

## Producción de semilla de zanahorias anuales (*Daucus carota* L.) en la región sur de Uruguay

González Idiarte Héctor<sup>1</sup>, Salvo Gastón<sup>1</sup>, Gallo Alicia<sup>1</sup>, Machado Silvana<sup>1</sup>, Rocha Bruno<sup>1</sup>, García de Souza Margarita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Vegetal, Centro Regional Sur, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Camino Folle km 35,500 s/n. Canelones 90300. Uruguay. Correo electrónico: hgonzalez@fagro.edu.uy.

Recibido: 28/12/10 Aceptado: 15/11/11

### Resumen

Se caracterizó la producción de semilla de poblaciones locales (PL) de zanahorias anuales mediante estudios de casos, entrevistando a once productores familiares y seguimiento de nueve cultivos semilleros. Las PL son multiplicadas por períodos de 15 a 45 años. Predomina la selección de raíces por color externo naranja, forma cilíndrica, punta redondeada e inserción fina del tallo. El 27% selecciona por color interno naranja. Las raíces se plantan entre agosto y principios de setiembre. El 27% usa fertilizante químico y el 55% abono orgánico. Plantan entre 31000 y 39200 raíces/ha a distancias entre 25 y 35 cm. No conducen las plantas. No consideran distancias de aislamiento ni colocan colmenas. La cosecha es escalonada entre mediados diciembre y mediados de enero, priorizando las umbelas grandes. El 73% guardan las umbelas sin trillar en bolsas colgadas, y el 27% guarda la semilla trillada. Conservan la semilla hasta tres años. Los principales problemas identificados en los semilleros fueron pulgones, fallas de plantas, podredumbre de raíz, vuelco y disminución de germinación de la semilla durante el almacenamiento. El número promedio de umbelas por planta fue uno en el orden primario, 10 en el secundario y 18 en el terciario. La producción promedio de semillas por planta fue 55 g, con valores extremos entre 30 y 87g, correspondiendo el 16% al orden primario, 68% al secundario y 16% al terciario. El peso de mil semillas fue 2,1; 1,7 y 1,6 g y el porcentaje de germinación de 86, 82 y 77% para cada uno de los tres órdenes.

**Palabras clave:** semilla de zanahoria, calidad de semilla, producción de semilla, variedades de zanahoria, *Daucus carota* L.

### Summary

## Seed Production of Annual Carrots (*Daucus carota* L.) in South Uruguay

Seed production of annual carrot landraces (L) was characterized through case studies, interviewing eleven family farmers and evaluating ten seed producing fields. L were multiplied for 15 to 45 years. Most farmers select roots by external orange color, cylindrical shape, round tip and narrow insertion of the leafy top. 27% select by inner orange color. The roots are planted between August and early September. Among these farmers, 27% apply chemical fertilizers and 55% organic amendments. They plant 31000 to 39200 plants per hectare, at distances between 25 to 35 cm. Plants grow freely (not tutored). They do not consider isolation distances and do not place hives. The larger umbels are harvested between mid-December and mid-January. Most farmers (73%) store umbels without threshing in bags hung up from the roof, whereas 27% of the farmers store threshed seeds. Seeds are stored up to three years. The main problems identified in the seed crops were aphids, plant loses, root rots, plant lodging, and decreasing seed germination during storage. The average number of umbels per plant was one as primary order, 10 as secondary order, and 18 as tertiary order. The average seed production per plant was 55 g, within a 30-87 g range, corresponding 16% for primary order, 68% for secondary and 16% for tertiary. Weight of 1000 seeds was 2,1 g, 1,7 g and 1,6 g, whereas germination percentage was 86, 82 and 77% respectively.

**Key Words:** carrot seed, seed quality, seed production, carrot landraces, *Daucus carota* L.

## Introducción

En la región sur de Uruguay se plantan poblaciones locales (PL) de zanahoria («zanahorias criollas o del país») y cultivares comerciales que corresponden al tipo anual. Este tipo requiere escasa o nula acumulación de temperatura vernalizante para inducir la floración (George, 2009; Rubatzky *et al.*, 1999b; Oliva, 1987).

El hecho de que las temperaturas de campo en el sur del país son suficientes para la inducción floral y la factibilidad de producir semilla aplicando prácticas de manejo relativamente sencillas, con bajos costos de producción, ha permitido que el productor familiar que cultiva PL para raíz también produzca semilla para cubrir sus necesidades y en ocasiones intercambiarla con vecinos o realizar alguna venta local.

DIEA (2005) estimó para la región sur de Uruguay en la temporada 2004/05 una siembra de 1463 ha de zanahoria, de las cuales un 21% (308 ha) se realizó con semilla nacional. A. Pérez y P. Pacheco (*comunicación personal*, 2010) calculan que la semilla producida en el país representa entre un 5 y 10% del volumen de zanahoria ingresado en un año en el Mercado Mayorista de Montevideo, si bien hacen estimaciones que puede llegar a un 30-35% de la oferta de otoño e invierno.

Los rendimientos de semilla por hectárea son muy variables. Rubatzky *et al.* (1999a) establecen un rendimiento de 800-900 kg/ha para variedades de polinización abierta (VPA) y entre un tercio y la mitad de las VPA para los híbridos. George (2009) señala rendimientos entre 600 y 1000 kg/ha para VPA en regiones templadas. En Uruguay un rendimiento habitual se ubica entre 500 y 800 kg/ha, obteniéndose 2 a 3 kg de semilla por 20 kg de raíces plantadas (Galván, 2003).

Dogliotti y Tommasino (1991) y Rachetti (2006) entrevistaron a productores para caracterizar las prácticas de manejo utilizadas en la producción de semilla. Las opiniones relevadas mostraron que el método comúnmente usado es raíz-semilla (R-S). La semilla se siembra en el período noviembre a marzo. La cosecha de raíces se realiza antes del comienzo de la floración que ocurre a partir de agosto. Las raíces se plantan entre junio y agosto. La cosecha de semillas se lleva a cabo en diciembre y enero. La plantación es en cantero o en camellón, con una población de plantas y marco de plantación variable. No se fertiliza o se aplican cantidades desconocidas. Las malezas se controlan con carpidas. No se riega. No se conducen las plantas. No se colocan colmenas. La gran mayoría no tiene en cuenta la distancia de aislamiento entre cultivos. Los tratamientos

fitosanitarios son poco frecuentes. La cosecha de semilla es manual, cortando las umbelas de color pardo mediante una a tres pasadas. La trilla es manual y se limpia por viento. La forma de almacenamiento de la semilla es muy variable en tipo de envase, características del local y conservación de la semilla trillada o sin trillar. Rachetti (2006) analizó la germinación de la semilla colectada. Los porcentajes extremos fueron 27% y 94%. El 56% de los lotes superó el 75% de germinación, valor mínimo autorizado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE, 2010) para la importación de semilla de zanahoria.

El efecto de la población de plantas y marco de plantación en la producción y calidad de la semilla ha sido estudiado por diferentes investigadores. Las poblaciones de plantas estudiadas variaron entre un mínimo de 11869 plantas/ha y un máximo de 2560000 plantas/ha. Gray *et al.* (1983) citan datos no publicados de su autoría donde encontraron que las altas poblaciones del método S-S determinan que una proporción de las plantas, hasta un 20%, muere antes de la polinización. Asimismo, expresa que en poblaciones tan altas como 3200000 plantas/ha las umbelas de segundo orden prácticamente no tenían semilla y que el peso promedio de las semillas ya se reducía con 800000 plantas/ha. Según Saes *et al.* (2000) la gran ventaja del método S-S es que permite alcanzar poblaciones más altas respecto a R-S. Sin embargo, una mayor cantidad de plantas implica una mayor competencia por luz, agua y nutrientes y genera un ambiente más favorable para el desarrollo de enfermedades. Asimismo, dificulta el ingreso al cultivo después que ocurre el alargamiento del tallo floral.

Diversas investigaciones (Saes *et al.*, 2000; Ramírez, 2003; Gray y Steckel, 1983b; Gray *et al.*, 1983; Krarup *et al.*, 1976) demuestran que en general las semillas provenientes de las umbelas de primer y segundo orden presentan mejor calidad (porcentaje de germinación y peso 1000 semillas) que las cosechadas en todos los órdenes, en tanto que pasa lo mismo si se compara el primer orden con el segundo. Krarup y Villanueva (1977b) señalan que el primer y segundo orden producen semillas con embriones más desarrollados que los órdenes superiores, existiendo una correlación positiva y significativa con el porcentaje de germinación ( $r = 0,82$ ).

La contribución de las umbelas de diferentes órdenes al total de semillas producidas por una planta es muy afectada por la población de plantas. Los resultados de Gray *et al.* (1983) muestran que con 100000 pl/ha el porcentaje de semilla en peso para el primer, segundo y tercer orden fue 25%, 69% y 6% respectivamente, alcanzándose un rendimiento de 1555 kg/ha, mientras que con 800000 pl/ha fue

62%, 38% y 0% respectivamente, obteniéndose 1789 kg/ha de rendimiento. Según Krarup *et al.* (1976), poblaciones de 11869 pl/ha determinaron contribuciones del primer, segundo y otros órdenes de 9%, 46% y 46% respectivamente, con un rendimiento de 807 kg/ha. Para una población de 41625 pl/ha los porcentajes fueron 16%, 48% y 37% respectivamente, con un rendimiento de 1646 kg/ha.

Diferentes investigaciones señalan el efecto del orden floral, tamaño o peso de la semilla y tamaño del embrión en el porcentaje y uniformidad de emergencia, peso de la plántula, rendimiento de raíz y clasificación por calidad (Krarup y Villanueva, 1977a; Gray *et al.*, 1980; Gray y Steckel, 1983a; Jacobsohn y Globerson, 1980).

Según Rubatzky *et al.* (1999a), una temperatura de almacenamiento de la semilla de 10 °C es satisfactoria para mantener su germinación por tres años o más, siempre que la semilla tenga entre 7 y 10% de humedad. Galván (2003) señala que la longevidad típica de la semilla de zanahoria durante su almacenamiento en condiciones normales es de tres a cuatro años.

La próxima obtención de cultivares nacionales de zanahoria obligará a organizar institucionalmente la producción de semilla, para lo cual será necesario disponer de prácticas de manejo que permitan alcanzar rendimientos y calidades que viabilicen la actividad semillera desde el punto de vista económico y ambiental.

El objetivo de este trabajo consistió en complementar y precisar la información actualmente disponible en el país sobre las prácticas de manejo utilizadas, cuantificar la cantidad y calidad de la semilla producida e identificar los principales problemas existentes.

## Materiales y métodos

La producción de semilla se caracterizó en 2007/08 y 2008/09 mediante estudios de casos de productores familiares, seguimiento de cultivos y monitoreo de la germinación durante el almacenamiento.

Los productores se seleccionaron teniendo en cuenta la importancia del rubro en el sistema de producción, el manejo convencional u orgánico del cultivo y principales regiones de producción de zanahoria (Cuadro 1).

Se utilizó el método de entrevistas semiestructuradas a once productores para facilitar la manifestación de sus opiniones sobre el manejo del cultivo y problemas existentes (Bellon, 2002).

En forma complementaria, se realizó el seguimiento de nueve semilleros, registrándose datos de los cultivos instalados y las producciones de semilla. Los datos sobre marco de plantación provienen de un promedio de diez medidas realizadas al azar al inicio de la brotación de las raíces plantadas en cada semillero. Las plantas volcadas y las fallas (plantas que no lograron instalarse o que no completaron su desarrollo) se contaron en cuatro metros de canteiro o camellón, expresándose como promedio de cinco medidas realizadas al azar. El porcentaje de fallas y el porcentaje de volcadas se calcularon respecto a la cantidad teórica de plantas según el marco de plantación.

En cada semillero se marcaron ocho plantas con lana de color y se cosecharon por separado las umbelas de diferentes órdenes a medida que iban madurando. La cosecha se realizó en forma escalonada entre el 5 y 31 de enero cuando la umbela adquiría una coloración marrón oscuro y estaba quebradiza.

Una vez cosechadas las umbelas fueron conservadas en bolsas de papel en un galpón ventilado, hasta que estuvieron secas. En abril y mayo se realizó la trilla de forma manual, manteniendo separados los distintos órdenes. En 2007/08 y 2008/09 se cuantificó el peso de semillas para cada orden y para el total de la planta, expresándose en peso y en porcentaje como promedio de las ocho plantas. En el 2007/08 también se contó la cantidad de umbelas por orden y se midió el diámetro de cada una de ellas.

La calidad de semilla de las umbelas de cada orden floral se evaluó a través del peso de 1000 semillas y porcentaje de germinación.

Para cuantificar el peso se procedió al cuarteo sucesivo de cada muestra. El peso fue el promedio de tres repeticiones de 100 semillas y posterior cálculo del peso de 1000 semillas. El porcentaje de germinación corresponde a las plántulas normales a los 14 días de iniciado el test, realizado con luz permanente y temperatura de 20 °C ( $\pm 1$  °C) de acuerdo a las reglas internacionales del ISTA (International Seed Testing Association, 2010) para semilla de zanahoria. El porcentaje de germinación es el promedio de tres repeticiones de 50 semillas cada una.

Para monitorear la evolución del porcentaje de germinación durante el almacenamiento se seleccionaron los productores semilleros E y A del ciclo 2007/08, quienes utilizan dos formas contrastantes de conservación: umbela sin trillar (guardada en bolsa de arpiller) y semilla trillada (guardada en bolsas de papel) respectivamente. Se evaluó el porcentaje de germinación en enero, abril y julio de 2009. Situaciones imprevistas impidieron continuar con el monitoreo.

Cuadro 1. Información general sobre los productores seleccionados.

Productor	Zona	Forma de Producción	Dirección	Actividad	Año
A	Costas de Pando	Convencional	Ruta 11 km	Encuesta y seguimiento	2007
B	Rincón de Pando	Convencional	Camino Vilar	Encuesta y seguimiento	2007
C	Costas de Pando	Orgánico	Ruta 86 km 51	Encuesta y seguimiento	2007
D	Rincón de la Bolsa	Convencional	Ruta 1 km 32	Encuesta y seguimiento	2007
E	Huertos de Carrasco	Orgánico	Ruta 101 Km 24.500	Encuesta y seguimiento	2007
F	Costas de Pando	Convencional	Ruta 86 Km 51	Encuesta y seguimiento	2007
G	Pantanosos	Convencional	Ruta 82 km 54	Encuesta y seguimiento	2007
H	Totoral del Sauce	Convencional	Ruta 7 Km 35	Encuesta y seguimiento	2008
I	Totoral del Sauce	Convencional	Ruta 7 Km 36.5	Encuesta y seguimiento	2008
J	Pantanosos del Sauce	Convencional	Ruta 86	Encuesta y seguimiento	2008
K	Totoral del Sauce	Convencional	Ruta 7 Km 31	Encuesta	2008

## Resultados y discusión

### Entrevistas a productores

Se constató que el principal objetivo de los productores es autoabastecerse de semilla. Usan prácticas de manejo sencillas y de bajo costo, empleando la mano de obra familiar. Las formas y métodos de producción de semilla utilizados se resumen en el Cuadro 2.

Todos los productores entrevistados multiplican PL por prolongados períodos de tiempo. Dos productores cruzaron PL de diferentes orígenes. Cuatro productores han realizado cruzamientos con cultivares comerciales (Kuroda y Brasília) con el objetivo de mejorar la calidad comercial de las raíces, principalmente el color externo e interno, pero solo uno lo ha hecho en forma periódica.

Para los cruzamientos intercalan plantas y la cosecha de la semilla es masal, por lo cual no se puede conocer el grado de efectividad alcanzado. Por otro lado, como lo indi-

can Dogliotti y Tommasino (1991) y Rachetti (2006), no tienen en cuenta las distancias de aislamiento adecuadas.

En todos los casos el método utilizado para producir semilla es R-S. Este método permite seleccionar las raíces a plantar. Cada productor tiene sus propios criterios, pero todos tienen en cuenta las características externas de la raíz. Descartan raíces bifurcadas, rajadas, deformadas, demasiado pequeñas, con piel rugosa o con presencia de hombros verdes o púrpura.

El Cuadro 3 resume los diferentes criterios de selección utilizados. Todos consideran el tamaño de la raíz, pero no coinciden en cuál es el comercialmente apropiado. Seleccionan predominantemente por forma cilíndrica. El tipo de punta es un carácter de importancia y es mencionado por la mayoría de los entrevistados, el 73% prefieren raíces de punta redondeada a roma. El color externo es un atributo considerado por el 55% de los productores, seleccionando a favor de naranja intenso. El 45% seleccionan por inserción fina del tallo, ya que lo asocian a la presencia de

**Cuadro 2.** Métodos y procedimientos utilizados para la producción de semilla.

Productor	Método de producción	Años de multiplicación PL	Cruzamientos con otros materiales	Frecuencia del cruzamiento
A	R-S	> 25 años	Con Kuroda	Ocasional (una vez)
B	R-S	> 30 años	Brasilia	Cada 4 años
C	R-S	10 años	Poblaciones locales	Ocasional (una vez)
D	R-S	30 años	No	
E	R-S	> 45 años	No	
F	R-S	15 años	No	
G	R-S	20 años	Kuroda	Ocasional (dos o tres años)
H	R-S	20 años	Poblaciones locales	Ocasional (una vez)
I	R-S	> 40 años	No	
J	R-S	5 años	No	
K	R-S	> 15 años	s/d	s/d

PL: Poblacion local.

**Cuadro 3.** Criterios utilizados para seleccionar las raíces del cultivo semillero.

Productor	Tamaño	Forma	Tipo de punta	Inserción del tallo	Color externo	Color interno
A	Medio		Redondeada	Fina		Corte de punta
B	Grande	Cilíndrica				Al descolarla
C	Medio grande	Cilíndrica			Naranja	No
D	Medio		Roma	Fina	Naranja	Corte de punta
E	Medio chico		Roma	Fina	Naranja	No
F	Medio grande		Redondeada		Naranja	No
G	Medio		Redondeada	Fina	Naranja	No
H	Medio		Aguda			No
I	Medio	Cilíndrica	Redondeada			No
J	Medio		Redondeada			No
K	Medio grande	Cilindro cónica	Roma	Fina	Naranja	No

La celda sin datos significa que no fue mencionado por el productor.

un xilema de menor diámetro e indirectamente a una mayor proporción de color anaranjado en la sección interna de la raíz. Los productores consideran que el color interno naranja tiene un valor comercial importante, pero solo tres productores han seleccionado por esta característica en forma reciente.

A continuación se presenta la información recogida en las entrevistas a los productores sobre el manejo del cultivo semillero. El 27% de los productores menciona que usa fertilizante químico y el 55% aplica abono orgánico (cama y/o abono de pollo) previo a la plantación. Sin embargo, no saben qué cantidades aplican ni las dosis de N, P y K. Dos productores mencionan que usan triple 16. Todos hacen entre una y dos carpidas manuales y el 45% utiliza herbicidas. No aplican frecuentemente insecticidas y fungicidas, solo cuando lo consideran necesario. El riego es utilizado solo en momentos de sequía. Solo uno realiza riego por goteo.

Las umbelas se cosechan de forma escalonada, a medida que se ponen marrones y se secan. En todos los casos cosechan las umbelas más grandes y en caso de necesidad también las más chicas. El 73% de los productores guardan las umbelas cosechadas sin trillar en bolsas colgadas en un galpón, el 50% de ellos mencionan que son de arpillera. La van trillando a medida que la precisan para sembrarla. El 27% de los productores trilla la semilla enseguida de la cosecha. Antes del trillado exponen la semilla al sol para facilitar el desgrane. La trilla es manual y la limpieza es por viento. No conservan la semilla más de tres años. Todos los productores mencionan que la producción de semilla la realizan pensando en el uso propio. Sin embargo, se constató que es frecuente el intercambio de semillas entre productores.

Los productores no han percibido problemas graves que perjudiquen la producción de semilla. Los más mencionados fueron el daño por pulgones al inicio del crecimiento de la planta, siendo fácil su control (46%), y la podredumbre de raíz (37%) con un productor que señaló al gorgojo como agente causal. Un solo productor señaló el vuelco por viento como problema.

En el caso de un productor con porcentaje importante de podredumbre de raíz, el Laboratorio de Clínica de Diagnóstico de Fitopatología de Facultad de Agronomía identificó como principal agente causal *Alternaria* sp, encontrándose también *Fusarium* sp.

### Seguimiento de los cultivos semilleros

La superficie útil de los semilleros es de reducida dimensión, variando entre 54 y 288 m<sup>2</sup>. En el Cuadro 4 figura un resumen de la información registrada en el monitoreo.

Las raíces seleccionadas se plantan el mismo día que son cosechadas o conservadas, a lo sumo hasta un máximo de 48 horas después. El período de plantación de las raíces más utilizado fue desde agosto a principios de setiembre. Un productor plantó a principios de julio y otro lo hizo entre fines de setiembre y principios de octubre. Los productores no saben el efecto de la fecha de plantación en la producción y calidad de la semilla. Solo dos de los semilleros plantaron en camellones a fila simple, el resto lo hizo en canteros a dos filas, en tresbolillo. La distancia entre plantas se ubicó en el rango de 25 a 53 cm. La densidad de plantación varió entre 31000 y 39200 plantas por hectárea, observándose una menor variación que la utilizada para la distancia entre plantas.

Ningún productor realizó conducción de los escapes florales ni colocó colmenas polinizadoras. Se observó la presencia de diferentes insectos que visitaban las flores, incluyendo abejas. No se constataron fallas importantes en el cuajado de semillas en ningún caso, lo cual sugiere que la polinización no aparece como un problema importante. Teniendo en cuenta la proximidad entre predios y la cercanía de los cultivos semilleros con cultivos para raíz, las distancias observadas entre cultivos pueden facilitar polinizaciones no deseadas. Sin embargo, ningún productor hizo mención expresa a que esto signifique un problema.

La polinización cruzada entomófila y biología floral con floración escalonada, la falta de consideración de las distancias de aislamiento que eviten la interpolinización indeseada (Oliva, 1987; Rubatzky *et al.*, 1999a; George, 2009), la producción de semilla a campo por períodos prolongados, los cruzamientos deliberados y diferentes criterios de selección utilizados por los productores generan variabilidad genética y cambios permanentes de la estructura genética de las PL cultivadas en atributos que afectan la adaptación, producción y calidad de las raíces.

Se constató un porcentaje de fallas y plantas volcadas muy variable entre los productores. En cuatro de ellos las fallas fueron importantes y variaron entre el 10 y 25%, observándose con frecuencia podredumbre de raíces y raíz seca. Las plantas vuelcan desde el nivel del suelo, constatándose el efecto del viento en algunos casos. La podre-

Cuadro 4. Caracterización del manejo de los cultivo semilleros.

Productor	Tipo de suelo	Fecha de plantación	Marco de plantación	Plantas/ha	Conducción	Control de malezas	% Fallas	% Volcadas
A	Brunosol franco	Fines de agosto	2 Filas def:35 cm dep:: 45 cm	34.700	No	Linurex Carpidas	4	4
B	Brunosol franco limoso	Principio de setiembre	2 filas def:: 40 cm dep: 46 cm	31.000	No	Linurex Carpidas	14	12
C	Vertisol franco arcilloso	Fines de agosto a mediados de setiembre	2 filas def: 25 cm dep: 34 cm	39.000	No	Carpidas	5	8
D	Brunosol franco arenoso	Fines de agosto a principios de setiembre	1 Fila dep: 53 cm	30.500	No	Carpidas	2.5	5
E	Vertisol	Fines de setiembre a principios de octubre	2 filas def: 30 cm dep: 40 cm	33.800	No	Carpidas	8	4
F	Vertisol arcilloso	Fines de agosto	1 Fila dep: 32.5 cm	37.500	No	Sencor Carpidas	7	14
G	Vertisol arcilloso	Fines de agosto	2 filas def: 30 cm dep: 47.5 cm	32.000	No	Sencor Carpidas	25	9
H	Brunosol franco	Principio de agosto	2 filas def:40 cm dep: 40 cm	34.000	No	Carpidas manuales	15	6
I	Brunosol	Principios de julio	2 filas def: 30 cm dep: 25 cm	39.200	No	Linurex carpidas manuales	2	0
J	Brunosol	Principios de agosto	2 filas def:40 cm dep: 40 cm	34.700	No	Carpidas manuales	10	3

Def: Distancia entre filas.

Dep: Distancia entre plantas.

dumbre de raíz es percibida por los productores como un problema, no así el vuelco. Será necesario realizar estudios complementarios para evaluar el grado de importancia y entender mejor los factores involucrados.

El período de cosecha de la semilla se concentró desde mediados de diciembre hasta la primera quincena de enero.

En el Cuadro 5 figura el número y tamaño de las umbelas por orden para el año 2007/08. En el Cuadro 6 se obser-

va el número de umbelas por orden en la temporada 2008/09.

Se observa que el número de umbelas en el segundo orden floral presenta menor variación entre semilleros en comparación al orden terciario. El semillero del productor B es una excepción no suficientemente comprendida, donde el número de flores en el orden secundario está por encima del promedio. El productor I es el único que poda

Cuadro 5. Número y tamaño de umbelas por orden (2007/08).

Semillero	N° de umbelas/ orden			Diámetro (mm)/orden		
	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
A	1	7	20	93	67	40
B	1	14	15	90	54	29
D	1	10	13	81	52	25
E	1	8	26	88	67	35
F	1	9	15	85	49	24
G	1	9	20	86	52	25
Promedio	1	9,5	18	87	57	30
CV %	0	25	26	4	14	20

Cuadro 6. Número de umbelas por orden (2008/09).

Semillero	N° de umbelas/orden		
	Primario	Secundario	Terciario
H	1	8	20
I	1	13	0
J	1	10	15
Promedio	1	10	17,5
CV %	0	25	59

las umbelas más pequeñas, por eso no existen umbelas terciarias. El Cuadro 5 muestra que el diámetro de las umbelas presenta una disminución marcada a medida que aumenta el orden floral.

Los Cuadros 7 y 8 muestran la producción en peso de semilla por planta y por orden de las umbelas y la contribución relativa en porcentaje de cada orden para los años 2007/08 y 2008/09 respectivamente.

La producción promedio de semilla por planta para los dos años de evaluación fue de 55 g. Sin embargo, existió

Cuadro 7. Peso de las semillas por planta y por orden de las umbelas (2007/08).

Semillero	Peso (g) prom./ planta	Peso (g)			Porcentaje/ Orden		
		Orden			Primario	Secundario	Terciario
		Primario	Secundario	Terciario			
A	74	8,1	37	28,9	11	50	39
B	59	9,4	43,7	5,9	16	74	10
C	46	8,7	33,6	3,7	19	73	8
D	87	8,7	43,5	34,8	10	50	40
E	30	6,9	20,7	2,4	23	69	8
F	69	10,3	49	9,7	15	71	14
Promedio	61	9,2	39,6	12,2	15	65	20
CV %	33	14	25	110			

Cuadro 8. Peso de las semillas por planta y por orden de las umbelas (2008/09).

Semillero	Peso (g) prom./ planta	Peso (g) Orden			Porcentaje del peso para cada orden		
		Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
H	46,9	8,4	31,4	7,1	18	67	15
I	56,1	9	47,1	0	16	84	0
J	50,3	6,5	31,7	12,1	13	63	24
Promedio	49,6	7,9	35,3	6,4	16	71	13
CV %	10	16	25	89			

una importante variabilidad entre productores, con valores extremos de 30 y 87 g. La población de plantas de los semilleros monitoreados varió entre 31000 y 39200 y la distancia entre plantas entre 25 y 53 cm. Los resultados presentados por diferentes autores son también muy variables, teniendo una incidencia importante el marco de plantación y población de plantas. Krarup y Montealegre (1975) encontraron valores extremos de 67,75 g/planta para distancias de 1,20 m entre filas y 0,70 m entre plantas, y 39,51 g/planta para 0,80 y 0,30 m respectivamente. Los valores de Gray *et al.* (1983) son 25 g para 20000 pl/ha y 2 g para 800000 pl/ha. Los resultados de Ramírez (2003) son 27,9 g/planta y 17,9 g/planta para 53000 y 107000 pl/ha respectivamente.

Los datos relevados en el seguimiento de los semilleros muestran que el orden primario aportó entre el 15 y 16% del peso de semilla por planta, el secundario es el que contribuyó más aportando entre el 65 y 71% y el terciario entre el 13

y 20%. El aumento marcado de la contribución del segundo orden en el año 08/09 se explica por el mayor porcentaje del semillero de I, quien realizó poda de las umbelas terciarias. Las poblaciones observadas son similares a la utilizada por Krarup *et al.* (1976) de 41624 pl/ha, quienes encontraron contribuciones de 16%, 48% y 37% para los órdenes primario, secundario y terciario. Según Gray *et al.* (1983) la contribución de los órdenes primario, secundario y terciario fue 25%, 69% y 6% respectivamente para 100000 pl/ha, en tanto que para 800000 pl/ha fue 62%, 38% y 0%.

En los Cuadros 9 y 10 figuran los resultados sobre calidad de la semilla, evaluada por el peso de 1000 semillas y el porcentaje de germinación, para los años 2007/08 y 2008/09 respectivamente.

La germinación promedio de 81% fue superior al mínimo de 75% autorizado por INASE (2010) para la importación de semilla. Asimismo, fue alta en comparación a valo-

Cuadro 9. Peso de 1000 semillas y porcentaje de germinación (2007/08).

Semillero	Peso 1000 semillas (g) Orden			% Germinación/ Orden		
	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
A	2,32	1,99	1,63	83	73	73
B	1,97	1,52	1,46	79	78	69
C	1,82	1,75	1,51	82	81	78
D	1,93	1,52	1,41	87	83	75
E	2,07	1,8	1,93	83	79	73
F	2,19	2,01	1,93	87	83	75
Promedio	2,05	1,76	1,64	84	78	74
CV %	0,08	3,76	0,14	0,03	0,04	0,04

**Cuadro 10.** Peso de 1000 semillas y porcentaje de germinación (2008/09).

Semillero	Peso 1000 semillas (g)			% Germinación/		
	Orden			Orden		
	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
H	2,3	1,7	1,5	83	80	80
I	2,02	1,4	--	92	89	--
J	2,18	1,8	1,4	86	85	80
Promedio Total	2,1	1,6	1,5	87	85	80
CV %	6	13	4	5	5	0

res de germinación de 58 a 71% encontrados por Saes *et al.* (2000) y 77 a 85% reportados por Ramírez (2003).

El peso promedio de 1000 semillas de 1,8 g fue levemente superior al rango informado en la bibliografía. Saes *et al.* (2000) presentaron valores extremos de 1,4 y 1,6 g. Los resultados de Gray y Steckel (1983a) variaron entre 1,27 y 1,32 g.

Para los dos años se observó un efecto importante del orden en el peso de 1000 semillas y en el porcentaje de germinación. Como se observa en los Cuadros 9 y 10, a medida que aumenta el orden, disminuyen ambos atributos de calidad de la semilla. También existió variabilidad entre productores. El porcentaje de germinación presentó menor coeficiente de variación (CV) que el peso de 1000 semillas.

Estos resultados coinciden en términos generales con la bibliografía respecto al efecto del orden en la calidad de la semilla. Diferentes investigaciones (Saes *et al.*, 2000; Gray y Steckel, 1983b; Gray *et al.*, 1983; Krarup *et al.*, 1976) encontraron que el orden primario tiene la semilla de mejor calidad. Krarup y Villanueva (1977b) señalaron que el primer y segundo orden producen semillas con embriones más desarrollados que los órdenes superiores, existiendo

una correlación positiva y significativa con el porcentaje de germinación ( $r=0,82$ ).

El Cuadro 11 muestra la evolución del porcentaje de germinación de la semilla conservada con dos métodos de almacenamiento contrastantes en el período enero a julio de 2009.

La germinación inicial fue prácticamente la misma en ambos casos. Los resultados muestran que en el caso de A la disminución del porcentaje de germinación fue mínima. En cambio, el porcentaje de germinación de la semilla de E disminuyó en forma marcada en tan solo seis meses de almacenamiento. Por otro lado, los productores mencionaron que no conservan la semilla más de tres años. Según Galván (2003) la longevidad típica de la semilla de zanahoria varía entre tres y cuatro años en condiciones normales de almacenamiento. Aunque no se puede afirmar que este comportamiento diferente se deba exclusivamente a la forma y envase de conservación, ya que estaban almacenadas en condiciones ambientales distintas, estos datos preliminares demuestran que es un problema que justifica la realización de investigaciones posteriores a efectos de entender mejor la relación entre la germinación inicial, forma de conservación, envase y el ambiente de almacenamiento.

**Cuadro 11.** Evolución del porcentaje de germinación.

Productor	Forma de conservación	% Germinación	% Germinación	% Germinación
		01/09	04/09	07/09
A	Umbelas en bolsas de arpillera	77	75	72
	Semilla trillada en bolsas de papel	72	64	45

## Conclusiones

Los productores familiares producen semilla en forma artesanal, aplicando un manejo sencillo y de bajo costo, donde la mayor proporción del mismo constituye su propio trabajo.

El promedio general para la producción de semilla por planta fue de 55 g, el orden primario aportó entre el 15 y 16% del peso de semilla por planta, el secundario entre 65 y 71% y el terciario entre el 13 y 20%. El promedio general de germinación fue 81% y el peso de 1000 semillas 1,8 g. Para los órdenes primario, secundario y terciario, el porcentaje de germinación fue 86%, 82% y 77% respectivamente y el peso de 1000 semillas fue 2,07; 1,68 y 1,57 g. Sin embargo, todos estos valores registraron una importante variabilidad entre productores.

Según la percepción de los productores, no existen problemas particularmente graves que afecten la producción y calidad de la semilla durante el cultivo y poscosecha. Los problemas más señalados fueron el daño por pulgón y la podredumbre de raíz.

El seguimiento de los semilleros permitió identificar como problema importante la podredumbre de raíces, coincidiendo con la percepción de los productores. Otros problemas identificados, no señalados por los productores, fueron las plantas faltantes, el vuelco y el deterioro del porcentaje de germinación de la semilla durante el almacenamiento.

Las prácticas de manejo con incidencia en la producción y calidad de la semilla que justifican ser investigadas son: población de plantas por hectárea y marco de plantación, factores causales de las plantas faltantes y podredumbre de raíces, fertilización química y/u orgánica, distancias de aislamiento entre cultivos semilleros y conservación de la semilla.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto INIA-FPTA 246 «Mejoramiento genético y comportamiento agronómico del cultivo de zanahoria de verano en distintos tipos de suelo» y ejecutado por la Facultad de Agronomía.

Se agradece muy especialmente a los productores Niber Becaría, Dorimar Bolonia, Omar Bragúndez, Juan Brian, Sergio Fachola, Álvaro González, Miguel Guarisco, Juan Naya, Darío Pérez, Jorge Rodríguez y Fabián Vega, quienes proporcionaron sus conocimientos y experiencias en la producción de semilla, y permitieron realizar el monitoreo de sus cultivos.

## Bibliografía

- Bellon M. 2002. Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores. México: CIMMYT. 96p.
- DIEA. 2005. Encuesta hortícola 2004: Zonas sur y norte. Montevideo: MGAP. 48p. (Serie encuestas: 229).
- Dogliotti S, Tommassino H. 1991. La semilla hortícola en el Uruguay. Montevideo: Facultad de Agronomía. 60p.
- Galván G. 2003. Recursos Genéticos. En: Rodríguez A, García M. [Eds.], Producción Orgánica. Montevideo: PREDEG. pp. 99 - 104.
- George RAT. 2009. Apiaceae. En: Vegetable Seed Production. Wallingford: CABI. pp. 226 - 237.
- Gray D, Steckel JRA. 1983a. Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability and seedling performance. *Journal of Horticultural Science*, 58(1): 73 - 82.
- Gray D, Steckel JRA. 1983b. Seed quality in carrots: the effects of seed crop plant density, harvest date and seed grading on seed and seedling variability. *Journal of Horticultural Science*, 58(3): 393 - 401.
- Gray D, Steckel JRA, Ward JA. 1983. Studies on carrot seed production: effects of plant density on yield and components of yield. *Journal of Horticultural Science*, 58(1): 83 - 90.
- Gray D, Joyce R, Steckel A. 1980. Studies on the sources of variation in plant weight in carrot and the implications for seed production techniques. En: Hebblethwaite PD. [Ed.]. Seed Production. London: Butterworths. pp. 475 - 484.
- INASE. 2010. Requisitos para la comercialización de semillas de especies no incluidas en estándares específicos [En línea]. Consultado 15 octubre 2010. Disponible en: <http://www.inase.org.uy/files/docs/5846489C2779F789.pdf>.
- International Seed Testing Association. 2010. The germination test. En: International Rules for Seed Testing. Bassersdorf: International Seed Testing Association. pp. 1 - 46.
- Jacobsohn R, Globerson D. 1980. *Daucus carota* (carrot) seed quality: I. Effects of seed size on germination, emergence and plant growth under subtropical conditions and II. The importance of the primary umbel in carrot seed production. En: Hebblethwaite PD. [Ed.]. Seed Production. London: Butterworths. pp. 637 - 646.
- Krarup A, Montealegre J. 1975. Producción de semilla de zanahoria: I. Influencia de las distancias de plantación en los rendimientos por planta y por hectárea. *Agro Sur*, 3(1): 50 - 55.
- Krarup A, Villanueva G. 1977a. Producción de semillas de zanahoria: IV. Rendimiento en raíces de semillas provenientes de distintos órdenes florales. *Agro Sur*, 5(1): 42 - 44.
- Krarup A, Villanueva G. 1977b. Producción de semilla de zanahoria: V. Relación entre el tamaño del embrión y el porcentaje de germinación de semillas provenientes de distintos órdenes florales. *Agro Sur*, 5(1): 45 - 48.
- Krarup A, Montealegre J, Moretti J. 1976. Producción de semilla de zanahoria: III. Rendimiento, contribución y germinación de semillas por órdenes florales. *Agro Sur*, 4(2): 81 - 87.
- Oliva RN. 1987. Producción de semilla de zanahoria. Mendoza: INTA. 76p.
- Rachetti M. 2006. Colecta, caracterización y evaluación agronómica de poblaciones locales de zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivadas en el sur de Uruguay [Tesis de grado]. Montevideo: Facultad de Agronomía. 86p.
- Ramírez J. 2003. Efecto de la densidad poblacional sobre el rendimiento y calidad de semillas de zanahoria (*Daucus carota*) [Tesis de grado]. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 24p.
- Rubatzky VE, Quiros CF, Simon PW. 1999a. Plant breeding and seed production. En: Carrots and Related Vegetable Umbelliferae. Wallingford: CABI. pp. 88 - 96
- Rubatzky VE, Quiros CF, Simon PW. 1999b. Plant growth and development. En: Carrots and Related Vegetable Umbelliferae. Wallingford: CABI. pp. 117 - 119.
- Saes A, Araújo FL, Nakagawa J, Barbedo CJ. 2000. População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(8): 1645 - 1652.