

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**COLECTA, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE
POBLACIONES LOCALES DE ZANAHORIA (*Daucus carota L*) CULTIVADAS EN
EL SUR DE URUGUAY.**

por

Marcello RACHETTI CANESSA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2006**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. M.Sc. Héctor González Idiarte

Primer Vocal:

Ing. Agr. M.Sc. Guillermo Galván

Segundo Vocal:

Ing. Agr. M.Sc. Margarita García

Fecha:

Autor:

Marcello Rachetti Canessa

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres Guzmán y Fanny, a mis hermanos Santiago y Rafael, y a mis familiares, por haber hecho posible todo esto.
- A Carina, por su apoyo de siempre, y a su familia.
- A mis buenos amigos de La Paloma, por los años de convivencia y de mutuo apoyo, especialmente a Gonzalo, Gustavo y Gastón.
- A todos los docentes de la Unidad de Horticultura, especialmente a Guillermo, Gonzalito y Margarita, por acompañarme y motivarme siempre.
- A todos los trabajadores y docentes del CRS, especialmente a Víctor, Adriana y Quito, por su apoyo en el trabajo de campo.
- A los productores que nos dieron su confianza para hacer este trabajo.
- A los técnicos de JUNAGRA, y a todos los que colaboraron en la colecta.
- A los docentes Pablo González y M^a Emilia Cassanello (Unidad de Fitopatología), Estela Priore y Vilfredo Ibáñez (Unidad de Estadística), por su colaboración con este trabajo.
- A la Asociación de Estudiantes de Agronomía (AEA), y a todos los buenos compañeros con los que compartimos la formación agronómica universitaria.
- Al personal de Biblioteca de la Facultad de Agronomía, por el apoyo y buen trato de siempre.
- A todos aquellos que de alguna manera colaboraron con este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 <u>RECURSOS GENÉTICOS</u>	3
2.1.1 <u>Valor estratégico de los recursos genéticos</u>	3
2.1.2 <u>Centros de origen y centros de diversidad</u>	8
2.1.2.1 Localización y características	8
2.1.2.2 Origen y clasificación de las zanahorias cultivadas	9
2.1.3 <u>Poblaciones Locales (PL)</u>	11
2.1.3.1 Adaptación	11
2.1.3.2 Definiciones	13
2.1.3.3 PL hortícolas cultivadas en el Uruguay	14
2.1.3.4 Producción de semilla de PL de zanahoria	18
2.1.4 <u>Colecta, caracterización y evaluación de PL</u>	21
2.1.4.1 Procedimientos y criterios para la colecta	21
2.1.4.2 Caracterización y evaluación agronómica preliminar de PL de zanahoria	25
2.2 <u>EL CULTIVO DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i> L)</u>	26
2.2.1 <u>Importancia mundial</u>	26
2.2.2 <u>Importancia nacional</u>	27
2.2.3 <u>Características de la especie</u>	30
2.2.3.1 Taxonomía	30
2.2.3.2 Organología y fenología	31
2.2.3.3 Biología reproductiva	32
2.2.4 <u>Mejoramiento genético</u>	33
2.2.4.1 Caracteres relacionados con la calidad comercial de la raíz	34
2.2.4.2 Efectos del ambiente sobre las características determinantes del rendimiento y la calidad	35
2.2.4.3 Estudios sobre variabilidad genética en zanahoria	37
2.2.4.4 Programas que utilizan PL en Brasil y Argentina	38
2.2.4.5 Producción de cultivares híbridos	39
2.2.5 <u>Tipos cultivados en el Uruguay</u>	39

2.2.6	<u>Caracterización del manejo para las variedades anuales de verano-otoño</u>	40
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	42
3.1	<u>COLECTA DE MATERIALES</u>	42
3.1.1	<u>Colecta de PL</u>	42
3.1.2	<u>Datos pasaporte y entrevistas</u>	42
3.2	<u>CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS MATERIALES GENÉTICOS</u>	43
3.2.1	<u>Prueba de germinación</u>	43
3.2.2	<u>Diseño del experimento</u>	44
3.2.3	<u>Características del área de cultivo</u>	45
3.2.3.1	Descripción del perfil de suelo	45
3.2.3.2	Análisis de suelo	45
3.2.3.3	Historia previa y manejo del suelo	45
3.2.3.4	Manejo del cultivo	46
3.2.4	<u>Utilización de los descriptores de la zanahoria</u>	46
3.2.4.1	Descriptores de caracterización	46
3.2.4.2	Descriptores de evaluación	48
3.2.5	<u>Análisis de los resultados</u>	50
3.2.5.1	Análisis de los descriptores de caracterización	50
3.2.5.2	Análisis de los descriptores de evaluación	51
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	53
4.1	<u>COLECTA Y ENTREVISTAS A LOS PRODUCTORES</u>	53
4.1.1	<u>Características de los materiales genéticos colectados</u>	53
4.1.1.1	Origen de la semilla y manejo de los cruzamientos	53
4.1.1.2	Atributos agronómicos de las PL en comparación con otros materiales	55
4.1.2	<u>Características de la producción de semilla</u>	58
4.1.3	<u>Manejo del cultivo comercial</u>	60
4.1.4	<u>Criterios de selección de raíces para el semillero</u>	62
4.2	<u>CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS MATERIALES GENÉTICOS</u>	63
4.2.1	<u>Prueba de germinación</u>	63
4.2.2	<u>Descriptores de caracterización</u>	64
4.2.2.1	Descriptores de la parte aérea de la planta	64
4.2.2.2	Descriptores de la parte externa de la raíz	65
4.2.2.3	Descriptores de la parte interna de la raíz	68
4.2.2.4	Tendencia al alargamiento de entrenudos	71
4.2.3	<u>Descriptores de evaluación</u>	73
4.2.3.1	Rendimiento total	73
4.2.3.2	Rendimiento comercial	74

4.2.3.3 Severidad de ataque de enfermedades foliares	75
4.2.3.4 Relación Raíz / Follaje (Peso Seco)	77
5. <u>CONCLUSIONES</u>	78
6. <u>RESUMEN</u>	80
7. <u>SUMMARY</u>	82
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	83
9. <u>ANEXOS</u>	87

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Superficie cultivada, producción y rendimientos de zanahoria obtenidos en diferentes países del mundo en el año 2003.....	26
2. Número de productores, superficie y producción total de zanahoria en el Uruguay, años 1990, 2000, 2002 y 2003 / 04.....	28
3. Volúmenes totales de zanahoria nacional y del departamento de Canelones, operados en el Mercado Modelo entre 2002 y 2005.....	29
4. Volúmenes anuales de importación y exportación de zanahoria.....	29
5. Características de importancia para el mejoramiento genético de zanahoria.....	34
6. Defectos y clases de calibre para la comercialización de zanahoria en el Mercado Modelo	35
7. Nombre de los productores y localización de los predios.....	42
8. Características generales de los materiales colectados.....	53
9. Manejo de los cruzamientos entre PL y otros materiales de zanahoria.....	54
10. Clasificación de las PL colectadas según su origen y manejo de los cruzamientos...55	
11. Ventajas y desventajas agronómicas de las PL, en comparación con las variedades importadas.....	56
12. Atributos agronómicos mencionados por los productores de las PL que han sido cruzadas con otros materiales, o que corresponden a multiplicaciones de estos últimos.	57
13. Atributos agronómicos mencionados por los productores de las PL que no han sido cruzadas con otros materiales	57
14. Caracterización de la producción de semilla en los predios.....	59

15. Manejo del cultivo comercial de zanahoria en los predios.....	61
16. Principales criterios aplicados por cada productor, en la selección de raíces para el semillero de zanahoria	62
17. Porcentaje de germinación y edad de las semillas de las PL colectadas.....	63
18. Promedios y coeficientes de variación observados para el largo de la raíz y el peso de la raíz.....	65
19. Promedio, coeficiente de variación y tipos mas frecuentes de forma de raíz y forma de punta.....	66
20. Características de la piel de las raíces (color, superficie e incidencia de hombro verde y hombro púrpura.....	67
21. Diámetro de la raíz y del xilema en el punto mas ancho, y diámetro del xilema como porcentaje del diámetro de la raíz.....	68
22. Coloración del xilema y del floema de las raíces en el punto de diámetro máximo.....	70
23. Comportamiento de los materiales para el alargamiento de entrenudos.....	71
24. Clasificación de los materiales según el momento del ciclo que alcanzan el 50 % de las plantas con alargamiento de entrenudos.....	72
25. Rendimiento total.....	73
26. Rendimiento comercial.....	74
27. Severidad de ataque de enfermedades foliares.....	75
28. Promedio y coeficiente de variación de la Relación raíz / follaje (PS).....	77

Figura N°

1. Evolución mensual de los precios de zanahoria, promedios del período 2000 – 2005 (en U\$S).....	30
2. Correlación entre rendimiento total y severidad de ataque de enfermedades foliares.....	76

1. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de zanahoria se encuentra ampliamente difundido en la zona sur del Uruguay, principalmente en el departamento de Canelones. En los últimos años se ha verificado un incremento de la producción en la zona norte, en el departamento de Salto (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003; URUGUAY. MGAP. DIEA, 2004b). La zanahoria es el cuarto rubro hortícola del país en términos de importancia económica detrás de la papa, el tomate y la cebolla (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2004a).

La zanahoria del sur del país es cultivada mayoritariamente por pequeños productores familiares, constituyéndose en muchos casos en un rubro tradicional para éstas familias que lo han desarrollado a lo largo de varias generaciones. Una de las prácticas habituales ha sido la producción de semillas para su uso en el predio, dando origen a las *Poblaciones Locales* (PL) de zanahoria, comúnmente llamadas “criollas”.

A partir de la década de 1990, las nuevas pautas de comercialización del producto en el mercado han enfatizado en aquellos aspectos que hacen a la calidad visual de la zanahoria y a su homogeneidad. Las PL de zanahoria se caracterizan por su alta heterogeneidad y baja calidad comercial, lo que ha desestimulado su utilización por parte de los productores que han preferido sustituirlas por variedades comerciales de mayor calidad comercial, como *Kuroda*. La otra causa de pérdida de PL ha sido el abandono de las actividades productivas por parte de muchos pequeños productores, obligados por las circunstancias socioeconómicas que acaban expulsándolos del campo, situación que compromete el desarrollo sustentable de la producción familiar en el medio rural (González Idiarte 1999, Galván 2003).

Este proceso de abandono y sustitución de PL no ocurre exclusivamente con la zanahoria, sino que se ha dado en muchos cultivos hortícolas del país. También ocurre en otros países del mundo, lo que lleva a una constante erosión genética de los materiales locales vegetales y animales, estrechándose la base genética disponible para la producción de alimentos.

La Unidad de Horticultura de la Facultad de Agronomía ha desarrollado colectas de PL de otras especies como cebolla y poroto, desarrollando además un programa de mejoramiento genético de cebolla que dio origen en el año 2000 al cultivar Pantanoso del Sauce CRS.

La presente investigación pretende ser una contribución al desarrollo de una línea de trabajo para el cultivo de zanahoria, al recabar las opiniones de los productores que manejan PL del sur del país, y coleccionar estos materiales para su caracterización y evaluación agronómica preliminar.

1.1 OBJETIVOS

- Colectar PL de zanahorias anuales bajo cultivo en la zona sur del país.
- Caracterizar morfológicamente y evaluar el comportamiento agronómico de las PL entre sí y en comparación con cultivares anuales importados.
- Estudiar la variabilidad interna de las PL.
- Recabar datos sobre el origen de los materiales genéticos colectados, y sobre el manejo de los cultivos semilleros.

1.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO

- Existe variabilidad genética de las PL en las características morfológicas y agronómicas.
- Las PL presentan mayor adaptación productiva que las variedades importadas para el ciclo de verano.
- Las PL presentan menor calidad comercial de la raíz en comparación con las variedades importadas para el ciclo de verano.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 RECURSOS GENÉTICOS.

2.1.1 Valor estratégico de los Recursos Genéticos.

El abordaje y estudio de la situación de los recursos genéticos mundiales, tanto animales como vegetales, ha sido de interés para los investigadores, agricultores, organizaciones civiles, gremiales y políticas, instituciones, empresas y demás actores vinculados al tema en las diferentes sociedades del mundo. Para comprender la importancia estratégica de los recursos genéticos importa precisar algunos conceptos básicos.

Querol (1988) entiende por germoplasma como la materia donde se encuentra un principio que puede crecer y desarrollarse, y define a los *recursos genéticos* como el bien o medio potencial (recurso) que se encuentra en los genes (genético). Esta expresión reconoce el valor económico que tienen, al igual que otros recursos como los forestales, mineros, energéticos, naturales, etc.

Los recursos genéticos, siendo bienes de carácter biológico, han tenido desde siempre un innegable valor económico y político. En los últimos años, en función de las tendencias definidas por los actuales modelos y sistemas de producción agrícola, se ha agregado la importancia del valor social y cultural de los recursos genéticos, generándose un intenso debate mundial acerca de la propiedad de éstos y sobre el reconocimiento de los recursos genéticos como Patrimonio de toda la Humanidad.

Según Querol (1988), cuando aparece a mediados del siglo XX el término recursos genéticos, lo hace asociado a la definición del potencial de desarrollo de los países en relación con sus recursos, y a la toma de conciencia de la importancia práctica de la valoración del germoplasma. Para Galván (2003) los recursos genéticos son elementos claves para la construcción de los sistemas de producción ecológicos y su diversidad. En tanto, González Idiarte (1999) considera que los recursos naturales, incluyendo los recursos genéticos, son parte del patrimonio de cada país, teniendo un gran valor estratégico para su desarrollo socioeconómico sustentable e independiente.

En una retrospectiva histórica, Allard (1980) menciona ejemplos de exploraciones y experimentaciones realizadas por establecimientos de carácter público de los Estados Unidos, el Reino Unido y Francia, ocurridos a partir del siglo XVIII. Estos gobiernos financiaron exploraciones y evaluaciones de especies vegetales introducidas desde el África, Oriente y América del Sur, reconociendo las implicancias económicas y políticas de estas actividades. Querol (1987) afirma que han sido los antiguos imperios coloniales y los actuales países centrales, los que han controlado la explotación y el manejo de los

recursos genéticos globales. Este autor hace además un análisis de la problemática de los recursos genéticos, y considera que éstos deben ser conservados porque:

- son, de hecho, los cultivos actuales de muchos campesinos, especialmente del tercer mundo. Estos recursos tienden a desaparecer debido a las nuevas tecnologías aplicadas, y a la expansión de las fronteras agrícolas fuera del control de los campesinos.

- las colectas que se han efectuado sobre varias especies no han sido bien conservadas, y corren el riesgo de perderse, incluso en aquellos correspondientes a instituciones internacionales como el CIMMYT.

- las bases genéticas de los programas de mejoramiento son estrechas y generalmente comunes, resultando indispensable introducir una mayor variabilidad genética para protegerse de las plagas y enfermedades.

La preocupación por los recursos genéticos y su variabilidad es manifiesta, pues se compromete la producción de alimentos en el futuro para la humanidad. La erosión sostenida de los recursos genéticos y sus connotaciones políticas, económicas y socioculturales, han llevado a la creación de colecciones mundiales de germoplasma y de programas de conservación de recursos genéticos a nivel nacional e internacional.

Allard (1980) llama colecciones mundiales a los grandes almacenes de variedades de plantas, destacando los enormes problemas que implica el mantenimiento de éstas colecciones, y reconociendo que ellas representan grandes riquezas de variabilidad que podrán ser aprovechadas para el beneficio de la agricultura.

Galván (2003), menciona que desde los años setenta se marcó la necesidad de preservar la variabilidad de las especies cultivadas. Para ello, se crearon Bancos de Germoplasma (BG) como propuesta institucional, donde se conservan semillas y materiales vegetativos en el largo plazo. Reconoce que los BG presentan algunas carencias:

- la base genética conservada es estrecha, frente a la existente entre los agricultores.

- las dificultades económicas para el mantenimiento y regeneración de los materiales en los países pobres son frecuentes, produciéndose erosión genética en los BG.

- es una conservación estática, que no evoluciona conjuntamente con las condiciones ambientales y las prácticas de los agricultores.

Tanto Berretta et al. (2001) como Galván (2003), proponen como estrategia complementaria la conservación en conjunto con los productores; en tanto Querol (1988) reconoce la responsabilidad de éstos en la buena conservación de los recursos genéticos,

menciona los fines de los programas nacionales de recursos genéticos reconociendo su valor económico, cultural y político, así como la potestad de las naciones para decidir sobre su propio patrimonio. El fin primordial es coleccionar y conservar los recursos locales para su utilización racional en la producción, evitando la pérdida o sub utilización de los mismos (sean animales o vegetales), y buscando que la seguridad alimentaria no se vea amenazada por la falta de variabilidad genética.

Con referencia a la situación actual del mejoramiento genético, según Tigerstedt, citado por Galván (2003), en la actualidad existen tendencias que apuntan a los recursos genéticos locales, de acuerdo al interés global por la protección del ambiente y su diversidad. Se entiende que en éstos recursos se encuentra la diversidad necesaria para lograr la adaptación a sistemas de cultivo que no necesariamente alcanzan la máxima productividad, pero que sí posibilitan la sustentabilidad en el largo plazo de los sistemas de producción y de las especies cultivadas.

La agricultura moderna, desarrollada durante el siglo XX, ha tendido a la simplificación y uniformización de la actividad a escala global, basándose en el uso intensivo de maquinaria, el uso de fertilizantes y abonos de origen industrial, el control químico de enfermedades, plagas y malezas, y el uso de variedades comerciales mejoradas. Este proceso, conocido como “*la revolución verde*”, ha afectado la sustentabilidad de la agricultura en sus diversos componentes, hecho reconocido por los diferentes autores.

Dogliotti y Tommasino (1991) hacen referencia al proceso de captación de los recursos involucrados en la agricultura por parte de la industria, llamado “*de apropiacionismo*”. A partir del vertiginoso avance de los conocimientos en biología celular y molecular ocurrida en las últimas décadas con el desarrollo de la ingeniería genética, la semilla pasa a ser un insumo clave, y las variedades comerciales mejoradas e híbridas son parte del “paquete tecnológico” que integran los demás insumos que se hacen necesarios de utilizar para lograr una buena respuesta productiva de estos materiales genéticos.

Para Görgen (2004), es clara también la influencia de la economía sobre los modos de producción, donde la semilla comercial desplaza a la semilla tradicional, mediante estrategias de difusión que se le imponen a los agricultores, a través del asesoramiento técnico, la propaganda y el acceso al crédito. Este proceso de sustitución de los recursos genéticos locales traerá grandes problemas a futuro para los programas de mejoramiento genético, pues se estrecha la base genética disponible; por lo tanto es imprescindible saber si los recursos genéticos de interés se encuentran bajo peligro de extinción. Otra preocupación manifiesta es el grado de especialización que adquieren los agricultores, mediante la práctica del monocultivo, en detrimento de la diversificación de cultivos (Querol, 1988).

Dogliotti y Tommasino(1991), reconocen que en todo el mundo hay evidencias de la erosión genética causada por el desplazamiento y pérdida de poblaciones locales por el uso de cultivares modernos. González et al., citados por Dogliotti y Tommasino (1991) proponen una clasificación de hortalizas en función del riesgo de erosión genética que presentan.

Galván (2003) reconoce como principales problemas de la agricultura actual, la pérdida de biodiversidad de las especies cultivadas, la degradación de los suelos, las contaminaciones con agrotóxicos, la desintegración social por la pérdida de las pequeñas unidades de producción, y el aumento de las desigualdades sociales.

La pérdida de biodiversidad se debe a que la producción de semillas hortícolas en el mundo está concentrada en unas pocas empresas trasnacionales, cuya finalidad central es el lucro económico, a través del acceso a los recursos genéticos y el intento por lograr el control sobre estos (Dogliotti y Tommasino, 1991). Tanto Querol (1988), como Galván (2003) afirman que la participación del sector privado se ha incrementado en las instituciones que investigan en el área de desarrollo de variedades, y se han dado procesos de fusión de grandes empresas y absorción de las pequeñas, por parte de grandes compañías trasnacionales de capitales vinculados a la industria petrolera.

Görgen (2004) afirma que en la actualidad se está en la tercera fase de la revolución verde, llamada del “*agronegocio*”. El desarrollo de la biotecnología y la creación de los cultivares transgénicos, profundizarán la crisis de los pequeños agricultores, fortaleciendo el latifundio y el monocultivo, provocando un cambio cultural entre los campesinos, que implica el abandono de la producción de subsistencia, y la pérdida de sus saberes tradicionales.

Durante el Foro Mundial por la Soberanía Alimentaria, varias organizaciones afiliadas a Vía Campesina junto a ONGs asistentes a la Cumbre de la Alimentación en Roma (junio de 2002), lanzaron una declaración en la que se comprometen a actuar contra la manipulación genética que motive la dominación y opresión de los pueblos, a fomentar y estimular el libre intercambio de semillas y el rescate de experiencias locales para su conservación, y a concretar acciones para rescatar la memoria histórica y la cultura ancestral del manejo de semillas, promoviendo una agricultura ecológica que produzca más y mejores alimentos para la humanidad, garantizando la soberanía alimentaria de los pueblos. Así se lanzó la Campaña Mundial en Defensa de la Semilla.

Querol (1988) considera que la polémica sobre los derechos de propiedad de los recursos genéticos es un tema básicamente político, y que no se está resolviendo en función del derecho o la lógica, sino del poder. Según este autor, en el Siglo XIX las semillas fueron declaradas “Patrimonio de la Humanidad”, coincidiendo con el momento histórico en que Europa se abastecía de recursos provenientes de otras regiones. Sin embargo, sobre el año 1883 se reglamentaron las “patentes de ideas” como un “derecho

humano” de la persona inventora. De acuerdo a estas premisas, las plantas cultivadas durante miles de años por los pueblos de una región, deberían contemplar el derecho de los descendientes de los mejoradores actuales por reclamar su propiedad. La lógica y la ética indican que los recursos genéticos, en sus diferentes formas, son patrimonio de las naciones donde se generaron (Querol, 1988).

Correa (1999) plantea como base de discusión de un nuevo régimen legal sobre recursos genéticos, la extensión de los derechos de propiedad intelectual a las comunidades indígenas y tradicionales, valorando así el conocimiento que han aplicado en el manejo de sus variedades. Hace además un análisis del valor económico de estos recursos, basándose en los costos que implica la generación de un cultivar comercial a partir de variedades locales.

Desde la década de 1970, los fitomejoradores de los países desarrollados claman por la protección de los derechos de autor de los cultivares mejorados (UPOV, citado por Querol, 1988), no reconociendo que la enorme mayoría de los recursos genéticos son provenientes de los países del tercer mundo. Más recientemente, se han aprobado leyes de patente en los países industrializados, condicionando el libre intercambio de semillas.

En 1993 fue ratificado el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) por parte de Uruguay y otros países del Cono Sur, donde asumen ciertas obligaciones referidas a la conservación y utilización sostenible, identificación y seguimiento, conservación *in situ* y *ex situ*, investigación y capacitación, educación y conciencia pública, y acceso a los recursos fitogenéticos como componentes de la diversidad biológica. En el Artículo 15 del CDB se reconoce el derecho de los Estados sobre sus recursos naturales y la incumbencia de los gobiernos nacionales para la regulación del acceso a los recursos genéticos (Berretta et al., 2001).

En tanto, el Plan de Acción Mundial (PAM) de 1996 de FAO para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, plantea cuatro áreas prioritarias de trabajo: conservación y mejoramiento *in situ*, conservación *ex situ*, utilización de recursos fitogenéticos y creación o fortalecimiento de instituciones con capacidades, como los Sistemas Nacionales de Recursos Fitogenéticos (SNRG) (Berretta et al., 2001).

En el año 1998, a través de un acuerdo firmado por 47 países, se crea el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), cuya misión es “*realizar avances en la conservación y utilización de recursos fitogenéticos para beneficiar a las generaciones presentes y futuras*”. Este instituto cuenta con su Programa de Recursos Fitogenéticos, financiado por los gobiernos de más de 45 países del mundo, conjuntamente con organismos financieros internacionales (BID, Banco Asiático de Desarrollo, Banco Mundial), programas de las Naciones Unidas (PNUD, PNUMA) y otras entidades internacionales (IPGRI, 1998).

Berretta et al. (2001), en un trabajo realizado por PROCISUR, analizan la situación de los recursos fitogenéticos en los países del Cono Sur, mencionando que aún no se han establecido los SNRG que integren y coordinen las acciones de las instituciones involucradas en el tema, en la necesidad de manejar al mismo como una cuestión de Estado. En algunos países se han creado Comisiones o Comités específicos, cuya acción es aún incipiente. Se plantea la necesidad de integrar sectores múltiples en éstos ámbitos (gobierno, instituciones técnicas y académicas, organizaciones sociales, políticas y empresariales) de manera de coordinar esfuerzos desde los distintos actores de la sociedad. Reconocen además la existencia de ausencias legales y de una asignación limitada de recursos para el desarrollo de los recursos fitogenéticos nacionales. Como estrategia planteada por PROCISUR para los países de la región, se propone la creación de SNRG que cumplan con los objetivos de proponer políticas y estrategias nacionales e internacionales, y potenciar el desarrollo del conocimiento de los recursos fitogenéticos nacionales.

2.1.2 Centros de Origen y Centros de Diversidad.

2.1.2.1 Localización y características.

Entre los recursos genéticos de mayor relevancia para el hombre se encuentran las especies cultivadas, que han sido difundidas en las diferentes regiones del mundo, y que presentan diferencias en la distribución de su variabilidad genética. En el estudio de la distribución de la diversidad genética de los cultivos se destaca Vavilov, quien definió los Centros de Origen y los Centros de Diversidad para una gran cantidad de cultivos de importancia mundial.

Querol (1988) afirma que los Centros de Origen de la mayoría de los cultivos se encuentran en la franja intertropical que abarca desde los 35° de latitud sur y los 35 ° de latitud norte, en territorios de los países subdesarrollados, en los cuales se encuentran concentrados la mayor parte de los recursos genéticos y la variabilidad genética. Vavilov, citado por Allard (1980) concluye que los Centros de Origen de las especies son coincidentes con las zonas donde éstas presentan mayor dispersión.

En los Centros de Diversidad se encuentra una importante variación intra e interespecífica, constituyendo regiones con una gran riqueza de ambientes en su interior, que frecuentemente presentan claras diferencias microclimáticas aún en áreas geográficas cercanas, determinadas por factores tales como la altitud, la morfogeología y los regímenes térmicos e hídricos del sitio, todo lo cual es determinante de la existencia de una importante variación genética de las especies como una respuesta de adaptación eco-fisiológica a situaciones específicas del ambiente (Galván, 2003).

Los Centros de Diversidad de Vavilov son: China (1), Indo - Burma (2), Siam - Malasia - Java (2a), Afganistán (3), Persia (4), Mediterráneo (5), Abisinia (6), Centroamérica (7), Andino (8), Chile (8a), Brasil -Paraguay (8b) (Galván, 2003).

La influencia del hombre ha sido determinante en la evolución de las especies cultivadas, a partir del inicio de las prácticas agrícolas en las civilizaciones antiguas, la domesticación de especies y de su distribución desde los Centros de Origen hacia las diferentes partes del mundo.

Allard (1980) reconoce al transporte de plantas de un sitio a otro como una de las características más importantes del desarrollo de la agricultura mundial, destacando al descubrimiento y la colonización de América como el acontecimiento de mayor trascendencia en este sentido. Este autor considera que las introducciones de plantas desde lugares remotos ha resultado exitosa, pues en la actualidad algunas de las principales zonas mundiales de cultivo de muchas especies están alejadas de sus Centros de Origen. Para Galván (2003), el surgimiento de los procesos de domesticación y nacimiento de las culturas agrícolas están estrechamente ligados a los Centros de Diversidad de las especies. Menciona que la distribución de las especies alimenticias se inició con los grandes viajes desde Europa hacia el Oriente y América, hasta alcanzar el grado de expansión actual.

Para el Uruguay, González Idiarte (1999) menciona que su territorio es parte de un centro secundario de diversidad del género *Cucurbita*; Galván (2003) menciona que también lo es para especies marginales de los géneros *Arachis* y *Capsicum*.

2.1.2.2 Origen y clasificación de las zanahorias cultivadas.

El género *Daucus* es uno de los más numerosos de la familia *Apiaceae* (= *Umbelliferae*). Según estimaciones, abarca aproximadamente unas 25 especies en su mayoría originarias de la región del Mediterráneo, aunque se conocen también especies sudamericanas como *D. montanus* y *D. montevidensis* (Rubatzky et al., 1999).

La zanahoria (*Daucus carota* L., $2n=18$) se cultiva en todo el mundo por sus raíces comestibles, asociándose su origen a la región del Asia Central. Vavilov, citado por Rubatzky et al. (1999) reportó la abundancia de zanahorias silvestres en esta zona del mundo, y su amplia distribución desde la costa atlántica de Europa hasta la China occidental.

Según IPGRI (1998), el cultivo de zanahoria se inició en Afganistán, lugar considerado como Centro Primario de Diversidad. Desde allí se extendió a Europa, la región Mediterránea y Asia, habiéndose entrecruzado con tipos silvestres locales durante su difusión. Estos procesos han conducido a la diferenciación de las formas cultivadas de

zanahoria. En la actualidad se han clasificado en dos tipos (Rubatzky et al., 1999): las *Orientales o Asiáticas*, con raíces de color rojo-púrpura y amarillo, hojas pubescentes con apariencia verde grisácea, y con tendencia a floración precoz; y las *Occidentales*, de raíces principalmente anaranjadas, hojas poco pubescentes color verde, y baja tendencia a la floración si no son expuestas a períodos prolongados de bajas temperaturas.

Vavilov, citado por Rubatzky et al. (1999), considera al Asia Central como la zona de origen de las zanahorias orientales, y a Turquía como lugar de origen de las zanahorias occidentales. Esta última afirmación es compartida por IPGRI (1998), que considera a Turquía como Centro Secundario de Diversidad, mencionando además que en esta zona ambos tipos de zanahoria crecen juntos y se cruzan naturalmente.

La historia del cultivo de zanahorias es muy antigua. Según Rubatzky et al. (1999), existen evidencias de que ya eran cultivadas desde antes del siglo X. En Suiza y el sur de Alemania, fueron halladas semillas de zanahoria cuya antigüedad data de 2000 a 3000 años AC. Los mismos autores mencionan que algunos historiadores creen que la especie fue cultivada por los antiguos griegos y los romanos, probablemente para uso medicinal. Concluyen que las zanahorias europeas nunca tuvieron, o perdieron, la tendencia a la floración temprana de las orientales.

Según Oliva (1987), las zanahorias de raíces púrpura o amarillo habrían sido llevadas por los árabes a Europa Occidental entre los siglos XIII y XV, pero el origen de las zanahorias anaranjadas es poco claro, y las hipótesis son diversas, aunque todas ellas refieren al continente europeo. Algunos autores mencionan a los Países Bajos como su lugar de origen (IPGRI 1998, Banga, citado por Rubatzky et al. 1999).

Banga, citado por Rubatzky et al. (1999), menciona que los primeros documentos que reportan el cultivo de zanahorias anaranjadas datan de 1721 (tipos “long orange”). En Alemania se describieron en 1740, y en Francia en 1775. Tanto Oliva (1987) como Banga, citado por Rubatzky et al. (1999), afirman que las zanahorias anaranjadas o caroténicas parecen haberse producido como consecuencia de la selección que ejercieron los agricultores europeos sobre los tipos amarillos, durante los siglos XVII y XVIII.

Rubatzky et al. (1999), hacen una importante revisión de las hipótesis que algunos taxónomos e investigadores han formulado con respecto al origen de las zanahorias anaranjadas. Según los autores, algunos taxónomos han propuesto que el origen del color anaranjado resultó de la hibridación de *D. Carota ssp. carota* con *D. carota ssp. maximus*, un tipo silvestre que se cree habitaba en la zona de Holanda. Esto habría posibilitado la introducción de genes de los tipos silvestres en los cultivos desarrollados a lo largo de la historia, en las zonas norte y mediterránea de Europa. Otra hipótesis es planteada por Heywood, citado por Rubatzky et al. (1999), quien sugiere que el origen más probable del color anaranjado resulta de la combinación de hibridaciones entre tipos

cultivados y silvestres, que habitaban en la misma zona y se cruzaban libremente, y la selección que los agricultores realizaron para mantener los atributos del cultivo.

Con relación a esto, Rubatzky et al. (1999) se preguntan si los tipos silvestres, en sus permanentes hibridaciones con los tipos cultivados habrían contribuido con alelos para el color anaranjado, o para otras características de interés que hayan repercutido en los procesos de selección. La otra interrogante que se plantean, es si la selección de zanahorias anaranjadas habrá sucedido en el norte de Europa, o si adquirieron ésta característica en el sur europeo, en Asia Menor o aún en Afganistán. Finalmente concluyen con la afirmación de que la teoría de la hibridación supone que las raíces anaranjadas se originaron en la zona de Turquía, donde la diversidad de zanahorias cultivadas es muy grande.

2.1.3 Poblaciones Locales (PL)

2.1.3.1 Adaptación.

La evolución de las especies cultivadas ha sido marcada por la propia naturaleza y por el manejo que de ellas ha realizado el hombre desde el inicio de la agricultura, a través de la introducción de especies en nuevos ambientes, pasando por los procesos de selección y adaptación a los que fueron sometidos estos recursos genéticos desde tiempos remotos. Esto ha traído como consecuencia la generación de variabilidad (diversidad genética) en los diferentes cultivos.

Querol (1988) menciona el modelo de evolución propuesto por Grant en 1963. Este modelo plantea que las plantas que sobrevivirán a los cambios ocurridos en el ambiente, serán aquellas que tengan características genotípicas o fenotípicas que les permitan resistir. Las micromutaciones que se dan en las sucesivas generaciones de las plantas van marcando la evolución de la especie en función de las condiciones del medio, de una forma muy lenta, lo que hace de la adaptación un proceso difícilmente visible. En este proceso, la selección natural eliminará de manera automática las mutaciones que no sean de utilidad en un ambiente estable, pero si la especie se encuentra en un ambiente cambiante necesitará adaptarse para sobrevivir. Además de la mutación, que resulta en la adaptación, existen otros factores que tienen como efecto ciertos cambios genéticos en la especie: flujo de material genético del exterior, deriva genética, y selección (Querol, 1988).

Allard (1980) reconoce dos procesos de selección que actúan conjuntamente: la selección natural, ejercida desde siempre por la naturaleza; y la selección artificial, realizada por el hombre desde que empezó a ser mejorador de las plantas cultivadas. Aclara que las variaciones heredables han ocurrido antes y después de los comienzos del cultivo, produciéndose hibridaciones naturales entre plantas que originan nuevas

combinaciones genotípicas. De estas combinaciones, los tipos que no se adaptaban al medio local quedaban eliminados.

La importancia de la variación mendeliana en la evolución de las plantas cultivadas es reconocida por Allard (1980). La variación surge básicamente de mutaciones génicas en los individuos, que luego se cruzarán y generarán variabilidad, es decir nuevas combinaciones genotípicas sobre las que actuará la selección natural y artificial. Como consecuencia, ocurre una acumulación de variabilidad sobre la cual el hombre ejerce la selección, a favor de los tipos que le interesan. A partir de esta variabilidad se producen las variedades adecuadas a distintos fines y adaptadas a diversos ambientes. Bennet, citado por Roba y Romeo (1991) concluye que la adaptación no habría sucedido sin la existencia de variabilidad genética. No obstante, la adaptación local a otras regiones fue realizada sobre bases genéticas estrechas, en la mayoría de los casos (Galván, 2003). Plaisted, citado por Galván (2003) afirma que la adaptación es tan compleja y valiosa, que los mejoradores tienden a evitar ir lejos en búsqueda de germoplasma.

Según González Idiarte (1999), la diversidad genética permite tanto la evolución de los ecosistemas naturales como las modificaciones intencionadas de los sistemas de producción, por lo que la variabilidad genética existente permitirá la aparición de nuevos genotipos adaptados a las nuevas situaciones, a los cambios producidos naturalmente o por imposición del hombre.

Como consecuencia del intenso movimiento de plantas y semillas entre las diversas regiones del mundo, las principales especies agrícolas se encuentran difundidas por todos los continentes, donde son cultivadas y sometidas a los procesos de adaptación a las condiciones del ambiente local y a las prácticas de manejo de los agricultores.

La adaptación de un material genético a las condiciones locales es el resultado de la interacción entre su capacidad genética y las condiciones del ambiente en que se cultiva (Galván, 2003). Zeven, citado por Galván (2003), reconoce a la adaptación como un fenómeno complejo en el cual intervienen diversos factores, entre ellos la co-evolución de la especie con los patógenos presentes en el medio local.

Según Pérez de la Vega, citado por Galván (2003), el control genético de la adaptación a los factores ambientales es difícil de analizar debido a que:

- 1- Los factores ambientales que intervienen no son evidentes o son muy complejos.
- 2- Varios genes pueden estar involucrados en la respuesta.
- 3- Un mismo gen puede estar involucrado en la respuesta a diferentes factores ambientales.

2.1.3.2 Definiciones.

Para profundizar en aspectos referidos a los recursos genéticos locales, es de interés revisar algunos conceptos básicos elaborados por diversos autores. Cabe destacar que la terminología que emplean éstos no es exactamente coincidente.

Para Querol (1988), una población es un conjunto de individuos (plantas o animales) que comparten un espacio geográfico y tienen rasgos en común; en tanto Dobzhansky, citado por Allard (1980) define a las poblaciones de especies alógamas, como una comunidad reproductiva de organismos de fecundación cruzada y reproducción sexual que comparten un mismo conjunto de genes.

Querol (1988), define una variedad como un grupo de plantas cultivadas dentro de una especie que se distingue de otro grupo por uno o varios caracteres, y que cuando se reproduce mantiene esta característica que lo distingue. Para el mismo autor, las variedades criollas son aquellas variedades de especies introducidas que han sido adaptadas al medio local. En el Uruguay, estos materiales han sido denominados como variedades locales por González Idiarte (1999); en otros trabajos, Dogliotti y Tommasino (1991), y Galván (2003), las llaman poblaciones locales. Lo común es que en todos los casos se hace referencia a aquellos recursos genéticos que han sido cultivados, seleccionados y multiplicados durante mucho tiempo por los agricultores locales, bajo ciertas condiciones ambientales y de manejo a los que se encuentran adaptados.

La formación de las variedades de plantas de fecundación cruzada (alógamas) se ha logrado por la aplicación continua de la de selección masal. Según Allard (1980), este método consiste en elegir un número de plantas que se utilizarán para la multiplicación (producción de semilla), tomando como base el buen vigor combinado con ciertas características definidas por el agricultor. El Uruguay no es ajeno a estos procesos, y la selección masal ha sido el método tradicionalmente usado por el productor a fin de mantener aquellas semillas que a su criterio cubren los objetivos que se persiguen en la producción (Roba y Romeo, 1991). La selección masal aplicada en la multiplicación de hortalizas le confiere a las variedades locales ciertas características, como ser la importante variabilidad genética que presentan, lo que las diferencia de los cultivares modernos que son extremadamente uniformes (Bennett, citado por Roba y Romeo, 1991).

Sánchez Monge, citado por Roba y Romeo (1991) afirma que las variedades locales pueden presentar una variabilidad genética originada por mutación y por hibridación natural, y que es mantenida por selección natural y artificial. Para Querol (1988), las técnicas tradicionales de selección mantienen una población de plantas con variabilidad, en la cual hay resistencias a pestes locales.

Querol (1988), hace una diferenciación entre las variedades tradicionales y las variedades comerciales. Describe que las primeras han sido mejoradas por los agricultores durante años y presentan una alta variabilidad genética; las segundas han sido producidas por científicos durante 5 a 15 años y tienen una base genética más uniforme. Según este autor, las variedades comerciales son producidas a partir de variedades mejoradas, variedades tradicionales, y formas silvestres. Para Pike, citado por Galván (2003), el mejoramiento genético y la multiplicación de semillas realizados localmente originan cultivares y poblaciones superiores a los mejorados en otras regiones. Sobre este hecho, Berretta et al. (2001) reconocen que la utilización de variedades locales en programas de mejoramiento genético de América Latina y el Caribe han demostrado que es posible ampliar la variabilidad genética e incrementar los rendimientos, debido a que las mismas constituyen las poblaciones vegetales de mayor variabilidad, que se manifiesta en caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos.

2.1.3.3 PL hortícolas cultivadas en el Uruguay.

En el territorio uruguayo, que no forma parte de ninguno de los Centros de Origen y Diversidad primarios de las especies hortícolas de relevancia, la mayoría de las hortalizas fueron traídas desde Europa por inmigrantes de Italia, España, Portugal y otros lugares (Galván, 2003); desde entonces han sido cultivadas por largo tiempo.

Según González Idiarte (1999), los principales cultivos hortícolas se producen en el Uruguay desde hace cerca de 300 años, a partir de materiales genéticos introducidos por las diversas corrientes de inmigrantes arribadas desde el siglo XVIII. Al respecto, en los escritos de Manuel Pérez Castellanos elaboró del año 1787, se describe la diversidad de cultivos hortícolas que por entonces se hacían en las quintas de la ciudad de Montevideo, entre ellos el de zanahoria.¹

La variabilidad genética de las principales especies de hortalizas cultivadas en el país está determinada por la existencia de las Poblaciones Locales (PL). Las PL provienen de la selección realizada año tras año a partir de las variedades originalmente introducidas, y han sido multiplicadas en forma artesanal por los pequeños productores familiares hortícolas, cuya producción es destinada al mercado local y a la subsistencia del núcleo familiar (Gonzalez Idiarte, 1999). Varios autores reconocen el papel que ellos han cumplido en el desarrollo de estos recursos genéticos, por haber aplicado sus criterios de selección y manejo de las variedades originalmente introducidas que, junto con la presión de selección ambiental, han generado las PL.

¹ Aldabe, L. 2005. Una mirada a la horticultura nacional. In: Congreso Nacional de Hortifruticultura (10º, 2005, Montevideo). Conferencias. (En prensa).

Dogliotti y Tommasino (1991) distinguen dos grupos entre las hortalizas cultivadas en el Uruguay: un primer grupo de las que existen poblaciones mantenidas y seleccionadas por los productores durante mucho tiempo, que se han adaptado a las necesidades y condiciones locales; y un segundo grupo que incluye los cultivos en que se utilizan variedades introducidas desde el exterior. Los materiales importados pueden ser multiplicados por el productor durante uno o varios ciclos, pero luego se vuelve al cultivar comercial original, por lo que este sistema de reproducción no origina PL. Difícilmente se encuentren cultivares comerciales con características similares a las que presentan las PL del país. Según los autores, los cultivares comerciales son los preferidos de los productores empresariales que utilizan altos niveles de insumos químicos, maquinaria y riego.

Galván (2003), hace una clasificación similar de las semillas de hortalizas cultivadas en Uruguay, mencionando aquellas que son producidas artesanalmente en el predio, y las de cultivares comerciales a los que discrimina por su origen: importados, predominantes en la mayoría de los cultivos; y creados en el país a partir de PL, en algunos cultivos.

Según González Idiarte (1999), en la producción artesanal de semillas los productores aplican sus propios criterios de selección sobre las plantas que eligen como progenitoras, teniendo en cuenta las exigencias del mercado y el comportamiento agronómico en interacción con el ambiente, lo que les confiere características de adaptación productiva a nuestras condiciones, como el ciclo de crecimiento, la tolerancia a enfermedades y la estabilidad productiva. El productor adopta la estrategia de multiplicar su propia semilla en función de las condiciones económicas en que se desarrolla la producción, que es dirigida al mercado local y al autoconsumo familiar. La producción de semilla en los predios familiares ha contribuido al mantenimiento del germoplasma local, por ser uno de los elementos característicos de estos sistemas de producción (Galván, 2003). Los principales intereses de los productores para producir su propia semilla son:

- las características agronómicas componentes de la adaptación: ciclo, precocidad, rendimiento y resistencia a enfermedades.
- la seguridad de contar con una semilla con un comportamiento bueno y conocido, en el momento de la siembra, en la cantidad necesaria.
- la disponibilidad de semilla sin necesidad de incurrir en desembolsos económicos.

González Idiarte (1999), Dogliotti y Tommasino (1991), Galván (2003), hacen referencia al peso relativo de la semilla nacional en hortalizas de importancia económica: boniato, ajo, zapallo, maíz dulce, poroto (grano seco y chaucha), cebolla, morrón, ají, zanahoria y especies aromáticas. Para todas ellas, la plantación de variedades locales ha representado históricamente un alto porcentaje del área sembrada de los predios de producción familiar.

Al instalar el semillero, es normal que se realice algún tipo de selección por parte del agricultor, con las siguientes dificultades: predios pequeños, localizados en zonas de producción comercial y donde el aislamiento no se considera en toda su importancia. Otro problema es la transmisión de enfermedades de importancia económica a través de la semilla, la cual actúa como medio de difusión en muchos casos (Dogliotti y Tommasino, 1991).

Las características agronómicas del germoplasma local del Uruguay han sido definidas por González Idiarte (1999) y Galván (2003), quienes hacen referencia a las investigaciones realizadas por las Unidades de Horticultura y de Fitopatología de la Facultad de Agronomía. Con respecto al comportamiento agronómico, se destacan aspectos favorables de las variedades locales en comparación con variedades comerciales introducidas.

González Idiarte (1999) reconoce la existencia de variabilidad genética en las PL de algunos cultivos como cebolla y maíz, con relación a diversas características de interés agronómico. Esta variabilidad se manifiesta entre las PL, y frecuentemente también dentro de ellas, para la mayoría de las características, dependiendo de las formas de propagación y de la biología reproductiva de la especie. Galván (2003) menciona algunas características de las PL, como ser la precocidad en los tomates cuarentinos y sus excelentes características de sabor y textura. Estos atributos también son destacados entre las PL de morrón, que presentan además una buena calidad comercial de los frutos. Los altos rendimientos y la estabilidad de los mismos han sido demostrados para las PL de ajo colorado, como también de la cebolla Pantanoso CRS en comparación con variedades comerciales importadas. También es destacable la resistencia parcial a enfermedades que presentan algunos materiales nacionales de cebolla (Galván, 2003).

A pesar de conferirles las ventajas ya mencionadas, la variabilidad interna en las PL se traduce en una baja calidad comercial de los productos, como consecuencia de la baja uniformidad que presentan en características como color, forma y tamaño del producto. Esto causa dificultades al productor para la venta de los mismos, obteniendo menores precios en un mercado que cada vez más privilegia la uniformidad y apariencia visual (González Idiarte, 1999). Galván (2003) también reconoce este problema que presenta el germoplasma local, de acuerdo a las exigencias cada vez mayores del mercado dominante. Menciona que los cultivares comerciales satisfacen estos requisitos, pues las pautas de consumo se establecen basándose en algunas características como la resistencia al transporte o la longevidad poscosecha, que no representan per se beneficio alguno para los agricultores y consumidores.

Sin embargo, los cultivares introducidos presentan desventajas tales como la inestabilidad productiva debido a la falta de adaptación al ambiente, la susceptibilidad a enfermedades, y una disponibilidad discontinua de éstos cultivares por las empresas

comercializadoras de semillas. Pero las ventajas comerciales de los cultivares introducidos, sumado a las estrategias comerciales de las empresas trasnacionales que los producen, han provocado un acelerado proceso de desaparición de las PL en el Uruguay. Así, se impone a los productores el uso de cultivares comerciales que se ajustan a las demandas del mercado (Galván, 2003).

González Idiarte (1999), afirma como causa principal de la erosión genética, el ingreso permanente de variedades comerciales e híbridos al mercado, facilitado por la actual reglamentación sobre semillas hortícolas, que permite la comercialización de éstos materiales sin la obligación de contar con una evaluación agronómica previa. Esta disposición consta en el Artículo 12 Capítulo II del Decreto Reglamentario de la Ley 18.611, del año 2004. En otro orden, el Uruguay adhirió al acta de 1978 de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), que lo obliga a garantizar la protección de los derechos de los obtentores de las variedades comercializadas en el país, y excluye a las variedades locales por no presentar las condiciones que se exigen para ser registradas y protegidas, permitiendo que las empresas trasnacionales las puedan retirar del país sin costo para utilizarlas en sus propios programas de mejoramiento genético (González Idiarte, 1999). En el Artículo 46 del Decreto anteriormente mencionado, se establece que todo agricultor que desee multiplicar un cultivar protegido, deberá poseer la documentación que acredite la compra legal de dichos materiales, quedando topeado el volumen de semilla de las multiplicaciones sucesivas a las necesidades específicas de la propia explotación.

Galván (2003), menciona la desaparición de las pequeñas unidades de producción de hortalizas como otra causa de la erosión genética de las variedades locales. Este éxodo de productores rurales hacia la ciudad, en especial de los más chicos que son quienes mantienen sus propias PL, ha sido causado por las políticas socioeconómicas aplicadas en el país en las últimas décadas. Entre las variedades locales que en los últimos años han presentado una acelerada sustitución por variedades comerciales e híbridos, se encuentran el tomate platense o “araña”, el zapallo criollo, la zanahoria criolla, el maíz dulce, y las PL de boniato del sur del país (González Idiarte 1999, Galván 2003).

Debido al alarmante proceso de desaparición del germoplasma local y las consecuencias negativas que ello implica para el desarrollo de una agricultura sustentable en el país, se ha generado la reacción de algunos actores e instituciones involucradas en la actividad hortícola.

El Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, ha establecido un programa de enseñanza e investigación sobre recursos genéticos y mejoramiento genético de hortalizas. Dicho programa funciona desde 1985 y comprende la colecta, evaluación y conservación ex situ en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía, de PL de especies de propagación sexual como poroto,

morrón, cebolla y tomate, destacándose la creación de la variedad de cebolla Pantanoso CRS, desarrollada a partir de PL del sur de Canelones (Galván, 2003).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) cuenta con un programa de mejoramiento genético de hortalizas de propagación vegetativa, habiendo creado variedades comerciales de frutilla, boniato y papa. Se destaca también la multiplicación y evaluación permanente de PL de ajo, y la creación de las variedades de cebolla INIA Casera, INIA Colorada, y Dulce, esta última a través de un acuerdo de trabajo entre INIA y la Facultad de Agronomía, financiado por FPTA (Rodríguez et al. 1999, Carrega et al. 2003, Cabot et al. 2004, Pereira et al. 2004).

Como una alternativa a la conservación en BG, se plantea la revalorización de los productores como mantenedores de la variabilidad de los cultivos. Para lograr que el propio productor conserve sus materiales genéticos, es necesario generar y mantener las condiciones que hacen viable a la producción familiar. La conservación en conjunto con los productores se ubica como una estrategia que, complementando características del sistema agricultor-comunidad y del sistema institucional, desarrolla actividades de conservación y mejoramiento de PL (Galván, 2003). González Idiarte (1999) remarca que si los procesos de desaparición de productores hortícolas y de las variedades locales continúa, se impondrán restricciones crecientes para el avance hacia la organización de una agricultura basada en criterios de sustentabilidad agronómica y socioeconómica.

2.1.3.4 Producción de semilla de PL de zanahoria.

Las PL de zanahoria, también conocidas como “zanahorias criollas”, presentan floración en el mismo año que son sembradas, en la medida que son expuestas a las condiciones invernales. Este comportamiento resulta ventajoso para la producción de semilla, y es aprovechado por los productores que las cultivan y multiplican con métodos artesanales (González Idiarte, 1999).

La selección masal es el sistema que han empleado los productores en su estrategia de producción de semilla de zanahoria para uso propio. El método Semilla-Raíz-Semilla es el más recomendado por diversos autores (Oliva 1987, Dogliotti y Tommasino 1991, Aldabe 2000, Galván 2003). El otro método posible es el de Semilla-Semilla. Dogliotti y Tommasino (1991) reconocen la utilización de los dos métodos de producción de semilla entre los productores locales, incluyendo aquellos que alternan ambos métodos en años sucesivos, los que emplean ambos a la vez, y los que optan por uno de ellos.

En el método Semilla-Raíz-Semilla, los cultivos que son sembrados al final del verano florecen en primavera luego de ocurrida la inducción durante el invierno. Entre los meses de junio y agosto se cosecha el cultivo y se seleccionan las mejores raíces de acuerdo a los criterios del productor, y se vuelven a plantar en otro cantero o camellón,

separadas entre 30 y 40 centímetros, cortándose las hojas más viejas. Normalmente no se fertilizan, ni se riegan. Ocasionalmente se les aplican herbicidas, fungicidas o insecticidas; en algunos casos se emplea la conducción de los tallos florales para evitar el vuelco (Dogliotti y Tommasino, 1991). La gran ventaja de este método es que permite la selección de las raíces que se utilizarán para producir semilla de mejor calidad (Oliva, 1987).

Los criterios definidos por Aldabe (2000), Dogliotti y Tommasino (1991) y García (2002) para la selección de raíces destinadas a la producción de semillas son:

- forma de la raíz: regular, tronco cónica con punta roma, de 15 a 20 cm de largo y 3 a 5 cm de diámetro en el hombro, se eliminan las bifurcadas y defectuosas.

- aspecto externo: buena textura superficial, color anaranjado intenso. Algunos productores prefieren plantas con poco follaje y con inserción fina en el cuello, pues lo asocian a la presencia de un “palo” (xilema) mas fino. Se eliminan las raíces coloradas y las blancas, las de piel rugosa, y las que presentan hombro verde.

Oliva (1987), Rubatzky et al. (1999) y Galván (2003), mencionan que puede hacerse un corte transversal de las raíces para observar sus características internas y seleccionar por el color interno y diámetro de xilema. García (2002), incorpora como criterios para la selección, la eliminación de las raíces con eje central leñoso y de los colores amarillos, y la selección a favor de las raíces con buenas características organolépticas.

El otro método de producción de semilla de zanahoria es el de Semilla-Semilla, que consiste en dejar algunas plantas sin cosechar para la obtención de semilla, eliminando previamente aquellas que se florecen prematuramente o que tengan otros defectos que sean visibles sin remover la raíz. El manejo es similar al que requiere el cultivo comercial, no realizándose ningún tipo de selección por características de la raíz. Las ventajas de este método radican en que requiere de menos trabajo y menores costos de producción, y se obtienen mayores densidades que permiten incrementar los rendimientos de semilla (Oliva, 1987).

Para ambos métodos, las umbelas se cosechan al alcanzar la madurez, cuando adquieren una coloración más oscura y se secan, en los meses de diciembre y enero. La cosecha puede ser escalonada, comenzando por el corte de las umbelas de primer orden, más grandes, para dar tiempo a la maduración de las más pequeñas, correspondientes al segundo, tercer y cuarto orden. Una vez cosechadas, las umbelas se extienden al sol para que se sequen y la semilla se desprenda. Luego se hace la trilla a mano, y se limpia con un viento suave, dejando caer la semilla desde cierta altura sobre una lona, para que el viento se lleve los restos de umbelas y las semillas vacías (Aldabe, 2000). Oliva (1987), afirma que cada planta puede producir entre 10 y 30 gramos de semilla.

Otra consideración de importancia para la producción de semilla de zanahoria es el aislamiento del cultivo con respecto a semilleros de otros cultivares. Aldabe (2000) y Gaviola², coinciden en que las distancias necesarias para evitar cruzamientos entre semilleros deben ser superiores a los 1000 metros. Rubatzky et al. (1999) recomiendan distancias mayores, próximas a los 2000 metros. Las abejas son reconocidas como importantes agentes polinizadores de los cultivos, la ausencia de estos insectos disminuye los rendimientos, la viabilidad y la uniformidad del tamaño de las semillas, además de retrasar su maduración (Oliva, 1987).

Según Oliva (1987), los factores que afectan la producción de semilla de zanahoria son: la ubicación de la semilla en la planta, la temperatura (vernalización y floración prematura), la densidad, la fertilidad y humedad del suelo, el laboreo y uso de herbicidas, el tamaño y la conservación de las raíces, la polinización, el uso de giberelinas, las plagas y las enfermedades. Rubatzky et al. (1999) mencionan tres factores para el éxito de la producción de semilla de zanahoria: buenas plantas, polinizadores eficientes y un adecuado aislamiento para evitar cruzamientos.

Actualmente, no existen estimaciones precisas sobre los volúmenes de producción de semilla de zanahorias en el país. Una estimación de estos datos fue realizada por Dogliotti y Tommasino (1991), donde se dice que en el año 1989, entre el 20 % y el 50 % de la semilla de zanahoria sembrada en el país era de origen nacional, estimándose un volumen de producción de semilla de aproximadamente 2.100 kilos por año. Se menciona además que durante el período 1980-1986, dos empresas comercializadoras vendían semilla de zanahoria de origen nacional. Se reconoce que en el Uruguay no se realizan cultivos especialmente destinados a la producción de semilla para la venta. Mas recientemente, Galván (2005) estima que alrededor del 20 % de las siembras del cultivo de zanahoria se hacen con semilla de origen nacional, la cual no ingresa al circuito comercial, sino que es utilizada en los mismos predios donde son producidas. González Idiarte (1999) afirma que frecuentemente ocurren problemas con la calidad fisiológica, física, genética y sanitaria de la semilla producida artesanalmente.

Con referencia a los rendimientos, se menciona que es normal obtener entre 800 y 1000 kilos de semilla por hectárea, utilizando unos 20 kilos de raíces seleccionadas (Rubatzky et al. 1999, Galván 2003).

Sobre la importación de semilla en el país, según datos publicados en el Anuario Estadístico Agropecuario (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2003), en el año 2002 se importaron 7632 kg de semilla de zanahoria, correspondientes a 29 variedades entre las que se encuentran los tipos anuales.

² Gaviola, J. 2005. Producción de semilla de zanahoria. Curso de Producción de semillas sexuales y asexuales de hortalizas. Montevideo, Universidad de la República. (Sin publicar).

2.1.4 Colecta, caracterización y evaluación de PL.

2.1.4.1 Procedimientos y criterios para la colecta.

Las colectas de germoplasma se realizan para disponer de materiales para los programas de mejoramiento, obtener materiales en procesos de extinción o erosión genética, o para obtener muestras representativas de la diversidad genética existente. Previo a la colecta, deberán hacerse actividades de prospección, para obtener la mayor información posible sobre la distribución geográfica y ecológica, y la diversidad genética existente para el material de interés (Berretta et al., 2001).

Entre las propuestas estratégicas planteadas por PROCISUR para los países del Cono Sur, se hace mención a la necesidad de asegurar la colecta y conservación adecuada de variedades locales en proceso de sustitución por cultivares modernos, a la promoción de la utilización de la variabilidad disponible a través de una adecuada caracterización y evaluación agronómica, y al fomento del desarrollo de programas de mejoramiento que permitan a los países de la región obtener sus propios materiales como estrategia de diversificación de especies y cultivares (Berretta et al., 2001).

Los procedimientos para realizar una colecta de recursos genéticos fueron descritos por Querol (1988), quien presenta una ficha para ordenar los datos que serán obtenidos en la misma. Estas colectas buscan conseguir el máximo de variabilidad y el material para propagarla, ya sea a través de la semilla o de órganos vegetativos.

Este autor considera que como primer paso, hay que preguntarse si es necesario realizar la colecta, sea en función de las necesidades de un programa de mejoramiento, o para preservar cierto material genético de su desaparición. Define dos clases de “viajes de colecta”: los viajes de especialistas por cultivo (monogenérico), y los viajes de colecta por zona ecológica (poligenérico). También define criterios para la evaluación de propuestas de colecta, en función de cinco criterios: prioridad, biología, accesibilidad, reacción al almacenamiento, y potencial de regeneración del material genético de interés.

Entre las prioridades, figuran aquellos cultivos de importancia actual en el país, con posibilidades de uso inmediato, donde existe una zona de variabilidad conocida que necesita una intervención urgente debido a riesgos de erosión. Sobre la *biología* de la especie, entre otras se incluyen aquellas cuyo ciclo de vida ha sido ampliamente estudiado, existiendo abundante información sobre la época de floración y producción de semilla. Respecto a la accesibilidad y reacción al almacenamiento, se incluyen aquellas poblaciones accesibles por medios convencionales de transporte, cuya semilla está disponible en cantidades adecuadas, y puede ser almacenada en condiciones típicas de bajas temperaturas y bajo contenido de humedad. Finalmente, con referencia al potencial de regeneración, están incluidas las especies cuya semilla se obtiene fácilmente bajo cultivo, en cantidades suficientes, en un tiempo corto. Todas estas características

mencionadas se ajustan a las que presentan las PL de zanahoria cultivadas en el sur del país.

Bunting y Kuckuck, citados por Querol (1988) sugieren la necesidad de considerar otros factores para la colecta: factores físicos, ecológicos, históricos, humanos y productivos de la zona en que se colectará. También es indispensable que exista una institución que se haga responsable del mantenimiento del material colectado. El viaje de colecta requiere definir sus metas específicas, preparar un itinerario del recorrido, y armar un equipo que disponga del equipamiento adecuado para llevarla a cabo (Querol, 1988).

Con respecto a la metodología de colecta, Querol (1988) afirma que una de las definiciones importantes es determinar los datos que serán tomados en el campo, incluyendo los datos de pasaporte, lo que implica elaborar *guías de descriptores* que ayudarán a limitar la cantidad de datos obtenidos a aquellas características de importancia para el mejoramiento genético, que sean útiles para conocer la estructura poblacional de la especie, y que sean precisas. En el Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo elaborado por FAO en 1998, se resalta que las colecciones de recursos genéticos son de escasa utilidad a menos que vayan acompañados de información adecuada sobre sus características (Berretta et al., 2001).

Según Querol (1988), los datos de pasaporte son la información mínima que se debe tener sobre cada accesión, son tomados durante la colecta, y a menudo deben ser complementados con una lista ampliada de descriptores. El término *descriptor* se utiliza para definir una característica o atributo que se observa en las accesiones colectadas. En tanto, los estados de descriptor son los valores que puede tener un descriptor en un caso específico, discriminándose en tres tipos:

- descriptores que asumen valores alfabéticos (como el nombre de una localidad).
- descriptores con número limitado de estados (discretos, discontinuos o cualitativos).
- descriptores cuyos estados tienen un valor numérico y que tienen un rango continuo de valores (continuos o cuantitativos), para los cuales es conveniente mantener los valores en las unidades originales de medición. Si no se puede asegurar la precisión de las mediciones, es conveniente expresar el descriptor en términos de clase, por ejemplo: raíces pequeñas; plantas de floración temprana, etc. (Querol, 1988).

La recolección de datos y el uso de descriptores de pasaporte, manejo, sitio y medio ambiente, caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos ha sido promovido desde el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), habiéndose realizado una publicación por parte del IPGRI, llamado *Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada*. Según IPGRI (1998), los cuatro primeros deberían estar

disponibles para cualquier accesoión. Si bien la finalidad de los descriptores es ayudar a la normalización de las definiciones de los mismos, no se pretende que las accesiones sean caracterizadas para todos los descriptores dados, sino solamente para aquellos que son altamente discriminantes, o que sean útiles para el manejo y conservación de la colección y para los usuarios de los recursos fitogenéticos.

Según IPGRI (1998), los descriptores de pasaporte proporcionan información básica que se utilizará para el manejo general de la accesoión (incluido su registro en el BG), y describen los parámetros que se deberían observar durante la colecta.

Los descriptores de manejo proporcionan las bases para el manejo de las accesiones en el BG, y ayudan durante su multiplicación y regeneración.

Los descriptores de sitio y medio ambiente describen los parámetros específicos del sitio y ambiente que son de importancia cuando se realizan pruebas de caracterización y evaluación, incluyéndose los descriptores del sitio de recolección del germoplasma.

Los descriptores de caracterización permiten una discriminación rápida y fácil entre fenotipos, tratándose por lo general de caracteres altamente heredables, que son fácilmente detectables a simple vista y que se expresan de manera similar en los diversos ambientes. Se prevé la inclusión de un número limitado de caracteres adicionales considerados de interés por el consenso de los usuarios, y que no figuren en la mencionada publicación. Berretta et al. (2001) complementan esta definición afirmando que la caracterización permite describir la variación genética de una colección de germoplasma, permitiendo detectar diferencias entre accesiones.

Los descriptores de evaluación permiten conocer el valor agronómico de los materiales, pues se evalúan atributos de importancia agronómica que tienen una complejidad genética excesiva para distinguirlos en la caracterización preliminar (Berretta et al., 2001). La expresión de muchos de los descriptores de evaluación es dependiente del medio ambiente, siendo necesario recurrir a métodos experimentales complejos para evaluarlos. Se trata generalmente, de las características más interesantes para la mejora del cultivo, como el rendimiento, o la susceptibilidad al estrés (IPGRI, 1998).

Con relación a las técnicas de colecta, Querol (1988) afirma que el objetivo primordial es coleccionar el material, pero debe servir también para establecer futuras colectas y proponer líneas de investigación a desarrollar. Se debe buscar la mayor cantidad de material, y dentro de éste la mayor variabilidad posible. Como la variación genética de una población está determinada por la presencia de alelos con diferentes frecuencias en un mismo locus, algunas tendrán una gran variación determinada por una elevada cantidad de alelos, mientras que aquellos que presentan sólo dos alelos tendrán una baja variación. En aquellos genes cuya expresión fenotípica es cualitativa, la

variación genética es fácil de detectar, pero como la mayor parte de los genes tienen una acción aditiva o epistática, se dificulta la detección visual de la variabilidad genética (Querol, 1988).

Como determinantes de la variabilidad fenotípica, se mencionan el ambiente y el tipo de reproducción de la planta, donde las alógamas constituyen una “población social”. Se debe considerar también la variación entre poblaciones en el área de colecta. Al respecto, Allard, citado por Querol (1988) afirma que la distribución geográfica es lo que tendrá una mayor influencia sobre la variación colectada, en dos niveles: por presencia o ausencia de alelos en la zona, y por diferencias entre los factores del ambiente dentro de la zona geográfica.

La inclusión de alelos de baja frecuencia dependerá del tamaño de la muestra y de la técnica de muestreo. Querol (1988) detalla la manera de colectar materiales bajo la forma de muestreo aleatorio, en la cual no hay sesgo y se busca conseguir una muestra representativa de la población original. De esta manera, se obtendrá una subpoblación que se comportará de manera similar a la original, aunque es probable que se pierdan alelos con muy bajas frecuencias, que se ubican en los extremos de la curva de distribución de la población original. Por esto, es importante tomar una muestra de tamaño grande en los casos de las poblaciones con alta variabilidad esperada, para disminuir el error de muestreo. Además, se deben tomar semillas de plantas diferentes, para no perder alelos en la colecta. Cuando se desconoce la variabilidad de una característica, no es posible determinar el tamaño de muestra para la estimación de la media y la varianza, por ello es común tomar una muestra de 20 plantas para estimar ambos parámetros.

Para las especies no arbóreas que se reproducen por semilla, la unidad de muestreo puede ser el campo del agricultor. Para analizar la variabilidad de una muestra colectada, se recomienda utilizar un tamaño de muestra igual a la raíz cuadrada del tamaño de la población³.

Querol (1988) hace algunas apreciaciones para el uso de descriptores de importancia en la caracterización y evaluación de una accesión, de los cuales se enfatizará en aquellos que interesan en el cultivo de zanahoria.

Para este autor algunos descriptores como el color, la forma de la raíz, o la incidencia de enfermedades sobre las plantas, deben expresarse con palabras y referirse a una tabla específica, con la dificultad de que los mismos son percibidos de manera diferente por cada persona. Como estos caracteres apreciados visualmente no presentan ninguna unidad de medida objetiva posible de usar, pueden emplearse códigos para definir los estados del descriptor, siempre que sigan un orden lógico. Es aconsejable utilizar una escala del 1 al 9, que exprese de manera creciente el estado del descriptor. También

³ Priore, E. 2004. Com. personal.

menciona que para algunos caracteres es posible trabajar con menos niveles, utilizando valores intermedios de la misma escala (por ejemplo, 3, 5, y 7) El valor “0” (cero) se emplea cuando un carácter está ausente, mientras que se utiliza “x” cuando el dato no existe. IPGRI (1998) maneja códigos similares para este tipo de descriptores.

2.1.4.2 Caracterización y evaluación agronómica preliminar de PL de zanahoria.

En el Uruguay no se han publicado trabajos rigurosos de caracterización y evaluación agronómica de PL de zanahoria. Sí se han hecho evaluaciones de cultivares en predios de productores, desarrollados entre otros por JUNAGRA, CALAGUA, proyectos PROVA-PREDEG, productores y técnicos particulares.

Oliva (1987) y Aldabe (2000), caracterizan a las PL de zanahoria de Uruguay y Argentina (respectivamente), como poblaciones de plantas vigorosas y de gran desarrollo vegetativo, que aunque presentan baja calidad comercial, son muy utilizadas para las siembras estivales por su rusticidad y altos rendimientos. Presentan raíces de 20 a 25 cm de largo, cónicas con punta aguzada, hombros pronunciados, textura superficial rugosa y poco atractiva, corazón algo leñoso y de color amarillento (Oliva, 1987). Las PL presentan ventajas frente a los materiales importados para las siembras de verano, las cuales radican en su mayor resistencia a *Alternaria*, y a la buena emergencia que se logra en las siembras de verano, aún sin riego y bajo condiciones de alta radiación solar.⁴

En el Uruguay se realizó un trabajo de caracterización y evaluación agronómica de una PL de zanahoria, en el marco del proyecto “Rescate y revalorización de semillas locales y soberanía alimentaria”. En el año 2004, en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía, se hizo un trabajo de evaluación de una PL originaria de la zona de Pantanoso del Sauce (Canelones), sobre una muestra de 111 raíces, en comparación con el cultivar comercial Kuroda. Para ambos materiales se evaluaron, entre otros caracteres, el porcentaje de raíces con calidad comercial y el descarte, el porcentaje medio de xilema, la forma de las raíces, el color externo, el color interno mediante corte de las raíces, y el porcentaje de las plantas con hombros verdes. A partir de esta evaluación se seleccionaron las raíces para la siguiente multiplicación, contemplando ciertos criterios.

De acuerdo a los resultados de la investigación, la población local mostró un menor porcentaje de descarte que Kuroda, el 71 % de las raíces tiene forma cilíndrica o cilindro cónica, el 83 % tiene color externo de color naranja medio o superior, el 71 % tienen color interno aceptable (amarillo a naranja), y el 78 % no presentan problemas de hombro verde.⁵

⁴ González, P. 2004. Com. personal.

⁵ Galván, G. 2004. Evaluación de una PL de zanahoria. Montevideo, Universidad de la República (Sin publicar).

En la Argentina, durante el año 2002, INTA San Juan realizó una caracterización de la variedad Zanahoria Criolla INTA, producida a partir de materiales locales, con el objetivo de conocer la correspondencia de los materiales actuales con los descriptores originales de la variedad y el grado de variabilidad de la misma. Se encontró una importante heterogeneidad para la forma, tipo de punta, color, largo y relación xilema/floema de la raíz (INTA, 2005).

2.2 EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)

2.2.1 Importancia mundial.

La zanahoria es la especie más cultivada de la familia *Apiaceae*. Es una importante contribuyente de la alimentación mundial por su aporte de calorías y de carotenos α y β , responsables de la coloración anaranjada de la raíz (Rubatzky et al., 1999)

CUADRO 1: Superficie cultivada, producción y rendimientos de zanahoria obtenidos en diferentes países del mundo en el año 2003.

País	Sup. cultivada (ha * 1000)	Producción (tt * 1000)	Rendimientos (tt/ha)
China	403	8126	20,16
Estados Unidos	44	1900	42,49
Federación Rusa	89	1735	19,56
Francia	16	682	43,44
Reino Unido	9	587	66,66
Argentina	10	230	24,21
Uruguay	3	37	11,93
TOTAL MUNDIAL	1032	23321	22,60

Fuente: FAO, 2004.

China es el principal productor de zanahorias del mundo, responsable de la tercera parte del volumen total cosechado. Los rendimientos más elevados se dan en el Reino Unido; en el Uruguay son muy inferiores, aún con respecto a la Argentina, que duplican los de nuestro país (FAO, 2004).

El noroeste de los Estados Unidos figura como la principal zona productora de semillas de zanahoria en el mundo, siendo Europa y el Medio Oriente otras zonas de importancia. El valor de la semilla de zanahoria comercializada en el mundo es de alrededor de 100 millones de dólares.²

En la actualidad, la importancia de la zanahoria y del género *Daucus* en las colecciones de germoplasma es relativamente pequeña. Según Rubatzky et al. (1999), existen aproximadamente 5600 accesiones en el mundo, siendo las colecciones más importantes la del Vavilov Institute de Rusia, la de USDA de Estados Unidos, y la del Genetic Resources Unit of Horticultural Research International en el Reino Unido.

2.2.2 Importancia nacional.

Los comienzos del cultivo de zanahoria en el Uruguay se remontan al siglo XVIII, desde entonces es una de las hortalizas más importantes para la alimentación de la población del país, ha sido producida en huertas de autoconsumo y en predios dedicados a la explotación comercial, constituyéndose en un rubro tradicional cuyo destino es el abastecimiento del mercado interno. Si bien se cultiva durante todo el año, se reconocen como períodos principales de siembra el otoño y la primavera.

Según Aldabe (2000), el cultivo de zanahoria se realiza mayormente en pequeñas y medianas unidades de producción familiar que se concentran principalmente en el sur del país, en el departamento de Canelones, en las zonas de Pando, Rincón de Pando, San Jacinto, Pantanoso del Sauce, Sauce, San Antonio y Canelón Grande.

Para la zona hortícola del sur, se estima que el rendimiento promedio alcanza las 11 toneladas por hectárea, con una alta dispersión. Los rendimientos promedios del tercio de los productores “de punta”, de 18,6 toneladas por hectárea, cuadruplican a los obtenidos por el tercio de los productores “de cola”, con 4,4 toneladas por hectárea. Esto indica la existencia de una brecha tecnológica entre los productores, donde las diferencias de escala son muy marcadas, existiendo productores especializados en el rubro (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000; URUGUAY. MGAP. DIEA, 2004b).

En la década de 1980, según datos publicados por Dogliotti y Tommasino (1991), se evidenciaba la caída del número de establecimientos con cultivo de zanahoria, pero con un importante incremento del promedio de área sembrada por predio, ocurriendo una concentración de la producción. En el año 1986, los establecimientos con zanahoria eran sólo el 37 % de los que habían en 1961, mientras que el área por predio creció más de cinco veces en el mismo período. Mas recientemente, los datos publicados en los Censos Agropecuarios (URUGUAY. MGAP. DIEA, 1990; URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000) y en las encuestas hortícolas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2004b; URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005) permiten apreciar que la evolución del número de productores y de la superficie sembrada del cultivo en todo el país mantienen la tendencia (Cuadro 2). Para 2004/05 se esperaba una disminución de la intención de siembra del 15 % del área en la zona sur con respecto al año anterior, mientras que para el norte la proyección preveía un incremento del 35 % en el área sembrada, evidenciando la importancia creciente de ésta zona en la producción nacional de zanahoria.

CUADRO 2: Número de productores, superficie y producción total de zanahoria en el Uruguay, años 1990, 2000, 2002 y 2003/04.

Año	Nº productores	Superficie (ha)	Producción (Ton)
1980	2214	1846	11296
1990	1574	1752	19015
2000	1552	2940	-
2002*	905	2711	32509
2003/04*	740	2037	26495

Fuente: Censo General Agropecuario 1990 y 2000.

* Encuestas hortícolas 2002 y 2003/04, zonas sur y norte (DIEA-JUNAGRA-PREDEG), no se incluyen productores de otras zonas.

Sobre las características de los establecimientos, el 62,4 % de los productores de zanahoria siembran superficies menores a 1 ha, totalizando el 16,9 % del área destinada al cultivo, mientras que sólo un 7,2 % de los productores lo hacen en superficies mayores a 5 ha, abarcando el 41,6 % del área sembrada (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2000).

Con respecto a la comercialización, según datos de la Comisión Administradora del Mercado Modelo (2005), la mayor parte de la zanahoria que se comercializó en el Mercado Modelo entre los años 2000 y 2004 era de origen nacional, principalmente del departamento de Canelones. El segundo departamento en remisión de zanahorias es Salto, con un volumen muy inferior. Esto confirma la existencia de dos zonas de producción (Norte y Sur), siendo en Canelones donde se concentra la mayor cantidad de productores (Cuadro 3).

CUADRO 3: Volúmenes totales de zanahoria nacional y del departamento de Canelones, operados en el Mercado Modelo entre 2002 y 2005.

Año	Canelones (ton)	Total nacional (ton)
2002	10327	11861
2003	13112	15634
2004	13920	16927
2005	12300	14577

Fuente: CAMM (2005)

Los volúmenes de zanahoria comercializados desde y hacia el exterior son relativamente pequeños. Las exportaciones han sido muy escasas y puntuales, a la vez que se han registrado importaciones de volúmenes algo más significativos, principalmente desde Argentina y Brasil (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2004a).

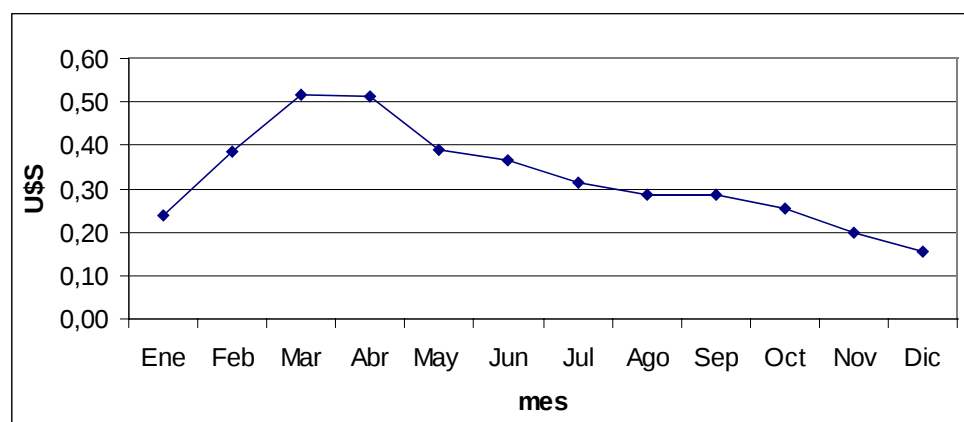
CUADRO 4: Volúmenes anuales de importación y exportación de zanahoria.

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Importaciones (ton)	3126	2834	1853	2804	5839	3747	3190	168
Exportaciones (ton)	0	59.1	1.7	0.4	0	0	0	0

Fuente: Anuario Estadístico Agropecuario 2004 -DIEA-MGAP.

Según datos de la CAMM (2005), los mayores volúmenes de zanahoria se importan en el semestre febrero – julio, coincidente con el período de cosecha y comercialización de las zanahorias anuales (Cuadro 4). Esto indica que la producción nacional de zanahorias anuales no es suficiente para satisfacer la demanda interna durante estos meses.

Es de interés prestar atención a la evolución que han registrado los precios de la zanahoria en el mercado local durante los últimos 5 años, donde se evidencia el impacto causado por el incremento del valor del dólar a mediados de 2002, que provocó una fuerte caída en los precios expresados en esa moneda. También resulta importante conocer la variación de los precios que ocurren a lo largo del año, pudiéndose observar un pico de alza durante los meses de marzo y abril, momento en que la oferta es escasa debido a las dificultades que ofrecen las siembras de verano. Así lo muestra la siguiente figura.



Fuente: JUNAGRA (2005)

FIGURA 1: Evolución mensual de los precios de zanahoria, promedios del período 2000-2005 (en U\$S)

En el taller de la Mesa Nacional de la Zanahoria, se diagnosticaron los principales problemas tecnológicos de la producción nacional de Zanahoria, la cual se dice que carece de competitividad a nivel nacional y regional, debido entre otras causas al bajo nivel de calidad del producto y los bajos rendimientos⁶.

2.2.3 Características de la especie.

2.2.3.1 Taxonomía.

La especie *Daucus carota* L. abarca diferentes tipos y formas, tanto silvestres como cultivadas, que conforman un conjunto muy amplio de variantes con un número cromosómico $2n = 18$. Entre las formas silvestres, muchas se reconocen como malezas frecuentes en todo el mundo (Rubatzky et al., 1999). Oliva (1987), afirma que las plantas domesticadas y silvestres de zanahoria constituyen un complejo conjunto de variabilidad que se cruzan entre sí con facilidad, generando numerosas formas intermedias. Dentro de estas formas, las cultivadas o domesticadas (orientales y occidentales) se diferencian de las silvestres por sus raíces comestibles.

IPGRI (1998), hace una clasificación natural de las principales subdivisiones del conjunto *Daucus carota*, reconociendo la existencia de dos grupos de subespecies: *gingidium* y *carota*. En este segundo grupo se incluyen subespecies de plantas silvestres y cultivadas. Las zanahorias cultivadas se reconocen por poseer raíces muy pigmentadas, carnosas, comestibles y quebradizas, que corresponden a la subespecie *sativus*, donde se incluyen los tipos orientales (variedad *atrorubens*) y occidentales (variedad *sativus*).

Small, citado por Rubatzky et al. (1999), basado en sus análisis taxonómicos numéricos, establece que los tipos cultivados de zanahoria (orientales y occidentales) presentan un espectro ininterrumpido de variantes, sin un claro límite de separación. También afirma que es una especie rica en variación genética.

Las zanahorias occidentales (*D. carota* subesp. *sativus* var. *sativus*) se caracterizan por sus órganos de almacenamiento color anaranjado y por su follaje verde amarillento muy escindido y con una relativamente baja pubescencia. Son el tipo predominante, están difundidas por todo el mundo excepto en Asia, donde se cultivan las orientales. En este continente se han realizado cruzamientos entre ambos tipos, encontrándose con frecuencia formas intermedias (IPGRI, 1998).

⁶ Guidobono, N. 2001. Taller de Análisis de problemas y planificación de estrategias y actividades en el rubro Zanahoria. Canelones, Mesa Hortícola Predeg/MGAP. (Sin publicar).

2.2.3.2 Organología y fenología.

La raíz es el órgano de reserva, de color anaranjado en el caso de las zanahorias occidentales. Existen varios tipos de cultivares, que se clasifican por las características morfológicas de la raíz. Oliva (1987) hace referencia a la diversidad de formas de raíz que existen entre los diferentes cultivares de zanahoria, variando desde las cilíndricas hasta las cónicas. Lo mismo ocurre con la longitud de las raíces comerciales, que puede oscilar entre los 10 y 30 centímetros.

IPGRI (1998) reconoce once tipos de forma de raíz, entre las que se mencionan Imperator y Nantes (cilíndricas), Chantenay (intermedia), Danvers y Flakkee (cónicas). Entre los cultivares de verano conocidos en el Uruguay, Kuroda se asemeja a los tipos Chantenay, y Brasília a los tipos Nantes, de acuerdo a la forma de sus raíces (Rubatzky et al., 1999).

Rubatzky et al. (1999), mencionan la tendencia a la floración prematura o “bolting” como un criterio más para la clasificación de cultivares, reconociéndose dos categorías: las templadas, y las subtropicales. Los cultivares subtropicales presentan floración prematura si son cultivadas en áreas templadas, a causa de las bajas temperaturas y/o del fotoperíodo. Esto determina que sean cultivadas durante el verano en áreas templadas, y en invierno en zonas más cálidas. En este grupo se incluye a los cultivares Kuroda y Brasília. Entre los cultivares templados se destacan Nantes, Danvers y Chantenay.

En su primer año, las zanahorias forman una roseta de hojas, y comienzan a engrosar su raíz principal por la acumulación de sustancias de reserva, dando origen al producto comestible (Oliva, 1987). García (2002) reconoce dos etapas durante la fase vegetativa, en la cual se produce la raíz comercial. Durante la primera etapa, ocurre el desarrollo de raíces absorbentes y de hojas, con alta producción de carbohidratos y división celular; mientras que en la segunda se produce el engrosamiento de la raíz principal por la acumulación de carbohidratos y agua, comenzando por la zona superior de la raíz y finalizando en la punta.

Según Oliva (1987), el color interno y externo de las zanahorias occidentales domesticadas oscila entre anaranjado claro y anaranjado rojizo, distribuido mas o menos uniformemente. Una raíz de buen color tiene entre un 5 y 10 % de xantofilas y un 90 a 95% de carotenos, cuya concentración es mayor en el floema o corteza que en el xilema o cilindro central, y en la porción superior próxima al tallo respecto de la inferior.

2.2.3.3 Biología reproductiva.

Para comprender los métodos y técnicas utilizadas en el mejoramiento genético de zanahoria, es de importancia conocer los aspectos principales de su morfología y biología floral.

La inflorescencia está formada por umbelas muy densas, que aparecen secuencialmente y en posición terminal, encontrándose en cada planta una umbela principal o de primer orden, que corresponde al tallo principal, cuya totalidad de flores son hermafroditas (Oliva, 1987). Vigliola, citado por García (2002), afirma que el tallo se desarrolla a partir de la yema apical de la corona, pudiendo alcanzar una altura de 1 a 1,5 metros. Este vástago se ramifica, produciendo umbelas de segundo, tercer y hasta séptimo orden. La cantidad de ramificaciones y de umbelas es diferente según las plantas y las condiciones del ambiente. La umbela principal es la más grande, la que produce más semillas, más grandes y de mejor calidad, aunque el aporte del conjunto de las umbelas de segundo orden supera el 50 % del total de semillas producidas en la planta (Oliva, 1987).

Según Rubatzky et al. (1999), existe una importante variabilidad en el tamaño y peso de las semillas de zanahoria, dependiendo del orden de la umbela en que se originaron y del cultivar, oscilando entre las 500 y las 1000 semillas por gramo.

El fruto de la zanahoria es un esquizocarpo o diaquenio, formado por dos *aquenios* aplanados en la cara que los une. Estos aquenios se separan en la madurez, y cada uno constituye lo que normalmente se denomina semilla (Oliva, 1987).

Con referencia a las formas de reproducción, los tipos cultivados y silvestres de zanahoria presentan gran facilidad para cruzarse entre sí, lo cual ha generado un importante conjunto de variabilidad. Es una especie bianual de fecundación cruzada, con polinización entomófila o anemófila, que puede comportarse como anual según el manejo que se haga. No muestra un sistema de autoincompatibilidad pero sí una severa depresión por endocría, así como una notable expresión de la heterosis producida por la hibridación (Rubatzky et al., 1999).

Según Oliva (1987), la zanahoria es una planta andromonoica, cuyas umbelas se integran por varias umbélulas compuestas por flores hermafroditas y flores masculinas. Entre ellas, existen flores hermafroditas funcionalmente estériles con ovario poco desarrollado, y flores masculinas funcionalmente estériles. La antesis en cada umbela dura unos seis días y medio, lo que debido a la continua aparición de nuevas umbelas, extiende el período de floración en cada planta por más de un mes. La liberación de polen en cada flor dura uno o dos días, y el estigma recién se vuelve receptivo al cuarto día de la antesis. Este mecanismo natural que impide la autopolinización se denomina dicogamia protándrica.

Rubatzky et al. (1999), mencionan que las flores típicas son hermafroditas o perfectas, y que la dehiscencia de las anteras y la caída de estambres en cada flor ocurren antes que el estigma sea receptivo. También mencionan que el período de floración puede prolongarse por una o dos semanas en cada umbela, y que la fase reproductiva de la planta puede durar entre 30 y 50 días. El desarrollo floral es centrípeto, donde la antesis comienza por las flores periféricas de la umbela.

En casi todas las zanahorias silvestres y cultivadas existen plantas que presentan gametos masculinos no funcionales, fenómeno controlado por un sistema genético complejo llamado androesterilidad (Oliva, 1987). La androesterilidad es usada para la producción de semilla híbrida, y que presenta dos expresiones fenotípicas diferentes: flores de anteras marrones, y flores petaloides². Rubatzky et al. (1999) mencionan el descubrimiento de dos tipos diferentes de androesterilidad: la génica y la citoplasmática, que ha proporcionado un sistema para la producción de híbridos comerciales.

2.2.4 Mejoramiento genético.

Para poder avanzar o innovar en el proceso de mejoramiento genético, es necesario el acceso a nuevas fuentes de variabilidad, a partir de introducciones o intercambios con otros países o por medio de colectas en centros de diversidad del cultivo. A partir de esto, se incrementan las posibilidades de encontrar características específicas de interés, como resistencia a enfermedades, plagas, o estrés ambientales (Berretta et al., 2001).

Los factores que definen la productividad del cultivo han sido los principales objetivos del mejoramiento genético de zanahoria. Mas recientemente se ha dado mayor importancia a las características de calidad de la raíz, en especial aquellas que la hacen visualmente más atractiva (Rubatzky et al., 1999).

Para Oliva (1987), las características externas de la raíz no son los únicos factores determinantes de la calidad del producto para su comercialización, sino que además existen otros caracteres de importancia como el color interno, el porcentaje de xilema, y las propiedades organolépticas. Este autor hace referencia a la forma y el tamaño de las raíces, a la resistencia genética a plagas y enfermedades, y a las aptitudes para la conservación. Describe también algunos atributos a los cuales se puede aportar desde el mejoramiento genético para aumentar la calidad para el mercado de consumo en fresco, tales como el cilindro central reducido (alta proporción floema / xilema), intensidad y uniformidad del color, buena textura superficial, y contenido de azúcares y carotenos.

CUADRO 5: Características de importancia para el mejoramiento genético de zanahoria (Rubatzky et al., 1999).

FLORACIÓN	- Baja tendencia a la floración prematura
PARTE AÉREA	- Emergencia rápida de hojas verdaderas - Buen desarrollo foliar (no excesivo)
RAÍZ (parte externa)	- Ausencia de ramificaciones y rajado - Longitud y forma uniformes - Superficie lisa, raíces secundarias pequeñas - Ausencia de hombro verde - Hombro levemente redondeado - Color naranja brillante
RAÍZ (parte interna)	- Corazón pequeño (xilema) - Ausencia de coloración verdosa interna (corazón verde) - Uniformidad del color anaranjado de xilema y floema
RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES	Alternaria, Cercospora, Bacteriosis Mosca de la zanahoria, minadores de hojas

2.2.4.1 Caracteres relacionados con la calidad comercial de la raíz.

Las características agronómicas ideales de un cultivo son definidas por los productores, técnicos, y consumidores del mismo (Querol, 1988). En el caso de la zanahoria, la calidad comercial de las raíces es un factor determinante de las posibilidades de comercialización del producto y del precio que recibirá el productor.

Las exigencias del mercado por productos de apariencia visual agradable han llevado a la creación de cultivares que presentan muy buenos atributos, entre ellos la uniformidad de las raíces. Las variedades introducidas para la siembra de verano, principalmente Kuroda, presentan una mayor calidad comercial respecto al color interno y externo, textura de la raíz y uniformidad del producto (González Idiarte, 1999).

El Área de producción y Comercialización de la Comisión Administradora del Mercado Modelo ha definido algunos estándares de calidad para la zanahoria, donde son señalados los defectos críticos y no críticos, las clases de calibres y las unidades para la comercialización (CAMM, 2005).

CUADRO 6: Defectos y clases de calibre para la comercialización de zanahoria en el Mercado Modelo.

DEFECTOS CRÍTICOS	DEFECTOS NO CRÍTICOS	CLASES DE CALIBRE
-------------------	----------------------	-------------------

Podredumbre Herida, daño o lesión grave (incluye rajados o grietas y daños de insectos)	Mancha (incluye hombro verde) Crecimientos secundarios Herida, daño o lesión leve Deformado Área leñosa	Extragrandes (> a 50 mm) Grandes (35 a 50 mm) Medianas (25 a 35 mm) Chicas (< a 25 mm)
--	---	---

Fuente: Área de Producción y Comercialización, CAMM (2005).

Para el largo de raíz se admiten variaciones siempre que no superen los 50 mm de diferencia. Normalmente, las raíces se clasifican en tres o cuatro categorías (García, 2002). Aldabe (2000) menciona que las raíces de mayor calidad tienen un diámetro entre 2,5 y 5 centímetros, un largo entre 15 y 18 centímetros, y un peso de 150 a 200 gramos.

Para Rubatzky et al. (1999), raíces de alta calidad deben poseer una alta proporción de floema con relación al xilema o “corazón”. Mencionan que aunque no es posible obtener una raíz “sin corazón”, algunos cultivares tienen una baja proporción de xilema. Cuando éste presenta un color de intensidad similar al floema, las raíces aparentan no tener corazón (“coreless”). Oliva (1987) afirma que generalmente el floema constituye el 60 % del peso fresco total de la raíz.

2.2.4.2 Efectos del ambiente sobre las características determinantes del rendimiento y la calidad.

Oliva (1987), describe las características más importantes de la calidad de la raíz, y los efectos de la interacción genotipo – ambiente en la expresión fenotípica de la zanahoria. Como el ambiente juega un papel muy importante en la alta variabilidad encontrada en la expresión de algunos caracteres en las PL, es de gran importancia discriminar cuanto de la variación fenotípica puede deberse a causas genéticas, y cuanto a la influencia del ambiente.

Entre los caracteres cuya expresión está influenciada de manera importante por aspectos genéticos se destacan: la tasa de crecimiento, la forma de la raíz, la presencia de hombro verde, los colores interno y externo de la raíz, la tendencia a la floración prematura y la uniformidad global de las raíces. La variación en la forma de la punta y de los hombros de las raíces de zanahoria está influenciada por el cultivar, las condiciones del ambiente y el estado de desarrollo de la planta (Rubatzky et al., 1999).

La intensidad del color de las raíces depende de su contenido de carotenoides, los cuales se incrementan con la edad de las raíces, y son más elevados en el floema que en el xilema; las raíces con mayor contenido de materia seca son más coloreadas. Los cultivos sembrados a alta densidad alcanzan más rápidamente la madurez, y presentan mas carotenoides que los cultivos más espaciados. Las condiciones de alta humedad y bajos contenidos de aire en el suelo ejercen una influencia negativa sobre el color,

quedando las raíces pálidas. Lo mismo ocurre por efecto de las bajas temperaturas, como sucede con las zanahorias cultivadas en el invierno. El rango óptimo de temperaturas para lograr una buena pigmentación de raíces es de 15 a 21 °C, cuando superan este rango también ocurren problemas de color (Oliva 1987, Rubatzky et al. 1999).

La proporción floema / xilema puede ser alterada por condiciones culturales, existiendo además una alta variabilidad entre y dentro de los cultivares, lo que permite mejorar este carácter a través de la selección. El contenido de sólidos solubles es otro carácter que es afectado por el ambiente. Las zanahorias cosechadas en estación cálida contienen más sólidos solubles y totales: sacarosa, azúcares reductores y materia seca (Oliva, 1987).

Con respecto al tamaño, forma y rendimiento de raíces, es posible aumentar la capacidad de rendimiento de los cultivares a través de la selección, a pesar que estos caracteres son muy afectados por las condiciones del ambiente, como la humedad y la temperatura. El peso, diámetro y longitud de las raíces se incrementan con su edad, obteniéndose las formas más deseables con las cosechas tempranas. La germinación de la semilla y las condiciones en que se desarrolla la planta compitiendo con las demás son determinantes de su tamaño final. Las condiciones del suelo inciden en la forma y tamaño de la raíz. En suelos muy compactados o mal estructurados las zanahorias producen menores rendimientos, los cuales mejoran cuando se agregan abonos orgánicos y el contenido de humedad es adecuado. La temperatura óptima para el crecimiento de las raíces oscila entre los 20 y 24 °C, valores superiores producen raíces cortas, mientras que los inferiores provocan alargamiento de las raíces, siendo más cónicas y puntiagudas. Una alta densidad de plantación genera raíces cilíndricas, cortas y de punta obtusa. Estas formas son más suculentas y jugosas, pero menos adaptables que las cónicas a las condiciones desfavorables de crecimiento (Oliva, 1987).

Con relación a los defectos, se encuentran variaciones genéticas para las rajaduras, bifurcaciones y deformaciones, aunque también son influenciados por el ambiente. La tendencia al rajado de raíces estaría controlada por un gen dominante simple, que se expresa fuertemente cuando ocurren cantidades excesivas de sustancias nitrogenadas o cuando se planta a densidades muy bajas. El bifurcado está muy relacionado con las condiciones físicas del suelo, favoreciéndose su expresión en suelos muy pesados o compactados. También se manifiesta en cultivos sembrados a bajas densidades. Por último, la presencia de hombro verde es consecuencia de descarte en la selección de raíces, e incluso también para la comercialización e industrialización. El hombro verde se produce por efecto de la acción de la luz solar sobre el extremo superior de las raíces, en especial en aquellas zanahorias que tienen tendencia a sobresalir del suelo durante su crecimiento, que desarrollan clorofila en la epidermis y el cambium. El hecho de que algunos cultivares no lo manifiesten o lo hagan mínimamente sugiere que es un carácter de heredabilidad baja, estimada en un 25 %, lo que dificulta el mejoramiento por selección masal (Oliva, 1987).

2.2.4.3 Estudios sobre variabilidad genética en zanahoria.

En diversas partes del mundo se han realizado investigaciones para estudiar la variabilidad genética de las zanahorias cultivadas, para diversas características de importancia. Según Oliva (1987), la variabilidad con que se expresan muchos caracteres dentro de un mismo cultivar de zanahoria, en muchos casos es más amplia que entre cultivares distintos.

En Brasil, Vieira et al. (2005) evaluaron la germinación, vigor y el peso de semilla de 74 progenies de medio hermanos de una población de zanahoria Brasilia, para estudiar la variabilidad y las relaciones genéticas entre las tres características. Se encontraron diferencias significativas entre las progenies para todas las características. Los valores de heredabilidad y la variabilidad genética fueron altos entre progenies, lo que sugiere que es posible mejorar la calidad fisiológica de la semilla mediante la selección por métodos simples combinados con el uso de índices de selección.

Grzebelus et al. (2001), estudiaron la variabilidad genética de 26 accesiones de zanahoria mantenidas en el banco de genes de Polonia, conjuntamente con cinco cultivares polacos, utilizando marcadores RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). Se identificaron 34 marcadores, y se agruparon las accesiones similares, formándose seis grupos que muestran distancias genéticas entre sí.

Estudios sobre la variabilidad genética y heredabilidad en zanahorias se realizaron en la India (Tewatia y Dudi, 1999). Se relevaron 26 genotipos de zanahoria cultivados en Hisar en 1997, registrándose información sobre variabilidad y heredabilidad a partir de los datos de peso, largo y diámetro de la raíz, peso y altura del follaje, relación raíz / follaje y número de hojas. La variabilidad encontrada fue alta para el peso de la raíz, el peso del follaje y la relación raíz / follaje, en tanto los mayores valores de heredabilidad correspondieron al largo de raíz y la altura del follaje.

En 1999, Kotlinska et al. (2002) caracterizaron 19 variedades locales de Eslovaquia, Ucrania y Polonia, para 43 caracteres morfológicos y agronómicos de importancia económica. Se encontró una alta variabilidad entre los materiales para algunas características. Las raíces presentaron longitudes de entre 9,4 y 24 cm, y diámetros de 2,9 a 4,5 cm. El diámetro del xilema varió entre 1,1 y 2,4 cm. El peso promedio de las raíces varió entre 69 gr en una accesión de Ucrania, y 131 gr en una accesión de Eslovaquia.

2.2.4.4 Programas que utilizan PL en Brasil y Argentina.

Algunos países de la región han desarrollado variedades a partir de PL cuyos atributos menos favorables han sido objeto del mejoramiento genético desarrollado por instituciones públicas.

En Brasil, la empresa estatal de investigaciones agropecuarias EMBRAPA ha desarrollado variedades de polinización abierta a partir de colectas de PL de zanahoria realizadas en el año 1976 en el municipio de Río Grande, estado de Río Grande do Sul. “Brasilia” fue el primero de ellos, utilizándose el método de selección recurrente, basada en el desempeño de progenies de medio hermanos a lo largo de cuatro ciclos de selección previos a su lanzamiento. Se caracteriza por presentar un follaje vigoroso, de color verde oscuro, y de porte medio. Las raíces son cilíndricas, de color naranja claro variable, con baja incidencia de hombro verde y hombro púrpura, alcanzando longitudes de 15 a 20 centímetros y un diámetro de 2 a 3 centímetros. Presenta resistencia al calor, tolerancia a *Alternaria dauci* y resistencia a la floración prematura en las siembras tempranas. En el sur del Brasil la época de siembra es el verano, de diciembre a abril; el ciclo dura entre 85 y 100 días. Esta variedad se ha difundido en gran parte del Brasil por su buen comportamiento en la estación para la que fue creada (EMBRAPA, 2005).

Años después, EMBRAPA generó un nuevo cultivar a partir de un cruzamiento entre los cultivares Brasilia, Kuronan, y una población de ocurrencia natural colectada en Río Grande do Sul. El nombre que se le dio es “Alvorada”, y presenta mejores atributos que Brasilia para las características de calidad visual de la raíz, como ser color interno más uniforme entre xilema y floema, y menor incidencia de hombro verde. También fue mejorado el contenido de carotenoides totales, y la resistencia a nemátodos formadores de agallas (EMBRAPA, 2005).

En Argentina, La Estación Experimental INTA San Juan desarrolla trabajos de investigación en el marco del Módulo Mejoramiento Genético y Producción de Semillas del Proyecto Nacional Zanahoria INTA, cuya finalidad es mejorar y diversificar la oferta varietal, aumentando rendimientos y calidad del producto y posibilitando el acceso a nuevos mercados. El primer cultivar de zanahorias anuales creado en ese país se llamó “Zanahoria Criolla INTA”. Desde 2002, se desarrolla un proyecto de recuperación de éste cultivar, para la obtención de nuevas variedades de zanahorias anuales mediante técnicas tradicionales de selección y mejoramiento genético. Como primer objetivo se apunta a recuperar las características originales de la variedad en cuanto a color, relación floema / xilema, textura, largo y diámetro de raíz. También se pretende obtener nuevos cultivares de zanahoria criolla que respondan a las exigencias del mercado en cuanto a forma, color, longitud de raíces y diámetro. En el año 2003 se producía semilla original de Zanahoria Criolla INTA y de 12 líneas experimentales (INTA, 2005).

2.2.4.5 Producción de cultivares híbridos.

Los cultivares híbridos presentan una ventaja indiscutible con respecto a la calidad del producto, logrando una mayor homogeneidad de forma y tamaño de las raíces, por lo que superan a las PL en las características de calidad visual como la homogeneidad y la intensidad del color, obteniendo elevados rendimientos comerciales de raíces de calidad superior (Oliva, 1987).

Según Rubatzky et al. (1999), el desarrollo de híbridos en el mundo ha llevado al reemplazo gradual de las variedades de polinización abierta (VPA) por estos materiales, principalmente en Europa y Estados Unidos. Las VPA continúan siendo utilizadas por los agricultores cuando no se requiere de las ventajas de los híbridos, o cuando no se justifican los elevados costos de ésta semilla.

Uno de los problemas que presenta la producción de cultivares híbridos son los bajos rendimientos de semilla que se obtienen, a causa de la pérdida de vigor de los padres. Según Rubatzky et al. (1999), producen un 20 a 40 % menos cantidad de semilla que las VPA, pero son más vigorosas y homogéneas.

2.2.5 Tipos cultivados en el Uruguay.

La zanahoria es una especie que se comporta como anual o bianual, dependiendo de la variedad y de las características climáticas del ambiente donde se cultiva. En el Uruguay es habitual el cultivo de ambos tipos, en épocas diferentes, de acuerdo a las condiciones climáticas de nuestro país.

Aldabe (2000) hace una clasificación de los cultivares que se plantan en el Uruguay. Entre los bianuales incluye a Scarla, Colmar, Flakee, Platina, Chantenay y Nantes. Los anuales, en tanto, se discriminan según el origen de la semilla: de semilla importada, y de semilla producida en el país (PL).

De acuerdo a los datos aportados por las empresas comercializadoras de semillas, los cultivares importados disponibles para las siembras de verano-otoño 2005/06 fueron New Kuroda, Kuroda Bonanza, Bonanza especial F1, Brasilia Sakata y Tito. Ninguna empresa comercializó semilla de zanahoria de origen nacional.

Para las siembras de verano en que se utilizan materiales importados, los cultivares tipo Kuroda son los más difundidos. Son originarios del Japón, presentan resistencia al calor y resistencia bajo cultivo al tizón de hojas causado por el hongo *Alternaria dauci* (EMBRAPA, 2005).

Según García (2002), las formas anuales se caracterizan por tener las fases vegetativa y reproductiva en el mismo año de su plantación, produciendo semilla en el primer año. Para las bienales, en las condiciones del país, ambas fases se dan en dos años. La fase

reproductiva comienza cuando la inducción floral es provocada por las bajas temperaturas del invierno, desarrollándose el tallo floral durante el primer año en las anuales, o en el segundo año en las bienales. Para el Uruguay, tanto Aldabe (2000) como García (2002), mencionan que la floración en los cultivares anuales se induce con la acumulación de sólo 500 a 1000 horas de frío (horas con temperaturas inferiores a 10 °C), mientras que en las bianuales ocurre cuando reciben entre 2000 y 2500 horas de frío a partir de que emitieron unas 6 a 8 hojas. Estas últimas normalmente no florecen en su primer año, debido a las condiciones locales de inviernos suaves. En las anuales, la floración ocurre en primavera, cuando comienzan a aumentar las temperaturas y se alargan los días.

Los tipos bianuales se plantan en la estación invernal, aunque algunos híbridos pueden ser cultivados durante todo el año. Las siembras de estos cultivares se hacen entre fines de marzo y octubre, cosechándose entre junio y enero. La mayoría tienen un ciclo largo, que dependiendo de la época de siembra y del cultivar, varía entre los 100 y los 160 días.

2.2.6 Caracterización del manejo para las variedades anuales de verano-otoño.

Aldabe (2000) y García (2002), citan como época de siembra de los tipos anuales (nacionales e importados) el período que va desde inicios de noviembre hasta mediados de marzo, cosechándose entre los meses de febrero y agosto. El cultivo cumple su ciclo en un período de entre 90 y 120 días. Se utilizan densidades de siembra de entre 2 y 3 kg de semilla por hectárea, obteniéndose poblaciones de entre 100 y 160 plantas por metro, según el sistema empleado (en filas o al voleo). Generalmente son cultivos regados y cubiertos por espartillo en su etapa inicial. Dogliotti y Tommasino(1991) afirman que las PL de zanahoria no se cultivan en el otoño debido a su alto porcentaje de florecimiento prematuro.

Los suelos sueltos, profundos, fértiles y con buena capacidad de almacenamiento de agua son los más favorables para la producción de zanahorias de calidad. Según resultados de trabajos publicados por García (2002), donde se evaluó el cultivo en dos tipos de suelos, los vertisoles manifestaron un mayor potencial productivo que los brunsoles, bajo diferentes condiciones de manejo con abonos orgánicos.

En las siembras de verano resulta más difícil obtener una buena población de plantas, requiriéndose el uso de espartillo sobre el suelo hasta su emergencia para protegerlas del sol fuerte. Los riegos frecuentes también favorecen el crecimiento de estos cultivos. Las densidades de siembra son mayores en el verano debido a las dificultades para la emergencia. La siembra se hace sobre canteros de 1.2 a 1.4 m de ancho, al voleo o en líneas, a una profundidad de 2 a 2.5 cm para las siembras de verano. Las siembras al voleo suelen ser poco uniformes y afectan el rendimiento y la calidad del cultivo,

mientras que las siembras en líneas aprovechan mejor el espacio, mejorando la calidad y el volumen de las cosechas. Para siembras en línea, suelen hacerse 4 o 5 líneas separadas 20 a 30 centímetros, con 12 a 15 plantas por metro lineal, lográndose una densidad de entre 350 mil y 400 mil plantas por hectárea. Las siembras de verano requieren de riegos frecuentes, especialmente en la etapa inicial del cultivo que va desde la emergencia hasta que las plantas tienen de 4 a 6 hojas. Entre las enfermedades más frecuentes se mencionan viruela y alternariosis, que aparecen con tiempo cálido y húmedo, o cuando las plantas sufren estrés, causando pérdidas de follaje que bajan los rendimientos (Aldabe, 2000).

García (2002), menciona para el sistema de siembra en líneas, densidades de entre 120 y 160 plantas por metro cuadrado, en canteros de 1 a 1.5 metros de ancho. Entre las enfermedades más frecuentes del cultivo, hace referencia a la podredumbre húmeda, tizones (bacteriano, *Alternaria dauci* y *Cercospora carotae*), y la podredumbre negra causada por *Stemphyllium radicum*. Los problemas sanitarios más frecuentes entre los cultivos de zanahoria de verano en el sur del país son los tizones foliares causados por *Alternaria sp.* y *Cercospora carotae*.⁴ El gorgojo de la zanahoria (*Listronotus dauci*) es la plaga más problemática, pero afecta principalmente los cultivos de zanahorias bianuales.

Aldabe (2000) afirma que entre los productores comerciales pueden lograrse rendimientos de entre 15 y 20 mil kilos por hectárea, llegando a alcanzarse hasta 30 mil kilos por hectárea. Los descartes generalmente no superan el 10 % del total.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 COLECTA DE MATERIALES.

3.1.1 Colecta de las PL.

La colecta de las PL se llevó a cabo en los departamentos de Canelones y San José. Con la colaboración de técnicos asesores y técnicos de la JUNAGRA, se identificaron productores que producen su propia semilla de zanahoria desde hace años. Las expediciones de colecta se realizaron en el período comprendido entre los días 4 y 13 de febrero del año 2004. Se colectaron 16 PL, obteniéndose muestras de semilla de entre 150 y 400 gramos.

CUADRO 7: Nombre de los productores y localización de los predios.

PL	PRODUCTOR	DIRECCIÓN	LOCALIDAD
1	Miguel Guarisco	R 101 km 24,5 (Cno. San Juan)	Aeropuerto (Canelones)
2	Mario González	Cno. Rincón de Pando	Rincón de Pando (Canelones)
3	Miguel Vidal	R 8 km 38 (Cno. Vilar)	Empalme Olmos (Canelones)
4	Juan González	R 8 km 38 (Cno. Vilar)	Empalme Olmos (Canelones)
5	Juan Naya	R 7 km 35	Totoral (Canelones)
6	Juan Brian	R 7 km 36,5	Totoral (Canelones)
7	Roberto Ferrari	R 6 km 42	Matasiete (Canelones)
8	Luis Fernández	R 6 km 41,5	Matasiete (Canelones)
9	Elbio Gutiérrez	R 6 km 41,5	Matasiete (Canelones)
10	Sergio Fachola	R 82 km 54	Pantanoso del Sauce (Canelones)
11	Níber Becaría	R 86 km 51	Costas de Pando (Canelones)
12	Miguel Montenegro	R 11 km 132	Costas de Pando (Canelones)
13	Omar Bragúndez	R 11 km 127	Costas de Pando (Canelones)
14	Jorge Rodríguez	R 1 vieja km 32, calle Espínola	Rincón de la Bolsa (San José)
15	Oscar Berruti	R 6 km 46	Santa Rosa (Canelones)
16	Heber Hernández	R 11 km 114	La Paloma (Canelones)

3.1.2 Datos pasaporte y entrevistas.

Para cada productor, en el momento de colectar la semilla, se registraron los datos pasaporte y se lo entrevistó. El objetivo central de las entrevistas es obtener mayor información acerca del material genético colectado, recogiendo el conocimiento, la experiencia y las impresiones de los agricultores que las han manejado, con énfasis en los criterios utilizados para la selección de raíces y en el manejo del cultivo semillero.

Fueron entrevistados 15 productores, mediante visitas a los establecimientos realizadas entre marzo de 2004 y marzo de 2005. Por diversas dificultades no pudo concretarse la entrevista con el Sr. Mario González (PL 2). Sobre la base de la ficha de colecta de germoplasma sugerida por Querol (1988), se diseñó una planilla de entrevista de carácter semi abierto, con algunas preguntas preestablecidas y otras que fueron surgiendo durante el diálogo con cada productor. Se hizo énfasis en el registro de las observaciones particulares que sobre sus materiales hicieron los productores durante la entrevista, especialmente las ventajas y desventajas de su PL en comparación con las variedades comerciales importadas. La duración de la entrevista no excedió de una hora.

Los ejes principales de la planilla de entrevista son:

- Datos Generales (Datos Pasaporte)
- Datos del productor y del establecimiento.
- Datos del material colectado (Semilla)
- Criterios para la selección de raíces.
- Manejo del cultivo.
- Manejo del semillero.
- Observaciones.

El modelo de planilla de entrevista, denominada “Ficha de Colecta”, se presenta en el Anexo. Se hicieron algunas preguntas complementarias a aquellos agricultores que manifestaron haber cruzado su material con otras variedades importadas o con otras PL, con el fin de conocer con mayor detalle el procedimiento empleado (ver Anexo).

3.2 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS MATERIALES GENÉTICOS.

3.2.1 Prueba de germinación.

La información y las técnicas empleadas para la prueba de germinación se basan en las reglas internacionales para la evaluación de semillas de ISTA (Draper, 1985), donde se establece para zanahoria: semilla colocada sobre papel; luz, y temperatura de 20 °C. Los conteos de germinación deben realizarse a los 7 y 14 días.

En la prueba de germinación se hizo un diseño de bloques completos al azar, para las 16 PL colectadas (16 tratamientos), con 3 repeticiones para cada una (Bloques I, II y III), totalizando 48 observaciones. Cada estante de la cámara de germinación se corresponde con un bloque. Previamente al experimento, se limpió la semilla que había sido entregada por parte de los productores.

Se utilizaron cajas de plástico con tapa desinfectadas con alcohol, colocándose papel absorbente completamente mojado como medio para la germinación, dejando drenar los excesos de agua. En su interior se colocaron 100 semillas de la PL correspondiente, escogidas al azar de la muestra colectada. Los germinadores se colocaron en una cámara de germinación con luz, a una temperatura media de 20 °C, con fluctuaciones ubicadas en el rango comprendido entre los 18 °C y los 22 °C.

Durante la Prueba de germinación se efectuaron dos controles, el primero a los 7 días, y el segundo a los 14 días. En cada control se consideraron como normales aquellas plántulas germinadas que no presentaron ningún tipo de defecto, y que se encontraban con los cotiledones totalmente desplegados (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, 1980).

En el primer control se contaron y extrajeron las plántulas normales, permaneciendo el resto para la última lectura. En ésta, se contaron las plántulas normales y las plántulas anormales, las semillas con infecciones primarias y las no germinadas. El porcentaje de germinación es la suma de las plántulas normales de la primera y segunda lectura, promediando las tres repeticiones.

3.2.2 Diseño del experimento.

La caracterización y evaluación agronómica de las PL se realizó en el Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, ubicado en Camino Folle sin número, próximo a la localidad de Progreso (departamento de Canelones, Uruguay).

Se eliminaron dos PL colectadas (Berruti y Hernández) por presentar germinaciones inferiores al 40 %. Fueron evaluadas 14 PL en comparación con dos testigos, tratándose de las variedades comerciales *Kuroda Bonanza* y *Brasilia*, de amplia difusión en el país para las siembras de verano, y dos materiales genéticos que provienen de un primer ciclo de selección realizado en el CRS de la Facultad de Agronomía a partir de la PL del Sr. Juan A. Medina, denominados CRS 1 y CRS 2.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Cada tratamiento corresponde a un material: 14 PL colectadas, 2 selecciones de una PL (CRS 1 y CRS 2), *Kuroda Bonanza* y *Brasilia*, totalizando 18 tratamientos y 72 parcelas. Las dimensiones de cada parcela fueron de 1,20 metros de ancho por 5 metros de largo. Para eliminar el efecto de borde, se sembró zanahoria en los extremos de cada cantero, al igual que en los bordes del ensayo.

A los efectos de facilitar la identificación de cada PL y de los testigos en el cultivo, se les asignó un número de tratamiento, los cuales se mantuvieron para las fases de caracterización, evaluación y análisis de resultados. Los números de tratamiento correspondientes se presentan en la figura 3, junto con el diseño del experimento (ver anexos).

3.2.3 Características del área de cultivo.

3.2.3.1 Descripción del perfil del suelo.

El ensayo de campo se realizó en el Campo experimental de Horticultura del CRS sobre un Brunosol Éutrico Típico con pendiente suave, cuyo perfil se describe a continuación.

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Transición	D. Aparente
A	0-20	Franco Limoso	Clara	1.30
Bt	20-50	Arcilloso	Gradual	1.35
BCK	50-70	Arcillo Limoso	Difusa	
Ck	+ 70	Arcillo Limoso a Franco Arcillo Limoso		

Fuente: Facultad de Agronomía, Cátedra de Edafología. Relevamiento de suelos del CRS 1997.

3.2.3.2 Análisis de suelo.

Previo a la instalación del ensayo se efectuó el análisis de suelo en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la División Suelos y Aguas del MGAP. Su resultado se detalla en el cuadro siguiente.

PH H ₂ O	pH KCl	% MO	P *	K **	Ca **	Mg **	Na **
5.6	4.8	2.7	>60	0.60	11.1	5.2	0.53

* Partes por millón.

** Miliequivalentes por 100 gramos de muestra.

> Mayor a.

3.2.3.3 Historia previa y manejo del suelo.

En el verano anterior (2002 - 2003) se cultivó boniato, dejándose luego el suelo en barbecho. Los canteros se levantaron en enero, agregándose 10000 kg / ha de cama de pollo al suelo. Antes de la siembra se aplicó Fosfato de Amonio (18-46-0) a una dosis de 100 kg / ha. Los canteros tienen una distancia de 1,60 metros entre centro y centro.

3.2.3.4 Manejo del cultivo.

La siembra manual se efectuó los días 9 y 10 de marzo de 2004, en 4 filas por cantero separadas a 20 centímetros entre sí. Cada parcela es una porción de cantero de 5 metros de largo por 1,20 metros de ancho, totalizando una superficie de 6 m². Se estimó una cantidad de 800 semillas por gramo (Aldabe, 2000). Se sembró a una densidad de 5 gramos por parcela (4000 semillas), que corresponde a unas 800 semillas por metro de cantero para todos los tratamientos, independientemente de su porcentaje de germinación. La alta densidad de siembra permitió asegurar una buena emergencia en todas las parcelas. Se dejó sin cultivar un espacio de 0,5 metros entre las parcelas de bloques adyacentes del mismo cantero.

Dos días después de culminarse la siembra se aplicó herbicida de preemergencia Linurón a una dosis de 1.5 lt / ha. A los 32 días de la siembra, con las plantas presentando 3 a 4 hojas verdaderas, se aplicó herbicida Sencor en las parcelas y caminos a una dosis de 0.5 lt / ha. El cultivo fue regado mediante un sistema de aspersores, con una frecuencia dependiente del contenido de agua del suelo.

Con el fin de uniformizar la densidad de plantas de todas las parcelas, se hizo raleo manual hasta dejar las plantas de la misma fila separadas 3 centímetros. Se obtuvo así una población aproximada de 132 plantas / m² (33 plantas por fila) equivalente a una densidad de 660 plantas por parcela. El raleo se fue haciendo por bloques, comenzando el día 36 hasta el día 50 después de la siembra. Se refertilizó con urea a los 60 días, a una dosis de 60 kg N / ha.

3.2.4 Utilización de los descriptores de la zanahoria.

3.2.4.1 Descriptores de caracterización.

Se consideraron descriptores de caracterización de la planta, y otros asociados a la calidad comercial de la raíz. Por tratarse de caracteres que presentan una alta heredabilidad, las observaciones deben hacerse sobre, por lo menos, 20 muestras representativas por material (IPGRI, 1998), no siendo necesario recurrir a métodos experimentales complejos. Se evaluó una muestra de tamaño:

$$n = \sqrt{N} \quad \text{donde: } n = \text{tamaño de la muestra, } N = \text{número de plantas por parcela}^3.$$

El número de plantas por parcela (N) se estimó en 660, resultando un tamaño de muestra (n) de 25 plantas por tratamiento. Las mismas fueron escogidas de los bordes de las parcelas del Bloque II, tratándose de plantas que crecían bajo condiciones normales de competencia, a una distancia de 2.5 cm de las más próximas. La porción central de las parcelas (de 3 metros de largo por 1.20 de ancho) se dejó intacta para la medición de los

rendimientos. A cada una de las 25 plantas que constituyeron la muestra por tratamiento, se le asignó un valor para los descriptores que se utilizaron. Todos estos fueron obtenidos y adaptados de IPGRI (1998), y de Galván ⁵, describiéndose a continuación:

- Coloración antocianínica en el pecíolo, mediante apreciación visual de la cara interna del pecíolo: *Coloración ausente (1), Coloración mediana (2), Coloración fuerte (3)*.
- Vellosidad del pecíolo, mediante apreciación visual: *Ausente (0), Presente (1)*.
- Vellosidad de la hoja, mediante apreciación visual: *Ausente (0), Presente (1)*.
- Inserción de la rama, mediante escala de apreciación visual: *Prominente (1), Intermedia (2), No prominente (3)*.
- Longitud de la raíz (cm), utilizando regla con escala milimétrica.
- Peso de raíz (gr), utilizando balanza de precisión (0.1 gramos).
- Diámetro de la raíz (cm), medido en el punto más ancho, usando calibre.
- Diámetro del xilema de la raíz (cm), medido en el punto más ancho, cortándose transversalmente la raíz para hacer la medición, utilizando regla milimétrica.
- Diámetro del xilema de la raíz con relación al diámetro total (% de xilema), hallado mediante la fórmula:

$$[\text{Diámetro del xilema de la raíz (cm)} / \text{Diámetro de la raíz (cm)}] * 100$$

- Forma de la raíz, mediante escala de apreciación visual: *Bifurcada (0), Cónica (1), Cilindro cónica (2), Cilíndrica (3)*.
- Forma de la punta de la raíz: mediante escala de apreciación visual: *Bifurcada (0), Aguda (1), Redondeada (2), Roma (3)*.
- Color de la piel de la raíz, mediante escala de apreciación visual: *Naranja pálido (0), Naranja medio (1), Naranja intenso (2), Colorada (3)*.
- Color del xilema en el punto de diámetro máximo, mediante escala de apreciación visual: *Blanco (1), Amarillo crema (2), Amarillo (3), Amarillo intenso (4), Naranja pálido (5), Naranja (6)*.

- Color del floema en el punto de diámetro máximo, mediante escala de apreciación visual: *Naranja pálido (0), Naranja medio (1), Naranja intenso (2), Colorada (3)*.
- Superficie de la raíz, mediante escala de apreciación visual: *Otros (0), Con hoyos (1), Rugosa (2), Lisa (3)*.
- Hombro verde, mediante apreciación visual: *Ausente, abarca menos de 5 mm (0), Presente, abarca más de 5 mm (1)*.
- Hombro púrpura, mediante apreciación visual: *Ausente, abarca menos de 5 mm (0), Presente, abarca más de 5 mm (1)*.
- Estiramiento o alargamiento de entrenudos (%): Para este carácter no se realizó muestreo. Se contabilizó el número de plantas que comenzaban el alargamiento de entrenudos, en siete fechas de observación a partir del día 140 hasta el día 210 desde la siembra, sólo en las parcelas del Bloque IV. En la última observación se contó también el número total de plantas que había en cada parcela, lo que permitió su expresión en términos de % de plantas con estiramiento.

3.2.4.2 Descriptores de evaluación.

Son aquellos descriptores cuya expresión es dependiente del medio ambiente, que para evaluarlos requieren métodos experimentales especiales. Los descriptores de evaluación que se estudiaron fueron obtenidos de IPGRI (1998), Galván ⁷ y CALAGUA.⁸

- Rendimiento Total: Se cosecharon todas las plantas de la porción central (3.6 m²) de cada parcela de los Bloques I, II y III; se les quitó el follaje, se lavaron las raíces y se pesaron en el laboratorio. El Bloque IV no fue cosechado por dificultades climáticas y operativas.
- Rendimiento Comercial: Luego de ser pesadas para determinar el rendimiento total, las raíces se clasificaron en 3 categorías:
 - *Primera*: raíces de 13 a 16 cm de largo, sin defectos.
 - *Segunda*: raíces de 7 a 13 cm de largo, sin defectos ó con pequeños defectos.
 - *Descarte*: raíces defectuosas, muy pequeñas o muy grandes, rajadas, bifurcadas, malformadas, picadas, etc.

⁷ Galván, G. 2004. Com. personal.

⁸ CALAGUA. 1987. Resultados del seguimiento de enfermedades en zanahoria. (Sin editar).

Las raíces de las categorías *Primera* y *Segunda* se pesaron separadamente en el laboratorio, el conjunto de ambas constituye el Rendimiento Comercial. Las raíces de la categoría *Descarte* se pesaron en laboratorio. Se contabilizaron el número de raíces descartadas para cada causa.

- Severidad de ataque de enfermedades foliares, para cuatro fechas: Se observó para las cuatro repeticiones de cada tratamiento. La tercer lectura (21 de junio) se hizo con tres evaluadores independientes, asignándose como valor el promedio las observaciones. Las otras tres lecturas se hicieron mediante dos evaluadores, que establecieron el valor asignado de común acuerdo. Se utilizó la siguiente escala de apreciación visual ⁸:

(1) *Ausencia de enfermedad.*

(2) *Hojas superiores -jóvenes- sanas y escasas lesiones en las hojas inferiores - viejas.*

(3) *Lesiones presentes en hojas superiores, y abundantes en hojas inferiores.*

(4) *Abundantes lesiones en hojas superiores y comienza muerte de hojas inferiores.*

(5) *Menos de la mitad (50%) de las plantas con hojas superiores e inferiores muertas.*

(6) *Más de la mitad (50%) de las plantas con hojas superiores e inferiores muertas.*

En la medida que se observaron síntomas, se llevaron muestras de los mismos para su diagnóstico en el Laboratorio de Fitopatología de la Unidad de Protección Vegetal de la Facultad de Agronomía. Para realizar los aislamientos se procedió a la desinfección superficial de la muestra colocándola en solución de hipoclorito al 2% durante 1 minuto, enjuagando luego con agua estéril. Fueron extraídos pequeños trozos mediante cortes con bisturí, de la zona de avance. Estos trozos se sembraron mediante técnicas estándar según el probable agente causal o para ambos cuando existieran dudas. Para bacterias se realizó un macerado del tejido afectado, sembrando en nutriente agar dextrosado (NAD) en forma de estrías para obtener colonias aisladas. Luego de obtener colonias puras se identificarán mediante pruebas bioquímicas (Lelliott y Stead, 1987). Para hongos se empleó medio agar malta acidificado (pH 4,5) con antibiótico sulfato de streptomycin (MA2). Una vez crecidas las colonias de hongos se procede a realizar repiques en medio agar papa dextrosado (PDA) hasta obtener cultivos puros. Estas colonias se identifican mediante observación bajo microscopio de sus estructuras vegetativas y/o reproductivas (Barnett et al., 1972).

- **Peso Fresco de las raíces y del follaje**, a los 140 días de la siembra: Se evaluaron 25 plantas extraídas de los bordes de cada parcela, en los 4 bloques. En el laboratorio se separó el follaje de la raíz de cada planta, para hallar el Peso Fresco de cada parte. Se utilizó una balanza de precisión 5 gramos procediéndose de la siguiente manera:
 - *Peso Fresco de follaje: se pesaron las partes aéreas de las 25 plantas, todas juntas.*
 - *Peso Fresco de raíces: se pesaron las 25 raíces, todas juntas.*
- **Peso Seco de las raíces y de la parte aérea**, a los 140 días de la siembra: Luego de ser pesados, los materiales frescos se acondicionaron en bandejas de aluminio debidamente identificadas, y se colocaron en una estufa para deshidratarlas a una temperatura media 60 °C (en un rango de 57-63 °C) durante 72 horas. Una vez deshidratadas completamente, se utilizó balanza de precisión 5 gramos para hallar:
 - *Peso Seco de follaje: se pesaron las partes aéreas deshidratadas de las 25 plantas, todas juntas.*
 - *Peso Seco de raíces: se pesaron las 25 raíces deshidratadas, todas juntas.*
- **Relación Raíz / Follaje (R/F)**: se halló para Peso Fresco y para Peso Seco, mediante el cociente:

$$\begin{aligned}
 - R/F (PF) &= PF \text{ raíz} / PF \text{ follaje} \\
 - R/F (PS) &= PS \text{ raíz} / PS \text{ follaje}
 \end{aligned}$$

Esta relación permite estimar la partición de la materia fresca y de la materia seca producida por las plantas escogidas en cada muestra de los 18 materiales, en el momento previo al inicio de la cosecha.

3.2.5 Análisis de los resultados.

3.2.5.1 Análisis de los descriptores de caracterización.

Dado un tamaño de muestra $n = 25$:

- Para aquellos descriptores de caracterización con variación continua, se halló la Media de la muestra y el Coeficiente de Variación:

Longitud de la raíz (cm), Peso de raíz (gr), Diámetro del xilema de la raíz con relación al diámetro total (% de xilema).

- Para algunos caracteres de variación discreta, se halló la Media de la muestra, las frecuencias relativas de cada categoría de valores posibles (dentro de la escala respectiva), y en algunos casos también se halló el Coeficiente de Variación:

Forma de la raíz, Forma de la punta de la raíz, Color de la piel de la raíz, Superficie de la raíz, Color del xilema en el punto de diámetro máximo, Color del floema en el punto de diámetro máximo

- Para los restantes caracteres de variación discreta, se hallaron únicamente las frecuencias relativas de cada categoría de valores posibles (dentro de la escala respectiva):

Inserción de la rama, Hombro verde, Hombro púrpura, Coloración antocianínica en el pecíolo, Vellosidad del pecíolo, Vellosidad de la hoja

3.2.5.2 Análisis de los descriptores de evaluación.

El análisis estadístico de los rendimientos se realizó utilizando los valores en kg/parcela. A los efectos de presentar los resultados, se convirtieron los rendimientos total y comercial a Kg/ha, mediante el procedimiento siguiente:

- Conociendo la distancia entre canteros (1.60 m) se halla el número de canteros en 100 metros ($100 \text{ m} / 1.60 \text{ m} = 62.5$ canteros).

- También se conoce el área cosechada de cada parcela ($3 \text{ m} * 1.20 \text{ m} = 3.6 \text{ m}^2$), estableciéndose una regla de tres para hallar la producción en un cantero de 100 m de largo por 1.20 m de ancho (120 m^2):

$$Kg/cantero = (120 \text{ m}^2 * kg/parcela) / 3.6 \text{ m}^2$$

- Finalmente, la producción por hectárea se halla mediante el producto:

$$Kg/ha = Kg/cantero * n^o \text{ canteros}$$

Para el análisis estadístico de los rendimientos total y comercial se trabajó con el programa SAS, utilizándose el procedimiento GLM para el análisis de varianzas. Para la detección de diferencias entre los tratamientos se realizó el test LSD (mínima diferencia significativa).

En el caso de la severidad de ataque de enfermedades foliares, se analizó únicamente la observación correspondiente a la fecha del 21 de junio, por tratarse del momento en el que mejor se evidenció el ataque de enfermedades en el cultivo. Se utilizó el programa SPSS para el análisis de varianza, mientras que para detectar diferencias entre tratamientos se trabajó con el método de comparaciones múltiples de Tukey.

Se halló la correlación existente entre el rendimiento total de los tratamientos y la severidad de enfermedades foliares de la observación del 21 de junio.

Para la relación raíz / follaje (PS) no se hizo análisis estadístico, sí se calculó la media y el coeficiente de variación de cada material.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 COLECTA Y ENTREVISTAS A LOS PRODUCTORES.

4.1.1 Características de los materiales genéticos colectados.

4.1.1.1 Origen de la semilla y manejo de los cruzamientos.

Las entrevistas realizadas a los productores permiten conocer las principales características de las PL colectadas. El cuadro 8 muestra un resumen de las mismas.

CUADRO 8: Características generales los materiales colectados.

PL	Origen de la semilla	Tiempo de multiplicación en el predio	Cruzamientos con otros materiales	Objetivo del cruzamiento	Observaciones
1	De la familia	> 40 años	No	-	-
2	-	-	-	-	No se entrevistó
3	Multiplicación de Kuroda*caseras	1 año	Kuroda x caseras	Recuperar semillero	Perdió semilla casera en 2003
4	De la zona (Rincón de Pando)	3 años	No	-	Multiplica semilla casera de un vecino
5	De la zona (Totoral)	12 años	Otras PL	Mejorar la calidad	-
6	De la zona (Totoral)	> 30 años	No	-	-
7	De la familia	> 30 años	Otras caseras	Mejorar la calidad	-
8	De la zona (Matasiete)	10 años	No	-	-
9	De la zona (Matasiete)	23 años	No	-	-
10	De la zona (Pantanoso)	12 años	Kuroda	Mejorar color interno	Cambió semilla casera por la de vecino
11	De la zona (Pantanoso)	3 años	Kuroda u Otras PL	Mejorar la calidad	Cambió semilla casera por la de vecino
12	De la zona (Costas de Pando)	9 años	No	-	-
13	Kuroda Takii	4 años	No	-	Cambió semilla casera por Kuroda
14	De Canelones	23 años	No	-	-
15	De la zona (Santa Rosa)	2 años	No	-	Multiplica semilla casera de un vecino
16	De la zona (Santa Rosa)	5 años	No	-	-

De los 15 productores entrevistados, 12 cultivan y multiplican materiales que han obtenido en la zona, generalmente de sus vecinos. Esta práctica de intercambiar o adquirir semilla de los vecinos parece ser bastante habitual entre los productores que hacen semilleros de zanahoria, y tiene como desventaja que se desconoce la historia previa de los materiales con relación a su origen y los posibles cruzamientos que pudieron haberse realizado. Es el caso de la PL 3, donde existen dudas sobre que tipo de materiales fueron cruzados, y si se incluyó Kuroda o hija de Kuroda. El intento por mejorar la calidad comercial de las raíces es el principal motivo que lleva a los productores a cruzar o sustituir su semilla casera por otros materiales que se consideran superiores, ya sean caseros o importados. En un solo caso, el motivo de la sustitución fue la pérdida del semillero de la PL original. Respecto al origen y tiempo bajo multiplicación, sólo las PL 1, 6 y 7 han sido mantenidas por la misma familia desde hace más de 30 años, en tanto las PL 5, 8, 9, 10 y 14 llevan diez o más años bajo multiplicación del mismo productor, aunque en los casos de las PL 5, 7 y 10 los materiales originales fueron cruzados con otros por lo menos una vez. Un solo productor ha abandonado su semilla casera para multiplicar materiales importados, tratándose de la PL 13 que es una multiplicación reciente de Kuroda. El 67 % de los productores no hacen cruzamientos, en tanto el 33 % que cruzan sus materiales lo han hecho con otros tipos como Kuroda, con otras PL, o con materiales caseros de los que se desconoce su procedencia anterior. Las técnicas de cruzamiento empleadas en los casos correspondientes se muestran en el cuadro 9.

CUADRO 9: Manejo de los cruzamientos entre PL y otros materiales de zanahoria.

PL	Proporciones	Disposición	Cosecha de semilla	Frecuencia de cruzamientos
3	90 % Kuroda casera 10 % otras caseras	Diferentes canteros en el mismo cuadro	No considera la planta madre	Ocasional, lo hizo una sola vez
5	50 % PL casera 50 % otras PL	Filas alternadas en el mismo cuadro	No considera la planta madre	Ocasional, lo hizo una sola vez
7	90 % PL casera 10 % otras caseras	Plantas intercaladas en la fila	No considera la planta madre	Cada dos o tres años
10	80 % PL casera 20 % Kuroda	Plantas intercaladas en la fila	No considera la planta madre	Lo hizo una sola vez hace 10 años
11	50 % PL casera 50 % Kuroda u otra PL	Plantas intercaladas en la fila	No considera la planta madre	Ocasional, lo hace cuando es necesario

Existen diferencias entre productores en cuanto a las proporciones que usan de cada material y su disposición espacial en el cultivo semillero. Con referencia a la cosecha de la semilla, ninguno toma en cuenta la planta madre, cosechando semilla de la totalidad de las plantas, sin considerar si pertenecen a uno u otro material. Esta técnica de realizar cruzamientos entre tipos diferentes de zanahoria es en general una práctica ocasional, así lo han manifestado cuatro de los cinco productores. Únicamente la PL 7 es cruzada con otros materiales caseros cada 2 o 3 años. De acuerdo a los datos aportados por las

entrevistas, se pueden conformar cuatro grupos entre los materiales colectados, de acuerdo a su origen y a los cruzamientos de que fueron objeto. Dicha clasificación se presenta en el cuadro 10.

CUADRO 10: Clasificación de las PL colectadas según su origen y manejo de los cruzamientos.

Grupo	Características	PL incluidas
A	PL multiplicadas por mas de 20 años, sin cruzamientos con otros materiales	1, 6, 9, 14
B	PL multiplicadas por menos de 10 años, sin cruzamientos con otros materiales	4, 8, 12, 15, 16
C	PL que han sido cruzadas con otros materiales (importados o caseros)	3, 5, 7, 10, 11
D	Multiplicaciones de materiales importados	13

Esto confirma que aún existen PL bajo cultivo en la zona sur, que han sido multiplicadas desde hace décadas por los agricultores, tal como lo afirma González Idiarte (1999) y otros autores.

4.1.1.2 Atributos agronómicos de las PL en comparación con otros materiales.

El conocimiento de las opiniones volcadas por los productores en las entrevistas resulta fundamental para la identificación de ventajas y desventajas agronómicas de cada PL en comparación con las zanahorias importadas (Kuroda, Brasilia, etc.). En el cuadro 11 se muestran algunas impresiones de los productores al respecto.

CUADRO 11: Ventajas y desventajas agronómicas de las PL, en comparación con las variedades importadas.

PL	Ventajas	Desventajas
1	Más tierna, más jugosa	Menos vistosa, presencia de hombro verde
3	Mas rústica, mejor emergencia	Peor calidad
4	Muy rústica, no necesita fertilización	-
5	Mas rústica, menos sensible a enfermedades	Mala calidad
6	Mayor rendimiento, más rústica	Alta variabilidad de color interno
7	Mas precoz, mas resistente a enfermedades	Menor calidad, corazón tipo “palo”
8	Resistencia a enfermedades, no precisa riego	Menor calidad, mal color
9	Mayor rendimiento, no precisa riego	Problemas con enfermedades del follaje
10	Resistencia a enfermedades, mejor emergencia, mas rústica, mayor rendimiento	Color interno
11	Rendimientos mayores y parejos, resistencia a enfermedades, mejor emergencia	Color pálido
12	Mas rústica, resistencia a enfermedades	Variabilidad color interno
13	Mas rústica, resistencia a enfermedades, mejor emergencia, menos hombro verde, buen color	-
14	Resistencia a enfermedades, mas rústica	Color interno
15	Resistencia a enfermedades	Color interno, corazón tipo “palo”
16	Mas precoz, resistencia a enfermedades, mas rústica, rendimiento mayor y mas parejo	Mala calidad, corazón tipo “palo”

Es notorio el destaque que dan los productores a los atributos agronómicos relacionados con la rusticidad como la principal ventaja de las PL en comparación con los materiales importados, siendo mencionado por el 60 % de ellos. El 67 % menciona que tienen una mayor resistencia a enfermedades, el 33% destaca que los rendimientos son mas elevados, y el 27 % considera que es mejor la emergencia del cultivo. También se mencionaron los rendimientos parejos, la precocidad y el buen comportamiento sin riego. Entre las desventajas, el 40 % de los productores refieren directamente a los problemas de calidad comercial, el 40 % mencionan que el color interno es más pálido o que tiene “palo”, y un 13 % destaca la alta variabilidad que presentan los materiales para este carácter. Es importante aclarar que la PL 13, que descende de tres multiplicaciones de Kuroda, se consideró como una PL más a los efectos del análisis. En resumen, las ventajas que los productores le atribuyen a sus PL, referidas a una mayor rusticidad y adaptación local, y las desventajas en cuanto a la baja calidad comercial, coinciden con las características atribuidas a las PL en la bibliografía nacional.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de las características de las PL, se relevaron las opiniones de los productores acerca de algunos atributos agronómicos asociados a la adaptación al medio local. Debido a que existen diferencias en el manejo que los productores realizaron con los materiales colectados, se presentan por separado los resultados de aquellas PL que fueron objeto de cruzamientos (cuadro 12), de las que nunca fueron cruzadas con otros materiales (cuadro 13).

CUADRO 12: Atributos agronómicos mencionados por los productores de las PL que han sido cruzadas con otros materiales, o que corresponden a multiplicaciones de éstos.

PL	Cruza	Resistencia a enfermedades	Resistencia a sequía	Rendimiento	Variabilidad *	Calidad comercial	Emergencia del cultivo
3	Kuroda	-	-	-	-	Baja	Muy buena
5	PL	Buena	Muy buena	Muy bueno	Alta	Baja	Buena
7	Casera	Muy buena	-	Variable	Muy alta	Baja	-
10	Kuroda	Muy buena	Muy buena	Muy bueno y estable	Baja	-	Muy buena
11	Kuroda o PL	Muy buena	-	Estable	Baja	Buena	Muy buena
13	Kuroda s/cruza	Muy buena	Buena	Variable	Baja	Buena	Buena

* Variabilidad se refiere a la existencia de diferencias entre las raíces de una PL, para las características de calidad.

Entre los atributos principales de éstos materiales, según la opinión de los productores, se destacan: la resistencia a enfermedades y la emergencia de los cultivos, ambas consideradas por el 83 % de éstos como buena o muy buena; en tanto el 50 % opina que la resistencia a sequía es buena o muy buena. Sin embargo las opiniones son dispares con respecto a los rendimientos obtenidos y a la estabilidad de los mismos; algo similar ocurre con la calidad comercial de las raíces y con la variabilidad encontrada en las raíces.

CUADRO 13: Atributos agronómicos mencionados por los productores de las PL que no han sido cruzadas con otros materiales.

PL	Resistencia a enfermedades	Resistencia a sequía	Rendimiento	Variabilidad*	Calidad comercial	Emergencia del cultivo
1	Buena	-	Estable	Alta	Media a baja	Buena
4	Muy buena	-	Estable	Media	-	-
6	Muy buena	Muy buena	Muy bueno	Alta	Baja	Muy buena
8	Muy buena	Buena	Variable	Alta	Baja	-
9	Baja	Buena	Muy bueno	Alta	-	-
12	Muy buena	-	Estable	Alta	Buena	-
14	Muy buena	Muy buena	Muy bueno y estable	Baja	Baja	Buena
15	Muy buena	-	-	Muy alta	-	-
16	Muy buena	Muy buena	Muy bueno y estables	-	Baja	-

* Variabilidad se refiere a la existencia de diferencias entre las raíces de una PL, para las características de calidad.

En el caso de las PL que no se han cruzado, parece existir una mayor similitud entre las opiniones volcadas por los productores. La resistencia a enfermedades aparece mencionada como la mayor virtud de las PL, pues el 78 % opina que es muy buena. Con respecto a los rendimientos, el 22 % afirma que son muy buenos, el 33 % cree que son

estables, y otro 22 % afirma que son muy buenos y estables. Los otros atributos que aparecen destacados de manera positiva por los productores son la resistencia a sequía, considerada por el 55 % como muy buena o buena; y la emergencia del cultivo, que el 33 % considera buena o muy buena. Por lo contrario, los atributos más negativos para los productores de éstas PL son la variabilidad, evaluada por el 67 % como alta o muy alta; y la calidad comercial que es catalogada como media baja o baja por el 55 % de los productores.

De acuerdo a lo que reflejan los cuadros, puede afirmarse que no hay grandes diferencias entre las PL que no se cruzaron, con respecto a las que fueron cruzadas o sustituidas por otros materiales. Según las opiniones de los productores al ser consultados sobre las características de sus materiales cruzados, los cruzamientos no habrían generado cambios genéticos importantes en los atributos que se buscaban. Esto se debería a las técnicas aplicadas, donde se utiliza una baja proporción de raíces de tipo Kuroda, y donde no se diferencian las plantas madres al momento de la cosecha de semillas, produciéndose una mezcla física.

4.1.2 Características de la producción de semilla.

Las principales características del manejo que realizan los productores para la producción de semillas se resumen en el cuadro 14.

CUADRO 14: Caracterización de la producción de semilla en los predios.

PL	Método de producción	Período de semillero	Aislamiento del semillero	Cosecha de semilla	Almacenamiento y conservación	Longevidad y uso
1	S-R-S	Mayo a diciembre	Si, no hay otros en la zona	Escalonada, cent. umb.*	Semilla en tarros opacos de plástico	Un año, uso propio
3	S-R-S	Julio a diciembre	Cruza Kuroda con PL	Escalonada, no chicas	Bolsas plastillera, s/trillar, en galpón	Dos años, uso propio
4	S-R-S	Agosto a diciembre	1 km del vecino (la misma PL)	Escalonada, no chicas	Bolsas plastillera, s/trillar	Dos años, uso propio
5	S-R-S	Julio a diciembre	1 km del vecino	Escalonada, las grandes	Bolsas arpillera, s/trillar, en galpón	Tres años, uso propio
6	S-R-S	Julio a diciembre	Si, no hay otros en la zona	Escalonada, las grandes	Bolsas arpillera, s/trillar	Dos años, uso propio
7	S-R-S	Julio a diciembre	Posible cruza con sem. de Carandaí	Escalonada, las grandes	Bolsas arpillera, s/trillar	Dos años, uso propio
8	S-R-S	Julio a noviembre	Posible cruza con sem. de Carandaí	Escalonada, las grandes	Bolsas plastillera, s/trillar, en galpón	Tres años, uso propio
9	S-R-S	Junio a diciembre	No considera los vecinos	Escalonada, las grandes	Bolsas plastillera, s/trillar, en galpón	Dos años, uso propio
10	S-R-S	Agosto a diciembre	1 km del semillero vecino	Escalonada, no chicas	Bolsas plastillera, s/trillar	Tres años, uso propio
11	S-R-S	Julio a enero	Si, no hay otros en la zona	Juntas, ralea umb. chicas	Semilla en bolsas de nylon poroso	Un año, uso propio
12	S-R-S	Julio a diciembre	Si, no hay otros en la zona	Escalonada, las grandes	Bolsas plastillera, s/trillar	Un año, uso propio
13	S-R-S	Agosto a diciembre	Si, no hay otros en la zona	Escalonada, las grandes	Bolsas plastillera, s/trillar	Dos años, uso propio
14	S-R-S	Agosto a enero	800 metros de otros semilleros	Juntas, no chicas	Bolsas plastillera, s/trillar, en galpón	Dos años, uso propio
15	S-R-S	Junio a diciembre	Posible cruza con sem. de Carandaí	Escalonada, todas	Bolsas arpillera, s/trillar	Cuatro años, uso propio
16	S-R-S	Julio a diciembre	Si, no hay otros en la zona	Escalonada, no chicas	Bolsas arpillera, s/trillar, en galpón	Dos años, uso propio

* Extrae las semillas del centro de la umbela.

Todos los productores entrevistados utilizan el método Semilla-Raíz-Semilla (S-R-S) que ofrece la posibilidad de seleccionar las raíces para el semillero, como lo reconoce Oliva (1987) y otros autores. Julio y Agosto son los meses en que instalan los semilleros, aunque dos lo hacen mas temprano en mayo o junio. El período de cosecha de semilla se concentra en el mes de diciembre, y en sólo dos casos llega hasta enero. El 53 % de los productores fertiliza el cultivo semillero, el 40 % usa insecticidas o fungicidas cuando es necesario, todos hacen carpidas, y uno sólo usa riego si hace falta agua. Estos datos son coincidentes con las citas de Dogliotti y Tommasino (1991). Con referencia al aislamiento, sólo seis productores aseguran que no hay otros semilleros en la zona, que puedan estar cruzándose con sus materiales. En el resto de los casos, no se considera el aislamiento de otros semilleros del propio predio o de los vecinos, o se manejan distancias menores a las recomendadas por la bibliografía. Ninguno mencionó el uso de colmenas polinizadoras, ni tampoco hacen conducción de los escapos florales. Con

respecto a la cosecha, sólo dos productores cosechan toda la semilla en una sola vez, el resto lo hace a medida que van madurando las umbelas. Todos utilizan como índice de cosecha cuando las umbelas se secan y se tornan marrones, lo que coincide con las afirmaciones de Aldabe (2000). Con excepción del productor de la PL 15, todos los demás prefieren cosechar sólo las umbelas más grandes, descartando las chicas. Con respecto a la conservación de la semilla, el 87 % de los productores guardan las umbelas sin trillar, en bolsas de arpillera (33 %) o plastillera (53 %); en tanto el 13 % trilla las semillas antes de guardarlas en recipientes pequeños (tarros de plástico o bolsas de nylon). Todos ellos producen semilla para uso propio, y en ocasiones además hacen intercambio con los vecinos. La longevidad de la semilla varía entre un año y cuatro años, según el productor y la forma en que se conserva la misma. Aquellos que trillan la semilla antes de guardarla mencionan que deben usarse en un año, debido posiblemente a que la semilla pierde longevidad como consecuencia de este método de almacenamiento.

4.1.3 Manejo del cultivo comercial.

El manejo que cada productor hace con el cultivo comercial de zanahoria tiene implicancias en las características de cada PL, pues de éstos se obtienen y seleccionan las raíces para instalar el semillero. Esta información se resume en el cuadro 15.

CUADRO 15: Manejo del cultivo comercial de zanahoria en los predios.

PL	Época de siembra	Largo del ciclo (días)	Superficie (ha)	Uso de Agroquímicos	Riego	Fertilización
1	Oct a Abr	100	0.7	No (orgánico)	Si	Abono pollo
3	Nov a Mar	100	2.5	Herb. e Insect.	Si	Abono pollo
4	Oct a Feb	120	3	Herbicidas	No	No usa
5	Nov a Feb	100	1	Herb. y Fung.	Si	Química
6	Dic a Feb	90	2	Herb, a veces Fung. e Insect.	Si	Química
7	Dic a Mar	90 - 100	2	Herb, Fung, Insect.	No	Abono pollo
8	Feb y Mar	120	0.8	Herb, a veces Fung. e Insect.	No	Abono pollo
9	Sept, Feb, Mar	120 - 150	1.5	Herb, Fung, Insect.	Si	Química
10	Feb y Mar	90 - 100	0.5	Herbicidas	Parcial	Abono pollo y Química
11	Dic a Feb	100 - 120	1	Bordelés (orgánico)	No	Abono pollo
12	Feb y Mar	120	1	Herb, a veces Insect	Si	Abono pollo
13	Feb y Mar	100	2.5	Herb, a veces Insect	No	Abono pollo, y Química a veces
14	Feb y Mar	100 - 120	4	Herbicidas	No	Química
15	Dic a Feb	120	0.3	Herb, a veces Fung. e Insect.	Si	Abono pollo y Química
16	Oct y Nov	120	2.5	Herb, a veces Fung.	Parcial	Química

La época de siembra que manejan los productores es coincidente con la citada en la bibliografía nacional para las zanahorias criollas, aunque se observa que las PL 9 y 16 son sembradas en fechas tempranas (septiembre y octubre) al igual que la PL 1, cuyo período de siembra además se extiende hasta abril. El largo del ciclo es variable según el productor y el momento de siembra, oscilando entre 90 y 120 días, con excepción de la PL 9 que llega a cosecharse con 150 días, en estado de floración. Las áreas cultivadas también son variables, ubicándose entre 0.3 y 4 ha. Todos los productores aplican herbicidas, excepto quienes manejan las PL 1 y 11, que son orgánicos. El uso de insecticidas y fungicidas está menos difundido, y generalmente es ocasional. La fertilización con abono de pollo es la más frecuente, siendo la única fuente de nutrientes en el 40 % de los casos, mientras que en el 20 % se lo combina con fertilizantes químicos. El 33 % de los productores usan únicamente fertilizantes químicos, mientras que sólo uno no aplica ningún tipo de abono. La mayoría de los materiales que se siembran en los meses de diciembre y enero cuentan con riego, a excepción de las PL 4, 7 y 11. En tanto, los demás productores que no cuentan con riego prefieren sembrar a partir de febrero.

4.1.4 Criterios de selección de raíces para el semillero.

A continuación se presentan los criterios que aplican los productores en la selección de las raíces que utilizarán para la multiplicación de sus PL.

CUADRO 16: Principales criterios aplicados por cada productor, en la selección de raíces para el semillero de zanahoria.

PL	Tamaño	Forma	Piel	Tipo de Punta	Inserción del tallo	Hombro verde	Color externo	Color interno
1	Mediano	-		Roma	Fina	Ausente	Naranja	-
3	Mediano	-	-	Redondeada	-	-	-	-
4	-	-	Lisa	Aguda	-	-	-	-
5	-	-	-	Aguda	-	-	Naranja	-
6	-	Cilíndrica	-	Redondeada	-	-	-	-
7	-	-	-	Redondeada	-	Ausente	-	-
8	-	Cilíndrica	-	Redondeada	Fina	-	-	-
9	Medio grande	Cilíndrica	-	-	-	-	Naranja	-
10	-	-	Lisa	Redondeada	Fina	-	Naranja	-
11	Mediano	-	Lisa	Redondeada	-	-	-	Naranja
12	Medio grande	-	-	Redondeada	-	-	-	-
13	Medio grande	-	-	Redondeada	-	Ausente	Naranja	-
14	-	-	Lisa	Roma	Fina	-	Naranja	-
15	-	Cilíndrica	-	Redondeada	Fina	-	Naranja	-
16	Medio grande	-	-	Redondeada	Fina	-	Naranja	-

Si bien cada productor hace una ponderación diferente de cada uno de los caracteres, existen criterios de descarte que son comunes para todos, y que coinciden con los mencionados en la bibliografía. Ninguno selecciona raíces demasiado pequeñas o grandes, deformadas, rajadas, bifurcadas, con piel rugosa, con presencia de hombro verde, o de color externo pálido o colorado. El tipo de punta es el carácter mas mencionado por los productores; de éstos, el 67 % prefieren raíces de punta redondeada por considerar que es la preferida por el mercado, el tipo de punta aparece mencionado como un criterio de selección en la bibliografía nacional. Quienes seleccionan raíces de punta aguda lo hacen argumentando que éstas profundizan más en la tierra, por lo que alcanzan mayores rendimientos. El color externo es también un carácter de importancia en la selección, y es aplicado por el 53 % de los productores, quienes prefieren el color naranja intenso, coincidiendo con la bibliografía. Otro atributo al cual algunos productores le asignan importancia para la selección es la inserción fina del tallo en la raíz, pues lo asocian con la existencia de un cilindro central más fino y de menor palidez (“*menos palo*”). La piel lisa y la ausencia de hombro verde constituyen criterios de selección para el 27 % y el 20 % de los productores respectivamente, así como la forma cilíndrica de la raíz es considerada positivamente por el 27 % de ellos al momento de hacer la selección. Esto último no coincide con las expresiones de los autores, que afirman que se prefieren las raíces tronco cónicas. Por último, sólo el productor que

multiplica la PL 11 observa el color interno de la raíz, seleccionando a favor de colores anaranjados, para lo cual realiza un corte transversal en el segundo tercio de la raíz, tal como lo recomiendan Galván (2003) y otros autores. El resto de los productores no realiza selección por este carácter, o lo hacen de manera indirecta al correlacionarlo con otros atributos, como la inserción fina del tallo, carácter de interés para los productores pero que no es mencionado por la bibliografía consultada. Si se comparan los resultados con los criterios para mejoramiento de zanahoria de Rubatzky *et al*, se observa que los productores, al realizar la selección de plantas para producir semilla, aplican como principales criterios, aquellos relacionados a las características externas de la raíz.

4.2 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS MATERIALES GENÉTICOS.

4.2.1 Prueba de germinación.

Los resultados de la prueba de germinación se presentan en el cuadro 17, junto con la edad de la semilla al momento de la colecta.

CUADRO 17: Porcentaje de germinación* y edad de la semilla de las PL colectadas.

PL	Germinación (%)	Edad de la semilla
1	79	1 año
2	46	-
3	78	1 año
4	94	1 año
5	67	1 año
6	78	1 año
7	68	1 año
8	87	1 año
9	85	2 años
10	57	2 años
11	93	1 año
12	88	1 año
13	68	1 año
14	82	1 año
15	36	2 años
16	27	1 año

* Número de plántulas normales a los 14 días (promedio de tres repeticiones)

Son notorias las diferencias en la capacidad germinativa de las semillas colectadas. Seis materiales superaron el 80 % de germinación (PL 4, 8, 9, 11, 12 y 14), mientras que sólo tres presentaron valores inferiores al 50 %. La edad de la semilla puede ser un factor de incidencia en la baja germinación de la semilla de las PL 10 y 15, que al momento de la colecta tenían dos años de cosechadas. Sin embargo la PL 9,

también de dos años, mostró una germinación alta, mientras que la PL 16, de un año, presentó baja germinación. Otros factores que pudieron incidir son las condiciones ambientales a las que se sometió la semilla, antes y después de la cosecha. Es necesario realizar estudios más precisos para poder identificar cuáles son los principales factores que afectan el porcentaje de germinación. Las PL 15 y 16 fueron descartadas para la evaluación agronómica por presentar porcentajes de germinación inferiores al 40 %.

4.2.2 Descriptores de caracterización.

4.2.2.1 Descriptores de la parte aérea de la planta.

Los principales resultados que se encontraron en la caracterización de la parte aérea de las plantas correspondientes a cada material se detallan a continuación.

- *Coloración antocianínica en el pecíolo*: no se encontraron plantas con pigmentación antocianínica en el pecíolo, para ninguno de los 18 materiales genéticos.
- *Vellosidad del pecíolo y vellosidad de la hoja*: se obtuvieron resultados similares en todos los materiales, encontrándose plantas que presentaban vellosidad en hojas y/o en pecíolos, como también plantas sin vellosidad (glabras) Las diferencias radican en que un 17 % de los tratamientos presentaron mayor frecuencia de plantas sin vellosidad (PL 5, 10 y 14), mientras que el 83 % presentaron mayor frecuencia de plantas con vellosidad (PL 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 y los cuatro testigos)
- *Inserción de la rama*: se encontró una alta variabilidad interna para éste carácter, siendo Brasilia el material de mayor homogeneidad, con el 64 % de las plantas presentando una inserción intermedia. Las PL 7, 14 y 1 fueron las que mostraron una mayor frecuencia de raíces con inserción no prominente, en los tres casos superando el 50 % de las plantas. En el resto de los tratamientos predominaron las plantas con inserción intermedia, encontrándose también plantas de las categorías extremas (inserción prominente, e inserción no prominente).

Se observó una alta variabilidad en las PL para la vellosidad del pecíolo y de la hoja, y para la inserción de la rama, no así para la pigmentación de pecíolos que no se encontraron variaciones en los materiales. Todos éstos se comprendieron, según la descripción de Rubatzky et al. (1999), a las zanahorias occidentales de tipo anaranjado, subtropicales, de follaje verde con escasa pubescencia y baja tendencia a la floración si no se cultivan en la estación fría, y con una alta variabilidad genética, aún para la inserción de la rama que es empleado como criterio de selección por parte de algunos productores.

4.2.2.2 Descriptores de la parte externa de la raíz.

En los próximos cuadros se muestran los resultados obtenidos para los principales descriptores de las características externas de la raíz.

CUADRO 18: Promedios y coeficientes de variación observados para el largo de la raíz y el peso de la raíz.

Tratamiento	Largo de raíz (cm)		Peso de raíz (gr)	
	Media	CV (%)	Media	CV (%)
1	10,7	16,7	63,0	37,0
2	13,8	18,6	100,4	44,7
3	12,4	15,4	92,2	41,1
4	14,1	17,1	85,9	32,6
5	11,6	23,1	87,7	44,8
6	12,1	22,2	100,4	49,4
7	13,4	20,2	93,0	41,9
8	14,4	20,1	81,7	47,7
9	14,2	20,0	89,5	41,0
10	12,6	15,7	83,5	37,3
11	13,1	18,2	105,5	40,8
12	12,1	18,8	89,8	38,1
13	13,0	22,6	92,6	40,4
14	11,6	18,0	86,8	36,6
CRS 1	13,2	19,5	106,3	44,1
CRS 2	13,2	18,0	96,3	34,7
Brasilia	14,2	19,5	85,0	40,1
Kuroda B.	12,1	18,7	76,0	33,6
PROMEDIO	12,9	-	89,8	-

Es de observar que todas las PL y los testigos presentan raíces con longitudes promedio en el rango de 10,7 a 14,4 cm, que resultaron similares a los obtenidos por Kotlinska et al. (2002) en los materiales de raíces más cortas. La variabilidad encontrada para este carácter es relativamente baja, tanto entre los materiales como a la interna de éstos. Tewatia y Dudi (1999) concluyeron en su ensayo que la heredabilidad del largo de raíz fue alta, lo que podría asociarse con la baja variabilidad encontrada en el presente trabajo.

Para el peso de la raíz se observan diferencias mayores entre los materiales, y una variabilidad interna importante, resultados similares a los obtenidos por Tewatia y Dudi (1999). Se observó un peso promedio de raíz de 90 gr, valor próximo al promedio del rango que registran Kotlinska et al. (2002) en su investigación. Se destaca la PL 1 por presentar las raíces más pequeñas (63 gr. promedio) siendo relativamente uniformes entre sí (CV = 37%). La PL 4, y los testigos CRS 2 y Kuroda presentaron una mayor homogeneidad en el peso de las raíces, siendo la PL 6 la de mayor variabilidad.

Considerando los parámetros de calidad de la zanahoria, todos los tratamientos presentaron mayoría de raíces con longitud y peso aceptables para la comercialización dentro de las categorías *primera* y *segunda*. La mayor influencia que el ambiente ejerce sobre el peso de las raíces en comparación con su longitud, puede explicar la mayor variabilidad interna de los tratamientos que se encontró para este carácter, coincidiendo con los resultados de Tawatia y Dudi (1999).

CUADRO 19: Promedio, coeficiente de variación y tipos más frecuentes de forma de raíz y forma de punta.

Tratamiento	Forma raíz			Punta raíz		
	Media	CV (%)	Tipo mas frecuente	Media	CV (%)	Tipo mas frecuente
1	2,6	21,5	Cilindro cónica	2,8	17,9	Roma
2	1,8	37,4	Cilindro cónica	1,5	47,0	Aguda
3	2,1	23,7	Cilindro cónica	1,9	35,4	Redondeada
4	2,7	17,8	Cilíndrica	2,2	34,8	Roma
5	2,5	30,6	Cilíndrica	2,3	38,8	Roma
6	2,6	27,2	Cilíndrica	2,3	32,3	Roma
7	2,1	33,8	Cilindro cónica	1,8	45,4	Aguda
8	2,2	25,6	Cilindro cónica	1,8	44,3	Aguda
9	2,1	19,2	Cilindro cónica	1,9	33,4	Redondeada
10	2,6	18,6	Cilíndrica	2,4	26,9	Roma
11	2,4	20,8	Cilindro cónica	2,2	29,6	Redondeada
12	2,0	30,0	Cilindro cónica	2,0	38,7	Redondeada
13	1,9	38,6	Cilindro cónica	1,6	46,2	Redondeada
14	2,4	20,8	Cilindro cónica	2,6	18,6	Roma
CRS 1	2,2	29,3	Cilindro cónica	1,8	41,1	Redondeada
CRS 2	2,0	32,3	Cilindro cónica	1,8	40,6	Redondeada
Brasilia	2,6	22,8	Cilíndrica	2,2	37,0	Roma
Kuroda	1,7	39,4	Cilindro cónica	1,6	44,2	Redondeada

Es clara la predominancia de las formas cilindro cónicas en la mayoría de los materiales, con excepción de las PL 4, 5, 6, 10 y el testigo Brasilia donde la forma predominante es la cilíndrica. Estos resultados son similares a los que obtuvo Galván al evaluar una PL ⁵. No se encontraron materiales cuya forma de raíz predominante fuera la cónica, lo que en el caso de las PL 6, 8, 9 y 15 podría deberse a la presión de selección a favor de las raíces cilíndricas. Es de destacar la homogeneidad que presentan las PL 4, 9 y 10 para la forma de raíces, con coeficientes de variación inferiores al 20 %. En el otro extremo, es notoria la alta variabilidad que mostró el testigo Kuroda, lo cual se explica por la aparición de algunas raíces bifurcadas que constituían una categoría más para la clasificación por forma de raíz.

En la caracterización por tipo de punta, Kuroda mostró también una alta variabilidad, lo que resulta contradictorio con los atributos de uniformidad con que se define a los

cultivares comerciales en las referencias bibliográficas. Para el carácter tipo de punta se encontró una alta variabilidad intra e inter tratamientos, siendo destacable la homogeneidad que para este carácter presentaron las PL 1 y 14, que son las únicas PL a las que se aplica selección a favor de punta roma. Sólo el 17 % de los tratamientos mostraron como tipo dominante las raíces de punta aguda, predominando los tipos redondeada (44 %) y roma (39 %).

CUADRO 20: Características de la piel de las raíces (color, superficie e incidencia de hombro verde y hombro púrpura).

Tratamiento	Color de la piel Media	Color mas frecuente	Superficie de la raíz Media	Defecto mas frecuente	H. verde (% de plantas)	H. púrpura (% de plantas)
1	0,8	Nar. medio	2,9	Rugosa	40	12
2	0,6	Nar. medio	2,8	Rugosa	16	8
3	0,7	Nar. medio	2,7	Rugosa	64	16
4	0,9	Nar. medio	2,8	Hoyos	52	28
5	1,1	Nar. medio	2,8	Rugosa	56	12
6	1,0	Nar. medio	2,9	Rugosa	56	8
7	0,8	Nar. medio	3,0	Rugosa	48	16
8	0,7	Nar. medio	2,7	Rugosa/hoyos	84	12
9	0,8	Nar. medio	3,0	Sin defectos	68	4
10	0,7	Nar. medio	2,9	Hoyos	40	48
11	1,0	Nar. medio	2,8	Rugosa	52	16
12	0,7	Nar. medio	3,0	Rugosa	40	32
13	0,6	Nar. medio	3,0	Sin defectos	64	28
14	0,8	Nar. medio	3,0	Rugosa	60	36
CRS 1	0,6	Nar. medio	2,8	Rugosa	56	8
CRS 2	0,9	Nar. medio	2,8	Rugosa	32	20
Brasilia	0,7	Nar. medio	2,7	Rugosa	48	16
Kuroda	0,4	Nar. pálido	2,7	Rugosa	28	8

Para el color de la piel de la raíz, se observaron algunas diferencias entre los materiales, aunque en todos los casos predominó el color naranja medio con excepción del testigo Kuroda que presentó predominancia de color naranja pálido. Las PL 5, 6 y 11 presentaron los promedios más altos, lo que se corresponde con una mayor ocurrencia de raíces de color naranja intenso, que es una característica deseable. Galván (2004, com. pers.) obtuvo resultados similares respecto al color externo. Con respecto a la superficie o piel de las raíces, todos los materiales mostraron alta frecuencia de raíces de piel lisa, destacándose las PL 9 y 13 que no presentaron ninguna raíz defectuosa para este carácter. En el extremo opuesto se ubicaron las PL 3 y 8, y los testigos Brasilia y Kuroda, que mostraron mayor frecuencia de raíces con piel rugosa. La incidencia de hombro verde y hombro púrpura afectó a todos los materiales de manera desigual, observándose incidencias muy bajas en la PL 2 y el testigo Kuroda. El resto tuvieron más

del 50 % del total de las raíces afectadas, principalmente por hombro verde, a diferencia de los resultados obtenidos por Galván ⁵. Esto podría deberse a la baja heredabilidad de este carácter, y a las dificultades para mejorarlo a través de la selección masal, como lo menciona Oliva (1987).

4.2.2.3 Descriptores de la parte interna de la raíz.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos.

CUADRO 21: Diámetro de la raíz y del xilema en el punto más ancho, y diámetro del xilema como porcentaje del diámetro de la raíz.

Tratamiento	Diámetro de la raíz (cm)		Diámetro del xilema (cm)		Diámetro del xilema de la raíz con relación al diámetro total (%)	
	Media	(CV %)	Media	(CV %)	Media	(CV %)
1	2,90	13,7	1,5	19,4	52,5	11,4
2	3,37	18,9	1,8	19,8	52,5	10,3
3	3,34	15,5	1,8	22,1	52,4	12,0
4	2,90	13,0	1,4	17,3	50,0	15,0
5	3,24	19,0	1,6	24,4	49,6	10,3
6	3,28	19,4	1,7	25,3	50,1	11,0
7	3,29	16,7	1,9	19,3	56,6	14,0
8	2,86	16,6	1,6	21,9	56,5	11,5
9	3,07	15,5	1,7	21,8	54,0	14,0
10	3,01	17,4	1,5	22,9	51,2	10,0
11	3,46	17,4	1,9	20,7	55,2	11,0
12	3,42	14,4	1,8	18,7	52,2	11,5
13	3,30	16,9	1,9	17,9	57,4	12,3
14	3,32	12,5	1,8	19,9	55,2	13,5
CRS 1	3,47	15,9	1,9	23,3	54,7	12,2
CRS 2	3,40	15,1	1,8	20,5	52,3	13,0
Brasilia	2,87	14,3	1,4	20,0	47,4	10,2
Kuroda	3,34	13,9	1,4	24,7	41,1	18,3
PROMEDIO	3,21		1,7		52,3	-

La PL 8 y el testigo Brasilia mostraron las raíces con menor diámetro total, en tanto las demás PL presentaron diámetros por encima y por debajo del promedio general y del testigo Kuroda, destacándose las PL 4 y 14 como las de mayor homogeneidad. Con relación a la investigación de Kotlinska et al. (2002), los valores obtenidos en este trabajo se comprenderían dentro del rango obtenido por éstos, entre los materiales con diámetro promedio y bajo.

Para el diámetro del xilema, los menores valores se observaron en los testigos Kuroda y Brasilia y en la PL 4. Se encontró una mayor variabilidad intrapoblacional para este carácter, en todos los materiales. Los más bajos valores de porcentaje de xilema de la raíz pertenecieron a Kuroda, que sin embargo mostró la mayor variabilidad interna para este carácter. Brasilia le siguió con valores notoriamente más altos, pero mostrando una mayor homogeneidad. Los promedios son similares a la media del rango que obtuvieron Kotlinska et al. (2002).

En todas las PL se observaron raíces con mayores porcentajes de xilema que los testigos, destacándose las PL 5, 4 y 6 que presentaron valores en el entorno del 50 % del diámetro de la raíz. Los resultados son coincidentes con las citas bibliográficas que refieren a las características de xilema reducido que presentan los cultivares comerciales. No puede afirmarse lo mismo en referencia a la uniformidad de las mismas, de acuerdo a la alta variación que mostró Kuroda.

CUADRO 22: Coloración del xilema y el floema de las raíces en el punto de diámetro máximo.

Tratamiento	Color del xilema* en el punto de diámetro máximo			Color del floema** en el punto de diámetro máximo		
	Media	CV (%)	Color mas frecuente	Media	CV (%)	Color mas frecuente
1	3,5	40,7	Am.crema Nar. pálido	0,4	125	Naranja pálido
2	4,2	26,6	Nar. pálido	0,2	181	Naranja pálido
3	3,0	31,9	Amarillo Am. crema	0,3	163	Naranja pálido
4	3,8	25,7	Am. intenso	0,9	38	Naranja medio
5	3,3	35,6	Amarillo	0,6	77	Naranja medio
6	3,2	31,2	Amarillo	0,7	64	Naranja medio
7	4,2	27,5	Amarillo	0,8	45	Naranja medio
8	3,4	25,3	Am. intenso	0,4	125	Naranja pálido
9	4,0	25,0	Nar. pálido	0,4	125	Naranja pálido
10	3,0	45,0	Am. intenso	0,4	115	Naranja pálido
11	3,4	38,0	Am. crema	0,4	125	Naranja pálido
12	3,6	24,9	Amarillo	0,5	106	Naranja pálido
13	2,9	34,1	Amarillo	0,4	125	Naranja pálido
14	3,0	30,4	Am. crema	0,6	104	Naranja medio
CRS 1	3,0	39,7	Amarillo	0,2	181	Naranja pálido
CRS 2	3,7	18,8	Amarillo Am. intenso	0,9	38	Naranja medio
Brasilia	4,6	16,8	Am. intenso	0,6	77	Naranja medio
Kuroda	4,9	21,6	Nar. pálido	0,4	136	Naranja pálido
PROMEDIO	3,6	-		0,5		-

* Escala: 1 (blanco) – 6 (naranja)

** Escala: 0 (naranja pálido) – 3 (colorada)

Para el color del xilema, Kuroda tuvo la coloración más anaranjada con una baja variabilidad interna seguida de Brasilia, que además de presentar una buena coloración, fue el tratamiento con la mayor homogeneidad para este carácter; ambos atributos son mencionados para los cultivares comerciales. Las PL mostraron coloraciones promedio más pálidas, pero se encontraron importantes diferencias en la variabilidad interna. La mayoría de las PL son altamente heterogéneas para éste carácter, destacándose las PL 2, 7 y 9 por presentar las coloraciones más anaranjadas, con mayor frecuencia de colores aceptables y una variabilidad interna baja en relación al resto. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Galván ⁵ e INTA (2005). Para el color interno del floema, el 50 % de las PL y el testigo CRS 2 mostraron colores mas intensos que Kuroda, que fue uno de los materiales con más alta variación y con predominancia de color naranja pálido, mientras que Brasilia se ubicó entre las de mejor color. Con referencia a las PL, se evidenció una mayor frecuencia de coloraciones pálidas, lo que conjuntamente con los

porcentajes más altos de xilema que registraron, constituyen un problema para la calidad comercial, destacándose como aspecto positivo (además del comportamiento de las PL 2, 7 y 9) la existencia de variabilidad interna.

4.2.2.4 Tendencia al alargamiento de entrenudos.

Los siguientes cuadros muestran el comportamiento de los materiales con respecto a la tendencia a la floración (alargamiento de entrenudos).

CUADRO 23: Comportamiento de los materiales para el alargamiento de entrenudos.

Tratamiento	Días desde la siembra hasta aparición de la primera planta con alargamiento de entrenudos	Días desde la siembra hasta 50 % de plantas con alargamiento de entrenudos
1	170	> 210 días
2	140	180 - 200 días
3	140	180 - 200 días
4	140	180 - 200 días
5	140	200 - 210 días
6	140	180 - 200 días
7	150	200 - 210 días
8	160	200 - 210 días
9	160	180 - 200 días
10	170	200 - 210 días
11	150	180 - 200 días
12	140	180 - 200 días
13	150	180 - 200 días
14	200	> 210 días
CRS 1	160	180 - 200 días
CRS 2	150	200 - 210 días
Brasilia	140	< 170 días
Kuroda	160	> 210 días

Se encontraron diferencias en la tendencia a la floración temprana de los tratamientos. Es destacable el comportamiento de la PL 14 como el material que presentó el mayor retraso para iniciar el alargamiento de entrenudos (200 días), lo que le confiere cualidades de resistencia a la floración temprana. También se destacaron la PL 1 y el testigo Kuroda, pues al igual que la PL 14, no alcanzaron el 50 % de plantas con estiramiento de entrenudos al momento del último registro (210 días). En el otro extremo se ubicó el testigo Brasilia como el material de mayor tendencia a la floración precoz, alcanzando el 50 % de plantas florecidas a los 170 días de la siembra. Este comportamiento podría deberse a que éste cultivar no se adapta bien a las condiciones de frío que debe soportar en nuestro país cuando es sembrada tardíamente en verano

(marzo). En el siguiente cuadro se agrupan los materiales según su comportamiento con respecto al alargamiento de entrenudos.

CUADRO 24: Clasificación de los materiales según el momento del ciclo que alcanzan el 50 % de las plantas con alargamiento de entrenudos.

Grupo	Características	Tratamientos incluidos
A	Muy precoces (< 170 días)	Brasilia
B	Precoces (180 a 200 días)	2, 3, 4, 6, 9, 11, 12, 13, CRS 1
C	Intermedias (201 a 210 días)	5, 7, 8, 10, CRS 2
D	Tardías (> 210 días)	1, 14, Kuroda

Lo más destacable es que el 50 % de los tratamientos alcanzaron el 50 % de plantas con estiramiento de entrenudos en el período comprendido entre los 180 y los 200 días a partir de la siembra. También resulta de interés la variación observada entre las PL.

4.2.3 Descriptores de evaluación.

4.2.3.1 Rendimiento total.

En el siguiente cuadro se presentan los rendimientos totales obtenidos por los materiales genéticos.

CUADRO 25: Rendimiento total.

Tratamiento	Rendimiento Total (kg/ha)	Grupo t * (LSD)
CRS 1	52896	a
4	51027	a b
CRS 2	50167	a b
13	48771	a b
Brasilia	48590	a b c
7	46121	b c d
3	45879	b c d
12	45219	b c d e
11	45052	b c d e
8	41906	c d e f
Kuroda	40369	d e f g
9	39910	d e f g
10	38962	e f g
6	37625	f g
14	35556	g h
2	34181	g h
5	30771	h
1	21829	i
Coeficiente de Variación: 9,67%		

* Tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ($p < 0.05$)

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los mayores rendimientos correspondieron a las PL 4, 13 y 7, y los testigos CRS 1, CRS 2 y Brasilia, con diferencias significativas con respecto a Kuroda. Los rendimientos más bajos fueron los de las PL 1 y 5, significativamente mas bajos que los obtenidos por los testigos. Si bien no es posible afirmar que sean superiores a los de los cultivares comerciales, son destacables los buen rendimientos alcanzados por algunas PL.

4.2.3.2 Rendimiento comercial.

Los resultados obtenidos para el rendimiento comercial se presentan en el próximo cuadro.

CUADRO 26: Rendimiento comercial.

Tratamiento	Rendimiento Comercial (kg/ha)	Grupo t (LSD)
CRS 1	46291	a
CRS 2	44327	a b
4	42458	a b
13	42062	a b
7	40323	a b c
12	39821	b c d
3	39412	b c d e
11	38937	b c d e
Brasilia	35569	c d e f
8	35327	c d e f
9	35183	c d e f
Kuroda	33996	d e f g
10	33344	e f g
14	32275	f g h
6	29962	f g h
2	28517	g h
5	26379	h
1	18437	i
Coeficiente de Variación: 10,55 %		

* Tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ($p < 0.05$)

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los rendimientos comerciales de los materiales. Las selecciones CRS 1 y CRS 2, y las PL 4, 13 y 7 mostraron los mayores rendimientos comerciales, superiores a los de Brasilia y Kuroda. El bajo rendimiento comercial de Brasilia se debe a su alto porcentaje de raíces descartadas al momento de la selección por aptitud comercial, mientras que el menor rendimiento comercial correspondió a la PL 1. El tamaño pequeño de las raíces fue el principal motivo de descarte en el 83 % de los tratamientos, con excepción de la PL 10 y Brasilia (raíces con defectos de forma) y la PL 6 (raíces rajadas). Nuevamente se destaca el comportamiento de algunas PL y de las dos selecciones.

4.2.3.3 Severidad de ataque de enfermedades foliares.

Los resultados que se presentan en el cuadro siguiente corresponden a la tercera observación de severidad de ataque de enfermedades foliares, registrada el día 21 de junio, a 100 días de la siembra.

CUADRO 27: Severidad de ataque de enfermedades foliares.

Severidad de ataque*	Tratamiento	Tukey **
2,00	Selección A	a
2,42	11	a b
2,50	Selección B	a b c
2,67	13	a b c
2,83	Brasilia	a b c d
2,92	12	a b c d
2,92	Kuroda	a b c d
2,92	2	a b c d
3,00	4	a b c d
3,00	6	a b c d
3,08	3	b c d
3,08	9	b c d
3,17	8	b c d
3,25	7	b c d e
3,50	10	c d e
3,83	5	d e
4,25	1	e
4,25	14	e
Coeficiente de Variación: 21,68 %		

* Escala: 1 (ausencia de enfermedad) – 6 (mas del 50% de las plantas con todas las hojas muertas)

** Tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ($p < 0.05$)

En la evaluación de daño foliar, se encontraron diferencias entre los materiales. Las PL no mostraron diferencias significativas en comparación a los testigos Brasilia y Kuroda, con excepción de las PL 1 y 14 que se mostraron como las más susceptibles. En este experimento no se evidenció la mayor resistencia a enfermedades que los productores y las citas bibliográficas atribuyen a las PL con respecto a Kuroda.

El único patógeno que fue aislado en laboratorio corresponde al género *Alternaria* sp., citado por la bibliografía como uno de los más frecuentes. Se encontró una correlación negativa significativa ($p < 0.01$) entre severidad de ataque y rendimiento total, lo que puede observarse en la figura 3. Esto indica que una mayor severidad de ataque de *Alternaria*, provocó una caída en el rendimiento total de zanahorias.

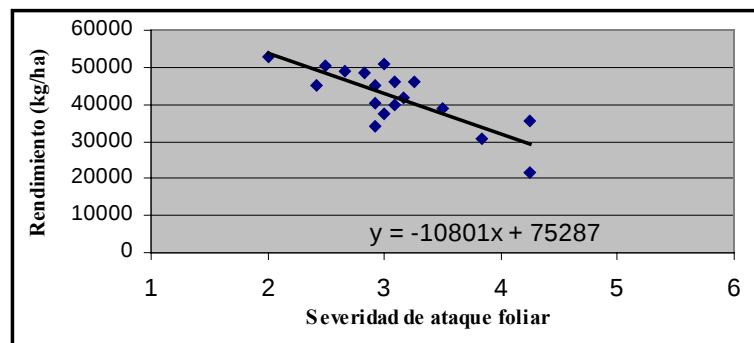


FIGURA 2: Correlación entre rendimiento total y severidad de ataque de enfermedades foliares

4.2.3.4 Relación Raíz / Follaje (Peso Seco)

Los resultados de la acumulación de materia seca en las raíces y follaje se presentan en el cuadro 28.

CUADRO 28: Promedio y coeficiente de variación de la Relación raíz / follaje (PS)

Tratamiento	Promedio	CV (%)
Brasilia	1,39	17,3
2	1,41	25,0
CRS 1	1,49	32,3
8	1,64	19,7
Kuroda	1,66	24,5
3	1,72	16,1
4	1,74	14,8
CRS 2	1,76	21,6
6	1,76	21,4
13	1,81	21,7
11	1,90	24,5
12	1,91	20,3
7	2,16	17,2
5	2,25	41,7
9	2,40	29,0
10	2,55	14,4
14	3,38	38,3
1	3,77	44,7

Se observan diferencias en la partición de la materia seca entre los materiales. La alta relación encontrada en las PL 1 y 14 podría deberse a la elevada pérdida de hojas provocada por el hongo *Alternaria*. Es destacable la alta variación interna encontrada en algunos materiales para esta característica, y las diferencias que se observaron entre los mismos, resultados similares a los obtenidos por Tawatia y Dudi (1999).

5. CONCLUSIONES.

- El porcentaje de germinación de las semillas colectadas presentó una alta variabilidad (27 a 94 %).
- El intercambio de semillas es una práctica frecuente entre los productores. Dos de ellos cruzaron sus PL con Kuroda.
- Las PL presentaron variabilidad entre sí, para los atributos que determinan la calidad externa de la raíz (largo, forma, color y tipo de punta), con valores que están por encima y por debajo de los registrados para los testigos Kuroda y Brasília. También se encontró variabilidad entre las PL para los atributos relacionados a la calidad interna de la raíz.
- Los testigos Kuroda y Brasília mostraron los mejores atributos relacionados a la calidad interna de las raíces (color del xilema y % de xilema).
- Existen PL con menor y mayor variabilidad interna en comparación con los dos testigos importados, en el largo de raíz, forma de raíz, punta de raíz, diámetro de raíz y diámetro del xilema.
- Para el rendimiento total, existen diferencias entre los materiales genéticos, ubicándose en el nivel superior dos PL, las dos selecciones y Brasília.
- Existen diferencias entre los materiales genéticos para el rendimiento comercial. Tres PL y las dos selecciones obtuvieron los valores mayores.
- Se encontraron diferencias entre los materiales genéticos para la severidad de ataque de *Alternaria*. Los dos testigos importados se ubicaron en el grupo con menor daño foliar.
- Se encontró una correlación negativa significativa entre la severidad de ataque foliar por *Alternaria* y el rendimiento total.
- Los materiales genéticos presentaron diferencias importantes en la fecha de floración, ubicándose Brasília como la más precoz, y Kuroda en el grupo de las tardías.
- El método S-R-S es el utilizado para la producción de semilla. Las raíces son seleccionadas teniendo en cuenta sus características externas. No se consideran las características internas (con excepción de un productor), ni la parte aérea de la

planta. Se observó una alta variabilidad en las prácticas de manejo utilizadas, con la excepción que ninguno coloca colmenas ni conduce las plantas.

6. RESUMEN.

La zanahoria del país se utiliza para siembras de verano, existiendo numerosas poblaciones locales (PL) bajo cultivo. Últimamente están siendo desplazadas por los tipos Kuroda por su mayor calidad comercial. Las PL mantienen un nivel productivo aceptable bajo condiciones climáticas variables y podrían ser valiosas para mejoramiento genético.

En este trabajo se colectaron 14 PL en Canelones y San José, realizándose entrevistas a los productores sobre manejo del cultivo y sobre criterios de selección para producir semilla. La evaluación agronómica se realizó en el Centro Regional Sur, en comparación con dos testigos (Kuroda Bonanza y Brasilia) y dos selecciones de una PL. El diseño fue de cuatro bloques completos al azar, con parcelas de cinco metros de largo en canteros con cuatro filas de plantas, con una densidad de siembra de 800 semillas / m². La siembra se efectuó entre el 9 y el 10 de marzo de 2004, se realizó un raleo manual de las parcelas entre el 15 y el 28 de abril, y se cosechó entre el 26 de julio y el 26 de agosto. Se hizo el análisis estadístico para rendimiento comercial, y para severidad de ataque de enfermedades foliares, evaluada mediante una escala de daño foliar (1 a 6) en cuatro fechas. Se midieron los atributos de calidad de la raíz en una muestra de 25 plantas, y el porcentaje de plantas florecidas entre el 2 de agosto y el 7 de octubre.

El rendimiento comercial se ubicó en el rango de 46291 kg/ha a 18437 kg/ha. Las PL 4, 13 y 7, y las selecciones CRS 1 y CRS 2 fueron las superiores, sin diferencias significativas entre si ($p < 0.05$). Las PL presentaron variabilidad en los atributos que determinan la calidad externa de la raíz (largo, forma, color y tipo de punta), con valores que están por encima y por debajo de los registrados para los testigos. Para el diámetro de la médula se observó variabilidad entre las PL, la mayoría presenta valores superiores a los testigos. También se observó variabilidad entre las PL para el color de la médula, presentando todas ellas colores mas pálidos que los testigos. Con respecto a la floración, se observaron diferencias entre las poblaciones con respecto al momento de inicio del alargamiento de entrenudos, destacándose Brasilia como la mas precoz, siendo las mas tardías las PL 1 y 14, y Kuroda Bonanza. En la evaluación de daño foliar del 21 de junio, la selección CRS 1 presentó la menor severidad de ataque, sin diferencias significativas ($p < 0.05$) con la PL 11 y la selección CRS 2. La mayor severidad se observó en las PL 1 y 14, sin diferencias significativas con la PL 5. *Alternaria* sp. fue el único patógeno aislado en laboratorio. Se encontró una correlación negativa significativa ($p < 0.01$) entre severidad de ataque y rendimiento total.

La variabilidad encontrada entre las PL respecto a rendimiento, resistencia a enfermedades, momento de inicio de la floración y atributos de calidad de la raíz demuestra la potencialidad de este germoplasma para la creación de variedades nacionales de verano.

Palabras clave: zanahoria, colecta, poblaciones locales, variabilidad, caracterización, evaluación.

7. SUMMARY.

Local carrot landraces are grown in summer season. There are many variants under cultivation. During the last decades have been increasingly replaced by Kuroda types, due to the higher commercial quality of the last ones. Landraces keep higher yields, particularly under sub-optimal climatic conditions, and could be a valuable base for breeding.

In this research, 14 landraces samples were collected in Canelones and San José. At the same time, farmers were interviewed about the crop management and selection criteria for seed production. Agronomic assesstment were carried out at Centro Regional Sur, including two control cultivars (Kuroda Bonanza and Brasilia), and two selections from a local landraces. The experimental design was complete randomized bocks with four replications. Each plot had 5m long of a seedbed, with four rows of plants. Sowing was done on March 9th and 10th, at a density of 800 seeds/m². Manual clearing was performed between April 15th and 28th, and harvest was between July 26th and August 26th. Statistical tests were used for the commercial yield and the severity of leaf diseases. That was evaluated four times during the season by a 1 to 6 scale of damage. Parameters of root quality were measured on a sample made of 25 plants. Flowering (as a percentage) was measured within August 2nd and October 7th.

Marketable yield was in the range 46,291 to 18,447 kg/ha. The landraces 4, 13 and 7, and the selections from CRS hold the higher yields, without significant difference among them ($p < .05$). Parameters of external root quality varied among landraces (length, shape, colour, and kind of basal tip), wearing values over and under the control cultivars. Pith root diameter and colour differed among landraces, most of them wearing larger values and lighter colours than the control cultivars. There were differences in the timing of flowering onset, being the cultivar Brasilia the earlier, whilst landraces 1 and 14, and Kuroda Bonanza the later. With respect to the disease severity on July 21st, the selection CRS1 showed the lower score, but without significant difference ($p < .05$) with landrace 11 and the selection CRS 2. The largest severity was observed for landraces 1, 14, and 5. *Alternaria* sp. Was the single isolated pathogen from the leaf spots. There was a negative correlation ($p < .01$) between disease severity and total yield.

The diversity among landraces with respect to yield, disease resistance, bolting resistance and root quality, support the potential of this germplasm towards the development of locally improved cultivars for the summer season.

Keywords: carrot, collect, landraces, variability, characterisation, assesstment..

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. ALDABE, L. 2000. Producción de hortalizas en el Uruguay. Montevideo, Epsilon. 269 p.
2. ALLARD, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4ª ed. Barcelona, Omega. 498 p.
3. BARNETT, H.; HUNTER, B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota, Burgess. 241 p.
4. BERRETTA, A; RIVAS, M. 2001. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Montevideo, PROCISUR.144 p.
5. CABOT, M.; GIMÉNEZ, G.; MANZZIONI, A.; VICENTE, E. 2004. Cultivar INIA Ivahé; el sabor original de la frutilla. INIA Salto Grande. Hoja de Divulgación no. 89. 4 p.
6. CARREGA, G.; SPINA, W.; VICENTE, E. 2003. La variedad de cebolla INIA Casera. INIA Salto Grande. Hoja de Divulgación no. 80. 2 p.
7. COMISIÓN ADMINISTRADORA DEL MERCADO MODELO. 2005. Categorías para la comercialización de zanahorias. (en línea). Montevideo, CAMM. Consultado set. 2005. Disponible en <http://www.mercadomodelo.net>
8. CORREA, C. M. 1999. La conservación de recursos genéticos vegetales y los derechos de propiedad intelectual. Perspectivas Rurales.3(1): 49-72.
9. DOGLIOTTI, S.; TOMMASINO, H. 1991. La semilla hortícola en el Uruguay. Montevideo, Agrodata. 60 p.
10. DRAPER, S.R. (ed). 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology.13 (2): 520.
10. EMBRAPA. 2005. Cultivares.(en línea). Brasilia, EMBRAPA. Consultado ago. 2005. Disponible en <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares.htm>
11. FAO. 2004. Anuario FAO de producción 2003. v. 57, 259 p.
12. GALVÁN, G. 2003. Recursos genéticos. In: Producción orgánica. A. Rodríguez; M. García coords. Montevideo. PREDEG. pp 88-106.

13. GALVÁN, G.; GONZÁLEZ, H.; VILARÓ, F. 2005. Estado actual de la investigación en poblaciones locales de hortalizas en el Uruguay y su utilización en el mejoramiento. *Agrociencia*. 9 (1-2):115-122.
14. GARCÍA, M. 2002. El cultivo de zanahoria. Montevideo, Facultad de Agronomía. 39 p.
15. GONZÁLEZ IDIARTE, H. 1999. Pérdida y recuperación de cultivos hortícolas en Uruguay. (en línea). Montevideo, GRAIN. Consultado mar. 2005. Disponible en <http://www.grain.org/sp/publications/biodiv193-sp-p.htm>
16. GÖRGEN, S. A. 2004. Os novos desafios da agricultura camponesa. 2ª ed. s.n.t. 87 p.
17. GRZEBELUS, D.; BARANSKI, R.; KOTLINSKA, T.; MICHALIK, B. 2002. Genetic diversity in the Polish germplasm collection of carrot (*Daucus carota* L.); broad variation and precise characterization -- limitation for the future. In: EUCARPIA Genetic Resources Section Workshop (16 °, 2001, Poznan, Poland). Proceedings. Wageningen, EUCARPIA. pp.183-185.
18. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO.1980. Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación. Madrid, Ministerio de Agricultura de España. 130 p.
19. INTA. 2005. Mejoramiento Genético de zanahorias anuales. Recuperación del cultivar Zanahoria Criolla INTA, obtención de nuevas variedades de zanahorias anuales. (en línea). San Juan, INTA. Consultado ago. 2005. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/sanjuan/investiga/proyectosreg/horticola/linea18.htm>
20. INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE.1998. Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada (*Daucus carota* L.). Roma, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. 65 p.
21. JUNAGRA. 2005. Estadísticas. (en línea). Montevideo, JUNAGRA. Consultado nov. 2005. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/junagra/Estadisticas/PreciosMercadoModelo.pdf>
22. KOTLINSKA, T.; ZABAGLO, A.; ZUKOWSKA, E. 2002. Characterisation of morphological and economic traits of carrot germplasm; broad variation and precise characterization -- limitation for the future. In: EUCARPIA Genetic Resources Section Workshop (16 °, 2001, Poznan, Poland). Proceedings. Wageningen, EUCARPIA. pp.218-220.

23. LELLIOT, R.A.; STEAD, D.E. 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 216 p.
24. OLIVA, R. 1987. Producción de semilla de zanahoria. Mendoza, INTA. 76 p.
25. PEREIRA, G.; RODRÍGUEZ, G.; VILARÓ, F. 2004. Características y recomendaciones de manejo del cultivar de papa INIA Iporá. INIA Las Brujas. Hoja de Divulgación no. 86. 4 p.
26. QUEROL LIPCOVICH, D. 1988. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Lima, Industrial Gráfica. 218 p.
27. ROBA, M.; ROMEO, J. 1991. Evaluación fenológica de cuatro poblaciones locales de cebolla destinadas a conservación poscosecha. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
28. RODRÍGUEZ, G.; VILARÓ, F. 1999. Cultivares de Boniato. INIA Las Brujas. Hoja de Divulgación no. 76. 2 p.
29. RUBATZKY, V.E.; QUIROS, C.F.; SIMON, P.W. 1999. Carrots and related vegetable umbelliferae. London, CABI. 294 p.
30. TEWATIA, A.S.; DUDI, B.S. 1999. Genetic variability and heritability studies in carrot (*Daucus carota* L.). *Annals of Agri Bio Research*. 4 (2):213-214.
31. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS AGROPECUARIAS. 1990. Censo General Agropecuario 1990. Montevideo. 239 p.
32. _____. 2000. Censo General Agropecuario 2000. Montevideo. 2 v.
33. _____. 2003. Anuario Estadístico Agropecuario 2003. (en línea). Montevideo. Consultado dic. 2005. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuarios.htm>
34. _____. 2004a. Anuario Estadístico Agropecuario 2004. Montevideo, DIEA. 200 p.
35. _____. 2004b. Encuestas Hortícolas 2002/03; zonas sur y norte. DIEA. Boletín Informativo (Serie encuestas) no. 229. (en línea). Montevideo. Consultado dic. 2005. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea>
36. _____. 2005. Anuario estadístico agropecuario 2005. Montevideo. 201 p.

37. VIEIRA, J.; CRUZ, C.; NASCIMENTO, W.; MIRANDA, J. 2005. Seleção de progenies de meio-irmãos de cenoura baseada em características de sementes. Horticultura Brasileira. 23(1):44-47.

9. ANEXOS.

ANEXO 1: Identificación de los materiales y diseño del experimento.

Identificación de los materiales:

1	M. Guarisco	7	R. Ferrari	13	O. Bragúndez
2	M. González	8	L. Fernández	14	J. Rodríguez
3	M. Vidal	9	E. Gutiérrez	15	CRS 1
4	J. González	10	S. Fachola	16	CRS 2
5	J. Naya	11	N. Becaría	17	Brasilia
6	J. Brian	12	M. Montenegro	18	Kuroda Bonanza

1.1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO:

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
I	B	3	12	14	4	17	5	18	2	1	10	6	11	16	8	15	13	9	7	B
II	B	8	13	18	7	10	12	16	17	4	9	14	3	5	2	6	11	1	15	B
II	B	6	11	2	1	9	3	15	8	14	12	13	16	7	4	18	10	5	17	B
I																				
IV	B	10	16	5	8	6	4	13	7	11	17	15	18	1	9	12	3	2	14	B
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

- En ***negrita cursiva*** se indican las parcelas con sus respectivos tratamientos representados con números (***1 - 18***).
- Con la letra B se indican los “bordes” del ensayo (fuera de evaluación).
- Con letras mayúsculas en **negrita** se indican los números de canteros (**A - R**)
- Con numeración romana **negrita** se indican los 4 bloques (**I - IV**)

ANEXO 2: Ficha de colecta.

1. DATOS GENERALES:

- Número de entrevista:
- Nombre entrevistador:
- Fecha entrevista:
- Especie colectada (nombre científico): *Daucus carota*.
- Familia: UMBELIFERAE.
- Nombre común: *Zanahoria*.

2. DATOS DEL PRODUCTOR Y DEL ESTABLECIMIENTO:

- Nombre del Productor:
- Dirección del establecimiento:
- Teléfono:
- Localidad:
- Localización geográfica:
 - Latitud:
 - Longitud:
 - Altitud:
- Tipo de explotación:
- Rubros:
- Superficie del establecimiento:
- Técnico de referencia (nombre / contacto):

3. DATOS DEL MATERIAL (SEMILLA):

- Nombre local:
- Origen:
- Edad de la semilla colectada:
- Tiempo en multiplicación:
- Cruzamientos (dirigidos) con otros tipos:
- Características generales del material:
 - Rendimiento:
 - Variabilidad:
 - Poscosecha:

- Comportamiento sanitario (Plagas, enfermedades):
- Ventajas frente a otros tipos:
 - Siembra verano:
 - Malezas:
 - Déficit/excesos agua:
 - Enfermedades/curas:
 - Daño gorgojo:

4. MANEJO DEL CULTIVO:

- Superficie anual del cultivo:
- Producción estimada:
- Ciclo (días):
- Época de siembra:
- Densidad de siembra y marco de plantación:
- Tipo de suelos:
- Fertilización y/o abonos:
- Riego:
- Manejo y control de plagas, enfermedades y malezas:
- Época de cosecha:
- Índice de cosecha:
- Manejo de la cosecha:
- Rotaciones:
- Comercialización / presentación:
- Otros tipos cultivados (especificar):

5. MANEJO DEL SEMILLERO:

- Método de selección:
- Época de cultivo semillero:
- Superficie del cultivo semillero:
- Marco plantación:
- Criterios de selección (plantas y raíces):
- Conservación de raíces (cosecha, almacenamiento, preparación):
- Aislamiento:
- Manejo de suelos:
- Manejo sanitario:
- Índice de cosecha:

- Tipo de cosecha:
 - Orden umbelas:
- Conservación de la semilla:
 - Trilla y limpieza:
 - Almacenamiento:
 - Curas:
- Producción (calidad y rendimientos):
- Uso de la semilla y longevidad:

6. OBSERVACIONES:

ANEXO 3: Preguntas Extra.

Productor:

1. ¿Cómo dispone las plantas de cada variedad para hacer el cruzamiento?
 - En bloques vecinos (cada bloque conformado por varias filas de una población)
 - Plantas intercaladas en la fila
 - Filas alternadas
 - Otra disposición (especificar)

2. ¿Qué proporción de plantas usa de cada variedad (Kuroda/Brasilia vs. PL)?
 - En partes iguales.
 - En otras proporciones (especificar)

3. ¿Cómo realiza la cosecha de la semilla?
 - Tiene en cuenta la planta madre (ej. Cosecha sólo madres Kuroda, ó PL)
 - No tiene en cuenta la planta madre (cosecha al azar, o luego mezcla la semilla)

4. Con las plantas de la semilla proveniente del cruzamiento:
 - ¿Las vuelve a cruzar o no la cruza más?
 - Si la cruza, ¿lo hace con Kuroda o con la PL?
 - ¿Cuántos años seguidos?

1.2. ANEXO 4: VARIABLES CLIMÁTICAS REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE
INIA Las Brujas, durante el período marzo – agosto de 2004.

Mes	Década	Temperatura media (°C)	PP (mm)	% HR
Mar	1	20,6	35,1	80,9
Mar	2	20,2	22	87,3
Mar	3	22,1	0	77,7
Abr	1	22,1	9,7	86,9
Abr	2	18,6	80,2	86
Abr	3	15,1	122,5	86,3
May	1	14,6	1,5	91,5
May	2	11,3	1,7	89,2
May	3	11,7	29,8	94,3
Jun	1	11,2	0	93,9
Jun	2	11,1	0	88,2
Jun	3	12,2	67,1	98,1
Jul	1	9,9	11,6	87,3
Jul	2	8	0	90
Jul	3	13,8	39,6	88,7
Ago	1	11,8	19,1	91,5
Ago	2	14,7	32,9	91,5
Ago	3	11,3	5,6	85,4

FUENTE: Estación experimental INIA La Brujas.

ANEXO 5: Análisis de Varianza para el rendimiento total.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	19	750.2383255	39.4862277	10.41	< .0001
Error	34	128.9298713	3.7920550		
Total	53	879.1681968			

Fuente	GL	Type III SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	2	4.5474454	2.2737227	0.60	0.5547
Tratamiento	17	745.6908801	43.8641694	11.57	< .0001

ANEXO 6: Análisis de varianza para el rendimiento comercial.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	19	572.6945227	39.4862277	9.21	< .0001
Error	34	111.2404574	3.7920550		
Total	53	683.9349801			

Fuente	GL	Type III SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Bloque	2	2.9708259	1.4854130	0.45	0.6389
Tratamiento	17	569.7236968	33.5131586	10.24	< .0001

ANEXO 7: Análisis de varianza para la severidad de ataque de enfermedades foliares.

Fuente		Type III SS	GL	Cuadrado Medio	F	Sig.
Tratamiento	- Hipótesis	23,137	17	1,361	8,475	0,000
	- Error	8,190	51	0,161		
Bloque	- Hipótesis	0,227	3	7,56	0,471	0,704
	- Error	8,190	51	0,161		