

ALTERACIONES EN EL COLOR Y EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES DE ZANAHORIA COMO RESPUESTA AL PARASITISMO DEL NEMATODO DE LAS AGALLAS (*MELOIDOGYNE INCOGNITA*)

Carla Borghese

Laboratorio de Investigaciones en Fisiología y Biología Molecular Vegetal (LIFiBVe), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Director: Fernando Muñoz

Área: Ciencias Naturales

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es uno de los vegetales cultivados de mayor importancia económica a nivel mundial que contiene alto valor nutritivo y es un alimento rico en provitamina A. El Albardón Costero del departamento Garay es la principal zona de cultivo de esta hortaliza en la provincia de Santa Fe, con una superficie anual implantada que abarca alrededor de 1500 ha. Los volúmenes de zanahoria cosechados varían entre 50.000 y 65.000 t anuales. Sin embargo, los lavaderos de zanahorias de la región reportan que entre el 30 y 50 % de las raíces cosechadas son descartadas por no cumplir con los estándares de calidad comercial.

La principal causa de las pérdidas productivas se debe a la presencia de nematodos del género *Meloidogyne* en los suelos (Del Valle y col., 2013). La interacción de estos fitoparásitos con las células de la raíz afecta la dominancia apical de las mismas (Wesemael y col., 2008); resultando en zanahorias divididas que no son comercializables en los mercados de abasto (Gaviola, 2013).

Si bien existen reportes de daños causados por *M. incognita* en Argentina, es escasa la información que se encuentra sobre los efectos del parasitismo a nivel nutricional en las zanahorias que son aptas para su comercialización; y que corresponden al 50 – 70 % de la producción. Cabe aclarar que, al momento de la compra, las zanahorias no evidencian infección por *M. incognita* debido a que durante el proceso de lavado las raicillas secundarias que presentan las agallas, en donde se encuentran los parásitos, son eliminadas.

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del parasitismo de *M. incognita* sobre la coloración y propiedades nutricionales de raíces de zanahoria que cumplen con los estándares de comercialización.

METODOLOGÍA

Las raíces analizadas fueron cosechadas en la localidad de Santa Rosa de Calchines (Santa Fe), a los 90 y 120 días desde la siembra (DDS), siendo éste el primer criterio de clasificación. Se determinó el número de agallas en las raicillas secundarias de cada zanahoria y se las dividió en dos grupos: baja infección (<10 agallas) y severa infección (>90 agallas). A continuación, las zanahorias se lavaron para extraer las raicillas y se cortaron

Título del proyecto: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y DAÑOS PROVOCADOS POR UNA POBLACIÓN DE *Meloidogyne incognita* (NEMATODA: TYLENCHIDA) EN CULTIVOS DE ZANAHORIA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE.

Instrumento: CAI+D.

Año convocatoria: 2016.

Organismo financiador: UNL.

Director: Dr. Eleodoro Del Valle.

longitudinalmente en fetas de 5 mm de espesor para ser conservadas a -80 °C hasta la posterior evaluación de la calidad nutricional.

En primera instancia, se procedió a la determinación de diferentes parámetros de color (parámetro de calidad comercial de gran importancia en las industrias de alimentos y bioprocesos que influye en la elección y preferencias del consumidor) mediante el empleo de un colorímetro Minolta CR-400; para lo que se tomaron 10 fetas de cada grupo y se midieron los parámetros L (luminosidad), a* (rojo/verde) y b* (amarillo/azul) del modelo cromático CIELAB en 3 puntos de cada muestra. Estos valores se utilizaron para calcular la diferencia de color total (ΔE^*) entre ambos grupos de zanahorias estudiados.

Posteriormente, a fin de evaluar la presencia de alteraciones en la calidad nutricional se realizaron determinaciones analíticas de proteínas solubles por el método de Bradford (1976); actividad antioxidante total por ABTS (Kusznierewicz, 2008); compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu (Lemoine y col., 2010) y contenido de carotenos totales según Modi y col. (1959) en las diferentes muestras previamente congeladas. En todos los casos, las mediciones se realizaron por triplicado.

RESULTADOS/CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indicaron que existen variaciones del color en las zanahorias por efecto de la infección con el nematodo *M. incognita* (Tabla 1).

Edad Zanahorias	ΔE^*
90 DDS	1.71
120 DDS	6.98

Tabla 1: Diferencia de color (ΔE^*) entre zanahorias con baja infección (<10 agallas) y severa infección (>10 agallas). DDS, días desde la siembra.

Teniendo en consideración que los valores de ΔE^* por debajo de 2.3 indican una diferencia de color apenas perceptible entre dos niveles de intensidad de un estímulo sensorial (Mahy y col., 1994), la ΔE^* existente entre las zanahorias con mayor y menor infección a los 90 DDS es muy difícilmente apreciable al ojo humano. Sin embargo, en las muestras que fueron cosechadas a los 120 DDS la diferencia de color entre los dos grupos de infección fue significativa.

Respecto a la variación de las propiedades nutricionales, el análisis de los resultados demostró que la infección por nematodos reduce el contenido de proteínas solubles en las zanahorias, a medida que aumenta el grado de infección e independientemente del tiempo de cosecha. (Figura 1).

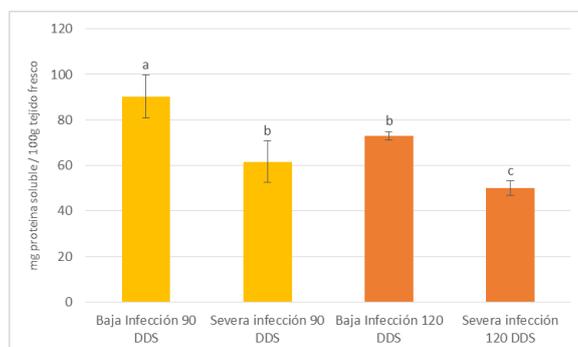


Figura 1: Contenido de proteínas solubles. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los grados de infección (ANAVA, test LSD Fisher, $p \leq 0.05$). Las barras corresponden a la desviación estándar.

A su vez, se puede observar en la **Figura 2** una correlación entre la disminución de la actividad antioxidante total y el aumento del grado de infección.



Figura 2: Actividad antioxidante total. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los grados de infección (ANAVA, test LSD Fisher, $p \leq 0.05$). Las barras corresponden a la desviación estándar.

Del mismo modo que para el contenido de proteína soluble y la actividad antioxidante total, se evidenció una mayor disminución del contenido de compuestos fenólicos al aumentar el grado de infección en las zanahorias cosechadas a los 90 DDS. Además, a los 120 DDS la cantidad de compuestos fenólicos fue significativamente menor en presencia de una severa infección (**Figura 3**).

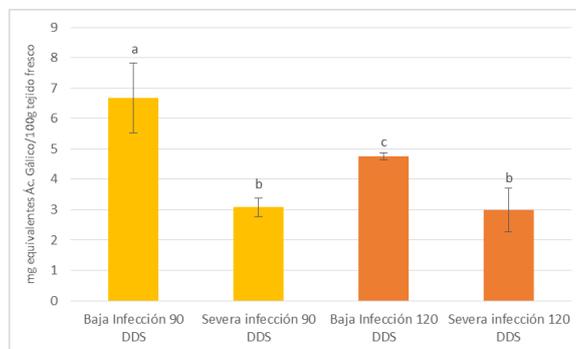


Figura 3: Contenido de compuestos fenólicos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los grados de infección (ANAVA, test LSD Fisher, $p \leq 0.05$). Las barras corresponden a la desviación estándar.

Por otro lado, la cuantificación del contenido de carotenos totales demostró que solamente existieron diferencias significativas en las muestras cosechadas a los 90 DDS. En este caso se evidenció un aumento del contenido de carotenos totales en las zanahorias que presentaron un severo grado de infección (**Figura 4**).

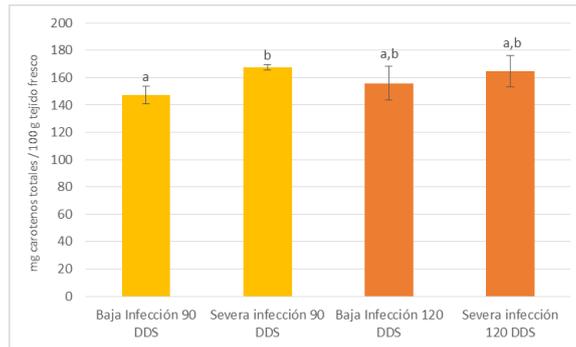


Figura 4: Contenido de carotenos totales. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los grados de infección (ANAVA, test LSD Fisher, $p \leq 0.05$). Las barras corresponden a la desviación estándar.

Sobre la base de las determinaciones analizadas, podría establecerse una tendencia a la disminución de la calidad nutricional de las zanahorias que presentan un mayor grado de infección; a excepción del contenido de carotenos totales. Por otra parte, la coloración también se ve afectada por *M. incognita*, especialmente en las zanahorias de ciclo más largo (120 DDS). Es por esto que se concluye que el parasitismo de *M. incognita* en zanahorias no sólo afecta a la calidad comercial, sino también a la calidad nutricional de la hortaliza.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Del Valle E., Guzmán A., Belavi A., Soressi M., 2013. Comportamiento de cuatro cultivares de *Cucurbita máxima* cv. Zapallito frente al parasitismo del nematodo de las agallas *Meloidogyne incognita*. Revista FAVE sección Ciencias Agrarias, 12, 91-96.

Wesemael W., Moens M., 2008. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. Nematology, 10, 261-270.

Gaviola J., 2013. Manual de producción de zanahoria. Ediciones INTA. 1, 42-45.

Bradford M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem, 72, 248-254.

Kusznierewicz B., 2008. Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. LWT, 1-9.

Lemoine M., Chaves A., Martínez G., 2010. Influence of combined hot air and UV-C treatment on the antioxidant system of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). LWT-Food Sci Tech, 43, 1313-1319.

Modi V., Patwa D., 1959. Biosynthesis of carotenes in carrot extracts. Nature, 184(Supl 13), 983-984.

Mahy M., Van Eycken L., Oosterlinck A., 1994. Evaluation of Uniform Color Spaces Developed after the Adoption of CIELAB and CIELUV. Vol 19 num 2, 118-120.