

NOTA TÉCNICA

RENDIMIENTO DE 12 HÍBRIDOS COMERCIALES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN EL CAMPO Y EN LA PLANTA DE EMPAQUE¹

*Fernando Richmond-Zumbado*², *Carlos Méndez-Soto*²

RESUMEN

Rendimiento de 12 híbridos comerciales de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el campo y en la planta de empaque. Se evaluaron 12 híbridos comerciales de zanahoria (*Daucus carota* L.) en Cot de Oreamuno, Cartago, Costa Rica, con el objetivo de evaluar el rendimiento en el campo y la planta de empaque, de junio a octubre del 2007. Los híbridos evaluados fueron: Bangor F1, Big Sur, Bolero F1, Concerto F1 (VAC 03 F1), XCR3688, Esperanza, Nandrin F1, Napoli F1, S-505, Spearhead, Trinity y Sirkana. Se obtuvo el número y peso de las raíces de los híbridos comerciales clasificadas en raíces totales, comerciales y diferentes variables de rechazo; en el campo y en la planta de empaque. Los híbridos con el mayor rendimiento comercial en campo y en planta empacadora, en orden decreciente, fueron: Bangor F1, Esperanza, Concerto F1, Nandrin F1 y Sirkana. Los materiales con menor rechazo en campo fueron Nandrin F1, Sirkana y Bangor F1, y en planta empacadora fueron: Big Sur, Sirkana, Napoli F1, Bolero F1 y XCR3688. Las principales causas de rechazo de la zanahoria en el campo y en la planta empacadora fueron: raíces bifurcadas, con rajadura, raíz pequeña y tamaño jumbo.

Palabras claves: Producción de umbelífera, raíz bifurcada, causas de rechazo, variedades de zanahoria.

ABSTRACT

Yield of 12 commercial hybrid carrot (*Daucus carota* L.) in the field and the packing facilities. Twelve commercial hybrids of carrot (*Daucus carota* L.) were evaluated in Cot, Oreamuno, Cartago, Costa Rica, with the goal of evaluating yield in the field and in the packing facilities, from June to October 2007. The hybrids evaluated were Bangor F1, Big Sur, Bolero F1, Concerto F1 (VAC 03 F1), XCR3688, Esperanza, Nandrin F1, Napoli F1, S-505, Spearhead, Trinity and Sirkana. Evaluations of the number and weight of total, commercial, first and second quality grade and rejected roots were conducted in the field and in the packing facilities. The materials with higher yield both in the field and in the packaging plant were Bangor F1, Esperanza, Concerto F1, Nandrin F1 and Sirkana. The materials with lowest rejection in the field were Nandrin F1, Sirkana and Bangor F1, and Big Sur, Sirkana, Napoli F1, Bolero F1 y XCR3688, in the packing facility. The most important causes of carrot in the field and in the packaging facilities were forked, cracked, jumbo and small roots.

Keywords: Umbelliferous production, forked root, rejection causes, carrot varieties.



¹ Recibido: 19 de abril, 2009. Aceptado: 24 de junio, 2010. Tesis de grado, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

² Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. Tel. 2433-9111. fernando.richmond@ucr.ac.cr; carlos.mendez@ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de zanahoria supera los 14 millones de toneladas de las cuales el 52% proviene de China, Estados Unidos, Reino Unido, Polonia y Japón. En comparación con otras hortalizas, la zanahoria se considera un cultivo menor a nivel mundial por su escasa producción y consumo, lo cual explicaría la escasez de registros estadísticos de producción, consumo y exportación.

Anteriormente en nuestro país se utilizaba para la producción, semilla de zanahoria tipo Chantenay (Herrero 1987), pero con el pasar del tiempo se ha seleccionado y producido nuevas variedades como la zanahoria tipo Nantes, la cual es más larga y de mejor calidad que la Chantenay (Rubatzky *et al.* 1999, Bolaños 2001). Una raíz de mayor tamaño refleja un mayor rendimiento. En Costa Rica los híbridos utilizados son Bolero F1 y Bangor F1, este último mayoritariamente, por lo que la escasa información pertenece a este material. La Agencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Pacayas registró para el 2007 rendimientos de 52,6 a 78,9 t/ha en el distrito de Alvarado y de 65,7 t/ha en el distrito de Cipreses, ambos con la variedad híbrida Bangor F1. Así mismo, la Corporación Hortícola Nacional utiliza en sus proyecciones un rendimiento estimado de 46 a 52,6 t/ha. Por su parte, la Dirección Regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Cartago mencionó un rendimiento de 30 a 50 t/ha con un promedio de 30 t/ha para la variedad híbrida Bangor F1⁴.

Las pérdidas en rendimiento de los cultivos son inevitables en toda actividad agrícola. El IICA (1979) estimó que las pérdidas en zanahoria, producidas durante las etapas de pre cosecha, cosecha y poscosecha en Cartago, varían del 18 al 51% en los diferentes procesos. Estas pérdidas o material de rechazo se deben tanto a factores bióticos como abióticos entre los que se encuentran: ataque por patógenos (Davis y Raid 2002), desbalances nutricionales (Fernández 1972, Soto 1981), condiciones agroecológicas adversas (FAO 1989, Rubatzky *et al.* 1999) e inadecuada preparación del área de siembra (Valadez 1998, Bolaños 2001), los cuales determinan el porcentaje de producto comercial y no comercial (Herrero 1987).

Por esta razón, es necesaria la investigación de nuevas variedades comerciales para identificar las posibles características potenciales o superiores, en comparación a los materiales comúnmente utilizados y así cuantificar esas ventajas en el campo como lo son mayor tolerancia a enfermedades que afecta al cultivo en el campo (Chaput 1998, Davis y Raid 2002) y bifurcación de la raíz (Morales 1995, Tames 2003, Lardizabal y Theodoracopoulos 2007), aumento del rendimiento, menores pérdidas, disposición de una gama de variedades según las características de cada zona agrícola en particular, menor uso de insumos, y por ende, menor contaminación ambiental.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento en campo y planta de empaque de 12 híbridos comerciales de zanahoria en la zona agroecológica de Cot de Oreamuno, Cartago.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de los híbridos tuvo una fase en campo y otra en la planta empacadora. La fase de campo se llevó a cabo en el distrito de Cot, Oreamuno de Cartago, coordenadas geográficas 9° 54' 4,8" N, 83° 53' 10,7" O, a una altitud de 1921 msnm, y la segunda fase en la planta empacadora de la Corporación Hortícola Nacional, ubicada en La Chinchilla, Oreamuno de Cartago; ambas fases se realizaron entre los meses de junio a octubre del 2007.

Fase de campo

El terreno experimental se ubicó en la base y de forma perpendicular a una pendiente de aproximadamente 20 a 35% de un suelo que se clasificó como Andisol (Mata 1991), sus características químicas se presentan en el Cuadro 1.

Los datos de clima durante el periodo de evaluación se tomaron de las dos estaciones meteorológicas más cercanas al área del experimento, Cuadro 2.

Según la prueba de germinación (norma propuesta por ISTA "International Seed Testing Association" 1999) realizada en el Laboratorio del Centro de Investigación en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica, y al número de semillas por metro lineal determinado por las empresas comercializadoras de semillas, se calculó la cantidad necesaria para obtener el 100% de germinación en el campo.

⁴ Dirección Regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Cartago. Corporación Hortícola Nacional, Agencia de Servicios Agropecuarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Pacayas.

Cuadro 1. Análisis químico de suelo andisol donde se realizó el experimento sobre estimación del rendimiento de 12 híbridos de zanahoria. Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Nivel	pH		cmol(+)/l			%			mg/l			
	H ₂ O	Acidez	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
Crítico	5,5	0,5	4	1	0,2	5	10	10	3	1	10	5
Suelo	5,6	0,17	8,72	1,40	0,67	10,96	2	17	1,3	12	145	3

Nivel	Relaciones			
	Ca+Mg/K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Crítico	10 - 40	2 - 5	5 - 25	2,5 - 15
Suelo	15,1	6,2	13,0	2,1

CICE: Capacidad de Intercambio Catiónico Equivalente.

SA: Saturación de Acidez.

Cuadro 2. Datos meteorológicos durante el periodo de evaluación del rendimiento en 12 híbridos comerciales de zanahoria. Oreamuno, Cartago, Costa Rica. 2007.

Variable climática	Mes					Promedio	Estación meteorológica
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct		
Temp. mín. prom. (°C)	16,2	15,9	15,6	15,8	15,8	15,9	Dulce Nombre
Temp. máx. prom. (°C)	25,4	24,2	25,3	25,0	24,3	24,8	Dulce Nombre
Precipitación (mm)	59,2	134,8	275,4	149,0	298,1	183,3	Dulce Nombre
Brillo solar prom. (horas)	3,0	4,6	4,2	4,2	3,2	3,8	San Juan de Chicué

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional 2008.

La preparación de los suelos y el manejo agronómico (sistema de siembra manual, fertilización, aporcas, manejo de plagas, enfermedades y malezas, cosecha y clasificación del producto) de la plantación experimental se realizó de acuerdo con las prácticas agrícolas comerciales del productor.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 12 tratamientos (híbridos) y cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió en un área de 3,6 m² (4 m de largo x 0,9 m de ancho) distribuidos en 14 líneas de siembra espaciados a 28 cm entre ellos. Se cosecharon todas las raíces de la parcela experimental, excepto los dos surcos de raíces en cada extremo, para una parcela útil de 2,6 m². El análisis estadístico de la información se realizó mediante el software Infostat y se utilizó la prueba de Duncan al 5% para estimar la diferencia entre las medias de los tratamientos en estudio.

Las variables evaluadas fueron el número y peso (t/ha) de raíces totales, comerciales, por grado comercial primera y segunda (criterios utilizados para exportar) a Estados Unidos y por criterio de rechazo en raíces bifurcadas, pequeñas (raíz menor a 18 cm de longitud), quebradas, con rajadura (abertura longitudinal a la raíz capaz de llegar hasta el tejido xilemático), deformes, jumbo (raíz mayor a 24 cm de longitud), delgada, daño por jobotos y por bacteria: *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* y *Erwinia carotovora*.

Se clasificó como raíces de primera calidad aquellas que no sobrepasaron un 7% de defectos acumulados permitidos, y un 11% para las raíces de segunda calidad (MEIC-MAG-S 2004). Los defectos permitidos fueron: pudrición, daño por hongo, daño por insecto, daño mecánico, bifurcaciones, herida cicatrizada, pérdida de firmeza, curvatura, verdeo, raicillas secundarias). Además, ambos grados comerciales debieron

cumplir con los siguientes requisitos básicos: raíces enteras y sanas, exentas de olores y sabores extraños, de consistencia firme y compacta, limpias, poseer bajo amargor, exentas de parásitos y daños causados por los mismos, rectas con un adelgazamiento uniforme, sin bifurcaciones ni raíces secundarias, color naranja brillante, sin una consistencia leñosa y sin brotación.

Fase planta empacadora

Las zanahorias clasificadas como comerciales en el campo (primera y segunda) se llevaron a la planta de empaque para ser lavadas mecánicamente mediante cepillado con agua y Kilol a una concentración de 0,05 ml/l, excepto los bloques II y III, se lavaron en el mismo saco en el que se trajeron las raíces del campo; agregándoles agua dentro del saco y moviéndolo manualmente entre dos personas, para remover el suelo adherido a las raíces. Éstas se seleccionaron manualmente por el personal de la planta y se clasificaron en comercial de exportación y causa de rechazo (según criterio del mercado nacional). Se contaron y pesaron las raíces por categoría y posteriormente las exportables se llevaron a un hidrofriador a 2 °C donde se mantuvieron por 15 minutos; y finalmente se empacaron en bolsas plásticas comerciales de 0,55 kg con 12 perforaciones.

En esta fase se excluyó a los híbridos Spearhead y Trinity en la evaluación de planta empacadora debido

a que no tuvieron producción comercial en el campo. En la evaluación en planta la empacadora se mantuvo la misma distribución de parcelas proveniente del campo, así como el análisis estadístico y las variables de respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase de campo

Los mejores resultados para el número total de raíces se obtuvieron con los híbridos Napoli F1 y Sirkana, y los mayores valores en el número de raíces comerciales fueron Sirkana, Esperanza, Napoli F1 y Bangor F1; mientras que los menores valores se presentaron en Spearhead y Trinity (Cuadro 3).

Las causas de rechazo encontradas con mayor frecuencia en el campo fueron bifurcación, rajadura, raíz pequeña, quebrada, deforme y bacteria (Cuadro 4). Los híbridos con mayor número de raíces bifurcadas fueron Esperanza, Napoli F1, Spearhead y Trinity, y con los menores valores S-505, Sirkana, Nandrin F1 y Concerto F1.

Para la variable raíz con rajadura, el mayor número se obtuvo en los híbridos Spearhead, XCR3688, S-505 y Trinity. Los híbridos que sufrieron menor grado de rajadura fueron Nandrin F1, Bangor F1, Sir-

Cuadro 3. Número de raíces de zanahoria total, comercial y por categoría comercial en 12 híbridos de zanahoria. Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Número raíces/parcela útil			
	Total	Comercial	Primera	Segunda
Bangor F1	245,50 b	174,50 cde	124,00 e	50,50 ab
Big Sur	217,50 ab	101,75 b	46,00 b	55,75 abc
Bolero F1	219,50 ab	140,50 bcd	96,00 cde	44,50 ab
Concerto F1	223,00 ab	149,00 bcd	115,00 e	34,00 a
XCR3688	259,25 bc	148,00 bcd	68,50 bc	79,50 bc
Esperanza	307,25 cd	202,50 e	119,25 e	83,25 bc
Nandrin F1	202,50 ab	136,75 bc	101,25 de	35,50 a
Napoli F1	353,75 d	192,75 de	95,00 cde	97,75 c
S-505	219,25 ab	135,00 bc	84,50 cd	50,50 ab
Spearhead	172,50 a	29,75 a	9,25 a	20,50 a
Trinity	166,25 a	43,75 a	15,25 a	28,50 a
Sirkana	351,00 d	210,25 e	72,50 bcd	137,75 d

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba Duncan ($p \leq 0,05$).

kana y Esperanza. El comportamiento de esta variable puede obedecer a condiciones de humedad en el suelo debido al patrón de lluvias de la zona en esa época, tanto como a características genéticas del material; por lo que la selección previa de materiales sin rajadura es de gran importancia.

El mayor número de raíces pequeñas se obtuvo en los híbridos Sirkana y Napoli F1, los demás híbridos

fueron estadísticamente iguales. No hubo diferencias estadísticas entre los híbridos para las variables de raíces deformes, quebradas y con bacteria, con excepción de Spearhead y Trinity en raíces quebradas (Cuadro 4).

Al analizar el peso de las raíces, se diferencian tres grupos de acuerdo al rendimiento total (Cuadro 5). El primer grupo, de alto rendimiento y estadísticamente iguales, conformado por Esperanza (90,53 t/ha), Bangor

Cuadro 4. Número de raíces de zanahoria por causa de rechazo. Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Número raíces/parcela útil					
	Bifurcada	Pequeña	Quebrada	Rajadura	Deforme	Bacteriosis
Bangor F1	32,00 abc	30,25 a	2,00 a	6,50 ab	0,00 a	0,25 a
Big Sur	54,25 bcde	29,25 a	0,50 a	28,00 cde	3,00 a	0,75 a
Bolero F1	49,00 abcde	2,00 a	0,50 a	20,00 bcd	4,50 a	3,00 b
Concerto F1	29,25 ab	12,50 a	2,75 a	28,00 cde	0,75 a	0,75 a
XCR3688	33,75 abcd	33,25 a	0,50 a	43,50 f	0,25 a	0,00 a
Esperanza	67,25 e	23,00 a	0,00 a	11,75 ab	2,00 a	0,75 a
Nandrin F1	28,75 ab	29,00 a	2,00 a	5,50 a	0,50 a	0,00 a
Napoli F1	65,25 de	69,25 b	2,50 a	16,25 abc	7,25 a	0,50a
S-505	20,75 a	26,25 a	0,50 a	35,75 ef	0,00 a	1,00 a
Spearhead	63,50 cde	2,75 a	28,25 b	45,25 f	2,50 a	0,50 a
Trinity	61,75 cde	11,25 a	17,50 b	32,00 def	0,00 a	0,00 a
Sirkana	27,50 ab	106,50 c	0,00 a	6,75 ab	0,00 a	0,00 a

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0,05$).

Cuadro 5. Rendimiento total y comercial de zanahoria en el campo, Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Total (t/ha)*	Comercial (t/ha)*	Peso raíces (kg/parcela útil)		
			Comercial	Primera	Segunda
Bangor F1	80,89 de	64,17 e	25,79 e	21,85 f	3,95 ab
Big Sur	50,83 a	26,46 b	10,63 b	6,51 bc	4,13 ab
Bolero F1	73,56 bcd	45,12 cd	18,13 cd	14,85 de	3,28 ab
Concerto F1	79,88 cde	56,10 de	22,55 de	19,82 ef	2,73 ab
XCR3688	64,61 b	38,38 bc	15,43 bc	9,63 cd	5,80 b
Esperanza	90,53 e	62,5 4e	25,13 e	19,54 ef	5,60 b
Nandrin F1	71,39 bcd	56,32 de	22,63 de	19,73 ef	2,91 ab
Napoli F1	67,03 b	42,49 cd	17,08 cd	11,23 cd	5,85 b
S-505	68,99 bc	43,72 cd	17,57 cd	14,21 d	3,36 ab
Spearhead	41,73 a	5,80 a	2,33 a	1,15 a	1,18 a
Trinity	43,81 a	9,98 a	4,02 a	1,98 ab	2,03 a
Sirkana	64,01 b	48,46 cde	19,48 cde	9,75 cd	9,73 c

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba Duncan ($p \leq 0,05$).

* Los datos corresponden al área efectiva de siembra en una hectárea (64,5%).

F1 (80,89 t/ha), Concerto F1 (79,88 t/ha), el segundo grupo de rendimiento intermedio comprendido por Bolero F1, XCR3688, Nandrin F1, Napoli F1, S-505 y Sirkana, y finalmente, el grupo de bajo rendimiento con Spearhead (41,73 t/ha), Trinity (43,81 t/ha) y Big Sur (50,83 t/ha), que fueron estadísticamente iguales. No obstante, los materiales con el mayor rendimiento comercial fueron Bangor F1, Esperanza, Nandrin F1, Concerto F1 y Sirkana; entre los intermedios estuvieron Bolero F1, S-505 y Napoli F1; y los de menor rendimiento comercial fueron Spearhead y Trinity (Cuadro 5).

El material de rechazo en el campo varió entre 20 y 86% del peso total, lo cual indica un porcentaje considerable de pérdida económica para el productor. Este alto porcentaje de rechazo puede obedecer a factores bióticos (plagas, enfermedades, problemas fisiológicos) y abióticos (suelo, clima, prácticas culturales del manejo del cultivo). En Costa Rica no se han realizado estudios del efecto de estos factores en la producción de la zanahoria.

Al observar el peso de raíces de rechazo se distinguen tres grupos (Cuadro 6). El primer grupo, de mayor peso de producto rechazado, conformado por Spearhead, Trinity, Bolero F1, Esperanza y XCR3688,

el segundo grupo con valores intermedios, S-505, Napoli F1, Big Sur y Concerto F1, y el último grupo, con el menor rechazo pero estadísticamente distintos, conformado por Nandrin F1, Sirkana y Bangor F1. Las tres principales causas de rechazo en el campo, coinciden con lo evaluado por Arguedas (1992) y Alfaro y Méndez (2008), las cuales fueron raíces con bifurcación, con rajadura y de tamaño pequeño.

Los híbridos con mayor peso de raíces de primera, pudieron verse favorecidos por una menor densidad de siembra, debido a una buena germinación en el laboratorio.

Los híbridos Spearhead y Trinity presentaron un comportamiento contrastante respecto a los otros materiales, debido a diferencias en el patrón de rendimiento en las diferentes categorías, por sus altos porcentajes de rechazo (debido al tipo de raíz) y sus bajos rendimientos totales, para lo cual se requiere adecuar las prácticas de manejo (mayor profundidad de preparación).

Se presentó un promedio de 24,8 t/ha de rechazo por híbrido, con un rango de rechazo entre 20% a 86% según el híbrido. Es importante identificar las causas que provocan el rechazo de raíces en el campo para establecer las alternativas de control y manejo respectivas. Para

Cuadro 6. Peso de zanahoria según las causas de rechazo en campo. Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Rechazo (t/ha)*	Peso raíces (kg/parcela útil)						
		Rechazo Total	Bifurcada	Rajadura	Pequeña	Quebrada	Deforme	Bacteriosis
Bangor F1	16,72 abc	6,72 abc	4,07 abc	1,46 ab	1,03 ab	0,15 a	0,00 a	0,03 a
Big Sur	24,37 abcd	9,80 abcd	4,77 abcd	3,63 bcd	0,95 ab	0,08 a	0,28 a	0,10 a
Bolero F1	28,45 de	11,43 de	6,01 bcde	4,13 cde	0,06 a	0,08 a	0,65 a	0,51 b
Concerto F1	23,78 abcd	9,56 abcd	3,60 abc	5,09 def	0,35 a	0,38 a	0,07 a	0,08 a
XCR3688	26,23 cde	10,54 cde	3,25 ab	6,10 ef	1,11 ab	0,05 a	0,04 a	0,00 a
Esperanza	28,00 de	11,25 de	7,64 e	2,38 abc	0,72 a	0,00 a	0,45 a	0,06 a
Nandrin F1	15,07 a	6,06 a	3,38 ab	1,20 a	0,98 ab	0,38 a	0,13 a	0,00 a
Napoli F1	24,54 abcd	9,87 abcd	5,10 bcde	1,72 ab	2,28 bc	0,14 a	0,58 a	0,05 a
S-505	25,26 bcd	10,15 bcd	2,17 a	6,93 f	0,89 a	0,06 a	0,00 a	0,11 a
Spearhead	35,93 e	14,44 e	6,36 cde	5,74 def	0,05 a	2,08 b	0,16 a	0,06 a
Trinity	33,83 de	13,60 de	7,00 de	4,37 cde	0,58 a	1,65 b	0,00 a	0,00 a
Sirkana	15,55 ab	6,25 ab	1,89 a	1,02 a	3,35 c	0,00 a	0,00 a	0,00 a

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

* Los datos corresponden al área efectiva de siembra en una hectárea (64,5%).

reducir raíces bifurcadas se sugiere realizar un control de los nematodos, *Meloidogyne* sp, presentes en el área de producción, y mantener un buen drenaje del terreno, así como una adecuada nutrición para el manejo de *Pythium*, el cual puede también provocar este síntoma (Davis y Raid 2002, Tames 2003). Para rajadura, evitar el uso excesivo de nitrógeno (Herrero 1987) y manejar la humedad del suelo especialmente después de un periodo de sequía (Edifarm 2003). En la zona se utilizan fórmulas de fertilizante tales como 12-30-8-4(S)-2(Mg) y 12-24-12. Para raíces pequeñas, manejar la densidad de siembra, lo cual como efecto secundario podría cambiar los porcentajes de rendimiento de primera y segunda calidad.

Fase planta empacadora

Los híbridos Spearhead y Trinity fueron descartados para la evaluación en planta empacadora, debido a que su forma delgada y alargada lo hizo muy susceptibles a quebraduras y bifurcaciones en el campo y no se obtuvo una cantidad de raíces comerciales suficientes para ser evaluadas en esta fase.

El mayor número de raíces en planta empacadora que se consideraron como raíces seleccionadas como

comerciales en el campo, comprendió a los híbridos Sirkana, Esperanza, Bangor F1, Napoli F1 y Concerto F1, en contraste a S-505 y Big Sur (Cuadro 7). Los mayores valores en número de raíces comerciales abarcaron a casi todos los materiales excepto a XCR3688, S-505 y Big Sur.

Al analizar el peso total de raíces, se observa a los híbridos Bangor F1, Esperanza, Concerto F1 y Nandrin F1 con los mayores valores y con los menores valores a XCR3688 y Big Sur. El mismo comportamiento se obtuvo al evaluar el peso de raíces comerciales, además de los híbridos Sirkana y S-505 con uno de los mayores y menores valores, respectivamente.

La diferencia presentada entre el peso de raíces comerciales en campo y el peso total en la planta de empaque, posiblemente se deben a pérdidas en el proceso de lavado y clasificación, o partidas que son contadas dobles o descartadas por el personal.

Las causas de rechazo encontradas, así como los híbridos con mayor valor en el número de raíces de rechazo, en orden de importancia fueron raíz pequeña (Sirkana, Esperanza y S-505), bifurcada (Esperanza, XCR3688, Nandrin F1, Bolero F1, Napoli F1 y Big sur), jumbo (Bangor F1 y Nandrin F1), daño por insecto (S-505 y Big Sur), rajadura (XCR3688

Cuadro 7. Número y peso de raíces de zanahoria totales y comerciales de zanahoria en la planta empacadora. Cot, Cartago, Costa Rica 2007.

Híbrido	Número raíces		Peso raíces		
	Total	Comerciales	Total (t/ha)*	Comerciales	
				(t/ha)*	(kg)
Bangor F1	180,00 bcd	123,25 cd	70,63 e	47,25 e	18,91 e
Big Sur	98,50 a	48,50 a	24,99 a	14,50 a	5,86 a
Bolero F1	136,75 abc	92,75 bcd	40,79 abc	29,75 bcd	11,95 bcd
Concerto F1	153,75 abcd	113,25 cd	55,00 cde	40,25 de	16,09 de
XCR3688	145,58 abc	85,75 abc	36,52 ab	24,75 abc	9,91 abc
Esperanza	191,00 cd	116,50 cd	62,69 de	37,25 cde	14,99 cde
Nandrin F1	144,00 abc	94,50 bcd	54,43 bcde	34,75 bcde	13,90 bcde
Napoli F1	168,00 bcd	118,00 cd	41,56 abc	30,75 bcd	12,36 bcd
S-505	133,00 ab	63,25 ab	41,44 abc	22,25 ab	8,89 ab
Sirkana	207,41 d	134,00 d	46,72 bcd	36,25 cde	14,53 cde

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan (p≤0,05).

* Los datos corresponden al área efectiva de siembra en una hectárea (64,5%).

y Bolero F1), quebrada (híbridos estadísticamente iguales), deforme (híbridos estadísticamente iguales) y delgada (Big Sur) (Cuadro 8).

Al observar el rechazo total por peso se pueden diferenciar tres grupos (Cuadro 9). El primer grupo, de alto peso de rechazo, fue conformado por Esperanza, Bangor F1, Nandrin F1 y S-505; el segundo grupo formado por el híbrido Concerto F1; y el tercer grupo con

los menores valores constituido por Big Sur, Sirkana, Napoli F1, Bolero F1 y XCR3688.

Los mayores valores de peso de raíces por categoría de rechazo se presentó distribuido de la siguiente manera: raíces pequeñas (Sirkana, S-505, Napoli F1, Esperanza, y XCR3688), raíces con rajadura (XCR3688, Bolero F1, Bangor F1, Esperanza, S-505 y Big Sur), raíces jumbo (Bangor F1, Nandrin F1 y

Cuadro 8. Número raíces de zanahoria rechazadas en la planta empacadora. Cot, Cartago, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Número raíces/Parcela útil							
	Pequeña	Bifurcada	Jumbo	Daño insecto	Delgada	Rajadura	Deforme	Quebrada
Bangor F1	24,00 ab	1,75 a	19,00 b	1,25 a	0,00 a	3,00 ab	3,50 a	4,00 a
Big Sur	8,75 a	4,00 abc	1,00 a	7,50 ab	22,75 b	2,75 ab	1,50 a	1,75 a
Bolero F1	23,25 ab	5,25 abc	0,50 a	5,00 a	0,00 a	5,25 bc	3,25 a	1,50 a
Concerto F1	18,75 ab	3,50 ab	7,00 a	5,50 a	0,00 a	0,75 a	1,25 a	3,75 a
XCR3688	38,08 b	8,67 bc	1,58 a	2,42 a	0,00 a	6,83 c	1,50 a	0,50 a
Esperanza	45,00 bc	10,00 c	7,00 a	3,50 a	0,00 a	2,50 ab	1,00 a	4,25 a
Nandrin F1	18,25 ab	5,50 abc	16,75 b	1,50 a	0,00 a	0,75 a	4,00 a	2,50 a
Napoli F1	35,50 ab	5,00 abc	0,25 a	0,50 a	0,00 a	1,50 a	3,25 a	4,00 a
S-505	42,50 bc	2,00 a	4,25 a	13,00 b	0,00 a	2,75 ab	2,00 a	3,00 a
Sirkana	67,92 c	3,33 ab	0,00	0,50 a	0,00 a	0,00 a	1,42 a	0,25 a

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

Cuadro 9. Peso de raíces de zanahoria rechazadas en la planta empacadora por categoría. Cot, Costa Rica. 2007.

Híbrido	Rechazo (t/ha)*	Peso raíces (kg/parcela útil)								
		Total	Pequeña	Jumbo	Daño insecto	Bifurcada	Rajadura	Deforme	Quebrada	Delgada
Bangor F1	23,56 bc	9,47 bc	1,59 ab	5,83 d	0,21 ab	0,25 a	0,69 cd	0,40	0,45	0,00 a
Big Sur	10,41 a	4,18 a	0,50 a	0,29 a	0,84 bc	0,30 a	0,42 abcd	0,16	0,09	1,60 b
Bolero F1	11,07 a	4,45 a	1,65 ab	0,15 a	0,85 bc	0,58 ab	0,81 d	0,27	0,14	0,00 a
Concerto F1	14,96 ab	6,01 ab	1,43 ab	1,88 abc	1,00 cd	0,61 ab	0,13 ab	0,57	0,40	0,00 a
XCR3688	11,87 a	4,77 a	2,24 abc	0,39 a	0,29 abc	0,74 ab	0,85 d	0,18	0,02	0,00 a
Esperanza	25,38 c	10,20 c	2,75 bc	4,60 bcd	0,48 abc	1,05 b	0,55 bcd	0,08	0,48	0,00 a
Nandrin F1	19,85 abc	7,98 abc	1,25 ab	4,85 cd	0,26 ab	0,63 ab	0,16 ab	0,57	0,21	0,00 a
Napoli F1	10,79 a	4,34 a	3,14 bc	0,06 a	0,08 a	0,38 ab	0,20 abc	0,19	0,31	0,00 a
S-505	19,32 abc	7,77 abc	3,60 c	1,33 ab	1,65 d	0,25 a	0,42 abcd	0,27	0,20	0,00 a
Sirkana	10,55 a	4,24 a	3,86 c	0,00 a	0,05 a	0,21 a	0,00 a	0,10	0,03	0,00 a

Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

* Los datos corresponden a una hectárea sin el área de pasillos (64,5%).

Esperanza), daño por insecto (S-505 y Concerto F1) y raíces bifurcadas (Esperanza, XCR3688, Nandrin F1, Concerto F1, Bolero F1 y Napoli F1). Los valores en el número y peso de raíces de rechazo para las variables, raíces deformes, delgadas y quebradas, no tuvieron diferencia estadística entre los híbridos.

Las principales causas de rechazo en planta empacadora fueron las mismas presentadas en el campo, con la adición de raíces jumbo, las cuales pueden ser producto del desarrollo uniforme dentro de la plantación. Las zanahorias jumbo pueden ser exportadas a mercados específicos, o junto a las raíces pequeñas ser comercializadas a nivel nacional.

Se presentó un promedio de 15,8 t/ha de rechazo por híbrido, el cual corresponde de un 22% y a un 46% de rechazo según el híbrido. La presencia de material de rechazo en la planta empacadora se debe a que en el campo estas variables son difíciles de identificar cuando las raíces se encuentran cubiertas con suelo; por esta razón, en la planta empacadora, se aprecian mejor los daños después del lavado de las mismas, y a la rigurosa selección del producto para exportación realizado por el personal en la planta empacadora.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Corporación Hortícola Nacional, la empresa agrícola Hermanos Masís Masís y el Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, B; Méndez, C. 2008. Causas del rechazo de zanahoria (*Daucus carota L.*) en campo y planta de empaque. In: PCCMCA, Resúmenes de la 54ava Reunión Anual. San José, Costa Rica. p. 114.
- Bolaños, A. 2001. Introducción a la olericultura. San José, Costa Rica. EUNED. 380 p.
- Chaput, J. 1998. Identification and management of carrot root diseases. Ontario, Canadá (en línea). Consultado 21 dic. 2007. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm>
- Davis, RM; Raid, RN. 2002. Compendium of umbelliferous crop diseases. Minnesota, USA. The American Phytopathological Society (APS Press). 75 p.
- EDIFARM. 2003. Manual de hortalizas Edifarm® Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Edifarm Internacional Centroamérica. Imprenta Mariscal, Quito, Ecuador. 522 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1989. Actas curso internacional en investigación, producción de semillas de hortalizas. Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios. Santiago, Chile. 278 p.
- Fernández, F. 1972. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento y calidad de la zanahoria en Cot de Cartago, Costa Rica. Tesis presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 27 p.
- Herrero, E. 1987. Evaluación de cultivares de zanahoria (*Daucus carota*) para industrialización y consumo fresco en Tierra Blanca de Cartago. Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado. Universidad de Costa Rica. Grecia, Costa Rica. 51 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 1979. Un enfoque metodológico para identificar y reducir las pérdidas de post-cosecha. Publicación Miscelánea. N° 219. Santo Domingo, República Dominicana. 85 p.
- Lardizabal, R; Theodoracopoulos, M. 2007. Manual de producción: Producción de zanahoria. MCA-Honduras/EDA. Honduras. 20 p.
- Mata, R. 1991. Los órdenes de suelos de Costa Rica. Taller de Erosión. Memoria, Heredia, MADE, UNA. 246 p.
- MEIC-MAG-S. MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio, CR) - MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR) - S (Ministerio de Salud, CR). 2004. Decreto N° 31889-MEIC-MAG-S RCTCR 380:2004 Zanahoria para consumo en estado fresco. Publicado en La Gaceta N° 141 del 20 de julio del 2004. San José, Costa Rica.
- Morales, JP. 1995. Cultivo de zanahoria. Serie Cultivos: Boletín Técnico No. 23. Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC. Santo Domingo, República Dominicana. 37 p.

- Rubatzky, VE; Quiros, CF; Simon, PW. 1999. Carrots and related vegetable umbelliferae. CABI Publishing. Oxon, England. 287 p.
- Soto, JA. 1981. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y calidad de la zanahoria (*Daucus carota*) en Fraijanes (Poasito) de Alajuela, Costa Rica. Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de Licenciado. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 54 p.
- Tames, S. 2003. Diseases of vegetables – carrot. Government of Alberta (en línea). Consultado 7 ene. 2008. Disponible en <http://www1.agric.gov.ab.ca/%24department/deptdocs.nsf/all/prm7736>
- Valadez, A. 1998. Producción de hortalizas. 8 reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. 298 p.