamiento cuando estaban injertadas en Carrizo en comparación con Trifolia, evidenciado por las diferencias en el potencial hídrico de la hoja.

Es de destacar la velocidad de la deshidratación de las hojas de los cultivares, en poco más de 8 días desde que se instaló la falta de oxígeno en el suelo, los valores de las plantas bajo anoxia llegaron a ser críticos, hasta valores de no recuperación de la hidratación de las hojas y en consecuencia de muerte del tejido foliar. Este fenómeno es llamativo, en comparación con la velocidad de deshidratación de las hojas de los portainjertos; sin injerto de ninguna copa los portainjertos podían llegar a mantener el estado hídrico de la hoja por mayor tiempo.

De acuerdo a la velocidad de reducción de los parámetros de la fotosíntesis y en comparación con los experimentos del comportamiento de los portainjertos sin injerto de copa, podemos decir que la copa juega un papel muy importante en la tolerancia a la anoxia. Las plantas injertadas manifiestan más rápidamente los síntomas provocados por la anoxia, que los portainjertos solos. Muy pocos días de anegamiento dañan temporal o permanentemente el sistema fotosintético y deshidratan la planta injertada.

Conclusiones.

- Breves períodos de anegamiento en las macetas afectan el crecimiento de los portainjertos, en especial con temperaturas medias (25°C) y altas (35°C).
- La mejor temperatura para el crecimiento de los portainjertos en macetas es 25°C, temperaturas mayores o menores producen reducción del crecimiento final.
- No se encontraron diferencias importantes entre los trifolios respecto a su resistencia al anegamiento. A bajas temperaturas el trifolio Tucumán es más resistente al anegamiento que los demás trifolios.
- Carrizo es más resistente que Toyer y los trifolios a temperaturas medias (25°C) en la maceta.
- Luego de injertados los portainjertos no se encontró diferencias importantes entre ellos, sí lo hubo entre las copas. Carrizo tiene un mejor desempeño que trifoio cuando esta injertado por Fukumoto.

Bibliografía

- Barry, G.H., W.S. Castel y F.S. Davies.** 2004. Rootstocks and plant water relations affect sugar accumulation of citrus fruit via osmotic adjustment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(6):881-889.
- Poel, L.W.** (1960). The estimation of oxygen diffusion rate in soils. *Journal of Ecology.* 48 (1) 165-173.
- Scholander, P.F., H.T. Hammel, E.D. Bradstreet, y E.A. Hemmingsen.** 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339-346.
- van Kooten, O y J.F.H. Snel.** 1990. The use of fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosyn. Res.* 25:147-150