

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) CULTIVADAS BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO ¹

Maria Josefa Galeano Figueredo²
Ramón Martínez Ojeda ³
Rigoberto Ruíz Díaz Acuña ⁴

ABSTRACT

The present work was driven to evaluate the yield of four carrot varieties cultivated under two irrigations systems. The experiment was carried out in the experimental field of the Agrarian Sciences Faculty, in the Chirigüelo, distant 20 Km of Pedro Juan Caballero city. The design was a randomized block in series of experiments with four replicates. The experimental unit was composed of 3.0m² sowed to 0,3m between arrays and 0,05m among plants, receiving 7mm.day⁻¹ of water in an application in the drip system and 1,67mm.day⁻¹ in the conventional system. Not detecting differs significant among the varieties, while among the irrigations systems there were highly significant differences in all the variables, being compared by the Tukey test from to 5% of probability. The variety Kuroda demonstrated a tendency of more yield with a stocking of 28,87 and 13,40 t.ha⁻¹ under drip irrigation and conventional, respectively. The carrot « Brasilia » presented the best basal and half diameter with 26,14 and 24,77mm, besides the biggest half longitude of root with 12,22cm and as for the weight average the «Nantes» was the best with 52,06g in stocking. In all the studied variables the four variety cultivated presented better behavior when cultivated under the irrigation system by drip in relation to the conventional system.

Key words: *Daucus carota*, variety cultivated, irrigation system.

RESUMEN

El presente trabajo fue conducido para evaluar el comportamiento de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego. El experimento fue realizado en el campo experimental de la FCA, en Chirigüelo, distante a 20 km de la ciudad de Pedro Juan Caballero. El delineamiento experimental fue en bloques completamente al azar en serie de experimentos, con cuatro repeticiones. La unidad experimental se compuso de 3,0m² sembrada a 0,3m entre hileras y 0,05m entre plantas, las que recibieron 7mm.día⁻¹ de agua en el sistema por goteo y 1,67mm.día⁻¹ en la convencional, en aplicaciones diarias. El experimento fue evaluado a los 114 días después de la siembra, no detectándose diferencias significativas entre las variedades, mientras que entre los sistemas de riego hubo diferencias altamente significativas en todas las variables, siendo comparadas por el *test* de Tukey a 5% de probabilidad. La «Kuroda» fue la de mayor rendimiento con 28,87 t.ha⁻¹ y 13,40 t.ha⁻¹ bajo riego por goteo y convencional, respectivamente. La «Brasilia» presentó el mejor diámetro basal y diámetro medio con 26,14mm y 24,77 mm respectivamente, además de la mayor longitud media de raíz con 12,22cm. En relación al peso promedio la «Nantes» fue la mejor con 52,06g. En todas las variables los cuatro cultivares presentaron mejor comportamiento cuando cultivados bajo el sistema de riego por goteo en relación al riego convencional.

Palabras clave: *Daucus carota*, cultivar, sistema de riego

¹ Tesis de grado presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniería Agrónoma.

² Alumna de la Facultad de Ciencias Agrarias Sede Pedro Juan Caballero

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente Investigador del Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Pedro Juan Caballero.

⁴ Ingeniero Agrónomo, D. Sc., Docente Investigador del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Pedro Juan Caballero

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es originaria de Asia Central y Europa, cultivada hace más de dos mil años; tiene raíz suculenta de forma cónica o cilíndrica, color anaranjado y pertenece a la familia umbelíferae (Niiuchi, 1994).

Esta hortaliza es una de las fuentes de carotenoides provitamínicos A, especialmente el a-caroteno y el b-caroteno, que pueden transformarse en vitamina A dentro del organismo. Así, la variedad Nantes cruda posee 51,3% de b-caroteno, 29,5% de a-caroteno y 5,1% de g-caroteno (Lima et al., 2001).

Existen muchas propiedades visuales y organolépticas que diferencian las diversas variedades de zanahoria para el mercado fresco, la industria o el procesamiento mínimo. En general, se consideran la forma y el tamaño (Niiuchi, 1994). Es deseable que las raíces sean firmes (no flácidas), rectas con un adelgazamiento uniforme, color naranja brillante, ausencia de residuos de raicillas laterales, ausencia de «corazón verde» por exposición a la luz solar durante la fase de crecimiento, alto contenido de humedad y azúcares reductores. (Infoagro, 2002).

Las variedades presentan diferencias en cuanto al color, forma, longitud y época en que se desarrollan. La coloración predominante es el anaranjado, a pesar de que existen variedades con el color amarillo o blanco utilizadas como forrajes. En función a la longitud de la raíz pueden ser divididas en cortas cuando no alcanzan 12 centímetros, medios de 12 a 18 centímetros y largas mayores de 18 centímetros (Murayama, 1973).

La producción eficiente de una especie vegetal depende del potencial genético, las condiciones climáticas y edáficas y del manejo que recibe. Referente a las condiciones climáticas, la disponibilidad hídrica tiene importante efecto sobre el cultivo, pues la falta de agua puede afectar tanto el desarrollo como la productividad y la calidad. La falta de humedad en el suelo ocasiona una baja producción de raíces con forma y tamaño indeseado, por lo que el cultivo debe mantenerse uniformemente húmedo. Un periodo de tiempo húmedo después de uno seco, puede causar la división de las raíces, lo cual a veces es seguido de una pudrición (Bezerra et al., 1998).

Según Mejía & Arias (s.f.) el exceso de agua disminuye el rendimiento por lavado de nutrientes, pudriciones radiculares y competencia por el espacio disponible. La cantidad de agua y frecuencia de riego, dependen de la textura de suelo y de la temperatura ambiental. El riego es indispensable durante el periodo de germinación, el desarrollo activo de la raíz; en el momento del raleo y durante la cosecha.

El aumento de la población en los últimos años ha provocado un incremento en la demanda de alimentos, tanto

cuantitativa como cualitativamente; a la vez promovió el desafío de producir más, con mejor calidad, logrando una evolución en las tecnologías aplicadas por el hombre.

Una de las tecnologías utilizada es el riego por goteo, que se ha convertido en una práctica indispensable en los cultivos hortícolas, ya que además de obtener cantidad y calidad puede condicionar el ciclo biológico de las plantas. En virtud a este hecho, en el presente trabajo se comparó el comportamiento de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Pedro Juan Caballero, ubicado en la Colonia Raúl Ocampos Rojas (Chirigüelo), a 20 kilómetros de la ciudad de Pedro Juan Caballero, Departamento de Amambay, en un suelo de textura franco arcillosa.

Treinta días antes de la siembra a campo fue realizado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, sede Pedro Juan Caballero la prueba de germinación de las distintas variedades, en una estufa marca Precisión Scientific a una temperatura de 25°C.

En el experimento se estudió la producción de cuatro variedades de zanahoria (Kuroda, Nantes, Brasilia y Larissa) cultivadas bajo dos sistemas de riego; (goteo y convencional). El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, en serie de experimentos, con cuatro repeticiones. El área total utilizado fue de 96m², sembrándose a una distancia de 30cm entre hileras y 5cm entre plantas. Las unidades experimentales fueron constituidas de parcelas de terreno de 3,0m² (1,5m x 2,0m).

La siembra se realizó el día 17 de agosto del 2002; treinta días después del mismo se realizó la primera limpieza en forma manual, la primera aplicación de fertilizantes básica de la formulación 4-16-8 en surco corrido y el raleo ajustando la distancia entre plantas a 5cm. A los sesenta días se hizo la segunda limpieza (carpida) y la segunda aplicación de fertilizantes. La cosecha fue efectuada 114 días después de la siembra en forma manual.

Extrapolando los datos obtenidos del trabajo de Ruiz Díaz (1998), realizadas en condiciones agroecológicas bastante semejantes, y las informaciones de la estación meteorológica (evaporación), fueron estimadas la **Eto** (evapotranspiración de referencia) que con el **Kc** (coeficiente del cultivo), permite estimar la **Etm** (evapotranspiración máxima), que en forma conjunta con el **DTH** (descenso tolerable de humedad) o **lamina de riego** permiten estimar el **TR** (turno de riego) para las distintas fases fenológicas del cultivo. Ej: $E_{tm} = 8,825 \cdot 0,4 = 3,53 \text{ mm} \cdot \text{día}^{-1}$ y $TR = 12,64/3,53 = 3,6$ días (I fase).

Durante el periodo experimental se efectuaron 67 riegos con una lamina de 7mm.día⁻¹ en el riego por goteo y 1,67mm.día⁻¹ en la convencional, que sumada a la precipitación de la temporada totalizaron una aplicación de aproximadamente 926,1mm y 568,99mm de agua al suelo, respectivamente, y la necesidad de agua varía de acuerdo a las distintas fases fenológicas del cultivo.

Los datos sobre temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, insolación, evaporación, dirección y velocidad del viento fueron obtenidos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional de Pedro Juan Caballero ubicado a 7 Km aproximadamente del local del experimento y los datos de precipitación pluvial del propio Campo Experimental.

Las evaluaciones realizadas en este experimento fueron: **1- Producción de raíces**, determinada en la cosecha por medio del pesaje de las raíces y expresada en t.ha⁻¹; **2- Peso promedio de las raíces** determinado por pesaje en una balanza de precisión dividiendo por el número de raíces contenida y expresándolo en gramos; **3-Diámetro basal y diámetro medio de las raíces** determinado en 10 raíces seleccionadas al azar, con el auxilio de un paquímetro y expresado en centímetros; **4-Longitud de las raíces** determinada en 10 raíces seleccionadas al azar, con el auxilio de una regla centimetrada y expresada en centímetros.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de variancia y cuando se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Asimismo fue estudiada la interacción entre los sistemas de riego y las variedades. Para la ejecución de dichos análisis fue utilizado el programa SANEST, Sistema de Análisis Estadístico. Todos los datos fueron transformados por « X+5, debido a la amplia variabilidad existente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presenta un resumen de la significancia de la prueba F y el coeficiente de variación de las distintas variables respuestas. No se han detectado diferencias significativas entre las variedades, ni en la interacción entre la variedad y el sistema de riego, para el rendimiento, peso promedio, diámetro basal, diámetro medio y longitud de las raíces. Es decir, las variedades cultivadas estadísticamente son semejantes entre sí. Por otro lado, entre los sistemas de riego se han registrado diferencias altamente significativas. En relación a los valores del coeficiente de variación (CV), el mismo varió de 3,84 a 18,91%, valores considerados aceptables para un experimento desarrollado a campo.

Tabla 2. Resumen de significancia de la Prueba F y coeficiente de variación de las distintas variables respuestas (Chirigüelo, 2003)

Variables Respuestas	Variedad (A)	Sistema de Riego (B)	A x B	C.V. (%)
Rendimiento	ns	**	ns	15,34
Peso promedio	ns	**	ns	18,91
Diámetro basal	ns	**	ns	5,76
Diámetro medio	ns	**	ns	4,88
Longitud	ns	**	ns	3,84

** = significativo a P< 0,01, y ns = no significativo.

En la Tabla 3 se presentan los valores obtenidos para el rendimiento de raíces, con una media general de 26,37 y 8,82 t.ha⁻¹ para el sistema de riego por goteo y convencional, respectivamente. Notándose que no se ha detectado diferencias estadísticas entre las variedades, pero la «Kuroda» demostró una tendencia de mayor producción con 28,87 t.ha⁻¹ bajo riego por goteo y 13,40 t.ha⁻¹ bajo el sistema convencional, mientras la variedad con el menor rendimiento resultó ser «Nantes» bajo el sistema de riego convencional (5,42 t.ha⁻¹). Asimismo, se observa que los dos sistemas de riego aplicados presentaron diferencias altamente significativas.

La diferencia encontrada entre los sistemas de riego estudiados, en todas las variables respuestas observadas, se debe probablemente a que el sistema de riego por goteo logró satisfacer la cantidad de agua requerida por la planta, mientras que el riego convencional presentó un déficit hídrico en alguna fase del cultivo, según se desprende en las Tablas 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 3. Rendimiento (t.ha⁻¹) de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego (Chirigüelo, 2003)

Variedad	Riego por Goteo	Riego Convencional
Kuroda	28,87 aA	13,40 aB
Nantes	25,87 aA	5,42 aB
Brasilia	23,44 aA	9,11 aB
Larissa	27,31 aA	7,34 aB
Media General	26,37	8,82

Letras minúsculas iguales en las columnas y mayúsculas en las líneas no difieren estadísticamente entre sí, según *test* de Tukey a 5%.

Según datos del MAG (2001) y la DGEEC/STP (1997), el rendimiento promedio de zanahoria en el país es de 9,02 t.ha⁻¹, valor inferior al resultado promedio obtenido en este experimento bajo el sistema de riego por goteo (26,37 t.ha⁻¹); sin embargo, bajo condiciones del riego convencional se obtuvo un valor muy cercano a la media nacional (8,82 t.ha⁻¹).

Trigueirinho (2002) trabajando con la variedad Nantes en las mismas condiciones edafoclimáticas, bajo riego convencional con aplicación de diferentes dosis de humus,

obtuvo rendimiento medio de 4,71 t.ha⁻¹, valor inferior al resultado obtenido bajo el mismo sistema de riego en este ensayo. Por otro lado, Vieira (s.f.) relata que la variedad «Brasilia» presenta un rendimiento promedio de 30 t.ha⁻¹, valor superior a los encontrados en este ensayo.

En la Tabla 4 se observan los valores obtenidos en relación al peso promedio de las raíces, con una media general de 47,69 gramos bajo el sistema de riego por goteo y 23,92 gramos bajo el riego convencional, detectándose diferencias altamente significativas entre los dos sistemas de riego utilizados en este experimento. Asimismo, se observa que las distintas variedades de zanahoria estudiadas no presentaron diferencias significativas. Se observa también que la «Nantes» y la «Kuroda» tuvieron tendencia de mayor peso promedio con 52,06 y 28,58 gramos cuando cultivadas bajo riego por goteo y convencional, respectivamente.

Tabla 4. Peso promedio de las raíces (g) de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego (Chirigüelo, 2003)

Variedad	Riego por Goteo	Riego Convencional
Kuroda	51,03 aA	28,58 aB
Nantes	52,06 aA	21,28 aB
Brasilia	40,90 aA	28,23 aB
Larissa	46,76 aA	17,57 aB
Media General	47,69	23,92

Letras minúsculas iguales en las columnas y mayúsculas en las líneas no difieren estadísticamente entre sí, según *test* de Tukey a 5%.

El valor obtenido para la variedad Kuroda bajo el riego por goteo en este experimento fue muy próximo a lo encontrado por Dematte et al. (1981) bajo el mismo sistema de riego (52,4g).

Los resultados obtenidos para el diámetro basal se pueden observar en la Tabla 5. En la misma se nota que los dos sistemas de riego utilizados presentaron diferencias altamente significativas con una media general de 25,63 y 20,46mm para el sistema de riego por goteo y convencional, respectivamente. Por otro lado, las variedades tuvieron comportamiento semejante, es decir no se ha detectado diferencias significativas, la «Brasilia» tuvo una tendencia de mayor diámetro basal con 26,14 y 22,30mm para ambos sistemas de riego. Los resultados obtenidos en este trabajo para la variedad Brasilia son muy próximos a los valores (20-30mm) mencionados por Vieira (s.f.).

Tabla 5. Diámetro basal de las raíces (mm) de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego (Chirigüelo, 2003)

Variedad	Riego por Goteo	Riego Convencional
Kuroda	24,58 aA	20,62 aB
Nantes	25,72 aA	19,99 aB
Brasilia	26,14 aA	22,30 aB
Larissa	26,06 aA	18,94 aB
Media General	25,63	20,46

Letras minúsculas iguales en las columnas y mayúsculas en las líneas no difieren estadísticamente entre sí, según *test* de Tukey a 5%.

En la Tabla 6 se presentan los valores obtenidos para el diámetro medio de raíces, notándose que entre las variedades cultivadas no hubo diferencias significativas. La «Brasilia» demostró una tendencia de mayor diámetro medio con 24,77mm, en media bajo riego por goteo, mientras la variedad con el menor diámetro medio fue la «Nantes» bajo el sistema de riego convencional (17,70mm). Se puede observar también que hubo diferencias altamente significativas entre los dos sistemas de riego utilizados en este experimento con una media general de 23,99 y 19,31mm, respectivamente, cuando cultivado bajo riego por goteo y convencional.

Tabla 6. Diámetro medio de las raíces (mm) de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego (Chirigüelo, 2003)

Variedad	Riego por Goteo	Riego Convencional
Kuroda	22,73 aA	20,80 aB
Nantes	23,80 aA	17,70 aB
Brasilia	24,77 aA	20,59 aB
Larissa	24,67 aA	18,16 aB
Media General	23,99	19,31

Letras minúsculas iguales en las columnas y mayúsculas en las líneas no difieren estadísticamente entre sí, según *test* de Tukey a 5%.

Dematte et. al. (1981) trabajando con zanahoria de la variedad Kuroda en el Brasil, en un suelo Latosol Rojo de textura arcillosa bajo sistema de riego por goteo obtuvieron valor de 30mm, para el diámetro medio de las raíces. Este resultado es superior a lo alcanzado en este trabajo en las condiciones de Chirigüelo bajo el mismo sistema de riego que fue de 22,73mm.

En la Tabla 7 se pueden observar los resultados obtenidos en relación a la longitud de raíces. Detectándose diferencias altamente significativas entre los dos sistemas de riego utilizados, con una media general de 11,77 y 9,62cm para el sistema de riego por goteo y convencional, respectivamente. Asimismo, las variedades presentaron comportamiento semejante, es decir no hubo diferencias significativas, donde la «Brasilia» tuvo una ten-

dencia de mayor longitud con 12,22cm bajo riego por goteo y en la convencional la «Kuroda» con 10,77cm.

Tabla 7. Longitud de las raíces (cm) de cuatro variedades de zanahoria cultivadas bajo dos sistemas de riego (Chirigüelo, 2003)

Variedad	Riego por Goteo	Riego Convencional
Kuroda	11,30 aA	10,77 aB
Nantes	12,21 aA	9,50 aB
Brasília	12,22 aA	9,87 aB
Larissa	11,33 aA	8,33 aB
Media general	11,77	9,62

Letras minúsculas iguales en las columnas y mayúsculas en las líneas no difieren estadísticamente entre sí, según *test* de Tukey a 5%.

Valores muy próximos a los resultados medios obtenidos en este trabajo fueron encontrados por Dematte et al. (1981) cuando sembraron zanahoria de la variedad Kuroda bajo sistema de riego por goteo y aspersión, obteniendo raíces con 12,7cm y 12,1cm de longitud.

Considerando que no se han detectado diferencias estadísticas entre las variedades, se recomienda para un experimento similar en el futuro agrupar las variedades en función al ciclo, para mayor homogeneidad de las mismas.

CONCLUSIÓN

En las condiciones en que fue realizado el presente experimento se concluye que:

- ◆ La variedad Kuroda tuvo mayor rendimiento bajo el sistema de riego por goteo con una media de 28,87 t.ha⁻¹.
- ◆ La variedad que tuvo mejor diámetro basal y diámetro medio bajo el sistema de riego por goteo es la «Brasília» seguido de «Larissa». La «Kuroda» y «Nantes» fueron las de menor diámetro basal y medio.
- ◆ La variedad «Brasília» presentó mayor longitud radical bajo el riego por goteo y la «Larissa» tuvo menor longitud radical bajo el riego convencional.
- ◆ La variedad «Nantes» tuvo un mayor peso promedio bajo el riego por goteo y la «Larissa» presentó menor peso promedio bajo el riego convencional.

LITERATURA CITADA

- BEZERRA, F.M; ANGELCCI, L.R, MINAMI, K. 1998. Deficiencia em vários estádios de desenvolvimento da batata. Engenharia Agrícola e Ambiental. (BR). 2: 119 - 123.
- DEMATTE, J. D. I.; CASSIANO, F.; CASSTELLANE, P. D.; FERREIRA, A. C. M. 1981. Influencia da irrigação por gotejamento e aspresão sobre desenvolvimento, produção e custos da cultura de cenoura (*Daucus carota* L.) cv «Kuroda». Científica, (BR). 9 (1) 53 - 59.
- INFOAGRO. 2002. Cultivo de la zanahoria. Consultado 3 feb. 2003. Disponible en www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm.
- LIMA, K.S.C.; GROSSI, J.L.S.; LIMA, A.L. S.; ALVES, P.F.M.P.; CONEGLIAN, P.R.C.C.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. 2001. Efeito da irradiação ionizante ã na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. Ciência e Tecnologia de Alimentos (BR) 21 (2) Consultado 3 de feb. 2003. Disponible en www.scielo.br/scielo.
- MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería PY) DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias) 2001. Producción agropecuaria: Síntesis estadística. San Lorenzo. PY: 98 p.
- MEJÍA P., V.E.; ARIAS, M.L. (s.f) Zanahoria. En: JARAMILLO V., J. & ARIAS, M.L. Hortalizas - Manual de asistencia técnica. Bogotá, CO: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) - Ministerio de Agricultura. 555 p.
- MURAYAMA, S. 1973. Horticultura. 2º. ed. Campinas, BR: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. p. 173-183.
- NIIUCHI, K. 1994. Hortalizas del Paraguay - Informe técnico. Caacupé, PY: JICA. 134p.
- RUIZ DIAZA, R. 1998 Sistema de manejo de solo e sua influencia en atributos quimicos e fisicos de un Latosolo Vermelho-Escuro de Ponta Porã, MS. Tesis (D.Sc) Vicosa BR: UFV 143p.
- TRIGUEIRINHO, A. A. 2002. Efecto del humus en el rendimiento de zanahoria (*Daucus carota* L.) en Latosol Rojo-Oscuro. Tesis (Ing. Arg.). Pedro Juan Caballero, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UNA. 20p.
- VIEIRA, J.V. (s.f) Brasília - Cenoura para Verão. Brasil: Embrapa. Consultado 3 feb. 2003. Disponible en www.cnph.embrapa.br/cultivares/cenbsb.htm#.