



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD DE  
ZARAGOZA

## PROYECTO FIN DE CARRERA

“Estudio de los parámetros productivos de cuatro cultivares de zanahoria (*Daucus Carota*) en el marco de la Agroecología en los Campamentos de Refugiados Saharauis, Tindouf, Argelia.”

Autora: María Nora Ydalga Palacio

Estudios: Ingeniera Agrónoma

Director: Asun Usón Murillo

Convocatoria: Junio de 2013

Por la Justicia

Por la Libertad

Por todas aquellas personas que trabajan en y para ello

Por todas las personas que sufren su carencia

## **Agradecimientos**

Mi total agradecimiento, en primer lugar, a la Sra. Asun Usón por estar ahí siempre, dispuesta a tutorar mi proyecto final de carrera durante el transcurso de estos 6 años desde que finalizara las asignaturas de la carrera, surgiendo por mi parte durante el transcurso de este tiempo diferentes propuestas de proyecto y desestimándolas, hasta llegar a esta, la definitiva.

También agradezco al Sr. Baba Efdeid por su apoyo a lo largo de todo el proceso de elaboración de este trabajo.

A ambos, les agradezco su compromiso como enseñantes, cada uno en su ámbito, y extiendo este agradecimiento a todas aquellas personas que disfrutan ejerciendo su profesión de maestros.

Mi agradecimiento a la Sra. Vega Díez, por ser una gran profesional y mejor persona. También a Arantxa y a todos los miembros de CERAI, por creer en un mundo mejor y trabajar en y para ello.

Agradezco a Iván Fuentes, gran amigo, con el que empecé esta carrera, y a las amistades que se fueron forjando a lo largo de estos estudios.

A mis queridos Mariam y Jorge, por que, como excelentes padres, siempre están en el momento adecuado con las palabras justas para alentarme a coger el impulso necesario para seguir adelante, disfrutando, aprendiendo, y si es necesario, luchando.

A mis queridos hermanos, Nuur y Jordi, por Ser y por Estar.

A mi querida familia, en especial a mi prima Elena, con quien tuve la suerte de compartir parte del tiempo de mis estudios en esta escuela técnica superior.

A mi querido Jaime, por ser una persona extraordinaria y un precioso compañero de camino. Gracias también a Antonio y Pilar, por el aliento que me transmitís.

A Ainhoa, Rossella y Enric, por su ejemplo de compromiso, bondad y resistencia. También a sus familias. También a Montse, Blanca y familias correspondientes.

A los saharauis, especialmente a Baba Efdeid (de nuevo), a Taleb Brahim, a Mohamed Mulud, ingenieros, colegas de profesión con quien he compartido y aprendido durante estos tiempos pasados. A Hamudi, Waddad, Beshar y Omar, por vuestra amistad.

A Estela, a Vanesa, a Cristina y a todas aquellas personas con quien he compartido y con quien sigo compartiendo experiencias de vida, a todas mis amistades presentes y pasadas, y también futuras.

## **Preámbulo**

En las siguientes líneas presento el marco y el contexto que me lleva a desarrollar mi trabajo final de carrera.

Tras haber realizado los estudios de máster en Cooperación y Agricultura en la UPC, inicio mi vida profesional en el 2010 como cooperante expatriada de la ONGD CERAI "Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional", en los Campamentos de Refugiados Saharauis, CRS, ubicados en uno de los lugares más hostiles de la Tierra, la hammada argelina.

Mi trabajo ha consistido en coordinar, administrar y gestionar un proyecto de Cooperación al Desarrollo de 2 años de duración (extendiéndose mi trabajo un año más para apoyar el desarrollo y la expansión de dicho proyecto) teniendo como contraparte local al Ministerio de Desarrollo Económico de la República Árabe Saharaui Democrática. El proyecto ha sido financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, AECID, y ha sido supervisado por la Directora del área de cooperación de Cerai, Ingeniera agrónoma y Directora del proyecto de Cooperación que he llevado a cabo, la Sra. Vega Díez.

La contraparte local saharaui ha estado formada por el Doctor ingeniero agrónomo Sr. Baba Efdeid, Secretario del citado Ministerio, y por los ingenieros agrónomos saharauis Sr. Taleb Brahim, Sr. Mohamed Mulud y Sr. Mulai Ahmed.

El trabajo ha consistido en apoyar profesionalmente al Centro de Experimentación y Formación Agrícola, CEFA, mediante (a) formaciones llevadas a cabo por profesionales españoles en diferentes ámbitos de la agricultura para técnicos de laboratorio e ingenieros agrónomos saharauis que desarrollan su ejercicio profesional en los Campamentos, (b) licitaciones, contrataciones y seguimiento de 3 construcciones (un almacén, un edificio

dedicado a diferentes usos y una planta de compostaje), (c) abastecimiento de material agrícola, según las necesidades detectadas por la contraparte local.

Paralelamente se ha trabajado en la puesta en marcha de 42 huertos familiares en la wilaya del Aaiun y 5 institucionales (estos siguen el mismo patrón que los huertos familiares pero se ubican en diferentes instituciones saharauis ubicadas en la wilaya de Rabuni). Así mismo, se ha acompañado profesionalmente (a) el proceso de instauración de una nueva estructura ministerial de huertos familiares conformada por los ingenieros Sr. Taleb Brahim, Director Nacional de Huertos Familiares y Sr. Mohamed Mulud, Director Regional de Huertos Familiares, y (b) la formación práctica y teórica de 6 mujeres como coordinadoras de huertos familiares. Este apartado de huertos familiares e institucionales corresponde a una experiencia piloto que se está ampliando en la actualidad y que se extenderá en un futuro a otras wilayas de los CRS.

El trabajo en equipo ha permitido sobreponer las dificultades del desierto, y consolidar un equipo mixto (español-saharaui) lo que ha permitido alcanzar el objetivo marcado de producción de verduras y hortalizas en los huertos. Esta producción se ha logrado mediante técnicas de extracción de agua del suelo, técnicas de riego adecuadas para el medio árido y una formación en el manejo agroecológico de los citados huertos imprescindible para este pueblo de tradición nómada. El esfuerzo de las propias familias beneficiarias ha sido un input que ha facilitado el desarrollo del proyecto.

El trabajo diario del equipo mixto durante estos tres años en un medio tan hostil como la hammada argelina ha resultado ser árduo y la vez gratificante por los resultados obtenidos. Mi más sincero reconocimiento a cada una de las piezas que compuso este puzzle de desarrollo agroecológico.

En una de las tantas reuniones de trabajo que mantenía con el Sr. Baba Efdeid, anteriormente citado, en la sala de reuniones del Ministerio, le propuse llevar a

cabo mi proyecto final de Carrera entorno a una de las áreas de ensayo de la parcela experimental del CEFA.

La parcela experimental del CEFA cuenta con diversas áreas de ensayo en las que el Sr. Mulai Ahmed, Director del CEFA, junto con su equipo coordinado por el Sr. Baba Efdeid, trabajan sembrando, controlando y cosechando diferentes especies hortícolas. Este trabajo permite obtener resultados de todos experimentos desarrollados. En julio del 2011, dentro de este marco de trabajo agrícola experimental, propuse al Sr. Baba Efdeid hacer mi proyecto final de carrera con uno de los ensayos que se sembraría unos meses después, en septiembre. El Sr. Baba Efdeid apoyó mi propuesta y me facilitó la tarea agroexperimental entorno al ensayo de cuatro cultivares de zanahoria.

El equipo de trabajadores del CEFA, su Director Sr. Mulai, y yo misma, siempre con la supervisión y apoyo del Sr. Baba, llevamos a cabo el trabajo de campo: sembramos las semillas de los cuatro cultivares de zanahoria y las cosechamos. Esto permitió recabar los datos necesarios para la elaboración de este proyecto.

Finalmente, y a modo de cierre del preámbulo, creo importante destacar la enorme dificultad que ha supuesto encontrar información actualizada referente a los Campamentos de Refugiados Saharauis para la redacción de este proyecto así como la escasez de medios para realizar el ensayo llevado a cabo. También es importante destacar la utilidad práctica de este trabajo en el medio agrícola saharaui en proceso de expansión.

Sin más, mi más sincero agradecimiento (de nuevo) a todas las personas que han contribuido a que este proyecto sea una realidad.

Nora Ydalga Palacio

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Contexto .....</i>	3
1.1.1. Derechos humanos.....	6
1.1.2. La agricultura en el medio árido de los CRS .....	7
1.1.3. Cultivos en los CRS.....	15
1.2. <i>El cultivo de la zanahorias .....</i>	18
1.2.1. Material vegetal.....	18
1.2.2. Producciones a nivel mundial .....	20
1.2.3. Técnicas de cultivo de la zanahoria.....	24
1.2.4. Importancia del cultivo de la zanahoria en el contexto de los CRS	36
1.3. <i>Técnicas de producción en los Campamentos de Refugiados Saharauis .....</i>	38
1.3.1. Limitantes e impedimentos para la producción: introducción a la Agroecología en los CRS .....	38
<b>2. Objetivo.....</b>	<b>40</b>
<b>3. Material y métodos .....</b>	<b>40</b>
3.1. <i>Descripción de la zona.....</i>	40
3.1.1. Aspectos del medio .....	40
3.2. <i>Ensayo de campo.....</i>	51
3.2.1. Material vegetal.....	51
3.2.2. Técnicas de cultivo en el ensayo .....	54
3.2.3. Diseño experimental.....	55
3.2.4. Análisis estadístico.....	58
<b>4. Resultados y discusiones .....</b>	<b>59</b>
4.1. <i>Parámetros productivos .....</i>	59
4.1.1. Rendimiento bruto.....	59
4.1.2. Rendimiento neto .....	61
4.1.3. Rendimiento comercial.....	62
4.1.4. Destrío .....	63
4.2. <i>Parámetros vegetativos.....</i>	68
4.2.1. Altura de las plantas .....	68

4.2.2.	Longitud de la raíz.....	68
4.2.3.	Diámetro del cuello de la raíz .....	69
4.2.4.	Diámetro central de la raíz .....	70
<b>5.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>71</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>72</b>

## 1. Introducción

### 1.1. Contexto

A finales del año 1975 el pueblo saharaui en su mayor parte se ve obligado a abandonar el Sahara Occidental, tierra legítima del citado pueblo, debido a la invasión marroquí del territorio con la Marcha Verde ordenada por el rey alauita Hassan II. Este suceso tiene lugar unos años después de la independencia de Marruecos, posterior también a que éste reclamara el territorio del Sahara Occidental como parte del "Gran Marruecos", sumándose más tarde Mauritania a esta reclamación.

Después de la Marcha Verde y durante el año 1975 se inicia una guerra entre el Frente Polisario, representante del pueblo saharaui y en defensa de su territorio, con Mauritania y Marruecos, poco después de la firma del acuerdo tripartito en el que España, responsable histórica de la situación actual del pueblo saharaui en el exilio, cede la entonces 53<sup>a</sup> provincia española a Marruecos y Mauritania.

En 1991 se firma el alto al fuego entre Marruecos y el Frente Polisario con la condición de que se lleve a cabo el Referéndum de autodeterminación del Pueblo Saharaui, habiéndose retirado Mauritania unos años antes. En él se debía determinar si el mencionado pueblo optaba por la autodeterminación o no. Este referéndum está todavía por celebrarse a día de hoy después de sucesivas prórrogas a las que ha obligado el voto de alguno de los países miembros de Naciones Unidas para el citado referéndum.

Así pues es desde 1975 que los saharauis viven en condición de refugiados en el territorio cedido por el gobierno argelino y situado en la Hamada Argelina (ver Imagen 1), a unos kilómetros de distancia de la ciudad argelina de Tindouf. La región limita con el territorio del Sahara Occidental (que actualmente está dividido en los Territorios Ocupados –TT. OO.- por Marruecos y los Territorios Liberados –TT. LL.- de la República Árabe Saharaui Democrática –RASD-), Mauritania y

Marruecos, y se ubican en otro territorio que no son los TT. LL. del Sahara (ver Imagen 2), con el fin de evitar el peligro de posibles bombardeos marroquíes.

Cabe mencionar que a día de hoy el Sahara Occidental es el único país pendiente de ser descolonizado puesto que en el año 1975 este proceso fue interrumpido por el abandono de España, en aquel entonces potencia colonial, y el inicio de la guerra, anteriormente citado.



Imagen 1: Ubicación de los CRS en el mapa continental africano.

Fuente: Google maps.

Hoy en día son 82 estados los que reconocen a la República Árabe Saharaui Democrática, RASD. Aquellos que no reconocen a la citada república como tal pueden reconocer, sin embargo, al Frente Polisario como representante legítimo en el exilio del pueblo saharaui.

De acuerdo con las estimaciones realizadas por el gobierno argelino, el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) censa alrededor de 165.000 civiles (180.000 para el Frente Polisario), en su mayoría mujeres, niños y ancianos.



Imagen 2: Situación de los Campamentos de Refugiados Saharauis de Tindouf. Fuente: Naciones Unidas

Los campamentos están organizados en cuatro grandes núcleos poblacionales o wilayas (cuya traducción es provincia), recibiendo los nombres de Aaiun, Dajla, Auserd y Smara. Cada wilaya se divide en 6 o 7 "dairas" o distritos. Así mismo encontramos núcleos más pequeños como el "27 de Febrero" y Rabuni, centro administrativo en el que se ubican las instituciones y ministerios de la República Árabe Saharaui Democrática (RASD).

Los campamentos están situados cerca de la ciudad argelina de Tindouf, a excepción de Dajla, que está a 200 km de distancia hacia el sur.

La zona se caracteriza por una topografía muy poco accidentada. Está formada por amplias llanuras de desierto rocoso llamadas Hamada. Estas están atravesadas por los lechos de una red de pequeños ríos efímeros llamados Wads, que desembocan en lagunas también efímeras llamadas Sebkhas. Los cordones de

zonas elevadas que constituyen la divisoria entre Wads o ríos se llaman Krebs. Los campamentos del norte (Auserd, Aaiún y Smara ver imagen 10) están situados en la Hamada de Tindouf. Estos campamentos se sitúan a una cota entorno a los 350-400 m de altitud, a diferencia del campamento de Dajla que se encuentra en un oasis fuera de la Hamada, a unos 310 m de altitud.

Las zonas de explotación de los recursos hídricos subterráneos para abastecer a la población refugiada se sitúan en los alrededores de los campamentos de El Aaiún, Rabuni y Dajla.

Las autoridades de la RASD administran con total autonomía los campamentos. El origen de los recursos para su supervivencia es, prácticamente en su totalidad, de la ayuda internacional, a través de organizaciones humanitarias o de países amigos.

#### 1.1.1. Derechos humanos

Dado que estamos hablando de población refugiada, se considera imprescindible incluir este punto como primordial, aún habiendo mejorado la situación desde el fin de la guerra en 1991, pero no resultando posible hacer una evaluación fiable debido a la falta de organizaciones locales abocadas al monitoreo de los mismos.

Pese a valorar dichas dificultades para la evaluación de los Derechos Humanos, se han realizado diferentes análisis, tanto del Gobierno de la RASD como de diferentes organismos internacionales y ONGs, de los que se desprende que uno de los derechos vulnerados que se encuentra en peor situación es el *Derecho a la Alimentación*, correspondiente al artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, ya que la población refugiada saharaui presenta un estado nutricional deficiente y desequilibrado, debido a la escasa disponibilidad de productos frescos y a su condición de refugiados de largo término.

### 1.1.2. La agricultura en el medio árido de los CRS

El territorio en el que se asientan los Campamentos se encuentra dividido en cuatro provincias o wilayas diferentes que rememoran los nombres de las ciudades originales del Sahara Occidental: Aaiún, la capital; Smara, la ciudad sagrada; Dajla, la gran portuaria; y Ausserd, añadiéndose dos recientemente: 27 de Febrero, fecha de proclamación de la RASD y actual Bojador, y Chahid el Hafed o Rabuni, ámbito físico administrativo de los CRS. Cada Wilaya está subdividida en 6-7 municipios o Dairas.

En la wilaya denominada Chahid el Hafed se encuentran los diferentes Ministerios de la RASD, las bases de los diferentes organismos internacionales y ONGs, un mercado, así como la mayoría de los huertos nacionales.

La UNESCO caracteriza las regiones secas del mundo, que están particularmente afectadas por la desertificación, según las siguientes particularidades:

- ⇒ Precipitaciones bajas, poco frecuentes, irregulares e impredecibles.
- ⇒ Grandes variaciones entre la temperatura diurna y la nocturna;
- ⇒ Suelos pobres en materia orgánica;
- ⇒ Escasez de agua disponible para el consumo

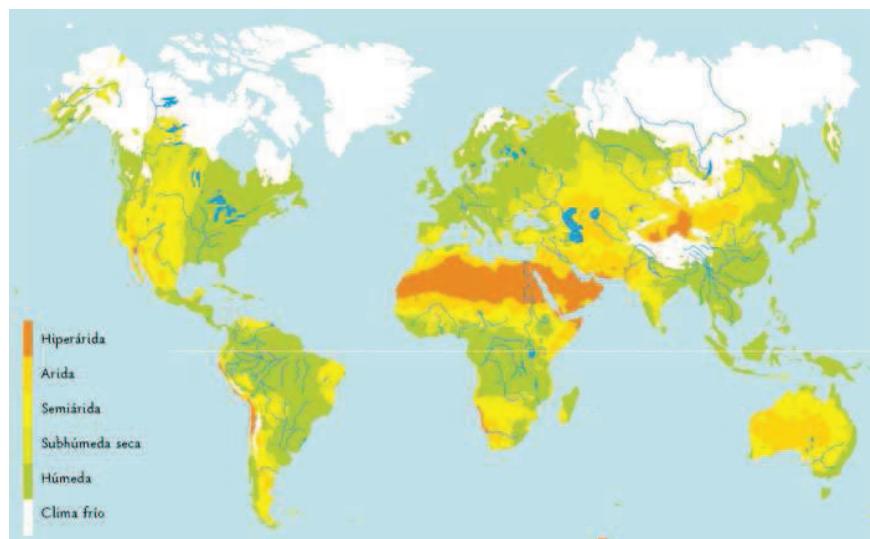


Imagen 3: Distribución de las zonas secas en el mundo.  
Fuente: FAO/AGLL/GIS (SDRN), 2002

Tal y como se observa en el mapa de la Imagen 3, los CRS se encuentran en zona árida.

#### 1.1.2.1. Etapas de la actividad agrícola en los CRS

La historia agrícola de los saharauis exiliados en los Campamentos de Refugiados Saharauis, se diferencia en 4 etapas, desde su inicio hasta el día de hoy (datos facilitados por el Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD):

##### *1<sup>a</sup>/ Período comprendido entre 1978 y 1983*

Iniciación de la agricultura con la creación del Huerto de "Njeila" actual Hussein Tamek, primeras experiencias empíricas de la agricultura saharaui en los campamentos de refugiados. Se caracteriza esta etapa por disponer de escasos medios disponibles e insuficientes conocimientos en horticultura, dado que los saharauis solo practicaban una agricultura de secano en épocas de lluvia mediante la siembra de la cebada para la alimentación tanto humana como del ganado (camellar, ovino y/o caprino) que constituía el único sustento en épocas anteriores.

Esta etapa ha sido el primer paso dado por las autoridades en lo que a creación de los huertos se refiere, acompañada, a través de una clara visión de futuro, por la formación en Países amigos de técnicos e ingenieros para lograr desarrollar una agricultura destinada a crear más superficies y ampliar los conocimientos en aras de una producción agrícola para la alimentación de la población de los campamentos de refugiados donde se encuentran.

La agricultura en la década de los 80 poseía un fondo común en el que todas las agencias de Europa depositaban los fondos de ayuda y este era gestionado en los primeros años por War in Want, y posteriormente por One World Action. Esta última organización junto con las autoridades saharauis elaboraba las necesidades de la agricultura en los campamentos, y se encargaba de realizar la adquisición y

transporte de los insumos. Al mismo tiempo realizaba una evaluación anual de la evolución de la agricultura en los campamentos.

*2<sup>a</sup>/ Período comprendido entre 1984 y 1990*

En este periodo se lleva a cabo la creación de los huertos nacionales, regionales y locales, y es la etapa de mayor auge en agricultura, tanto por el aporte humano como por el incremento de la producción agrícola. La labor se produjo a través de campañas populares en las que participaba la población y en las que se realizaban las diferentes tareas agrícolas como son la preparación de las superficies a sembrar, la siembra y la cosecha de la producción obtenida así como su posterior distribución.

En esta etapa se crea el Ministerio de Desarrollo Económico (que se encarga de la agricultura, la ganadería y la artesanía), pilar básico para la creación de una administración en el campo de la gestión tanto de la fuerza de trabajo como de los insumos destinados a este renglón.

*3<sup>a</sup>/ Período comprendido entre 1991-2000*

El auge de las ONGs y la introducción de la "cooperación al desarrollo" por parte de la cooperación española, hace de esta etapa un salto tanto cualitativo como cuantitativo en lo que a agricultura en los CRS se refiere. Si bien cabe resaltar la diferencia en cuanto a participación en el sector agrícola por parte de la cooperación al desarrollo proveniente del estado español, tanto centralizada como descentralizada, dado que hubo actores que participaron mediante proyectos que comportaron elevadas cantías económicas con un seguimiento y puesta en práctica de dichos proyectos en terreno y otros que enviaron los insumos a los campamentos sin un seguimiento cercano de los proyectos que llevaban a cabo.

En esta etapa se incrementa la superficie agrícola cultivada, aumenta la producción, se experimenta con nuevas especies, se realizan análisis de aguas y

suelos con el fin de alcanzar un mayor conocimiento de las características del área a cultivar.

El cultivo agrícola se diversifica de 3 a 15 especies y la producción se incrementa de 600 toneladas a 1400, la participación de la población en campañas populares se amplía y el rol de la mujer aumenta de un 10% de la mano de obra a un 75 %.

Debido a las circunstancias políticas tanto externas a la RASD como internas, no se logró crear ningún tipo de infraestructura sólida ni de política agrícola destinadas ambas a la creación de cooperativas agrícolas en una primera fase.

#### *4<sup>a</sup>/ Período comprendido entre 2001 y la actualidad*

La situación actual de la agricultura en los CRS forma parte de un todo y viene determinada por diferentes factores como son la falta de medios por el uso inadecuado que se le otorga a los mismos dado el escaso reciclaje de los ingenieros y técnicos, debido al aislamiento que sufren los CRS sobretodo en determinados ámbitos, y al rol que las autoridades saharauis dan a la Dirección de Agricultura, encargada de gestionar la agricultura y de estabilizar la disponibilidad de fuerza de trabajo agrícola.

La creación de huertos tanto nacionales, como regionales y locales es una afirmación del esfuerzo en la educación para la producción hortícola tan necesaria por sus aportes vitamínicos, minerales, fibra, antioxidantes, etc. indispensables para una adecuada y saludable alimentación de la población saharaui. Aunque la tendencia está cambiando considerablemente en estos últimos tiempos, la mayoría de la producción agrícola saharaui se basa en huertos estatales considerablemente grandes, tratándose de agricultura de desierto en medio árido.

Así pues, a día de hoy, existen 3 huertos nacionales (Bugarfa, Hossein Tamek, 9 de Junio), con una superficie que oscila entre las 14 y las 15 ha, 4 huertos regionales (Smara, Dajla, Aaiun, Auserd -este se encuentra en la wilaya del Aaiun

de los CRS-), con una superficie de 4-8 ha, con producciones más o menos estables de diferentes especies hortícolas. Los productos obtenidos de estos huertos estatales se distribuyen en hospitales y escuelas con la finalidad de mejorar la dieta de una parte de la población saharaui, la más vulnerable: niños, mujeres, ancianos y enfermos. Así que se deduce que buena parte de la actividad agraria está gestionada por el estado y puesta al servicio de la población más sensible. A pesar de todo lo expuesto la producción agrícola alcanzada no permite un abastecimiento suficiente comparado con la demanda actual en productos frescos del pueblo saharaui en condición de refugiado. Además, resulta importante resaltar que el considerable decremento de las ayudas de las que dependen estos huertos (su funcionamiento depende actualmente al 100 % de la ayuda exterior, tanto centralizada como descentralizada) está provocando el progresivo abandono de los mismos, aumentando de forma espontánea y por parte de la misma población iniciativas familiares y privadas mediante la puesta en marcha de huertos locales, con una superficie que oscila entre las 0,008 ha y 1 ha y cuyo número aumenta exponencialmente de año en año.

Se deduce que la producción de alimentos en los campamentos se ve dificultada por una suma de factores de diferente índole, a los anteriormente citados se les añaden otros, de los cuales se destacan los siguientes:

- Condiciones extremas para la práctica de la agricultura (zona árida, agua de riego salina, etc.)
- Falta de tradición agrícola del pueblo saharaui, que es históricamente un pueblo dedicado al pastoreo nómada.
- Funcionamiento de los huertos basado en la ayuda internacional, que no favorece la motivación de la gente hacia el trabajo agrícola.

#### 1.1.2.2. La Cooperación en Agricultura en los CRS

La cooperación centralizada del estado español aporta un 18% en la agricultura saharaui mientras que el 82% restante corresponde a la cooperación descentralizada española, procediendo de gobiernos de las comunidades autónomas, de ayuntamientos, ONGs, Asociaciones de amigos del pueblo saharaui, etc.

Cabe destacar que en este tipo de cooperación, el grado de compromiso por parte de las comunidades autónomas difiere de unas a otras, limitándose en algunos casos a llevar a cabo Caravanas, Vacaciones en Paz, Ayudas de Emergencia, etc., y en otros, además de este tipo de ayuda, financiar proyectos en todos los sectores (Salud, Educación, Transporte, Agricultura y Ganadería, Administración y Gestión).

El modelo actual de cooperación con el pueblo saharaui está condicionado por la urgencia en cubrir las necesidades básicas de la población, mediante los mecanismos más directos posibles, las donaciones y la atención directa.

La colaboración ha evolucionado con el tiempo y se ha visto la necesidad de ir generando una infraestructura mínima de cambio hacia la autosuficiencia, mediante la creación de huertos productivos, como buen ejemplo. Es mediante el apoyo a las estructuras institucionales saharauis ya determinadas, a la elaboración de proyectos agrícolas por parte de las mismas y en conjunto con expertos en agricultura sostenible como instrumento que se van alcanzando los diferentes logros en este aspecto.

Más recientemente se ha patentado la necesidad de completar estos proyectos con formación agraria con la finalidad de asegurar la continuidad de la actividad agrícola en los CRS.

#### 1.1.2.3. El Centro de Experimentación y Formación Agrícola

Tomando como referencia la Conferencia Saharaui de Agricultura llevada a cabo en el mes de Abril de 2004 en Tifariti, el Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD, formula su voluntad para la creación de un centro de experimentación y de formación para la agricultura en los campamentos saharauis. Desde 2005, la asociación valenciana "Associació de la Gent de l'Horta del Sud" de Aldaia, apoya dicho centro. Inicialmente con la construcción de diferentes edificios y posteriormente en diferentes áreas del mismo.

En 2007, el "Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional" (CERAI), ONG española de Desarrollo Rural, inicia su apoyo al centro en cooperación con la RASD, con el objetivo de reforzar la dinámica del mismo, cuyo nombre se elige como: Centro de Experimentación y de Formación Agrícola (CEFA). Desde 2007 el CEFA también es apoyado por la Fundación Mundubat, ONG vasca, que contribuye a mejorar el equipamiento del CEFA en el marco de un convenio de soberanía alimentaria.



Imagen 4: Vista del lugar donde se ubicaría el CEFA, medio inhóspito.  
Fuente: CERAI, 2007.

El centro se encuentra ubicado en la localidad del 9 de Junio, muy próxima del centro administrativo de los Campamentos, Chahid el Hafed más conocido como Rabuni, en vecindad con uno de los 3 Huertos Nacionales, el Huerto 9 de Junio.



Imagen 5: Panorámica del CEFA en el día de la inauguración del Centro. Fuente: CERAII, 2008

El CEFA, dependiente del Dirección de Agricultura del Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD, a día de hoy está dotado de una oficina, un laboratorio equipado donde analizar suelos agrícolas y agua de riego de los diferentes huertos de los Campamentos, de una sala de formaciones dotada de material pedagógico y destinada a impartir formaciones de las diferentes disciplinas relacionadas con la agricultura a los ingenieros y técnicos del campo de la agronomía, de una parcela agrícola experimental en la que se llevan a cabo diversos tipos de experimentaciones tanto con cultivos herbáceos, hortícolas como arbóreos, a modo de extrapolar los resultados obtenidos a la agricultura de los CRS, ya sea a los Huertos Nacionales, los Huertos Regionales o los Huertos Familiares. También hay una planta piloto donde compostar los residuos vegetales y orgánicos que se generen, un almacén, así como una zona en la que se alojan los 9 trabajadores del centro, incluyendo el director, los laboratoristas, los capataces y los peones.



Imagen 6: Vistas de la parcela experimental del CEFA.  
Fuente: CERAII, 2011

Actualmente el CEFA tiene el papel de gestor de la red agraria, la gestión del agua como factor limitante (y por tanto el tipo de riego, de drenajes, los pozos y bombas, etc.), así como de semillas locales, formaciones previas a las actuaciones, etc., además de ser la institución en la que se llevan a cabo formaciones de distinta índole de técnicos en agricultura que aseguran que el sector siga dotado de mano de obra cualificada.

#### 1.1.3. Cultivos en los CRS

Desde los inicios de la agricultura en los CRS los principales cultivos que se producen en los huertos son el nabo, la cebolla, la remolacha y la zanahoria, y de un modo menos representativo melón, sandía y tomate.

En los huertos de los CRS se han registrado en las diferentes campañas agrícolas comprendidas entre el año 1994 y el año 2002 las superficies totales cultivadas (ver Tabla 1), las producciones totales alcanzadas (ver Tabla 2), obteniéndose así los rendimientos en T/ha (ver Tabla 3) de los principales cultivos citados anteriormente (remolacha, nabo, cebolla, zanahoria), y agrupándose los datos de tomate, sandía y melón en forma de "varios". Estos tres cultivos se producen en cantidades muy inferiores a los cultivos principales debido a la temporada agrícola en la que se cosechan. A partir del mes de febrero se siembran, recolectándose entre junio y julio, meses excesivamente calurosos, con muy baja humedad relativa y elevada ETP, conllevando una gran demanda de riego. Por las condiciones salinas del agua y del suelo se minimiza el número de cultivos en esta temporada del año para así sortear un aumento considerable de la salinidad en el suelo.

Tal y como se puede observar en la Tabla 3, los mejores rendimientos obtenidos en los huertos de los CRS (en T/ha) corresponden al cultivo de la zanahoria en los sucesivos años, aún tratándose de una especie sensible a la salinidad, según

diferentes autores (Bernstein y Ayers, 1953; Malcolm y Smith, 1971), la FAO y otros organismos.

Los rendimientos brutos en la producción de zanahoria en los CRS correspondientes a las campañas agrarias comprendidas entre el año 1999 y el 2002<sup>1</sup> son más bien estables, alcanzándose las 40 T/ha, mientras que en los últimos años en España (ver Tabla 4) se obtienen más de 50 T/ha de zanahoria llegando a las casi 60 T/ha de zanahoria en la campaña del año 2000 (Anuario Estadístico de España, 2000). La diferencia notable pone en evidencia la disparidad en las condiciones del medio y de producción de los Campamentos de Refugiados Saharauis y del territorio español. Aún así se considera nada despreciable el logro en la producción y rendimientos de zanahoria alcanzados en los CRS, y más si comparamos estos datos con los de producción de zanahoria y nabo en Argelia donde se lograron los rendimientos que se reflejan en la Tabla 5 para el mismo período (1994-2002, FAOSTAT).

Tabla 1: Superficie (ha) cultivada en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002.

Cultivo	Campaña agrícola	Superficie sembrada (ha)							
		94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02
Zanahoria		30	30	20	20	23	20	18	18
Nabo		6	8	11	13	12	10	8	7
Cebolla		12	13	13	19	18	16	14	13
Remolacha		4	1	9	3	10	10	8	9
Varios		6	6	6	4	4	3	2	1
Total		58	58	59	59	57	59	50	48

Fuente: Análisis, perspectivas y propuesta de la agricultura en los campamentos de refugiados saharauis, MDE, RASD

<sup>1</sup> Únicos datos hallados con referencia las producciones de los CRS.

Tabla 2: Producción bruta obtenida (T) en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002.

Cultivo	Campaña agrícola	Producción Bruta obtenida (T)							
		94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02
Zanahoria		1006	1000	820	840	910	810	729	730
Nabo		74	110	210	320	260	180	144	130
Cebolla		173	197	190	270	250	230	201	186
Remolacha		40	12	120	36	215	220	176	198
Varios		40	50	50	30	33	27	26	13
Total		1333	1369	1369	1496	1668	1487	1276	1257

Fuente: Análisis, perspectivas y propuesta de la agricultura en los campamentos de refugiados saharauis, MDE, RASD

Tabla 3: Rendimientos brutos obtenidos (T/ha) en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002.

Cultivo	Campaña agrícola	Rendimientos Brutos obtenidos (T/ha)							
		94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02
Zanahoria		33,5	33,3	41,0	42,0	39,6	40,5	40,5	40,6
Nabo		12,3	13,8	19,1	24,6	21,7	18,0	18,0	18,6
Cebolla		14,4	15,2	14,6	14,2	13,9	14,4	14,4	14,3
Varios		10,0	12,0	13,3	12,0	21,5	22,0	22,0	22,0
Remolacha		6,7	8,3	8,3	7,5	8,3	9,0	13,0	13,0
Total		23,0	23,6	23,2	25,4	29,3	25,2	25,5	26,2

Fuente: Análisis, perspectivas y propuesta de la agricultura en los campamentos de refugiados saharauis, MDE, RASD

Tabla 4: Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de zanahoria en España entre 1999 y 2009.

Años	Superficie (hectáreas)	Producción (toneladas)	Rendimiento (T/ha)
1999	7.388	400.562	54,22
2000	7.307	425.357	58,21
2001	7.664	383.311	50,01
2002	7.642	436.777	57,15
2003	8.216	448.349	54,57
2004	8.395	445.445	53,06
2005	9.077	478.428	52,71
2006	9.019	489.189	54,24
2007	7.936	426.074	53,69
2008	7.492	414.507	55,33
2009	7.828	419.662	53,61

Fuente: Anuario Estadístico de España.

Tabla 5: Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de zanahoria y nabo en Argelia entre 1994 y 2002.

Año	Superficie (ha)	Producción (T)	Rendimiento (T/ha)
1994	12.150,00	158.492,00	13,04
1995	11.150,00	132.477,00	11,88
1996	10.980,00	128.544,00	11,71
1997	9.970,00	125.428,00	12,58
1998	10.280,00	141.145,00	13,73
1999	11.090,00	134.950,00	12,17
2000	10.830,00	148.636,00	13,72
2001	11.500,00	156.140,00	13,58
2002	12.460,00	158.660,00	12,73

Fuente: FAOSTAT

## 1.2. El cultivo de la zanahorias

### 1.2.1. Material vegetal

*Daucus Carota L.* subespecie *sativus* es el vegetal popularmente conocido como zanahoria, planta herbácea perteneciente a la familia de las umbelíferas, también denominadas apiáceas. Es la forma domesticada de la zanahoria silvestre, oriunda de Europa y Asia sudoccidental, donde crecía hace más de dos mil años.. Pertenece al grupo de las hortalizas y es la especie más importante y de mayor consumo dentro de su familia (FAO, 2010).

La planta es bianual (aunque existen algunos cultivares anuales, ver apartado 1.2.3.6.) lo que implica que durante el primer año se forma una roseta de pocas hojas y una raíz fusiforme (ver Imagen 7) en la que almacena grandes cantidades de azúcar para la floración del año siguiente. Despues de un período de descanso, durante la segunda estación de crecimiento, se presenta un tallo corto en el que se forman flores. Éstas son de color blanco, con brácteas largas en su base agrupadas en inflorescencias en la umbela compuesta.



Imagen 7: *Daucus Carota L*  
Fuente: C. A. M. Lindman, 1901.

Como fruto se forma un diaquienio soldado por su cara plana, siendo seco y comprimido. Es a través de las semillas (ver Imagen 8) que se propaga la zanahoria. El poder germinativo de la primera (semilla) se conserva de 3 a 4 años. El número de semillas en 1 gramo oscila entre las 850 y las 1300 según la variedad.

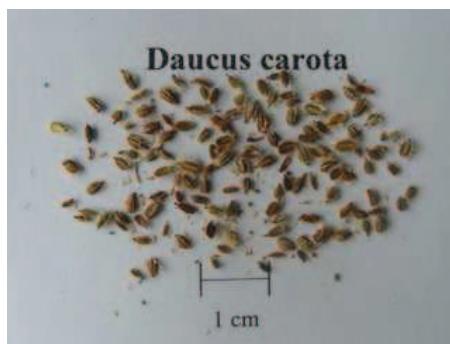


Imagen 8: Semilla de zanahoria.  
Fuente: <http://unkraut.rheinmedia.de>

Su sistema radicular está compuesto por una raíz napiforme de forma variable, que será cónica o cilíndrica (Imagen 9) según la variedad, así como su color, entre el blanco, el amarillo y el rojizo, según la misma condición. Su contenido en carotenos o provitamina A está directamente relacionada con la intensidad de su tono anaranjado. Se acumula, la citada provitamina en las células más viejas del floema y del xilema (Oliva, 1987). La raíz por lo general es ancha en la parte superior (hombro) y se va adelgazando hasta su punta inferior. Puede medir de

10 a 30 cm de longitud, según esta se divide en variedades cortas, semilargas y largas, es jugosa, de textura crujiente cuando está fresca, y resulta ser la parte comestible de esta hortaliza. Cumple con las funciones de acumulación y almacén y presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órgano de absorción.



Imagen 9: Zanahorias cónicas y cilíndricas.

Fuente: FAGRO.

Existen numerosas variedades de zanahoria, unas son más aptas para su procesado y otras son recomendadas para su consumo en fresco.

### 1.2.2. Producciones a nivel mundial

Los griegos y los romanos otorgaban a la zanahoria un valor terapéutico pero no la usaban como hortaliza. A partir de la Edad media se consume en grandes cantidades debido a su bajo coste.

Actualmente, la zanahoria, dentro de la producción mundial de hortalizas ha tomado un lugar relevante. Se cultiva en todos los continentes del mundo, ascendiendo la producción total de zanahoria y nabo a nivel global a mas de 36.658.000 toneladas en el año 2011 (FAOSTAT, 2011), ocupando una superficie de 1.184.283 ha, produciéndose en más de 140 países, en África, Asia, el Caribe, América central, Europa, América del norte, América del sur, el suroeste de Asia, Rusia, Europa. Hay grandes cultivos en Grecia, Hungría, Polonia, Suiza, Túnez y Puerto Rico (FAO, 2011).

En el año 2011 China fue el mayor productor mundial de zanahorias y nabos, según datos consultados de la FAO, y alcanzó al menos un tercio de la producción a nivel internacional, con más de 16 millones de toneladas de zanahoria producidas, seguida por Rusia, con una producción mayor de 1.700.000 toneladas, y los Estados Unidos, con algo más de 1.300.000 toneladas producidas.

En Argelia, Túnez, Libia, Irac, Kazakhstan, Iran, países caracterizados por estar situados en un territorio árido, se produjeron los siguientes rendimientos de zanahoria y nabo (FAOSTAT, 2011), según: Argelia: 18,3 T/ha (375.000 T en 20.500 ha), Iraq: 11,90 T/ha (22.520 T en 1892 ha), Iran: 31,22 T/ha (418.325 T en 13.398 ha), Libia: 42,81 T/ha (29.565 T en 6.900 ha), Kazakhstan: 21,76 T/ha (370.000 T en 17.000 ha), y Túnez: 7,10 T/ha (54.968 T en 7.790 ha).

En España la producción de zanahoria en 2009 alcanzó las 419.622 toneladas, con una producción 5 veces mayor en regadío (54 T/ha) que en secano (10,4 T/ha), obteniéndose unos rendimientos totales de poco más de 52 T/ha, según el Anuario Estadístico de España (tabla 4).

Los principales demandantes de zanahoria son los países industrializados de Europa y América, destacando Alemania, Bélgica, Francia, Canadá y Estados Unidos.

#### 1.2.2.1. Interés agroalimentario y nutricional de la zanahoria

El valor nutricional de la zanahoria (ver Tabla 6) viene dado por la nada despreciable cantidad de hidratos de carbono y el elevado contenido en fibra tanto soluble como insoluble, aunque el aspecto más destacable de esta hortaliza es su contenido en vitamina A (una zanahoria de tamaño medio cubre el 100% de las necesidades diarias de esta vitamina), y en concreto en carotenoides con actividad provitamínica A (Ávila-Torres *et al*, 2007).

**Tabla 6:** Composición nutricional de la zanahoria

	Por 100 g de porción comestible	Por unidad (80 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	35	23	3000	2300
Proteínas (g)	0,9	0,6	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,1	< 100	<77
AG saturados (g)	0,0037*	0,025*	< 23	<18
AG monoinsaturados (g)	0,014*	0,009*	> 57	>43
AG poliinsaturados (g)	0,117*	0,078*	10-20	8-15
omega 3 (g)	0,002*	0,001*	0,33-3,3	0,25-2,6
omega 6 (g)	0,115*	0,076*	1,3-16,5	1,2-10,4
Colesterol (mg)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	7,3	4,8	375-450	288-345
Fibra (g)	2,9	1,9	38	29
Aqua (g)	88,7	58,9	1000-2000	1000-2000
Calcio (mg)	41	27,2	800	800
Hierro (mg)	0,7	0,5	10	18
Yodo (µg)	9	6	140	110
Magnesio (mg)	13	8,6	350	330
Zinc (mg)	0,3	0,2	15	15
Sodio (mg)	77	51,1	<2400	<2400
Potasio (mg)	255	169,3	3500	3500
Fósforo (mg)	37	24,6	700	700
Selenio (µg)	1	0,7	70	55
Tiamina (mg)	0,05	0,03	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,03	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,6	0,4	20	15
Vitamina B6 (mg)	0,15	0,10	1,8	1,6
Ácido Fólico (µg)	10	6,6	400	400
Vitamina B12 (µg)	0	0,0	2	2
Vitamina C (mg)	6	4	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	1346	1076	1000	800
Vitamina D (µg)	0	0	5	5
Vitamina E (mg)	0,5	0,3	12	12

Fuente: Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col. 2007 (ZANAHORIA) \* USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 20 (2007). (CARROTS RAW). Recomendaciones: casilla blanca: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: casilla verde oliva: Objetivos Nutricionales/día. Moreiras y col. 2007.

La vitamina A es un nutriente esencial liposoluble que está presente en diferentes fuentes naturales del reino animal (en la leche y productos lácteos, en la yema de huevo, en el hígado, pulmones y riñones), donde se encuentra en forma de retinol, y del vegetal (en vegetales de coloración de amarilla a roja o en vegetales oscuros, como la zanahoria, la batata, el calabacín, los pimientos, la espinaca, la lechuga, el brócoli, y frutos como el melón, la papaya, el mango), donde se halla en forma de betacaroteno (M. D. Raigón, 2007). El origen primero es el vegetal, absorbiéndose

en una pequeña proporción por los organismos animales en forma de retinol y almacenándose en pulmón, hígado, riñón, siendo la proporción de ingesta de betacaroteno y su transformación en el intestino y formación posterior en retinol de 6:1. Según el Diccionario de Nutrición y Alimentos, editado por edicions Bellaterra, 1994, es una de las hortalizas más interesantes para la nutrición humana pues es rica en fibra y en betacarotenos o provitamina A, conteniendo 6000 UI<sup>2</sup>/100g de ingesta. Se establece como dosis diarias recomendadas (DDR) en 900 microgramos de vitamina A en hombres y en 700 microgramos de vitamina A en mujeres, aumentando a 770 durante el embarazo y a 1200 durante la lactancia (Camarero, E., Culebras, J. M. et al, 2005), aunque según fuentes consultadas y por tanto según autores puede diferir en 100 µg (hasta 1000 µg en hombres y 800 µg en mujeres).

La vitamina A interviene en la salud ocular, en el estado de la piel, de cabellos y de las mucosas. Algunos estudios le atribuyen un papel preventivo frente a enfermedades como cataratas y degeneración macular senil (Ávila Torres, J. M., et al, 2007) entre otras, y a la luteína, otro tipo de caroteno contenido en la zanahoria, se le confieren propiedades que pueden prevenir el daño oxidativo inducido por la luz y protegiendo, por tanto, frente al deterioro asociado a la edad (las citadas cataratas y degeneración macular senil).

El déficit de la vitamina A conlleva trastornos de la piel, de las mucosas, de la visión, sequedad de la piel, reducción en la resistencia ante infecciones y anemia.

Los usos de la zanahoria son los siguientes:

- En fresco: se consume cruda entera o en rebanadas y sola o en ensaladas. Se cocina para consumir sola, en ensaladas, sopas, postres y purés. Se prepara en zumos caseros, sola o mezclada.
- Procesada: se puede deshidratar, congelar, hacer encurtidos, envasarla o enlatarla al natural o en salmuera. Deshidratada, hace parte de alimentos precocinados como las sopas instantáneas.

---

<sup>2</sup> 500 UI equivalen a 0,3 microgramos de retinol y a 0,6 microgramos de betacaroteno.

- Medicinal: de la raíz se puede extraer vitamina A y carotenoides que actúan como provitamina A, es antioxidantes y anticancerígenos, además de un cicatrizante intestinal.

### 1.2.3. Técnicas de cultivo de la zanahoria

#### 1.2.3.1. Requerimientos de clima y de suelo

##### Clima:

Es una planta bastante rústica, aunque tiene preferencia por los climas templados. Al tratarse de una planta bianual, durante el primer año es aprovechada por sus raíces y durante el segundo año, inducida por las bajas temperaturas, inicia las fases de floración y fructificación.

La literatura indica que la temperatura mínima de crecimiento de la zanahoria está en torno a los 5º C y el óptimo se encuentra en torno a los 21º C y los 26º C. Soporta heladas ligeras, y en reposo las raíces no se ven afectadas hasta los -5º C lo que permite su conservación en el terreno. Las temperaturas elevadas (más de 30º C) provocan termodormancia, aceleración en los procesos de envejecimiento de la raíz, pérdida de coloración, etc., según el estadío en el que se encuentre la planta.

En el cultivo de zanahoria, la humedad relativa (HR) del aire es óptima cuando está comprendida entre el 70% y el 80 %.

##### Suelo:

Prefiere los suelos profundos, bien estructurados, con buen drenaje y por tanto bien aireados y frescos, con elevada capacidad de retención de agua, ricos en

potasio y en materia orgánica bien descompuesta y con un pH comprendido entre 5,8 y 7, desapareciendo la producción a pH 5.

Los terrenos compactos y pesados, con presencia de capas impermeables y/o suela de labor originan raíces fibrosas, con deformaciones, de menor peso, calibre y longitud, incrementándose además el riesgo de podredumbres. Los suelos pedregosos originan raíces deformes o bifurcadas y los suelos con excesivos residuos orgánicos dan lugar a raíces acorchadas. Aquellos que se encostran con facilidad provocan disminución y retraso de la emergencia. Los suelos livianos, arenos-arcillosos o franco-arcillosos posibilitan un mejor desarrollo del cultivo. Es imprescindible que posean una adecuada y estable estructura. Aquellos arcillosos mal estructurados o compactados inducen a raíces cortas, gruesas y bifurcadas en muchas ocasiones

En cuanto a la salinidad la zanahoria se muestra sensible a una elevada conductividad eléctrica, empezando a perder producción a partir de 1,4 dS/m (Alan D. Blaylock, 1994).

- Necesidades de rotación de cultivos de la zanahoria:

La zanahoria es muy exigente en lo que a suelo se refiere, así pues no resulta conveniente el repetir un mismo cultivo en los 4 o 5 años sucesivos.

Los cultivos precedentes habituales de la zanahoria son los cereales, la patata, el girasol, siendo recomendables el tomate, el puerro y la cebolla. Aquellos indeseables son los pertenecientes a la misma familia, las umbelíferas como el apio. La zanahoria se comporta bien como segundo cultivo de rotación, posteriormente al haber incorporado fertilizante orgánico ya sea abono verde o estiércol (García de Souza, 1993).

### 1.2.3.2. Fertilización de la zanahoria

Al tratarse de un sistema de manejo agroecológico, muy similar al de la agricultura ecológica, no se permite la adición de abonos químicos de síntesis para fertilizar los suelos así pues se abonan con materia orgánica, que puede ser estiércol maduro o bien estiércol compostado con material vegetal. La zanahoria responde positivamente al adicionamiento de abonos verdes y de abonos orgánicos. Para evitar que se formen raíces ramificadas con un desarrollo excesivo del follaje que genere una tendencia en el incremento del desarrollo del xilema con la consiguiente reducción en la calidad de la propia hortaliza es recomendable incorporar los fertilizantes orgánicos con bastante antelación a la siembra (García, M., 2004).

Además el compost aporta beneficios a la estructura del suelo, tanto físicos como químicos (mejora la agregación y estabilidad de los agregados del suelo reduciendo su erosión, aumenta la capacidad de retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad buffer, se equilibra la velocidad de infiltración, etc.). Aún así resulta conveniente conocer el contenido en sales del material con el que se fertilizará el suelo para prevenir y así evitar posibles aumentos en la conductividad eléctrica del suelo, en caso que este esté en riesgo de salinizarse o bien sea un suelo salino.

Las necesidades de nutrientes de la zanahoria se reflejan en la tabla de extracciones y absorciones (ver Tabla 7), en ella se destacan las necesidades de esta hortaliza.

Tabla 7: Extracción de nutrientes de la zanahoria

Nutrientes	Extracción (kg/ha)			kg de nutriente / T de órgano cosechado
	Rdto 30 T/ha	Rdto 40 T/ha		
Gorini, 1977				IFA 1992 y Bertsh F., 2003
N	48-150	115	80	2
P2O5 / P	30-60	45	53	0,4
K2O / K	66-210	165	204	4
CaO / Ca	45-225	105	80	-
MgO / Mg	30	22	15	-

Fuente: Margarita García, 2002; Ignacio A. Ciampitti y Fernando O. García.

#### 1.2.3.3. Riego

Durante las diferentes fases del ciclo del cultivo de la zanahoria se dan tres momentos en los que las necesidades de agua son clave, pudiendo convertirse en críticos, estos son:

- La emergencia
- La elongación
- El engrosamiento

Estos momentos críticos vienen reflejados por los diferentes coeficientes del cultivo de la zanahoria ( $K_c$ ) en sus diferentes etapas de desarrollo, siendo 0,45 en el inicio del cultivo o emergencia, 1,05 en el momento de la elongación y 0,90 en el momento de la maduración y que varían en función del tipo de clima (FAO 56, 2006). El coeficiente del cultivo ( $K_c$  de la zanahoria) junto con la evapotranspiración de referencia o evapotranspiración potencial donde se desarrolla el cultivo serán claves a la hora de calcular la dosis de riego adecuada para el cultivo en sus diferentes estadíos.

#### 1.2.3.4. Siembra

En los CRS la siembra de zanahoria se realiza entre el mes de septiembre y la primera quincena de octubre, a una dosis de 1,8 a 2,3 millones de semillas/ha, de 2 a 4 kg de semillas /ha, con una profundidad de siembra de 0,3 a 1 cm.

El tipo de siembra de la zanahoria suele ser directa y en línea. Si se observan fallos a los 15 días de la siembra se resiembran los huecos (marras). Si se vuelven a observar faltas de germinación, se debe repetir la resiembra.

#### 1.2.3.5. Germinación y emergencia

La semilla de zanahoria germina entre los 5 y los 10 días sucesivos y posteriores a la siembra.

Son diferentes los factores que influyen en la germinación de la semilla y su emergencia, de entre los que influyen directamente se remarca los siguientes:

- Calidad de la semilla: edad, vigor y sanidad
- Estado del suelo: la emergencia se puede ver dificultada por presencia de costra superficial del suelo
- Manejo de la siembra: la profundidad y la densidad de siembra
- Temperatura del suelo (Vigliola, 1986): óptima: 26º C, máxima: 35ºC; mínima: 5º C.

Una emergencia no homogénea puede ser debida a la dormancia térmica en semillas inducida por temperaturas superiores a los 25ºC en el momento de la siembra (Colafranceschi, 1996). En invierno la emergencia puede prolongarse más de lo esperado. Tamet, V. et al (1993) señalan que la disminución del porcentaje de emergencia y su ralentización están directamente relacionados con el aumento de la profundidad de siembra y la obstrucción mecánica en la superficie del suelo.

#### Raleo:

En el momento en el que la planta tiene 3 o 4 hojas verdaderas se lleva a cabo el raleo. No es conveniente que las hojas superen los 10 cm pues puede darse la competencia entre plantas y las que no se extraen y permanecen en el suelo pueden sufrir un retraso en su desarrollo (García, M., 2004).

#### 1.2.3.6. Crecimiento y desarrollo

Existen formas anuales y bianuales de zanahoria: las anuales tienen la fase vegetativa y la reproductiva en el mismo año de su plantación produciendo semilla en el primer año. Las bianuales, en cambio, sus fases de desarrollo vegetativo y reproductivo se observan en dos años consecutivos, durante el primero se da el desarrollo vegetativo y durante el segundo año tiene lugar el desarrollo reproductivo.

Así pues, el crecimiento de la zanahoria se divide en dos fases consecutivas:

- A) Fase vegetativa: durante esta fase se produce y desarrolla la estructura de almacenamiento o raíz napiforme. Este es el período de producción comercial de raíces, raíces que se destinarán al consumo. Se diferencian dos etapas:
  - 1<sup>a</sup>/ Desarrollo de las raíces absorbentes y de las hojas
  - 2<sup>a</sup>/ Engrosamiento de la raíz principal:
- B) Fase reproductiva: en esta fase está comprendida la producción de flores, de frutos y de semillas. La zanahoria es inducida a la floración con la acumulación de horas de frío con temperaturas inferiores a los 10º C. El requerimiento de horas de frío depende del origen de las variedades. En anuales la inducción a la floración comporta entre 500 y 1000 horas, y no poseen umbral de vernalización. Existe un fenómeno de desvernalización, en el que se reduce el número de plantas florecidas cuando se pasa a temperaturas de 21 - 27ºC con posterioridad al proceso de frío. Este proceso se da también con temperaturas cercanas a los 30 ºC por un período de tres a siete días (Colafranceschi, 1996). En bienales requieren elevadas cantidades de horas de frío, entre 2.000 y 2.500 horas, a partir de la sexta a la octava hoja para cumplir con la termoinducción.

#### 1.2.3.7. Recolección y calidad

El período comprendido entre la siembra y la recolección de la zanahoria varía en función de las variedades, el uso final del producto y la época del año, siendo, en lo común, de un mínimo de 65 días y de un máximo de 120.

La recolección se lleva a cabo preferiblemente durante las primeras horas del día y cuando la humedad es baja.

En el proceso de recolección intervienen diferentes operaciones empezando por el arrancado, pasando por la limpieza de la raíz, el corte del follaje si es preciso. Consiste básicamente en remover la tierra, recoger el producto, empacarlo y transportarlo a un lugar adecuado, con algunas fases intermedias que pueden omitirse o no.

La recolección puede ser: manual (en parcelas muy reducidas) o mecanizada (en parcelas de mayor superficie).

Los parámetros de calidad de la zanahoria son los siguientes (Oliva, 1987):

- ⇒ El *color*, que depende de diferentes factores como son: edad de las raíces, contenido de humedad, condiciones del suelo, la temperatura, densidad, proporción floema/xilema.
- ⇒ El *tamaño, forma y rendimiento*, determinados por la edad de las raíces, la germinación, las condiciones del suelo, la temperatura, la densidad.
- ⇒ Los *defectos* de las raíces o factores de destrozo como el rajado, el bifurcado, los hombros verdes, el enanismo, los daños entomológicos, la presencia de raíces blancas. Cabe destacar que este tipo de defectos tienen componentes genéticos y ambientales que están asociados con el mayor tamaño de las raíces. A bajas densidades se favorece la expresión de todos los caracteres defectuosos.

#### 1.2.3.8. Plagas, enfermedades y control de plantas adventicias

##### A) Plagas:

Mosca de la zanahoria (*Psylla rosae*): el adulto mide 4,5 mm y presenta cabeza parda y abdomen alargado y negro. La larva es de color blanco amarillento brillante, de 7-8 mm de longitud y ápoda. Inverna en el suelo en estado pupario haciendo su aparición en primavera.

**-Biología:** ovoposita en el suelo u otros cultivos (apio, etc.). A los diez-doce días, salen las larvas que penetran en el interior de la raíz, excavando una galería descendente que llega hasta casi el final de la raíz. Transcurrido un mes, se transforman en ninfas. Los adultos hacen su aparición a mediados o finales de julio para después convertirse en ninfas.

**-Daños:** las larvas penetran en la raíz, donde practican galerías sinuosas, sobre todo en la parte exterior, que posteriormente serán origen de pudriciones, si las condiciones son favorables se produce una pérdida del valor comercial de las raíces atacadas.

**-Control biológico:** respetar rotaciones y solarizar en los campos que se hubiera detectado.

Pulgones (*Cavariella aegopodii*, *Aphis* spp., *Myzus persicae*): además del daño directo que pueden ocasionar, los pulgones son vectores de enfermedades viróticas. Vigilar especialmente en las primeras fases y en las plantas para semilla

**-Daños:** los pulgones se alimentan picando la epidermis, por lo que producen fuertes abarquillamientos en las hojas que toman un color amarillento.

**-Control biológico:** existen numerosos depredadores de pulgones como *Coccinella septempunctata*, *Chrysopa* y algunos parásitos himenópteros que desarrollan sus larvas en el interior del pulgón.

Gusanos grises -1- (género *Agrotis*) y Gusanos de alambre -2- (*Agriotes obscurus*, *A. sputator*, *A. lineatus*)

**-Daños-1-:** las orugas devoran las partes aéreas de las plantas durante la noche, permaneciendo en el suelo o debajo de las hojas secas durante el día.

**-Daños-2-:** atacan las raíces de la zanahoria produciendo galerías que en ocasiones generan podredumbre.

#### Nemátodos

\**Heterodera carotae* es una plaga muy importante y extendida en climas templados. Los síntomas de su ataque son plantas con follaje muy reducido y hojas de color rojizo. Las raíces se reducen y aparecen bifurcadas, provocando una cabellera anormal de raicillas oscuras.

\**Meloidogine* spp. se extiende en climas cálidos, produciendo importantes daños sobre las raíces, transformándolas en ristras de agallas.

**-Métodos físicos y culturales:** respetar rotaciones, siembras de abonos verdes y/o solarización. Realizar enmiendas del suelo a base de materia orgánica, asociación cultivos (intercalando plantas no sensibles), desinfectar los aperos de labranza, las ruedas de máquinas, etc., que hayan estado trabajando en campos contaminados y limpiarlos de malas hierbas, pues muchas especies de nemátodos son polífagas.

#### B) Enfermedades:

##### Mildiu:

**Daños:** produce manchas amarillentas en el haz que se corresponden con un micelio afiltrado por el envés. Poco común en cultivos al aire libre, ya que requiere concentraciones de humedad importantes para desarrollarse.

**Control:** respetar rotaciones y asociaciones. Vigilar los cultivos, y si aparece la enfermedad, llevar a cabo tratamientos al inicio con cobre.

##### Oidio:

**Daños:** los ataques producidos por ambos hongos son parecidos, se caracterizan por la formación en la superficie de las hojas de un tipo de pudrición blanca y sucia.

**Control:** respetar rotaciones y asociaciones. Vigilar los cultivos, y si aparece la enfermedad, tratar al inicio con azufre.

**Picado o Cavity-spot:** se trata de una de las enfermedades más problemáticas en el cultivo de la zanahoria.

**Daños:** sobre la raíz aparecen pequeñas manchas elípticas y translúcidas con contornos delimitados. Estas manchas evolucionan rápidamente a depresiones de color marrón claro, provocando un hundimiento y oscurecimiento.

**Medidas preventivas:** basadas en diseñar un buen sistema de drenaje, evitar los suelos pesados, rotaciones de cultivos y fertilización nitrogenada razonada.

**Quemadura de las hojas (*Alternaria dauci*):** esta enfermedad puede aparecer durante el verano y el otoño en ambientes húmedos y calurosos.

**Síntomas:** se presentan primero en forma de pequeñas manchas parduzcas, aureoladas de amarillo y diseminadas por el borde de las hojas. La planta aparece como quemada. El hongo puede provocar marras de nascencia muy considerables al ser transportado por las semillas y, más tarde, chancros en la raíz principal.

**Control:** respetar las rotaciones.

### C) Fisiopatías y desórdenes físicos

- **Sequía:** produce fibrosidad de consistencia dura y amargor en el sabor.

- **Raíces agrietadas:** relacionado con la humedad del suelo, en épocas en las que las raíces engrosan demasiado y el crecimiento foliar es escaso.

- **Manchas secas:** el exceso de humedad en el suelo puede provocar cavidades en la raíz.

- **Raíces bifurcadas:** debido a la presencia de piedras en el suelo.

- **Carencia de boro:** aparición de manchas de goma, enmarronecimientos y descamaciones en la raíz.

- **Magulladuras, perforaciones y puntas quebradas:** indican un manejo descuidado.

Las zanahorias tipo Nantesa son particularmente susceptibles.

- **Raíces blancas:** se trata de una fisiopatía debida a condiciones de producción subóptimas que resultan en parches o rayas de bajo color en las raíces de la

zanahoria.

-Subida a flor prematura: produce sabor amargo y el corazón se lignifica.

D) Virosis

- Virus del enanismo
- Mosaico del virus de la zanahoria
- Virus del mosaico del apio
- Amarilleamiento de la zanahoria

Las virosis mencionadas se transmiten a través de los pulgones, excepto el micoplasma que causa el amarilleamiento de la zanahoria que es por picadura.

E) Control de plantas adventicias:

Es el principal cuidado que hay que tener en el cultivo, además de la siembra. Se debe aplicar una estrategia combinando solarización, y/o falsas siembras con laboreos o herbicidas antes del cultivo. Realizar escardas manuales para mantener el cultivo libre de competencia en la proximidad de las plantas.

#### 1.2.3.9. Técnicas de cultivo en los CRS

En los CRS se llevan a cabo diferentes tipos de técnicas de cultivos de las diferentes especies, según se trate.

Al iniciar la campaña agrícola, entre finales del mes de agosto y principios del mes de septiembre, se fertilizan los suelos de los huertos generalmente con fertilizante orgánico, normalmente con gallinaza proveniente de la granja de gallinas de puesta ubicada en el huerto de Hossein Tamek. Su uso está generalizado dado que es el residuo orgánico y potencial fertilizante orgánico que se produce en mayor cantidad de modo localizado en los CRS facilitando así su recolección y distribución. El estiércol de ovino se usa para fertilizar los huertos pero en menor

medida dado que su localización es mucho más dispersa, produciéndose en los diferentes corrales de las wilayas. Del mismo modo se realizan las labores preparatorias del suelo acondicionándolo para ser sembrado. En los huertos de grandes dimensiones estas primeras tareas se realizan mediante maquinaria agrícola y con herramienta hortícola en el caso de huertos de pequeñas dimensiones (familiares y locales). El tamaño de la maquinaria agrícola es proporcional al del huerto, para ello se dispone de tractores de pequeño y de gran formato.

Existen, en los CRS, dos estaciones agrícolas anuales, consideradas como estación de invierno y estación de primavera. La primera inicia su ciclo en septiembre mientras que la de primavera se inicia en el mes de febrero, terminando ambas entre finales de junio y principios de julio.

Así pues la siembra de las diferentes especies se inicia entre el mes de septiembre y principios de octubre (ver apartado 3.1.1.2. del presente trabajo), debido a las elevadas temperaturas. Se suele realizar manualmente y, dependiendo del tipo de cultivo, como es el caso de la cebolla, se preparan semilleros para su posterior trasplante en campo, también manualmente.

La cosecha es manual y transcurre desde finales de diciembre hasta finales de junio o principios de julio, dependiendo de la especie a la que nos refiramos. Después los huertos no tienen ningún tipo de cultivo debido a las elevadas temperaturas (alrededor de los 50°C) que abrasan cualquier tipo de planta hortícola que pueda estar expuesta.

Todos los huertos grandes están dotados de un sistema de riego, ya sea para regar por gravedad o con un sistema de goteo. El agua se extrae de los diferentes acuíferos que se encuentran en el subsuelo de los huertos.

Gracias al clima de los CRS prácticamente no existen enfermedades ni plagas. Es siempre aconsejable seguir las rotaciones de cultivo y las asociaciones adecuadas

y eliminar del campo todos los tubérculos para romper los posibles ciclos de plagas y enfermedades. En caso que haya problemas, se recomienda solarizar las parcelas afectadas. Es muy recomendable observar los cultivos con la finalidad de detectar cualquier posible inicio de plaga o de enfermedad.

#### 1.2.4. Importancia del cultivo de la zanahoria en el contexto de los CRS

La zanahoria es un cultivo cuya producción resulta ser clave en los CRS debido a su aporte en carotenoides (beta-carotenos o provitamina A), precursores de la Vitamina A, aporte vitamínico deficiente en los alimentos que recibe la población saharaui refugiada en la canasta básica y, por tanto, en su dieta.

La canasta básica de los alimentos consiste en una composición determinada de alimentos que perciben los saharauis como condición de refugiados por parte de diferentes agencias (Programa Mundial de Alimentos de Naciones Unidas -PMA-, Ayuda humanitaria española), de ONGs humanitarias y de la Media Luna Roja Saharaui. Dicha canasta se viene centrando en las necesidades energéticas de los refugiados, frente a las necesidades nutricionales, que no se satisfacen completamente dado que su dieta no resulta ser equilibrada en este aspecto, pese a los constantes esfuerzos por parte de las autoridades saharauis, agencias y ONGs por establecer dicho equilibrio, equilibrio que, dada su condición de refugiados de largo término, la realidad demanda.

Arroz, azúcar, harina, cebada, leche en polvo, té, aceite para cocinar, legumbres secas, etc., conforman un buen porcentaje de la misma en detrimento de los productos frescos (zanahoria, manzana, naranja...), que se distribuyen en cantidades inferiores a las necesarias y reales en lo que a aportes nutricionales se refiere. A la distribución de alimentos que reciben los refugiados saharauis se le añade la leche de cabra, ordeñada por ellos mismos, y la carne de cabra y camello que consumen básicamente en celebraciones de modo muy esporádico.

Los trastornos por déficit de vitamina A en la dieta son frecuentes entre la población saharaui, además de las cataratas y la degeneración macular senil destacan el elevado porcentaje de patologías oculares en niños, según refleja el "Estudio sobre la incidencia de patologías oculares en la población infantil saharaui" realizado por el Departamento de Oftalmología del Ministerio de Salud Pública de la RASD en el año 2007, en el que frente a una muestra de 4000 niños entre 6 y 12 años, el 7% de la misma (un total de 280 niños) padecían enfermedades, de este porcentaje, el 20% sufría conjuntivitis crónica, el 14% tracoma y el 6% glaucoma, correspondiendo el 60 % restante a defectos oculares, como miopía, ambliopía y astigmatismo. Todo ello no es única y exclusivamente debido a la falta de vitamina A en la dieta de la población refugiada saharaui si no también a la falta de equilibrio en la calidad nutritiva de los alimentos que ingieren, además de vivir en un medio árido, con una elevada incidencia solar y baja humedad ambiental, entre otros factores destacables.

Así pues, el interés que despierta el cultivo de la zanahoria en los CRS no es otro que el alimenticio y nutricional, nunca el balance económico dado que el producto no se comercializa, pues se distribuye en los diferentes hospitales y escuelas de los CRS o bien se autoconsume en los huertos familiares.

En la Tabla 3 se observa que en la agricultura de los CRS se alcanzan buenos rendimientos en la producción de zanahoria, de hecho los más elevados corresponden a esta hortaliza, además de ser el cultivo con mayor superficie dedicada.

Desde el Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD, del cual depende el Departamento de Agricultura, se plantea la necesidad de, en la medida de lo posible, seguir mejorando la dieta alimenticia de los refugiados saharauis con el objeto de corregir ciertas carencias alimentarias. Tal y como se verá en los sucesivos apartados

### 1.3. Técnicas de producción en los Campamentos de Refugiados Saharauis

#### 1.3.1. Limitantes e impedimentos para la producción: introducción a la Agroecología en los CRS

En los inicios de la agricultura de los CRS e incluso a día de hoy se viene realizando una agricultura convencional, poco adaptada al medio árido y por tanto frágil, siguiendo un modelo agrario productivista basado en el uso de fertilizantes, pesticidas y semillas mejoradas, es decir, una agricultura "moderna".

El uso de agroquímicos (fertilizantes químicos de síntesis, herbicidas, etc.) en los CRS lleva implícita su adquisición o bien en Argelia o bien en España, Italia, etc. Para introducirlos en los CRS y aplicarlos en los huertos, dado que por temas de seguridad las autoridades argelinas no permiten su uso en el territorio argelino ni saharaui salvo con unas medidas y permisos específicos y determinados, se requiere de un seguido de burocracia y controles especiales.

Otro material imprescindible que debe ser importado a los campamentos son las semillas. Un elevado porcentaje del éxito de la producción que se obtenga depende de su calidad (edad, vigor y sanidad) y pureza. Se ha dado algún caso en el que parte de la producción de una huerta se ha visto mermada debido a la baja calidad y pureza de las semillas.

Estos son los factores más remarcables a los que se suman otros tantos como son la adquisición de piezas de repuesto, que también vienen de fuera de los CRS, etc. Así pues se deduce que la mayor parte de la actividad agrícola de los CRS depende del exterior.

Según lo anterior, y aún habiendo sido una evolución lógica y positiva, y considerando el historial productivo hortícola de los huertos de los Campamentos, se pone en evidencia que los modelos de dependencia por parte de los saharauis

con respecto al exterior marcan los incrementos o las reducciones drásticas en la producción agrícola saharaui.

A modo de minimizar al máximo esta dependencia y de cara a favorecer el camino hacia la autosuficiencia, las autoridades saharauis, concretamente el Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD, optan por abrir nuevas líneas en lo referente a la agricultura, donde aridez, fragilidad y agricultura van cogidas de la mano (según la UNESCO, 2006, las tierras áridas son ecosistemas frágiles).

De esta forma la condición de fragilidad que lleva implícito el equilibrio en un medio árido como es la hammada en la que se ubican los CRS, lleva a las instituciones públicas saharauis apoyadas por expertos en la materia a proponer la Agroecología como alternativa sostenible en lo que a agricultura de los CRS se refiere.

El Ministerio de Desarrollo Económico viene planteando, desde hace varios años, una política de agricultura sostenible que se base en la realidad de la situación, marcada principalmente por la elevada fragilidad del medio representada en varios ámbitos, el humano (el pueblo Saharaui lleva 37 años en el exilio) y el natural (la aridez del desierto). Esta fragilidad viene evidenciándose durante los últimos años en diferentes aspectos de la agricultura: reduciéndose la mano de obra de trabajo en los huertos nacionales y regionales (al reducirse las ayudas económicas provenientes del exterior, se han reducido las ayudas a incentivar a los mencionados trabajadores), salinizándose suelos de diferentes huertas, dependencia de insumos externos como pueden ser las semillas, fertilizantes químicos, herbicidas, etc.

Desde el año 2007 se está introduciendo progresivamente este tipo de agricultura alternativa, sostenible por autonomía, en el que todos los agentes relacionados con la agricultura conforman el Ecosistema Agrario (el medio físico, el medio humano –a todos los niveles: cultural, económico, político, etc.-, los recursos que se encuentran y que existen, y las relaciones e interacciones entre estos tres

puntos). Así pues, el Ministerio de Desarrollo Económico de la RASD a través de su Dirección de Agricultura trabaja en esta línea mediante diferentes instrumentos entre los cuales destaca el Centro de Experimentación y Formación Agrícola, CEFA.

## **2. Objetivo**

El ensayo tiene por objetivo general conocer el rendimiento y la respuesta del cultivo de la zanahoria en las limitaciones que presenta el manejo agrícola de los Campamentos de Refugiados Saharauis

Como objetivo específico se busca:

- conocer la respuesta de diferentes variedades de semillas de zanahoria en un medio árido y regadas con agua salina, para la extrapolación de los resultados a los huertos de los CRS.
- comparar la respuesta de semilla obtenida de manera local frente a variedades comerciales de zanahoria.

## **3. Material y métodos**

### **3.1. Descripción de la zona**

#### **3.1.1. Aspectos del medio**

##### **3.1.1.1. Situación geográfica**

El CEFA se encuentra en el 9 de Junio, lugar donde también se ubica el huerto nacional 9 de Junio y donde antiguamente se encontraban las escuelas de primaria que fueron destruidas por las inundaciones del año 2004, entre otros centros destacables como la Escuela de profesores o la Imprenta Aminetu Haidar.

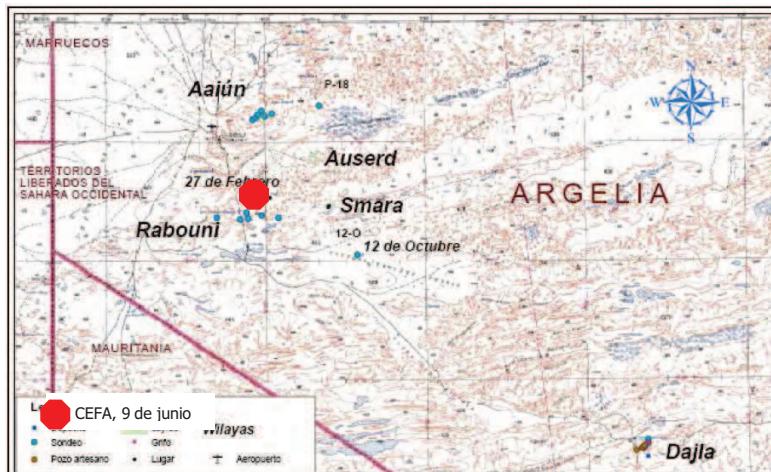


Imagen 10: Situación y topografía de la zona de asentamiento de los CRS de Tindouf. Fuente: "Los abastecimientos en los Campamentos de Refugiados Saharauis de Tindouf (Argelia). Un caso de explotación de acuíferos en una situación de sequía extrema", USC, 2006.

El Centro está a medio camino, por el desierto, entre la wilaya del 27 de febrero (Imagen 10 y 11), actual Bojador, y Chahíd el Hafed, más conocido como Rabuni y centro administrativo de los CRS.



Imagen 11: Ubicación del CEFA en 9 de Junio.  
Fuente: Google.

### 3.1.1.2. Clima (datos climáticos)

Los datos climáticos de los que se dispone corresponden a la estación climatológica de Tindouf, la más cercana, con la siguiente posición climatológica según el Centro Meteorológico Nacional Argelino:

Latitud: 27° 42' N

Longitud: 08° 10' W

Altitud: 443 m

Dado que la zona es más bien llana, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, no son necesarias las correcciones de los datos climáticos a causa de las diferencias de la altitud.

Las clasificaciones climáticas mundiales incluyen la zona de estudio como clima tipo desértico subtropical cálido, con un tipo de invierno citrus, verano Gossipium y régimen de humedad desértico absoluto, según Papadakis, mientras que Martonne (1964) y Viers (1968) clasifican la zona de estudio entre el clima de tipo sirio y de tipo sahariano, y Strahler y Strahler (1989) lo clasifican como desértico. Todos ellos coinciden en que este tipo de clima se caracteriza por temperaturas cálidas y alta irregularidad de las precipitaciones. El clima sahariano pertenece al verdadero desierto, con precipitaciones muy escasas e irregulares. En la zona norte del desierto del Sahara, las lluvias, cuando existen, se concentran en los meses de invierno. El clima sirio afecta a los bordes templados de los desiertos subtropicales. Es la degeneración desértica de los climas mediterráneos con lluvias invernales y estepas de herbáceas o semileñosas. La casi inexistente vegetación en la zona y las escasísimas lluvias denotan que el clima de la zona se aproxima más al tipo sahariano.

Para definir con más detalle las características climáticas de la zona se han utilizado los datos del Centro Meteorológico Nacional Argelino, correspondientes a la estación meteorológica de Tindouf, tal y como se ha comentado al iniciar este

apartado. Se han evaluado los datos mensuales de una serie de 15 años (del año 1990 al año 2004). Los datos principales se resumen en la Tabla 8, donde se representan los valores medios mensuales de los siguientes parámetros:

Tabla 8. Valores climáticos medios mensuales y anuales de la serie 1994-2004 en Tindouf, Argelia, y ETP calculada según Thornthwaite.

	T (°C)	P (mm)	V (m/s)	K	I (h)	I	ETP (mm)
<b>Ene</b>	13,2	1,0	4,3	0,87	8,7	4,35	97,0
<b>Feb</b>	15,9	5,8	5	0,93	9,3	5,76	106,5
<b>Mar</b>	19,5	2,9	5,4	1	9,4	7,85	120,6
<b>Abr</b>	22,2	0,2	6,5	1,07	10,9	9,55	135,3
<b>May</b>	25,2	0,5	6,8	1,14	11,7	11,57	153,1
<b>Jun</b>	30,1	0,3	6,5	1,17	10,9	15,15	175,4
<b>Jul</b>	34,7	0,2	5,5	1,16	10	18,79	194,9
<b>Ago</b>	34,4	3,9	5,2	1,11	9,7	18,54	185,1
<b>Sep</b>	29,8	1,7	5,6	1,03	8,9	14,92	153,3
<b>Oct</b>	24	20,6	4,9	0,96	8,8	10,75	125,7
<b>Nov</b>	18,1	0,8	4,1	0,89	8,8	7,01	105,0
<b>Dic</b>	14,3	4,6	4,3	0,85	8,2	4,91	95,7
<b>Anual</b>	<b>23,5</b>	<b>42,4</b>	<b>5,3</b>	<b>1,02</b>	<b>9,6</b>	<b>10,76</b>	<b>787,8</b>

Fuente: Centro Meteorológico Nacional Argelino

La explicación de las siglas que aparecen en la Tabla 8 se detalla a continuación:

- T= Temperaturas medias mensuales y media anual en °C
- P = Precipitación total mensual y anual en mm
- v = Velocidad media mensual del viento en m/s
- I = Insolación media mensual en horas
- I = Índice de calor anual
- K = Factor de corrección de la evapotranspiración potencial en función de la latitud (Viers y Vigueau, 1990)
- ETP = Evapotranspiración potencial en mm

La evapotranspiración potencial se ha calculado utilizando el método de Thornthwaite, basado en la temperatura media mensual corregida con factores para cada mes del año según la latitud y la duración del día (Thornthwaite, 1948), con la fórmula propuesta por Thornthwaite y Matter (1957).

A partir de la ETP media anual y la precipitación media anual el tipo de tierra se clasifica como árida, tal y como se observa en el mapa mundial de la Imagen 3 donde se reflejan las zonas áridas y semiáridas de la tierra, según la FAO (1993).

En la estación meteorológica del CEFA se han recopilado los datos de las temperaturas máximas y mínimas diarias correspondientes a los años 2011 y 2012 (ver Tablas 9 y 10), calculándose la temperatura media mensual y anual para estos dos años, así como los datos de humedad relativa máxima y mínima diaria de los mismos años (HR%), obteniéndose la humedad relativa media mensual y anual, datos resumidos en la Tabla 11.

Tabla 9: Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales y temperatura media mensual del año 2011

Mes	Media T <sup>a</sup> max	Media T <sup>a</sup> min	Media T <sup>a</sup> media
ene-11	23,7	12,8	18,3
feb-11	24,1	7,8	15,9
mar-11	28,3	12,0	20,1
abr-11	31,7	16,0	23,9
may-11	40,1	24,9	32,5
jun-11	41,6	24,4	33,0
jul-11	44,8	27,9	36,4
ago-11	45,6	30,8	38,2
sep-11	42,5	25,6	34,0
oct-11	33,5	18,9	26,2
nov-11	27,1	12,8	19,9
dic-11	23,4	6,2	14,8

Fuente: CEFA

Tabla 10: Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales y temperatura media mensual del año 2012.

Mes	T <sup>a</sup> Med max	T <sup>a</sup> Med min	Media T <sup>a</sup> med
ene-12	21,0	5,8	13,4
feb-12	21,9	5,7	13,8
mar-12	29,7	14,3	22,0
abr-12	28,6	13,7	21,1
may-12	37,8	19,3	28,6
jun-12	42,1	24,1	33,1
jul-12	45,8	29,9	37,8
ago-12	45,1	29,0	37,0
sep-12	41,2	21,6	28,5
nov-12	26,0	12,2	19,1
dic-12	23,4	6,2	14,8

Fuente: CEFA

Las siglas de las Tablas 9 y 10 se describen según:

- T<sup>a</sup> Med max= Temperatura media mensual máxima, en °C

- T<sup>a</sup> Med min= Temperatura media mensual mínima, en °C
- Media T<sup>a</sup> Med = Temperatura media mensual, en °C

Tabla 11: Valores climáticos medios mensuales y anuales de la serie 2011-2012 en 9 de Junio, CRS, Argelia

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T (°C)	15,8	14,9	21,1	22,5	30,5	33,0	37,1	37,6	31,2	26,2	19,5	14,8	25,4
HR (%)	34,9	29,9	23,7	33,2	19,4	28,5	14,5	13,3	19,1	27,5	37,5	34,3	26,3

Fuente: CEFA

Las siglas de la Tabla 11 se describen en lo que sigue:

- T = Temperaturas medias mensuales y media anual, en °C
- HR = Humedad relativa media mensual y media anual, en %

Los datos de Temperatura anual media de la Tabla 8 y de la Tabla 11 difieren en algo menos de 2°C, esto puede ser debido a la diferencia en la serie de años de uno y otro.

Así pues, según los datos de la Tabla 8, se considera que las precipitaciones son escasas en la zona, concentrándose en otoño e invierno, principalmente en los meses de octubre y febrero.

Las temperaturas máximas diarias en verano alcanzan y superan con frecuencia los 50 °C, descendiendo rápidamente después del mediodía y las precipitaciones se suceden en episodios torrenciales que duran unas horas en unos pocos días del mes, cada cierto número de años.

### 3.1.1.3. Suelo

Para la caracterización edáfica de la parcela se tomaron muestras del primer horizonte (0-26 cm) y del segundo (> 26 cm) que se dejaron secar, se tamizaron y fueron analizadas en y por el INSID (Institut Supérieur de l'Irrigation et du Drainage, institución pública argelina, en Argel), en el año 2009. Se determinó la

granulometría y se analizó el contenido en cationes y bases intercambiables y aniones solubles de las muestras, los resultados obtenidos se observan en las tablas adyacentes (Tablas 12, 13, 14 y 15).

El tipo de suelo que predomina en la parcela experimental del CEFA es de textura arenosa, desprovisto prácticamente de materia orgánica (es inferior al 0,3 %: 0,22 % MO –hasta los 26 cm de profundidad- y 0,36% MO –a partir de 26 cm de profundidad-) y con una conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada de 5,54 dS/m hasta los 26 cm de profundidad y de 2,71 dS/m a partir de los 26 cm de profundidad, por lo que el suelo presenta problemas de salinidad y puede presentar problemas de sodicidad, según el SAR calculado. Así mismo el pH del suelo es de 8,40 (0 a 26 cm) y de 8,37 (>26 cm), según los citados análisis llevados a cabo por el INSID.

Tabla 12: Granulometría del suelo, parcela experimental del CEFA

nº	Muestra	Granulometría				
		% de Arcilla	% de Limos finos	% de Limos gruesos	% de Arena fina	% de Arena gruesa
1	CEFA (0-26cm)	5,04	5,03	1,89	60,25	27,79
2	CEFA (>26cm)	14,12	5,05	1,62	46,42	32,79

Fuente: INSID

Tabla 13: pH, Materia Orgánica y Conductividad eléctrica, parcela experimental del CEFA

nº	Muestra	pH	MO%	CE Saturada (dS/m)
1	CEFA2 (0-26cm)	8,4	0,22	5,54
2	CEFA1 (>26cm)	8,37	0,36	2,71

Fuente: INSID

Tabla 14: Análisis del suelo, parcela experimental del CEFA

nº	Muestra	<b>Bases intercambiables + CIC en meq/100g de suelo</b>				
		Na	K	Mg	Ca	CIC
1	CEFA (0-26cm)	2,8	0,2	0,1	2,7	10
2	CEFA (>26cm)	2,2	0,2	0,3	2,3	12

Fuente: INSID

Tabla 15: Análisis del suelo, parcela experimental del CEFA

nº	Muestras	<b>Cationes solubles (mg/l)</b>				<b>Aniones solubles (mg/l)</b>				<b>SAR</b>
		Na	K	Mg	Ca	Cl	CO3	HCO3	SO4	
1	CEFA (0-26cm)	399,68	23,63	29,89	331,6	284	0	61	1232,6	5,63
2	CEFA (>26cm)	425,36	35,25	38,88	357	284	0	122	2054,4	5,7

Fuente: INSID

El suelo presenta mala estructura como consecuencia de:

- A- Bajo contenido de materia orgánica
- B- La actividad microbiana es prácticamente nula
- C- Elevado SAR en la superficie del suelo
- D- Bajo contenido de Ca y Mg (importantes en la formación de los agregados suelo)
- E- Suelo moderadamente salino

El suelo de la parcela experimental del CEFA se fertilizó previa siembra del cultivo anterior (cebolla), en la campaña 2010-2011, con 30 T/ha de estiércol ovino, proveniente de los corrales donde se estabula el ganado de las wilayas. La composición media del estiércol de ovino generado en Cataluña, según Labrador Moreno, J., 2002, se observa en la Tabla 16.

Tabla 16: Composición media de diferentes estiércoles generados en Cataluña.

Composición	Oveja
Materia seca (%)	25
pH	7,82
Conductividad	2,81
MO (%)	64,08
Nitrógeno (%)	2,54
P2O5 (%)	1,19
K2O (%)	2,83
Relación C/N	10,57
CaO (%)	7,76
MgO (%)	1,51
Na2O (%)	0,62
Fe (%)	0,34
Mn (mg/kg)	306

Fuente: Labrador Moreno, J., 2002.

Todos los resultados están expresados sobre materia seca.

En cuanto a la fertilidad del suelo, cabe destacar que en el medio desértico la mineralización de la materia orgánica, debido a las elevadas temperaturas, entre otros factores (como la composición del material orgánico, humedad del suelo, régimen de humedad ambiental, etc.), sufre una aceleración en el proceso de descomposición del material orgánico del suelo, hecho que no favorece la acumulación de la materia orgánica en el mismo.

### 3.1.1.4. Agua

El agua de riego de la parcela experimental del CEFA proviene del pozo situado en 9 de junio a través del que se extrae el agua del acuífero calcáreo del carbonífero de Sebkha Abdallah, en Rabouni, y que suministra la balsa con 750 m<sup>3</sup> de capacidad, cubierta y elevada, desde la cual se impulsa el agua mediante una motobomba. El sistema de riego por goteo está diseñado y adaptado a las condiciones del medio.

Las características del agua con la que se irriga la parcela experimental del CEFA y, por tanto el ensayo en cuestión, son las detalladas en la tabla 17, según

análisis de las aguas del citado acuífero en el año 2004 (Docampo, E., y Molinero, J., 2004).

Tabla 17: Análisis de agua del acuífero del 9 de junio.

<b>Determinaciones LISA (Laboratorio Ing Sanitaria y Ambiental)<sup>3</sup></b>	
pH	7,13
Conductividad eléctrica (mS/cm)	4,28
SDT (mg/l)	2200
NH4 (mg/l)	0,11
<b>Análisis Cuantitativos de Aniones en agua</b>	
Cloruro (mg/l)	899
Bromuro (mg/l)	<1
Sulfato (mg/l)	633
Fluoruro (mg/l)	<0,5
Fosfato (mg/l)	<1,1
Nitrito (mg/l)	<1
Nitrato (mg/l)	114
<b>Análisis Cuantitativos de Cationes en agua</b>	
Na (mg/l)	531
Mg (mg/l)	94,5
K (mg/l)	24,1
Ca (mg/l)	207
Si (mg/l)	15,2
Al (mg/l)	64
Hg (mg/l)	<0,99
Pb (mg/l)	<2,4
Fe (μg/l)	37
Co (μg/l)	<0,1
Ni (μg/l)	1,4
Zn (μg/l)	54
As (μg/l)	<10
Cd (μg/l)	<0,1
Cr (μg/l)	1,8
Mn (μg/l)	14,4
<b>Análisis de carbono disuelto en aguas</b>	
Carbono total (mg/l)	51,7
Carbono inorgánico (mg/L)	49,9
Carbono orgánico (mg/l)	1,9

Fuente: Laboratorio de Ing. Sanitaria y Ambiental  
de la Universidad de A Coruña.

Del contenido en sólidos disueltos totales de la Tabla 17 (SDT = 2200 mg/l) se deduce que se trata de un agua salobre (Fariñas, 1999; Medina, 2000), con un

<sup>3</sup> Notas del laboratorio: Las muestras se filtraron con filtro Millipore Millex-HN (0,45 μm) antes del análisis. Para el análisis se realizó una dilución 1:10, y **12-0** donde la dilución fue 1:50. Los resultados están corregidos por el factor de dilución.

riesgo elevado de salinidad (FAO), y con un índice de salinidad excesivo, C5, según las normas del Laboratorio de salinidad de Riverside, California, US.

Según el cálculo de la tasa de adsorción de sodio (TAS =SAR = 7,67), se determina que el SAR de tipo S2 (Richards, 1954), así pues el agua tiene un contenido medio en sodio, con cierto peligro de su acumulación en el suelo (especialmente en suelos de textura fina y baja permeabilidad, que no es el caso). Según las normas del Laboratorio de salinidad de Riverside, California, US, es un agua utilizable para el riego pero con precauciones.

El elevado contenido en nitratos (114 mg/l) y dado que es agua freática y, por tanto, que su concentración será estable, indica que no requiere de una aportación externa de nitrógeno, el límite de nitrato en agua de riego está en 50 ppm. (Cañameras, N., 2008).

Los valores de magnesio y de potasio están por encima de los valores frecuentes, según Ayers y Wectcot (1994), Mg= 7,87 me/l y K = 24,1 mg/l frente a los intervalos de 0-5 me/l para el magnesio y 0-2 mg/l en el caso del potasio).

Según Nakayama y Brucks (1991) existe un peligro de obturación de los goteros entre mediano y elevado debido al pH (pH comprendido entre 7 y 8) y al contenido de sólidos disueltos totales (SDT >2000 mg/l), respectivamente.

Para el cómputo de la dosis de riego se han calculado las necesidades netas de riego de la zanahoria a nivel local (mediante el cálculo de la ET<sub>c</sub> local del cultivo y el K<sub>c</sub>, según la eficiencia del sistema de riego usado –goteo y suelo arenoso-,...), resultando un volumen de riego de 6.543 m<sup>3</sup>/ha, irrigándose el cultivo durante 6 días a la semana. Este volumen de riego ha aportado una dosis de 168,2 kg de nitrógeno /ha.

### 3.2. Ensayo de campo

#### 3.2.1. Material vegetal

El material vegetal con el que se lleva a cabo el ensayo consiste en cuatro cultivares de zanahoria, siendo los siguientes: *cv Coral*, *cv Muscade*, *cv Nantesa* y *cv Touchon*.

##### 3.2.1.1. Nantesa

Es una variedad de zanahoria tradicional de elevada calidad, es la más común y su ciclo es anual.

La zanahoria Nantesa (Nantaise) fue una variedad mejorada a lo largo del siglo XIX en Francia. Su raíz alcanza un tamaño medio de unos 10 cm, pudiendo ser larga o semilarga, siendo cilíndrica de forma. Tiene un elevado contenido en azúcares, su color es anaranjado fuerte y su textura tierna. Tiene ausencia de xilema



Imagen 12 y 13: Planta de zanahoria y raíces de la variedad Nantesa del ensayo  
Fuente: B. Efdeid (Imagen 12), N. Ydalga (Imagen 13)

### 3.2.1.2. Coral

El cultivar Coral es una zanahoria de la variedad Nantesa mejorada, con lo que reúne todas las cualidades de la Nantesa pero es más cilíndrica, obtusa en su punta y más coloreada, de poco o nulo corazón leñoso y de gran resistencia a la subida a flor.



Imagen 14 y 15: Planta de zanahoria y raíces de la variedad Coral del ensayo

Fuente: B. Efdeid (Imagen 14) y N. Ydalga (Imagen 15).

### 3.2.1.3. Muscade

Es una variedad muy precoz proveniente de África del Norte, concretamente de Argelia y Marruecos, de hecho también se la denomina zanahoria Muscade de Argel. Es una variedad rara, prácticamente desaparecida. Su ciclo es anual.

Sus raíces son naranjas, con forma tubular y pueden alcanzar los 22 cm de largo. Es una variedad precoz. Las flores son blancas y se agrupan en umbelas terminales de las que los estambres maduran antes que el pistilo. Así pues se da polinización cruzada en su mayoría. Tiene textura crujiente y muy sabrosa.

Esta variedad se usa como testigo en el ensayo dado que es una variedad local de los CRS, siendo la 4<sup>a</sup> generación la que se siembra.



Imagen 16 y 17: planta de zanahoria y raíces de la variedad Muscado del ensayo.

Fuente: B. Efdeid (Imagen 16) y N. Ydalga (Imagen 17).

### 3.2.1.4. Touchon

El cultivar de zanahoria Touchon es una de las más finas y menos fibrosas, siendo originaria de Francia. Es una variedad precoz y temprana.

La raíz mide de 14 a 17 cm, siendo semi larga, es cilíndrica y sin núcleo o bien muy reducido, tiene un intenso color naranja, es dulce y jugosa. Se aconseja no realizar el aclareo en el cultivo.



Imagen 18 y 19: Planta de zanahoria (Imagen 18) y raíces (Imagen 19) de la variedad Touchon del ensayo. Fuente: B. Efdeid (Imagen 18) y N. Ydalga (Imagen 19)

### 3.2.2. Técnicas de cultivo en el ensayo

A principios de septiembre del 2011 se llevan a cabo las labores de preparación del suelo, haciendo dos pasadas de cultivador para permitir un desarrollo completo de las raíces de zanahoria, y preparando las camas en las que se sembrará el ensayo. Cabe señalar que en la campaña anterior, 2010-2011, se fertilizó la parcela experimental con estiércol ovino aplicando una dosis de 30 T/ha. En el mismo bloque y como cultivo precedente hubo un ensayo de cebolla, siendo este el cultivo que precedió al ensayo de zanahoria.

La siembra de los 4 cultivares se realiza manualmente a fecha de 27/9/2011 (ver Imagen 20) en línea y en superficie, cubriendo posteriormente con arena. Las camas son de 1,6 metros y el marco de plantación de 0,40 m entre líneas (ver Imagen 21).

El sistema de riego consta de 3 líneas de tuberías de 16 mm de diámetro con gotero incorporado, con un caudal de 2 litros /hora y separación entre goteros de 0,2 m y con una separación entre líneas de 0,4 m y 4 metros de longitud.



Imagen 20: Siembra del ensayo de zanahoria en el bloque n° 5 de la parcela experimental del CEFA. Fuente: N. Ydalga.

El riego se determina según las necesidades del cultivo específico ( $K_c$ ) en sus diferentes fases y la evapotranspiración de referencia.

La germinación se inicia a fecha de 3/10/2011.

A lo largo del ciclo se lleva a cabo la observación del crecimiento y del desarrollo de los diferentes cultivares de zanahoria, y no se precisa realizar ningún tipo de labor ni de tratamiento, dado que no aparece ningún síntoma de enfermedad ni de plaga. La cosecha se efectúa a fecha de 20/01/2012.

### 3.2.3. Diseño experimental

El experimento se lleva a cabo en el Bloque 5 de la parcela agrícola del CEFA (Centro de Experimentación y Formación y Agrícola), en conjunto con la dirección y el equipo del mismo Centro, siendo dirigido por el Dr. Ing. Agrónomo Baba Efdeid.

El estudio se realiza en un suelo de textura arenosa, con una conductividad eléctrica del extracto de saturación de 5,54 dS/m y un pH de 8,4 (ambos datos correspondiendo a los primeros 26 cm del suelo) , irrigándose el cultivo con agua de riego con una conductividad eléctrica de 4,28 dS/m.

El diseño estadístico viene determinado por 4 bloques randomizados, con un tamaño de muestra de 4 repeticiones, una por cultivar, con un total de 4 cultivares (*Nantesa, Coral, Touchon, Muscade*) expuestos aleatoriamente. Las camas son de 1,6 metros y el marco de plantación de 0,40 m entre líneas de gotero X 0,20 m entre gotero (ver Imagen 21). Así pues se siembra 1 cama por cultivar y repetición (4 repeticiones), con un total de 25,6 m<sup>2</sup> para cada y una superficie total de 102,4 m<sup>2</sup>.

La dosis de siembra es de 7 kg/ha, dosis adecuada para este ensayo, según datos históricos recogidos en los años de agricultura en los CRS debido a las condiciones atmosféricas y meteorológicas.

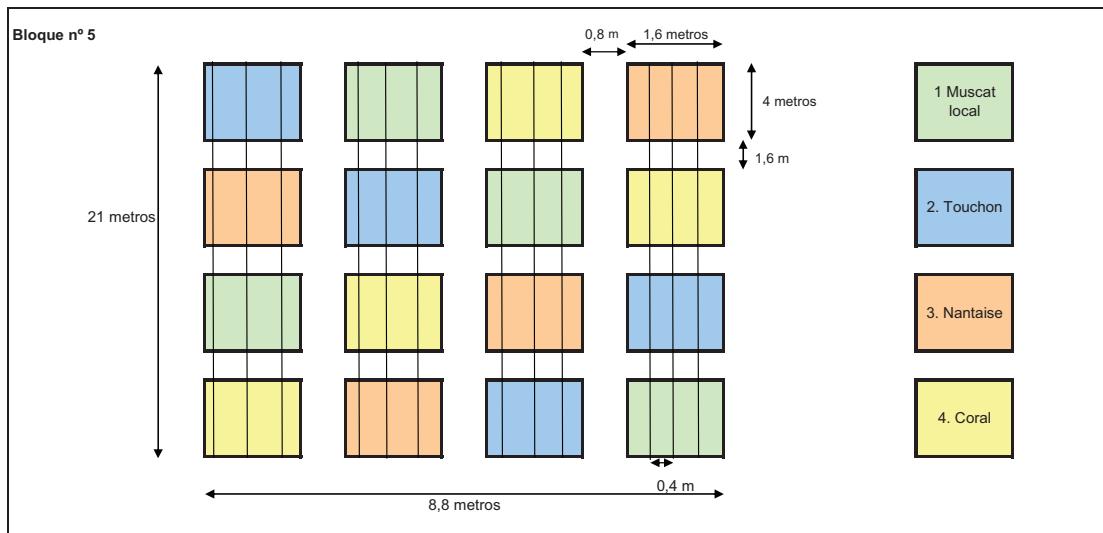


Imagen 21: Esquema del ensayo en campo.  
Fuente: N. Ydalga.

En el momento de la cosecha de los cuatro cultivares de zanahoria, *Daucus carota* L., se determinan los parámetros productivos (A) y vegetativos (B) con los que se realizará el estudio estadístico del ensayo. Estos son:

A) Parámetros productivos: se pesó el total de las producciones obtenidas según las diferentes clasificaciones, que son las siguientes:

1- **Rendimiento bruto:** peso total obtenido de la planta entera en el momento de la cosecha, parte radicular y aérea, raíz y hojas.

2- **Rendimiento Neto:** corresponde al total del peso de raíz obtenido, sin hojas.

3- **Rendimiento comercial:** aquella producción neta sin el destío. Se considera producción comercial aquella apta para su consumo.

4- **Destío:** se considera como factores de destío aquellos productos rechazados en el proceso de selección y clasificación por ser de una calidad inaceptable. Se considera como raíces defectuosas y por

tanto se destinan a destriño aquellas que presentan cracking o agrietamiento longitudinal, bifurcación, las raíces pequeñas (inferiores a los 10 cm), daños entomológicos, o bien otros aspectos (raíz blanca, hombros verdes, etc.).

Con respecto a este punto, cabe mencionar que tanto las raíces bifurcadas como las pequeñas no presentan problemática alguna para su consumo puesto que no hay presencia de posible infección ni enfermedad debido a que no tienen heridas o aperturas por las que puedan penetrar hongos o bacterias dado que responden a defectos visuales y no a problemas sanitarios. Sin embargo, siguiendo la literatura, se consideran parámetros de destriño (Oliva, 1987).

Así mismo resulta importante destacar que la producción destinada al destriño se reserva para la alimentación del ganado caprino, vacuno y camellar (especialmente las zanahorias con daños por agrietamiento o daños entomológicos) de los CRS o bien para su compostaje junto con la materia orgánica residual que se genere en los CRS. Por otro lado, se puede contemplar la posibilidad de recircular las zanahorias bifurcadas o enanas para su consumo humano.

B) Parámetros vegetativos: la medida se llevó a cabo tomando 10 frutos al azar de cada una de las cuatro repeticiones de cada cultivar. Una vez tomadas todas las medidas se realizaron los cálculos de la media de cada parámetro y para cada cultivar.

1- **Altura de la planta:** corresponde a la longitud desde la punta de la raíz hasta el extremo de la hoja más larga de la planta.

**2- Longitud de la raíz:** medida desde la punta de la raíz de la zanahoria hasta el cuello.

**3- Diámetro del cuello de la raíz:** corresponde al grosor de la zanahoria en la zona del cuello de la raíz.

**4- Diámetro del centro de la raíz:** es el grosor de la zanahoria en la parte media de la raíz.

Para la toma de datos (Imagen 22 e Imagen 23) se trabaja con una báscula de 200 kg, una balanza/báscula electrónica de 20 kg y precisión de 20 gramos , un pie de rey, un cuchillo y cinta métrica como utensilios/herramientas y papel y bolígrafo para apuntar los datos.



Imagen 22 y 23: toma de datos en el momento de la cosecha de la zanahoria (imagen 22) y eliminación de las hojas de la raíz por parte de trabajadores del CEFA (imagen 23).

Fuente: N. Ydalga.

### 3.2.4. Análisis estadístico

Una vez obtenidos los datos de los parámetros a estudiar/analizar en el ensayo, en unidades del sistema internacional ( $\text{kg/m}^2$ ), se tratan para obtener la media por cultivar, en  $\text{T/ha}$ .

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis de varianza (ANOVA) y, si procede, separación de medias con el paquete estadístico STATVIEW.

Se consideran diferencias significativas cuando la probabilidad es inferior al 5 % (\* y letras minúsculas) o al 1% (\*\* y letras mayúsculas).

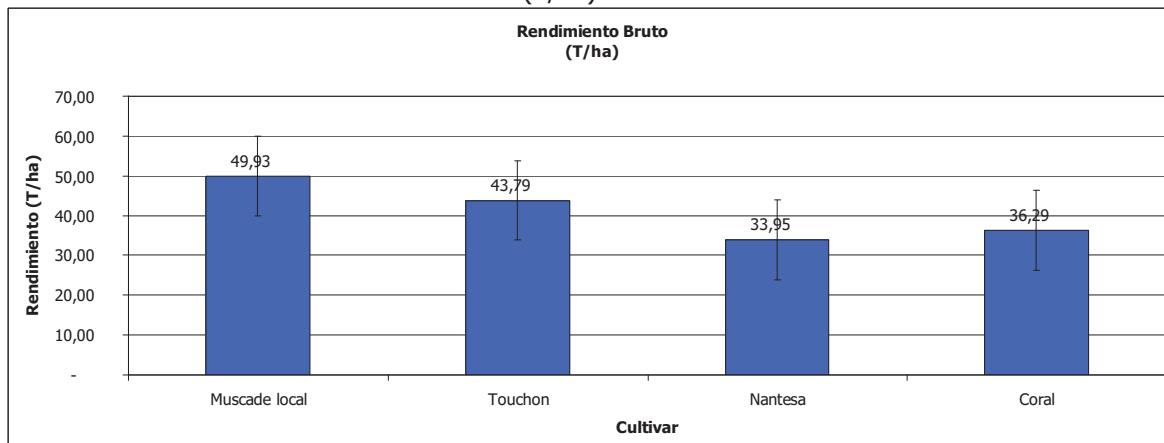
## 4. Resultados y discusiones

### 4.1. Parámetros productivos

#### 4.1.1. Rendimiento bruto

El rendimiento bruto (T/ha) obtenido para los diferentes cultivares se contempla en el Gráfico 1. Una vez tratados los datos mediante un análisis de varianza se observa que el rendimiento bruto de los cuatro cultivares de zanahoria no presenta diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 1: Rendimiento bruto (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

Esta considerable producción bruta de zanahoria, teniendo en cuenta el medio en el que nos encontramos (desierto árido, suelo y agua de riego salinos), la sensibilidad de la zanahoria a la salinidad y el tipo de agricultura que se lleva a cabo (agricultura ecológica con ningún tipo de insumo agroquímico), puede ser debida a que es un cultivo en regadío, más concretamente mediante un sistema de riego por goteo con un mantenimiento constante del bulbo húmedo alrededor

de la raíz de zanahoria que la protege de las elevadas concentraciones de sales (K.K. Tanji, 1990). A todo ello se le añade la elevada densidad de siembra, dosis de 7 kg/ha (recordemos que no se realizó aclareo del cultivo en ningún caso).

Diferentes estudios indican que como resultado de un adecuado manejo del riego, incluso en condiciones de salinidad, se obtienen incrementos sustanciales en los rendimientos de los cultivos (Nagaz, K., Masmoudi, M. M., et al, 2011). Para que el riego sea óptimo se debe realizar la estimación de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_C$ ) de la zanahoria en las condiciones locales (Doorenbos y Pruitt, 1978). Nagaz, K., Moncef, M., et al (2011) indican que en condiciones de aridez y salinidad puede ser recomendable una programación de riego en la que se suple el 100% de la  $ET_C$  en el cultivo de la zanahoria, con posibilidad de reducir hasta un 20 % de la  $ET_C$  en caso de disponibilidad de agua limitada, mientras que un riego excesivo puede causar la pérdida de nutrientes en la zona radicular y la salinización del suelo (Raes, D., Smith, M., et al, 2002), con la consecuente reducción de rendimiento.

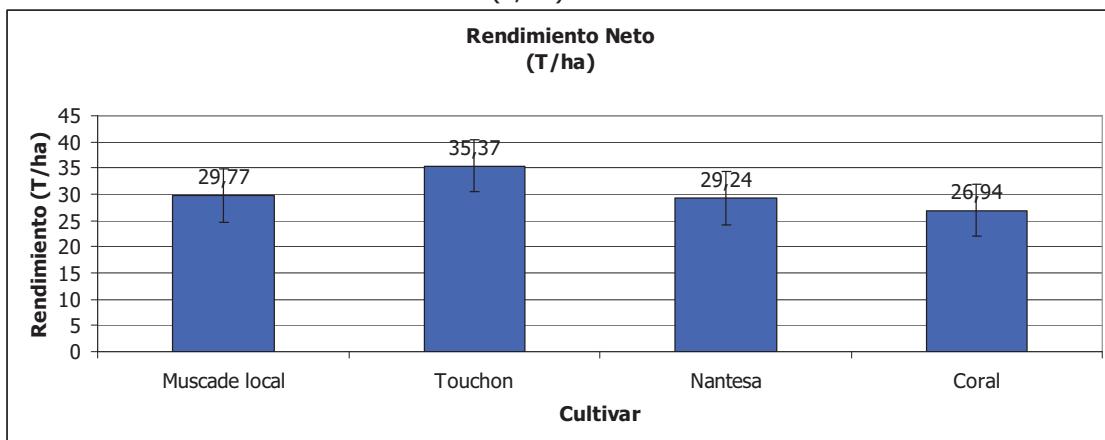
Por otro lado, la elevada presencia de nitratos en el agua de riego (114 mg/l) representa un aporte adicional de nitrógeno al cultivo, nada desestimable según las extracciones de N por parte del mismo, que están comprendidas entre los 99,86 Kg N, en el cultivar con mayor producción bruta (*cv Muscade local*) y los 72,6 kg N en el cultivar con producciones brutas inferiores (*cv Coral*) -cálculos realizados en base a la Tabla 7-. Mientras, el aporte de N ha sido de 25,7 kg de nitrógeno por cada 1000 m<sup>3</sup> de agua de riego, con un total de 168,2 kg N/ha, y de 0,76 T de N/ha como residuo de la fertilización en el cultivo de cebolla que antecedió al del presente ensayo.

#### 4.1.2. Rendimiento neto

Para este parámetro no se presenta diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes cultivares, tal y como se observa en el Gráfico 2.

Sin embargo resulta importante destacar, relacionando los rendimientos brutos con los netos de los diferentes cultivares, que el varietal local *cv Muscade Local* es el que mayor porcentaje foliar desarrolla, con un 40,4% con respecto a su rendimiento total bruto, siendo los porcentajes en contenido de hojas de los varietales *cv Touchon*, *cv Nantesa* y *cv Coral* del 19,2%, 13,9% y 25,8% respectivamente.

Gráfico 2: Rendimiento neto (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

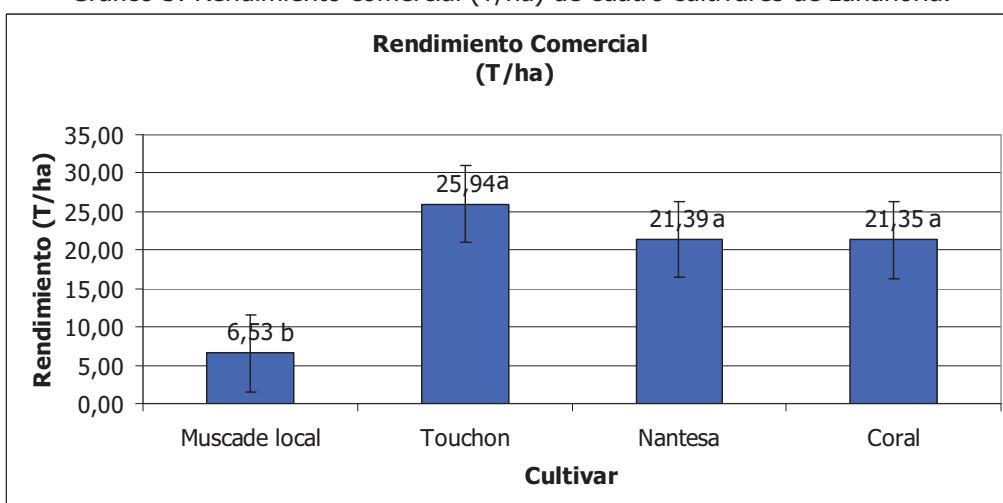
El rendimiento neto de zanahoria de los diferentes cultivares de este experimento supera las producciones de nabo y zanahoria en conjunto de países en zonas áridas como Argelia (18,3 T/ha), Iraq (11,9 T/ha), Kazakhastan (21,76 T/ha), Túnez (7,10 T/ha) para el año 2011 (FAOSTAT), estando alrededor de la producción de nabo y zanahoria de Irán, con 31,22 T/ha. No hay que perder de vista que las producciones mencionadas hacen referencia a dos cultivos sumados en un mismo monto. En 2009 en España se alcanzaron, según el Anuario Estadístico, 54 T/ha de zanahoria en regadío. Comparativamente se puede decir que la producción de zanahoria en los CRS es elevada con respecto a estas cifras.

Autores como García y Reyes (2000), muestran que la fertilización de la zanahoria mediante estiércol tiene un efecto positivo tanto en la producción neta (diferencias al 10 %) como en la comercial (diferencias al 7 %) frente a la fertilización convencional (17,78 T/ha con estiércol y 13,74 T/ha con convencional en producción total, y 15,22 T/ha en fertilización con estiércol y 11, 14 T/ha con fertilización convencional en rendimiento comercial). Este efecto positivo puede haber favorecido las producciones logradas en el medio árido de la Hammada.

#### 4.1.3. Rendimiento comercial

El rendimiento comercial del ensayo, es decir la raíz de zanahoria que resulta apta para su consumo sin mermas de calidad y sin hojas, presenta diferencia estadística (\*) entre los diferentes cultivares, siendo *cv Touchon* el cultivar con mayor rendimiento comercial (25,94 T/ha), seguido de *cv Coral* y de *cv Nantesa*, con producciones algo inferiores (21,35 T/ha, y 21,39 T/ha, respectivamente) aunque no estadísticamente diferentes entre ellos, mientras el *cv Muscade Local* es el que presenta un rendimiento comercial inferior (6,53 T/ha, a), tal y como se muestra en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Rendimiento comercial (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga.

El cultivar *cv Muscade Local* es el que menor rendimiento comercial proporciona. La introducción de estas tres variedades nuevas indica que los tres cultivares son aptos para su consumo en unos rendimientos elevados, cosa que no sucede con el cultivar local.

#### 4.1.4. Destrío.

En cuanto al parámetro de calidad concerniente a los defectos de las raíces y cuyos frutos se destinan al destriño, el ensayo presenta diferencias significativas (\*\*) entre los diferentes cultivares, dándose el valor más elevado en el *cv Muscade Local* (23,02 T/ha), frente a los demás (*cv Coral*, con 5,27 T/ha, *cv Touchon* con 6,34 T/ha, y *cv Nantesa* con 7,47 T/ha), que no presentan diferencia significativa entre ellos (Gráfico 4).

Con respecto al rendimiento neto de los cuatro cultivares, en el proceso de clasificación de las raíces se eliminó un elevado porcentaje de la producción del *cv Muscade Local* (ver Imagen 24), correspondiendo al 77,32 % de su rendimiento neto. Para el cultivar *cv Coral*, se retiró un 19,56 % del rendimiento neto, el 17,92 % de *cv Touchon* y el 25,55 % del cultivar *cv Nantesa*, cantidades ciertamente inferiores con respecto a la primera.



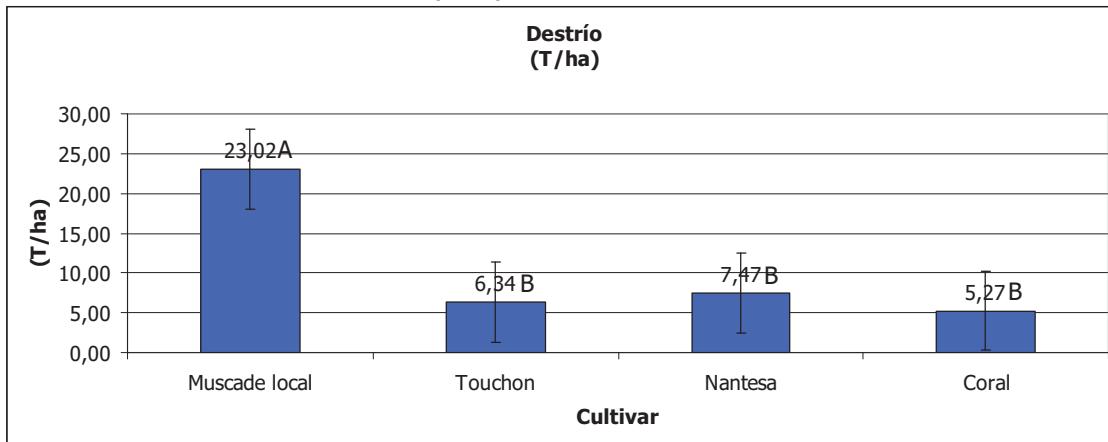
Imagen 24: Raíces de zanahoria del *cv Touchon* del ensayo con diferentes tipos de defectos.

Fuente: N.Ydalga.

La elevada pérdida de producción observada en el *cv. Muscade Local* una vez seleccionadas las raíces aptas para su comercialización (consumo en este caso) puede ser debida a que es la 4<sup>a</sup> generación de este cultivar habiéndose llevado a cabo su selección a nivel local, hecho que confirma que los defectos de las raíces tienen componentes genéticos (también ambientales), Oliva, 1987. Aún así esta variedad tan solo se usa como testigo. Así pues al ser los defectos de las raíces de zanahoria una componente genética es posible que se acumulen a lo largo de las sucesivas generaciones seleccionadas, con su consiguiente aparición, tal y como ocurre en este cultivar en el presente ensayo.

Las causas que merman la calidad y que conducen a desestimar las raíces de zanahoria se detallan en el siguiente apartado.

Gráfico 4: Destrío (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

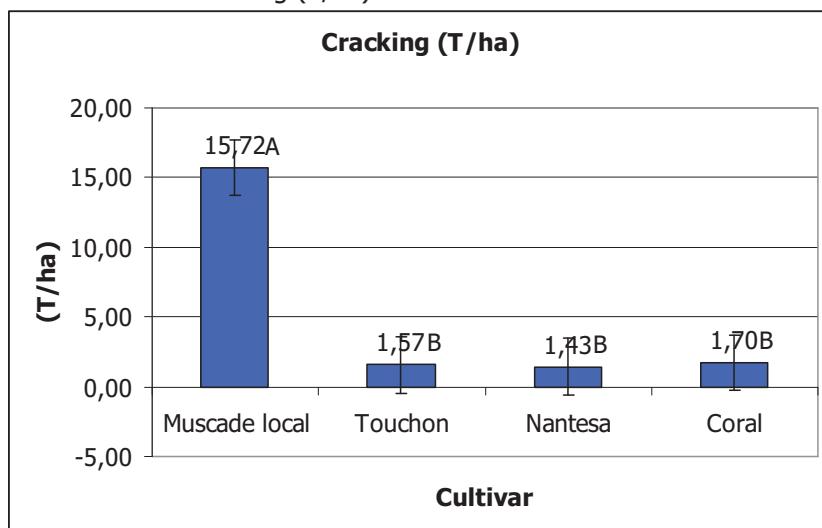
#### 4.1.4.1. Fisiopatías causantes de destri

Las fisiopatías observadas en el experimento que provocan que una zanahoria sea considerada como destri muestran su mayor índice en el cracking o rajado longitudinal, mostrando diferencias significativas (\*\*) entre los cuatro cultivares (Gráfico 5). "Otros" muestra también diferencia significativa entre los diferentes cultivares (\*), así mismo se da también en raíces pequeñas (\*), ver Gráficos 6 y 7, no habiendo diferencia significativa alguna en la bifurcación ni en los daños

entomológicos de las raíces (Gráficos 7 y 8 respectivamente) para los cuatro cultivares del ensayo.

El cultivar *cv Muscade Local* se ve afectado mayormente y en mayor índice, tal y como se refleja en el Gráfico 5 por el destrozo por cracking de 15,72 T/ha, seguido de los *cvs Touchon, Nantesa* y *Coral*, que no muestran diferencia estadísticamente significativa entre ellos (1,57 T/ha, 1,43 T/ha, y 1,70 T/ha, respectivamente).

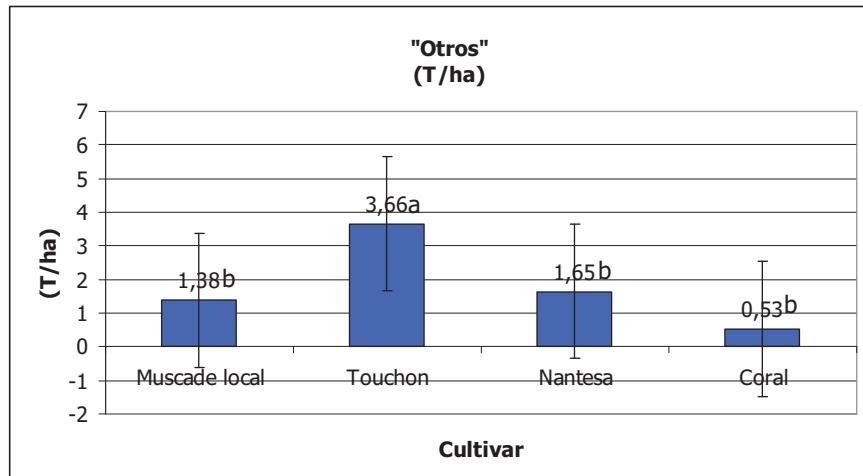
Gráfico 5: Cracking (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

La aparición de zanahorias blancas, raíces con hombros verdes o con el sistema radicular malformado, etc., es decir, en las raíces clasificadas en destrozo como "Otros" (Gráfico 6) se observan diferencias significativas (\*) en los diferentes cultivares de zanahoria. El *cv Touchon* es el que mayor presencia tiene en este tipo de destrozo (3,66T/ha), frente al resto de cultivares, *cv Muscade local*, *cv Coral* y *cv Nantesa*, que no muestran diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

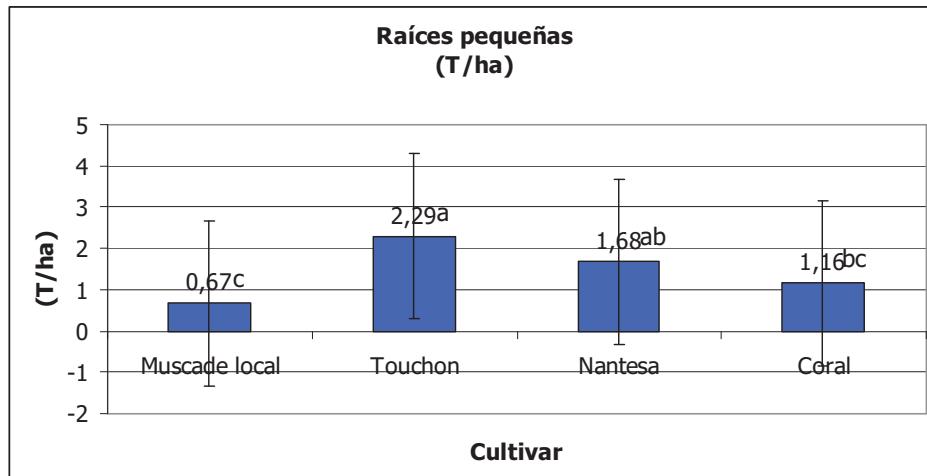
Gráfico 6: "Otros" (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

En cuanto al destrozo causado por la existencia de raíces pequeñas, es el *cv Touchon* el que muestra mayor presencia de raíces pequeñas (2,29 T/ha), seguido del *cv Nantesa* con 1,68 T/ha, posteriormente *cv Coral* con 1,16 T/ha y finalmente el *cv Muscade Local*, con 0,67 T/ha, tal y como se refleja en el Gráfico 7.

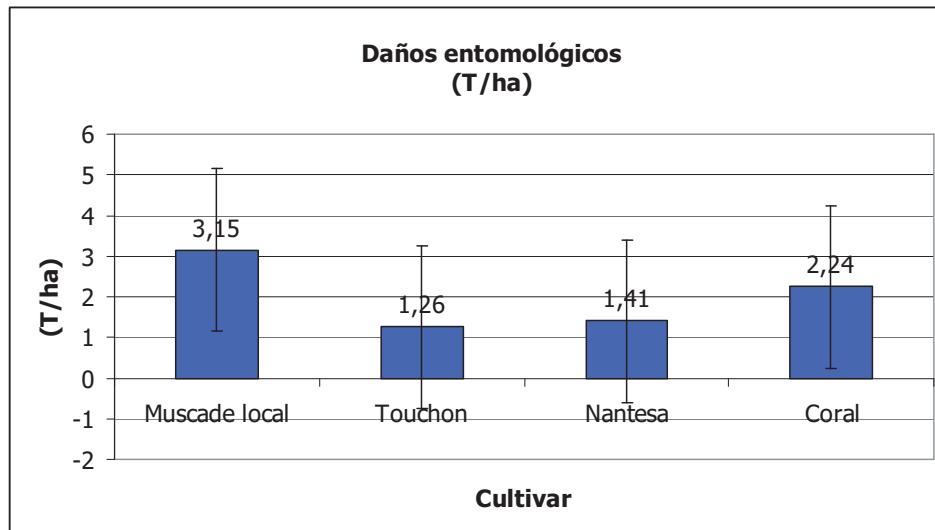
Gráfico 7: Raíces pequeñas (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

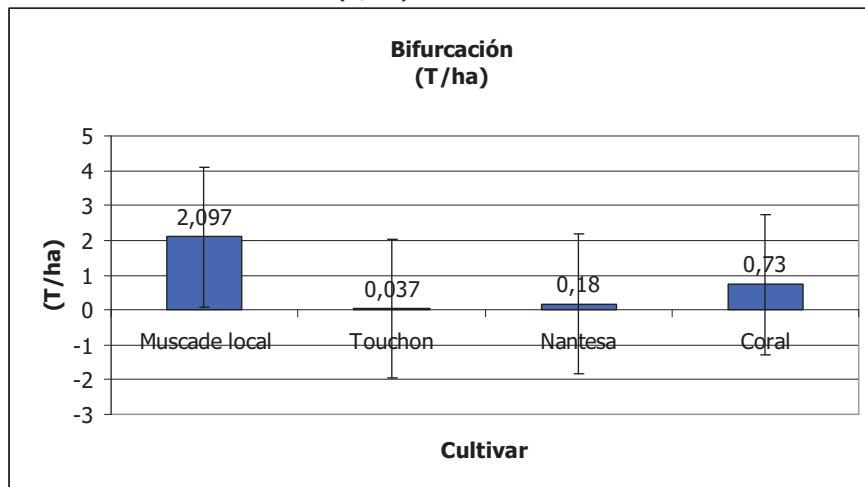
En cuanto a los daños de la raíz producidos por insectos y a la bifurcación de las raíces de zanahoria no se observa diferencia significativa entre los cuatro cultivares, tal y como se observa en los Gráficos 8 y 9.

Gráfico 8: Daños entomológicos (T/ha) en cuatro cultivares de zanahoria



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

Gráfico 9: Bifurcación (T/ha) en cuatro cultivares de zanahoria



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

El rajado o cracking puede ser debido a un exceso de sustancias nitrogenadas en su forma amoniacal. Según Oliva (1987) la humedad parece no tener un efecto importante, aún así es un factor que se da en mayor proporción en el cultivar *cv Muscade local*. Al ser una variedad adaptada al clima seco (se le denomina también Muscade de Argel) el rajado o cracking también podría ser ocasionado por haber recibido un exceso de riego. Así mismo, otro razonamiento que cabe es

el cambio brusco de temperaturas ocurrido en el mes de diciembre (ver Tabla 9), provocando el encañonado de este cultivar, mermando de este modo la calidad de la raíz del *cv Muscade*, más sensible por ser la 4<sup>a</sup> generación producida a nivel local.

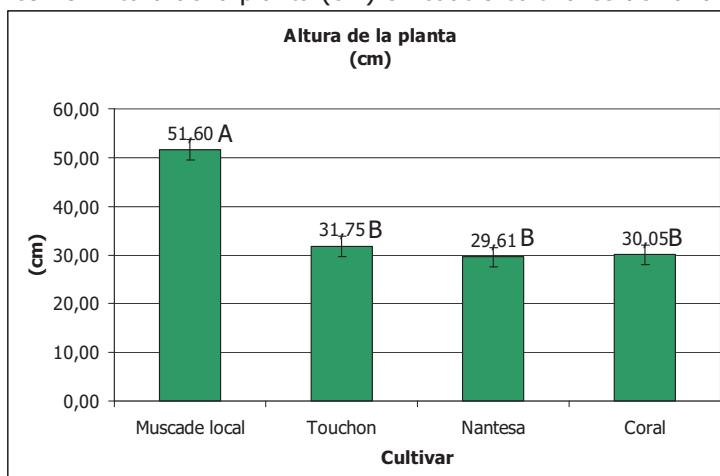
## 4.2. Parámetros vegetativos

### 4.2.1. Altura de las plantas

El cultivar *cv Muscade local* presenta la mayor altura de planta (51,60 cm), con diferencia significativa (\*\*) con respecto a los demás cultivares, que no presentan diferencia significativa entre ellos (*cv Touchon*, 31,75 cm, *cv Coral*, 30,06 cm, y *cv Nantesa*, 29,63 cm), ver Gráfico 10.

Así pues el cultivar Muscade local presenta un mayor crecimiento foliar, tal y como se observa en el apartado 4.1.2. del presente trabajo.

Gráfico 10: Altura de la planta (cm) en cuatro cultivares de zanahoria.



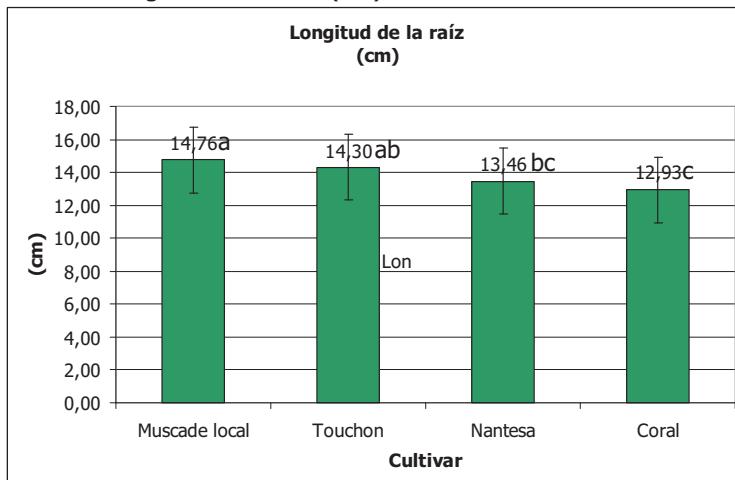
Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

### 4.2.2. Longitud de la raíz

En cuanto a este parámetro se observa diferencia significativa entre los diferentes cultivares (\*).

El *cv Muscade Local* es el que presenta mayor longitud de raíz en el ensayo, con una longitud media de 14,76 cm, seguida muy de cerca por el *cv Touchon*, con 14,30 cm de longitud media, y posteriormente los *cv Nantesa*, con 13,46 cm y *cv Coral*, con 12,93 cm, tal y como se refleja en el Gráfico 11.

Gráfico 11: Longitud de la raíz (cm) en cuatro cultivares de zanahoria.



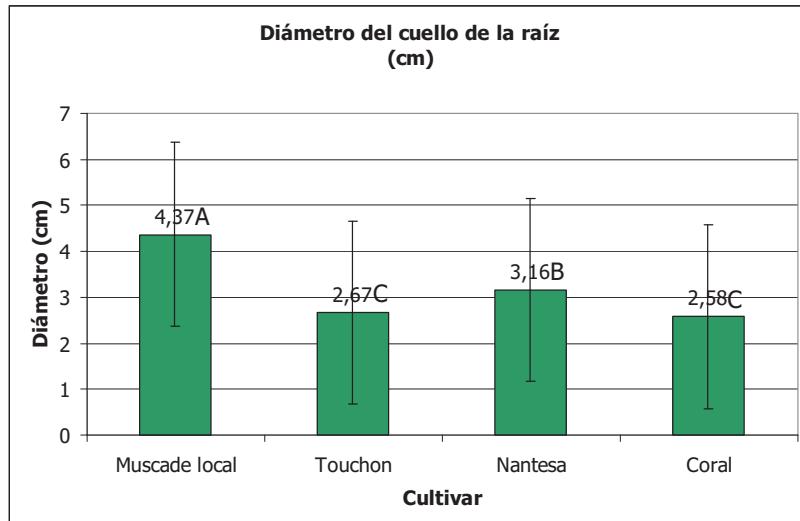
Fuente: elaboración conjunta CEFA y N.Ydalga

El grosor en la altura de los "hombros" de la zanahoria sí presenta diferencia significativa (\*\*) entre los diferentes cultivares de zanahoria del ensayo.

#### 4.2.3. Diámetro del cuello de la raíz

Tal y como se observa en el Gráfico 12, el *cv Muscade Local* presenta diferencia significativa con respecto a los demás cultivares, con un diámetro de 4,37 cm, lo mismo sucede en el caso del cultivar *cv Nantesa*, con un diámetro de 3,16 cm. En lo concerniente a los cultivares *cv Touchon* y *cv Coral* los diámetros son inferiores a los anteriores, con 2,67 cm y 2,58 cm respectivamente y sin diferencia significativa entre ambos.

Gráfico 12: Diámetro del cuello de la raíz en cuatro cultivares de zanahoria

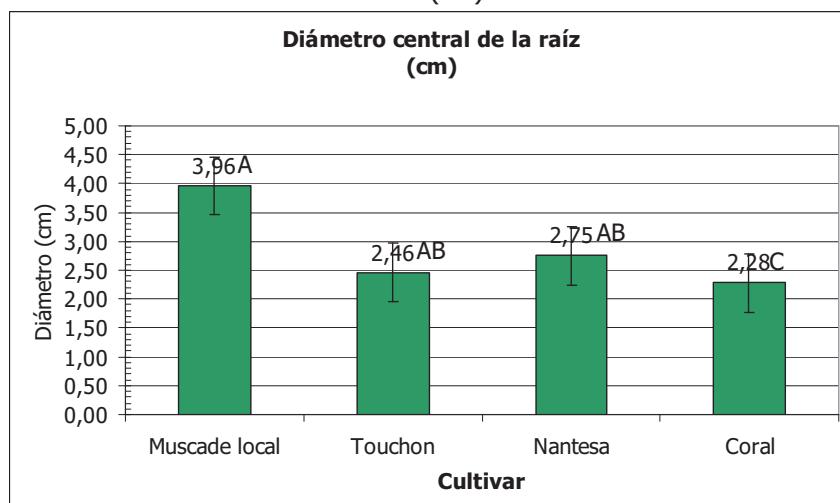


Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga

#### 4.2.4. Diámetro central de la raíz

En cuanto al diámetro central de la raíz de zanahoria se presenta diferencia significativa entre los diferentes cultivares de zanahoria (\*\*). Es el *cv Muscade Local* en el que se observa mayor grosor con respecto a los demás cultivares (3,96 cm), el *cv Coral* también presenta diferencia significativa con respecto al resto (2,28 cm), y los *cv Touchon* y *cv Nantesa* no presentan diferencia significativa entre ambos en cuanto al diámetro central de sus raíces, con 2,46 cm y 2,75 cm respectivamente, tal y como refleja el Gráfico 13.

Gráfico 13: Diámetro central de la raíz (cm) en cuatro cultivares de zanahoria.



Fuente: elaboración conjunta CEFA y N. Ydalga.

## 5. Conclusiones

- Todas las variedades analizadas (tanto las comerciales como las obtenidas localmente) han dado un rendimiento bruto y neto considerable, teniendo en cuenta las limitaciones del medio (aridez, suelos arenosos) y del manejo (escasos insumos, agua de riego salina). Parece ser que se han conseguido ciertas sinergias (agua de riego salina con suelo arenoso; clima árido y seco con disminución de plagas) que han favorecido el desarrollo de este cultivo.
- El rendimiento comercial de las variedades comerciales, *cv Coral*, *cv Nantesa*, *cv Touchon*, ha sido superior al del *cv Muscade Local*, por tanto la respuesta de la primera generación de los tres cultivares es adecuada y, dado que las condiciones ambientales y de manejo en los otros huertos son similares, permitiría la extrapolación de estos resultados.
- El desarrollo vegetativo del *cv Muscade local* es superior tanto en altura de planta como en diámetro de la raíz (cuello y medio), pero el destrozo es superior en este tratamiento, por lo tanto no parece adecuado recomendar el uso de semilla de cuarta generación en otros huertos.
- Las principales causas de destrozo es el cracking o rajado longitudinal, aunque no se ha podido comprobar las causas de los factores que lo causan.

Este trabajo ha permitido extraer información del desarrollo del cultivo de zanahoria en un medio hostil y muy limitante para la producción de esta raíz. Sin embargo quedan aspectos importantes que no han podido ser analizados con detalle y que requerirían nuevos ensayos, como son:

- el uso de semillas de producción local de diferentes generaciones derivadas de otras variedades que han resultado interesantes en este ensayo,

- el control de la salinización del suelo para la determinación del hipotético incremento en el proceso de salinización del suelo.

## **6. Bibliografía**

- Allen, R., Pereira, L., et al, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Estudios FAO: Riego y Drenaje, 56. FAO, Roma.
- Ávila Torres, J. M. et al, 2007. La alimentación española. Características de los principales alimentos de nuestra dieta. Vicente de Santiago y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- Cañameras, N., 2008. Apuntes de Calidad del agua de riego. UPC. Barcelona.
- Camarero, E., Culebras, J. M. et al, 2005. Tratado de nutrición. Tomo III. Ángel Gil Hernández. Barcelona.
- Colafranceschi, C. 1996. Curso de perfeccionamiento de Técnicos Asesores. Sociedad Uruguaya de Horticultura. Uruguay.
- Departamento de Oftalmología del Ministerio des Salud Pública de la RASD, 2007. Estudio sobre la incidencia de patologías oculares en la población infantil saharaui. RASD, CRS, Tindouf.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudios FAO: Riego y Drenaje, 24. FAO, Roma.
- Docampo, E., Molinero, J., 2004. Estudio de las aguas subterráneas y los abastecimientos en los campamentos de refugiados saharauis. Proyecto AQUA-SAHARA. Dirección Xeral de Cooperación Exterior de la Xunta de Galicia, Universidad de Santiago de Compostela, Enxeñería Sen Fronteras, RASD. Santiago de Compostela.
- Editorial de Vecchi, 1995. El gran libro de las combinaciones alimentarias. Editorial de Vecchi. Barcelona.
- Ediciones Bellaterra, 1994. Diccionario de nutrición y alimentos. Edicions Bellaterra. Barcelona.

- Fernández, R., Leiva, M. J., 2003. Ecología para la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- García de Souza, M. 1993. Manejo de suelo y fertilización en zanahoria. Experiencia nacional. Jornadas de capacitación para productores de zanahoria. JUNAGRA, IICA. Uruguay.
- García, M., 2004: El cultivo de la zanahoria. Universidad de la República facultad de agronomía. Curso de horticultura. Departamento de producción vegetal centro regional sur, Montevideo. Uruguay.
- Labrador Moreno, J., 2002. La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Ministerio de Desarrollo Económico, 2004. Desarrollar una agricultura sostenible para crear una cultura de producción sana. Conferencia de agricultura. Wilaya de Dajla, Campamentos de Refugiados Saharauis.
- Moroto, J. V., 2000. Horticultura herbácea especial. 4<sup>a</sup> Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Raigón, M. D., 2007. Alimentos ecológicos, Calidad y Salud. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). España.
- Nagaz, K., Moncef Masmoudi, M., et al, 2011. Impacts of irrigation regimes with saline water on carrot productivity and soil salinity. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Túnez. pp. 19-27.
- Oliva, R. N., 1987. Manual de producción de semillas Hortícolas. Zanahoria. INTA. Argentina.
- Raes, D., Smith, M., et al, 2002. Charts with indicative irrigation intervals for various weather conditions. In, Proc. Workshop FAO-ICID, Irrigation Advisory Services and Participatory Extension in Irrigation Management, pp. 65–72.
- Tamet, Valérie; Boiffin, Jean; Durr Carolyne; Souty Nicole. 1993. Influence de la profondeur de semis, de l'état de surface du sol et de la taille des semences sur la levée des plantules de carotte. Acta Horticulturae 354.
- Vigliola, M. I. 1986. Manual de Horticultura. Buenos Aires. Argentina.

Consultas en Internet:

- <http://www.fao.org>

fecha de consulta: 21/5/2013

- <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/98-001.htm>

fecha de consulta: 21/5/2013

- <http://www.dpi.vic.gov.au/agriculture/farming-management/organic-farming/weed-management/weed-control-in-organic-carrots>

fecha de consulta: 21/5/2013

- [www.carrotmuseum.co.uk](http://www.carrotmuseum.co.uk)

fecha de consulta: 23/5/2013

- <http://www.ipmcenters.org>

fecha de consulta: 23/5/2013

- <http://anrcatalog.ucdavis.edu>

fecha de consulta: 28/5/2013

- <http://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2008.1502.1505>

fecha de consulta: 28/5/2013

- <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/dg7196.html>

fecha de consulta: 28/6/2013

- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952010000500006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000500006)

fecha de consulta: 3/6/2013

- <http://www.collectionscanada.gc.ca>

fecha de consulta: 3/6/2013

- 

- <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/18889>

fecha de consulta: 4/6/2013

- <http://www.fagro.edu.uy>

fecha de consulta: 4/6/2013

- <http://inorganic.com>

fecha de consulta: 5/6/2013

## **Acrónimos**

RASD	República Árabe Saharaui Democrática
TT.LL.	Territorios Liberados
TT. OO.	Territorios Ocupados
ACNUR	Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados
CRS	Campamentos de Refugiados Saharauis
CEFA	Centro de Experimentación y Formación Agrícola
CERAI	Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional
FAO	Food and Agriculture Organization
ONG	Organización No Gubernamental
PMA	Programa Mundial de Alimentos
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
INSID	Institut Supérieur de l'Irrigation et du Drainage

## Relación de Imágenes

	pg
Imagen 1. Ubicación de los CRS en el mapa continental africano	4
Imagen 2. Situación de los Campamentos de Refugiados Saharauis de Tindouf	5
Imagen 3. Distribución de las zonas secas del mundo	7
Imagen 4. Vista del lugar donde se ubicaría el CEFA, medio inhóspito	13
Imagen 5. Panorámica del CEFA en el día de la inauguración del Centro	14
Imagen 6. Vistas de la parcela experimental del CEFA	14
Imagen 7. <i>Daucus Carota L</i>	19
Imagen 8. Semilla de zanahoria	19
Imagen 9. Zanahorias cónicas y cilíndricas	20
Imagen 10. Situación y topografía de la zona de asentamiento de los CRS de Tindouf	41
Imagen 11. Ubicación del CEFA en 9 de Junio	41
Imagen 12. Planta de zanahoria de la variedad Nantesa del ensayo	51
Imagen 13. Raíces de la variedad de zanahoria Nantesa del ensayo	51
Imagen 14. Planta de zanahoria de la variedad Coral del ensayo	52
Imagen 15. Raíces de la variedad de zanahoria Coral del ensayo	52
Imagen 16. Planta de zanahoria de la variedad Muscade del ensayo	53
Imagen 17. Raíces de la variedad de zanahoria Muscade del ensayo	53
Imagen 18. Planta de zanahoria de la variedad Touchon del ensayo	53
Imagen 19. Raíces de la variedad de zanahoria Touchon del ensayo	53
Imagen 20. Siembra del ensayo de zanahoria en el bloque nº 5 de la parcela experimental del CEFA	54
Imagen 21. Esquema del ensayo en campo	56
Imagen 22. Toma de datos en el momento de la cosecha de la zanahoria	58
Imagen 23. Eliminación de las hojas de la raíz por parte de trabajadores del CEFA	58
Imagen 24. Raíces de zanahoria del cv Touchon del ensayo con diferentes tipos de defectos	63

## Relación de Gráficos

	pg
Gráfico 1. Rendimiento bruto (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	59
Gráfico 2. Rendimiento neto (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	61
Gráfico 3. Rendimiento comercial (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	62
Gráfico 4. Destrío (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	64
Gráfico 5. Cracking (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	65
Gráfico 6. "Otros" (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	65
Gráfico 7. Raíces pequeñas (T/ha) de cuatro cultivares de zanahoria	66
Gráfico 8. Daños entomológicos (T/ha) en cuatro cultivares de zanahoria	66
Gráfico 9. Bifurcación (T/ha) en cuatro cultivares de zanahoria	67
Gráfico 10. Altura de la planta (cm) en cuatro cultivares de zanahoria	68
Gráfico 11. Longitud de la raíz (cm) en cuatro cultivares de zanahoria	68
Gráfico 12. Diámetro del cuello de la raíz en cuatro cultivares de zanahoria	69
Gráfico 13. Diámetro central de la raíz (cm) en cuatro cultivares de zanahoria	70

## Relación de Tablas

	pg
Tabla 1. Superficie (ha) cultivada en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002	16
Tabla 2. Producción bruta obtenida (T) en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002	17
Tabla 3. Rendimientos brutos obtenidos (T/ha) en los huertos de los CRS entre 1994 y 2002	17
Tabla 4. Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de zanahoria en España entre 1999 y 2009	17
Tabla 5. Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de zanahoria y nabo en Argelia entre 1994 y 2002	18
Tabla 6. Composición nutricional de la zanahoria	22
Tabla 7. Extracción de nutrientes de la zanahoria	26
Tabla 8. Valores climáticos medios mensuales y anuales de la serie 1994-2004 en Tindouf, Argelia, y ETP calculada según Thornthwaite	43
Tabla 9. Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales y temperatura media mensual del año 2011	44
Tabla 10. Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales y temperatura media mensual del año 2012	44
Tabla 11. Valores climáticos medios mensuales y anuales de la serie 2011-2012 en 9 de Junio, CRS, Argelia	45
Tabla 12. Granulometría del suelo, parcela experimental del CEFA	46
Tabla 13. pH, Materia Orgánica y Conductividad eléctrica, parcela experimental del CEFA	46
Tabla 14. Análisis del suelo, parcela experimental del CEFA	47
Tabla 15. Análisis del suelo, parcela experimental del CEFA	47
Tabla 16. Composición media de diferentes estiércoles generados en Cataluña	48
Tabla 17. Análisis de agua del acuífero del 9 de junio	49

