

RESUMEN

El presente trabajo estudia el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de cuatro especies autóctonas, *Moricandia arvensis* (L.) DC., *Portulaca oleracea* L., *Eruca vesicaria* (L.) Cav. y *Silene vulgaris* (Moench) Garcke., en un sistema de cultivo hidropónico (“Floating System”). Para ello se aplicaron cinco tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) con diferentes concentraciones de ClNa.

Además del ensayo realizado en invernadero en “Floating System” se realizó un ensayo en tres cámaras de cultivo programadas.

A los 51 días de la plantación se recolectó el material vegetal y se midieron diferentes parámetros de crecimiento.

En general, los resultados del ensayo obtenidos han mostrado una buena adaptabilidad de las especies a las distintas concentraciones de salinidad.

De unos tratamientos a otros se ha observado una disminución del tamaño de la planta conforme aumenta la salinidad del agua.

La diferencia encontrada del cultivo en invernadero con el cultivo en cámara ha sido una menor producción.

La especie más sensible a la salinidad estudiada ha sido la rúcula puesto que a pesar de haberse obtenido una buena producción se han presentado daños fisiológicos en las hojas más jóvenes, observándose necrosidad ó quemaduras en éstas.

En invernadero aparecen estos daños en los tratamientos 4 y 5 mientras que en cámara aparecen en los cinco tratamientos realizados. Por tanto, el producto obtenido de la rúcula en este caso para los tratamientos 4 y 5 en invernadero y todos los de la cámara sería despreciables para el mercado e imposible su comercialización para la IV gama.

En el resto de especies estudiadas no se ha observado ningún tipo de daño aparente.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. SALINIDAD

Actualmente, la salinización de los suelos se ha convertido en un problema a nivel mundial, afectando casi a un tercio de las tierras dedicadas a la agricultura (Askoy *et al.*, 2003), siendo más grave en las regiones áridas y semiáridas (Tanji, 1990; Maas y Grattan, 1999; Ramoliya y Pandey, 2003), donde las escasas lluvias reducen la posibilidad del lavado de las sales que se van suministrando con las aguas de riego. Y es que, el incremento de la demanda de agua en el mundo, especialmente en las zonas áridas y semiáridas, ha forzado a los agricultores a emplear de una manera muy común aguas de mala calidad en la agricultura, principalmente aguas de pozo con elevada concentración de sales que, a menudo, superan los límites de tolerancia a la sal de muchos cultivos, limitando por tanto su producción (Franco *et al.*, 1997; Garg y Gupta, 1997; Mer *et al.*, 2000; Abdel Gawad *et al.*, 2005).

Así, en zonas como la del Sureste español, el deterioro progresivo del suelo obliga en ocasiones a los agricultores a optar por el cultivo hidropónico como solución a dichos problemas. Pero, la calidad del agua de riego es uno de los factores que más nos puede condicionar un cultivo hidropónico, ya que la frecuente presencia de elementos tóxicos para las plantas como sodio, cloruros o boro en cantidades demasiado altas nos condicionan el tipo de cultivo. Ésta es una de las razones por las que no se emplean los sistemas cerrados en nuestra Región, ya que la pobre calidad de las aguas haría que rápidamente se acumularan elementos indeseables en la solución con lo que habría que desecharla (Alarcón, 2000).

Existe la necesidad de desarrollo de cultivos con alta tolerancia a la salinidad, de hecho el desarrollo de éstos se ha incrementado en la última década (Svitrepe *et al.*, 2003). Por otro lado, diversos estudios muestran como las especies silvestres tienden a ser más tolerantes a la salinidad que las especies cultivadas (Alarcón *et al.*, 1999; Morales *et al.*, 2001). Por ello, es necesario el estudio de diversas especies vegetales autóctonas halotolerantes que permitan obtener una buena producción, adaptándose a las condiciones locales con bajas necesidades de agua y nutrientes, obteniendo una planta de calidad y un alto valor de mercado (Askoy *et al.*, 2003).

I.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Se considera que la agricultura comenzó hace unos 10.000 años. En aquel tiempo el Planeta poseía alrededor de 10.000 especies vegetales comestibles.

En los centros de origen de las plantas, los agricultores comenzaron a sembrarlas en distintas condiciones ambientales. Fue así como las especies sufrieron un proceso de hibridación natural con otras plantas silvestres (Hernández y León, 1994).

Se dice que 1.500 años antes de nuestra era, ya se explotaba la mayoría de los cultivos que hoy se conocen. Hoy, a inicios del siglo XXI, sólo 150 cultivos alimentan a la mayoría de la población del Planeta, y apenas 12 proporcionan el 80 % de la energía alimentaria de la humanidad. El 60 % de esta energía procede exclusivamente del trigo, el arroz, el maíz y la patata, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1978).

Actualmente, se calcula que a nivel mundial todavía quedan 5.000 especies vegetales factibles de ser consumidas por el ser humano. En lo que a esto se refiere, España es un país privilegiado, puesto que presenta un alto grado de diversidad natural. Se calcula que el número de plantas vasculares presentes en España oscila entre 8.000 y 9.000, lo que supone aproximadamente un 80-90 % de las plantas vasculares presentes en la Unión Europea (UE) y el 60 % de todas las del continente europeo (MOPTMA, 1995). Según esta misma fuente, España es el país de la UE cuyo territorio comprende mayor número de plantas vasculares. Sólo países de marcado carácter mediterráneo como Grecia e Italia presentan una riqueza florística comparable. Además, España es, con diferencia, el país más rico en endemismos. Prácticamente la mitad de los endemismos europeos son españoles, a pesar de que nuestro territorio representa sólo un 4,5 % de la superficie europea.

De otro lado, en los últimos años se está experimentando un incremento en el consumo de productos destinados a la IV Gama, esto es, limpios, cortados y envasados, listos para consumir. Esta actividad empresarial, en continuo auge, está introduciendo numerosas especies vegetales, en muchos casos especies silvestres. Y es que, las modernas técnicas analíticas han puesto de manifiesto que muchas de estas especies silvestres son ricas en minerales y numerosos nutrientes biológicamente activos que incluyen diversos compuestos antioxidantes tales como α -tocoferoles, β -carotenos, vitamina C, ácidos grasos de la familia omega-3 y 6 (ω 3 y ω 6), etc.

Por tanto, sería interesante poder diversificar la oferta de plantas alimentarias potenciando el uso de nuestros recursos fitogenéticos a través del desarrollo de las técnicas de cultivo apropiadas según los casos.

En España existen unas 300 especies vegetales silvestres con potencial de ser aprovechadas para consumo humano. Algunas de estas especies silvestres con un importante potencial son la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), la eruca (*Eruca vesicaria* (L.) Cav.), la colleja (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke), el collejón (*Moricandia arvensis* L.), que hemos utilizado para el ensayo.

I.2.1. Rúcula

I.2.1.1. Taxonomía

La rúcula pertenece a la familia de las *Brassicaceae* también llamadas *Cruciferae* ó Crucíferas de la clase Dicotiledoneas de las Angiospermas.

Su nombre científico es *Eruca vesicaria* (L.) Cav.. Eruca significa tallos cortos y vesicaria hace referencia a la forma de vesícula de la hoja. También se conoce con el nombre de eruga, ruca, oruga, amargo ó rabaniza entre otros muchos.

I.2.1.2. Características botánicas

Es una planta herbácea de ciclo anual. El tallo erecto y ramificado puede alcanzar 80 cm de altura, peloso-hispida, especialmente en la parte basal. Hojas basales en roseta, pecioladas, de 10-15 cm, lirado-pinnatífidas; las caulinares sentadas, con 3-7 lóbulos o dentadas. Floración en racimos terminales. Pedicelos de 2-8 mm, hispídos. Cuatro pétalos de 15-22 mm, blancos o ligeramente amarillentos, con nerviación violeta. Seis estambres, anteras oblongas y obtusas. Los frutos en silículas de 15-30(-40) cm, erectas, adpresas al tallo, variablemente vilosas; porción valvar más o menos subcilíndrica; rostro de (5-)7-12 mm, ensiformes, gradualmente atenuado desde la base hasta el ápice, casi tan largo como la porción valvar. Semillas de 1,5-2,5 mm, elipsoideas, estrechamente aladas hacia el hilo, lisas, pardas. La cadena cromosómica es $2n=22$. Florece de Febrero a Junio (Alcaraz Ariza, 2002).

I.2.1.3. Origen y distribución

Se dice que en la Antigua Roma, la rúcula se utilizaba como ingrediente fundamental para múltiples ensaladas. En Grecia fue citada por Dioscórides (siglo V a. c.) en el libro “De Materia Libre Quinque”, donde era recomendada para problemas digestivos. Sus semillas también eran usadas para la elaboración de salsas. Poco a poco,

comenzó a conocerse en el sur de Europa y el oeste de Asia. Actualmente, su cultivo es importante en la Europa meridional, Egipto y Sudán. En la India también es cultivada por la calidad del aceite que poseen sus semillas. Pero su difusión a nivel mundial es escasa.

La variedad vesicaria, de pétalos amarillentos y cálices más persistentes en el fruto, se presenta al norte de Yecla y en el Noroeste de la Región de Murcia.

Es una planta originaria de la Región Mediterránea, conocida y cultivada desde antiguo en la época de los romanos siendo considerada un afrodisíaco. Sin embargo, no ha sido cultivada a gran escala ni sometida a investigación científica hasta los años 1990, siendo normalmente recolectada salvaje.

Actualmente se cultiva en varios lugares, especialmente en Véneto, estando disponible en toda Europa. Se encuentra de forma natural en márgenes de caminos y en campos de cultivo.

I.2.1.4. Propiedades y usos

Olvidada durante mucho tiempo pero desde hace unos años vuelve a estar de moda en las ensaladas de los restaurantes como un tipo de verdura y es fácil de encontrar en los supermercados. Es rica en potasio, hierro y vitamina C. Se le suponen propiedades digestivas, diuréticas, depurativas, astringentes, emolientes, antiescorbúticas. Normalmente se consumen las hojas frescas pero también se pueden consumir los tallos y flores. Tienen un sabor amargo, muy característico, que aporta un toque especial a las ensaladas. Su sabor picante es bastante pronunciado. Por ello se recomienda usarla con moderación. Se puede consumir cruda ó cocida, en ensaladas, pastas y bocadillos, así como para dar sazón a sopas y salsas. También es común en Italia su uso en pizzas, añadiendosela sólo tras el horneado. La mayoría de los especialistas la consideran un buen digestivo.

I.2.1.5. Prácticas de cultivo

Es una especie que crece bien con temperaturas suaves. El exceso de calor y el sol provocan un gusto excesivamente amargo. Por tanto, la mejor época de cultivo es a principios de primavera. También es posible cultivarla en verano o en otoño. Se siembra separada unos 15 cm. La cosecha empieza a partir de las 4-6 semanas después de la siembra y es continua hasta la floración. Aunque no es muy habitual, la flor también es comestible y tiene el característico sabor picante de la hoja pero con mayor intensidad.

Es una planta de ciclo corto que no es muy exigente en nutrientes. Por lo tanto se trata de un cultivo relativamente fácil en el Huerto. Como es una planta de ciclo corto y tolera bien la sombra se puede aprovechar para asociar con otras plantas de ciclo más largo

como el tomate, el pimiento o la berenjena. Es preferible evitar plantas de la misma familia, como las coles, el rábano o el nabo.

Es una planta muy rústica que no suele presentar problemas de enfermedades ó plagas. El mayor daño suele ser ocasionado por la infección de hongos como *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria*, *Phytophthora brassicae* L., sobre todo si se dan las condiciones ambientales necesarias. Otros daños menos graves suelen ser los ocasionados por algunos dípteros y lepidópteros, como la mosca minadora (*Liriomyza* spp) y la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.) y algunos Tisanopteros como *Trips tabaci*.

I.2.2. Verdolaga

I.2.2.1. Taxonomía

La verdolaga pertenece a la familia *Portulacaceae*, de la clase Dicotiledoneas de las Angiospermas. Su nombre científico es *Portulaca oleracea* L.. Portulaca en latín significa “puertecita”, lo cual se refiere a la abertura de los frutos y oleracea en latín quiere decir “comestible”. También se le dan otros nombres comunes o vulgares como colchón de niño, tarfela, hierba grasa, alecrín de San José, beldroaga, caaponga, flor de las once, flor de un día, lega, perrexi, sacatuna, xucul, yerba del pollo.

I.2.2.2. Características botánicas

Especie con mucho futuro, debido a que son vegetales muy ricos en ácidos grasos poliinsaturados que tiene un elevado contenido en ácidos omega 3. Es una planta herbácea de ciclo anual de tallos y hojas un poco carnosas y brillantes. Tallos de 8-55 cm, decumbentes, muy ramificados, rojizos. Hojas de 0,5-3,3 x 0,25-1,5 cm alternas u opuestas, simples, con estípulas representadas por un fascículo de pelos, obovadas, obtusas, truncadas, ligeramente papilosas, las basales alternas. Las restantes subopuestas, sentadas o con pecíolo de hasta 4 mm. Flores actinomorfas, hermafroditas solitarias o en grupos axilares de 2-3 flores. Las flores de la familia de la verdolaga pueden tener varios pétalos pero sólo dos sépalos verdes bajo los pétalos. Pétalos obovados, ligeramente soldados en la base, amarillos. Sépalos caducos, aquillados. Androceo con 7-15 estambres. Ovario semiínfero, con varios primordios seminales. Fruto pixidio, con semillas numerosas. Semillas de 0,6-1 mm, reniformes, negras, con testa formada por células más ó menos estrelladas, lisas ó papilosas con 1 ó 2 tubérculos centrales de contorno circular. Florece de Mayo a Noviembre. La cadena cromosómica es $2n = 54$ (Burges N.A., 1996).

I.2.2.3. Origen y distribución

La verdolaga es una planta nitrófila, esto es, colonizadora de suelos con abundancia de nitratos, nitritos y amoníaco, resultantes de la alta frecuentación del hombre o el ganado; dentro de estos hábitats, prefiere los que están sometidos a riego o humectación regular, tales como linderos de huertas, cunetas e incluso el adoquinado urbano.

La verdolaga es una especie de distribución cosmopolita, actualmente expandida en las zonas de clima cálido de todo el planeta; algunos expertos opinan que podría tratarse de una especie de origen americano, que llegó a Europa, África y Asia en tiempos precolombinos, transportándose sus semillas por la fauna silvestre o incluso por expediciones humanas.

I.2.2.4. Propiedades y usos

La verdolaga es una planta asiática que hasta el momento se la conoce más como alimento que como planta medicinal ó cosmética. Puede comerse en ensalada, pues es una fuente importante de vitaminas, aminoácidos, proteínas y fibras. Entre sus principales componentes se encuentra la alanina, que incrementa las defensas del sistema inmunitario; la arginina, muy necesaria para el crecimiento muscular y la reparación de tejidos; la histidina, un vasodilatador y estimulador del jugo gástrico que combate la anemia, la artritis y es muy sutil para las úlceras y la isoleucina, necesaria para el crecimiento adecuado. Y todo eso fue aprovechado por los laboratorios cosméticos para convertirla en una promesa de juventud eterna.

Es una planta que desde antiguo se ha consumido en forma de ensalada y se le han atribuido propiedades antiescorbúticas y diuréticas. Contiene numerosos minerales, vitaminas y oligoelementos lo que hace, que comida con moderación, sea un buen complemento dietético.

Es una especie utilizada durante más de cuatro mil años como verdura, y cuyo uso se abandonó de modo reciente en Europa, durante los últimos 2 ó 3 siglos; su fina textura permitía consumirla tanto cocinada como en crudo, formando parte de las ensaladas. Como otras muchas antiguas especies de verduras, el abandono de su cultivo revirtió en su utilización como forraje, siendo especialmente apreciada para la alimentación del conejo doméstico. Además la verdolaga posee virtudes medicinales, destacando sus propiedades para reducir irritaciones internas- p. ej.; de las vías urinarias-, bastando para ello el consumo directo de la planta.

I.2.2.5. Prácticas de cultivo

Al igual que la mayoría de plantas cultivadas, en el pasado se generaron numerosas variedades de verdolaga. Durante siglos, las culturas europeas, asiáticas y africanas seleccionaron plantas menos amargas, más elevadas y fáciles de recolectar, y con hojas más grandes, que corresponden a la variedad sativa. Así, en las fértiles vegas de Al-Andalus se cultivaban verdolagas de tallos rectos, que alcanzaban 40 ó 50 cm de altura, y cuyas hojas y tallos formaban parte de numerosos platos tradicionales, consumiéndose crudas, guisadas o encurtidas. Tras el abandono de los cultivos, a partir de los siglos XVI y XVII, toda esta riqueza se perdió en toda Europa Occidental, aunque aún parecen conservarse algunas formas selectas de esta variedad en la huertas de los países que rodean el desierto del Sahara (<http://www.belalcazar.org/Fauna-%20flora/fichas/Verdolaga.htm>).

La verdolaga raramente se desarrolla en áreas con mantillos, y el mantillo colocado sobre la verdolaga por lo general la asfixia. El gusano cogollero, parecido al gusano picudo del tomate, se alimenta de la verdolaga, pero raramente le hace daño significativo.

La verdolaga común es maleza en huertos y sembrados por gran parte del mundo. Pero durante siglos, muchos también la han utilizado para comer y para medicina.

Nadie sabe con certeza dónde se originó la verdolaga común. Muchos botánicos creen que posiblemente es de los desiertos norafricanos. Sus carnosos tallos y hojas le sirven bien para medrar en seco suelo desértico.

Se puede adueñar rápidamente de un sembrado ó un huerto. Las hojas y tallos tienen mucha agua almacenada, así que las plantas pueden sobrevivir hasta los peores períodos de sequía. Cada planta de verdolaga común puede producir miles de semillas. Los trocitos de los tallos ó de las hojas también pueden prender y crecer. Pocas semanas después, una planta puede producir semillas maduras.

I.2.2.6. Antecedentes

Existen algunos ensayos realizados por la Universidad Politécnica de Cartagena con verdolaga como “primeros ensayos de adaptación de *Portulaca oleracea* L. al cultivo hidropónico” (Cros, 2002), cuyo objetivo es ver la adaptación de dicha especie al floating system, concretamente ensayando diferentes sustratos para ver la influencia de éstos sobre el cultivo. Se utilizaron cuatro sustratos diferentes: turba, vermiculita, fibra de coco y perlita. Y se realizaron dos ciclos de cultivo cuyas fechas de siembra fueron el 12/07/02 y el 27/07/02. Tanto en el primer ciclo como en el segundo los sustratos que mejor se

comportaron fueron turba y vermiculita obteniéndose más número de plantas y de mayor altura, peso fresco y peso seco.

La verdolaga ha sido citada en la bibliografía por numerosos autores debido a su naturaleza halofítica. De hecho, la verdolaga esta incluida en la HALOPH Database de plantas del mundo tolerantes a la salinidad (Aronson, 1989). Así, Mass y Hoffman (1977) y Kumamoto *et al.* (1990) citan a la verdolaga como una planta tolerante a la salinidad, con un valor umbral de tolerancia en términos de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo de $6,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Grieve y Suárez (1997), Koteiche (1998), Zurayk *et al.* (2001) y Askoy *et al.* (2003) estudiaron la posibilidad de cultivar verdolaga para la desalinización de suelos salinos y en los sistemas de recirculación de aguas de drenajes (sistemas cerrados) obteniendo buenos resultados. Otros, como Graifenberg *et al.* (2003), emplearon la verdolaga como cultivo asociado a tomate en condiciones de elevada salinidad, en virtud de la capacidad que presenta de sustraer una notable cantidad de Na^+ y Cl^- del medio de cultivo. De hecho, se ha observado que en hojas de tomate cultivado de forma asociada con verdolaga, la concentración de Na^+ disminuyó un 36 %, mientras la producción de tomates aumentó un 22 % (Graifenberg *et al.*, 2003).

I.2.3. Collejón

I.2.3.1. Taxonomía

El collejón pertenece a la familia de las *Brassicaceae* también llamadas *Cruciferae* ó crucíferas.

Su nombre científico es *Moricandia arvensis* (L.) DC. Los nombres vulgares de esta planta son collejón y berza boba.

I.2.3.2. Características botánicas

Es una planta herbacea, generalmente perenne (a veces anual), ó mata algo leñosa en la base, glabra y glauca, anual o perenne, de 30-60 cm.

Hojas alternas, carnosas, glaucas; las inferiores ovadas, sinuadas o crenadas, obtusas, atenuadas en la base; las caulinares de (2-)3-4(-5) cm, cordadas, enteras, subagudas, aladas y amplexicaules en la base.

Flores en racimos de 10-25 flores actinomorfas. Pedicelos de 2,5-7 mm en la antesis, ligeramente acrescentes durante la fructificación.

Cáliz tetrámero, purpúreo; sépalos verdes o algo violáceos, erectos, sacciformes en la base; los externos de 9,5-10 x 2 mm linear-oblongos, acumulados; los internos de 11,5-12 x 3,5 mm, oblongos; corola violeta púrpura; 4 pétalos de 21-23 x 8-8,5 mm, lilas o púrpura-violados, con uña larga, con nerviación violado-oscura; 6 estambres. Nectarios prismáticos. Ovario sentado-cilíndrico. Estigma bilocado. Silicuas alargadas de 3-8 cm, subcuadrangulares; valvas con nervio central prominente, con 50-60 semillas, biseriadas o subbiseriadas, comprimidos lateralmente. Semillas de 0,8-1,2(-1,5) mm, elipsoideas, sin alas, pardas. Cadena cromosómica $2n=28$. Florece de Marzo a Junio (Villarías, 2002).

I.2.3.3. Origen y distribución

Extiende su área por las regiones Mediterráneas, Irano-Turaniana y Sáhara-Síndica. Comprende un grupo de especies adaptadas a soportar condiciones de sequía y aridez. La distribución de la diversidad específica e infraespecífica, parece indicar que su centro de origen se encuentra en algún punto del noroeste de África o del sureste de la Península Ibérica ([http://www.rjb.csic.es/pdfs//Anales_35\(1\)_411_416.pdf](http://www.rjb.csic.es/pdfs//Anales_35(1)_411_416.pdf)).

I.2.3.4. Usos

Su uso suele ser como alimento del ganado y consumida como verdura; se emplea en medicina popular.

I.2.3.5. Antecedentes

Existe un trabajo realizado por la Universidad Politécnica de Cartagena que estudia el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la acumulación de nitrato en tres poblaciones de *Moricandia arvensis* (L.) DC. de la Región de Murcia (Cros, 2002). Para ello se aplicaron tres tratamientos con diferentes soluciones nitrogenadas (T1, T2, T3), más un control con agua de riego (T0). A los 53 días de la plantación se recolectó el material vegetal y se midieron diferentes parámetros de crecimiento y el contenido de nitrato en hojas y tallos.

Sólo en una de las poblaciones (01-84) los tratamientos nitrogenados provocaron diferencias significativas respecto a los parámetros de crecimiento: altura y peso seco de las plantas.

La comparación entre poblaciones mostró diferencias significativas en la mayoría de los parámetros estudiados, a excepción del número de hojas por planta, probablemente provocadas por la diferencia en el genotipo.

En cuanto acumulación de nitrato en planta, las tres poblaciones se comportaron de forma similar, incrementándose dicha concentración al aumentar la dosis de fertilización,

destacando la población 01-85 por su mayor acumulación de nitrato en todos los tratamientos. La concentración en tallos fue siempre mucho mayor que la obtenida en hojas.

I.2.4. Colleja

I.2.4.1. Taxonomía

La colleja pertenece a la familia *Caryophyllaceae* que, entre otras especies conocidas, incluye a los claveles y clavellinas (género *Dianthus*), o al salvadillo (género *Spergularia*). Su nombre científico es *Silene vulgaris* (Moench) Garcke. Sus nombres vulgares son colleja, colitxos, silene, farolillos, coliseos, collejones, restallones, conejitos (a las flores).

I.2.4.2. Características botánicas

Es una planta vivaz cuyas partes aéreas se agostan a finales del verano o con la llegada del frío –aunque en años benévolos pueden permanecer sobre el suelo rosetones de hojas-, rebrotando de cepa con la llegada de las temperaturas primaverales más cálidas. En otras zonas de España, cerca del litoral, tienden a poseer hoja durante todo el año. Es herbácea, perenne y tuberosa. Tallos de hasta 70 cm, generalmente simples, erectos, glabros, verde a verde azulada. Hojas opuestas, glabras, de lanceoladas a linear-lanceoladas, carnosas, con margen entero, las medias de 22-90 x 5-23 mm. Inflorescencia generalmente con numerosas flores. Flores dispuestas en dicasios. Pedicelo de la flor central de 17-45 mm, glabro. Cáliz de 13,5-22 mm, globoso ó anchamente campanulado, inflado, con 20 nervios y nerviación muy reticulada, glabro; dientes anchamente triangulares, con margen puberulento. 5 pétalos blancos ó rosados; parte superior de la uña auriculada, sin apéndices lígulares. Limbo bipartido. 10 estambres. Ovario con 3 estilos. Carpóforo de 1,8-3,5 mm, glabro. Cápsulas cónica u ovoidea de unos 10 mm, que se abren por medio de 6 dientes. Semillas de 1-1,2 x 1,5-2 mm, reniformes, tuberculadas; caras y dorso planos o convexos, con tubérculos generalmente cónico-truncados. Su cadena cromosómica es $2n=48$. Florece y fructifica de Febrero a Julio (Noviembre) (Fernández Galiano, 1987).

I.2.4.3. Origen y distribución

Se suelen encontrar en cultivos, barbechos y herbazales. Prefieren los suelos arenosos, donde sus raíces crecen con menos impedimentos, aunque aparecen también en los derivados de pizarras y otras rocas compactas. Presente en toda Europa, Norte de

África y Centro y Oeste de Asia, hallando su óptimo en los países de clima mediterráneo; se encuentra además, como planta invasora, en otras regiones del globo, como ocurre en Norteamérica.

I.2.4.4. Propiedades y usos

Las hojas se suelen consumir como verdura. Es una verdura muy fina, hasta el punto de que ni siquiera suele ser necesario eliminar el agua de cocción para consumirlas. El hervido previo es recomendable para reblandecer los tejidos de la hoja, aunque no necesario. Puede emplearse en guisos, en tortilla, bastando sofreír previamente las hojas, con o sin cocción preliminar. Su empleo como verdura tradicional se ha ido abandonando con el tiempo, probablemente por lo laborioso de su preparación, ya que las hojas deben separarse los tallos una a una.

I.2.4.5. Prácticas de cultivo

Las collejas pueden cultivarse con relativa facilidad en huertas y cerquillas, lo que evita depender de la recolección en el campo. Las semillas germinan sin excesivos problemas, bastando con sembrarlas directamente en el terreno a finales del invierno, o bien en maceta o semillero para posterior trasplante – en ese caso pueden sembrarse ya a mediados o finales del otoño, en sitio protegido de la helada - ; pueden aguantar varios años en el suelo, por lo que no hay que desanimarse si no nacen el mismo año de la plantación; en todo caso, la germinación se facilita dejándolas unas horas en agua antes de la siembra, como suele hacerse con los guisantes, garbanzos, etc..

Si se conocen lugares con abundancia de planta, como suele ocurrir en algunos sembrados y bordes de camino, donde la extracción de alguna mata completa no cause excesivo daño, pueden recogerse cepellones y plantarlos lo antes posible en el sitio definitivo. No es raro que al recoger las collejas en el campo arranquemos sin querer alguno de sus estolones, que a menudo se desechan una vez extraídas las hojas; en ese caso, en vez de tirarlos, puede hacerse la prueba de plantarlos en macetas o directamente sobre el suelo.

I.2.4.6. Antecedentes

Existe algunos ensayos como el realizado en el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA) sobre “adaptación al cultivo de especies silvestres comestibles de uso tradicional. Recolección, caracterización y evaluación agronómica” (Alarcón, 2005). En este trabajo continuación de los estudios etnobotánicos sobre plantas silvestres alimentarias en la Comunidad de Madrid, se exponen los resultados

de las investigaciones realizadas, hasta el momento, para la puesta en cultivo de estas especies. El plan de trabajo consiste, básicamente, en la recolección de germoplasma de diferentes poblaciones, y posteriormente la multiplicación, caracterización y evaluación agronómica de las mismas. Hasta la fecha, se han recolectado 23 poblaciones de colleja (*Silene vulgaris*). En parte de estas poblaciones se han realizado estudios preliminares sobre su biología floral. Se han realizado igualmente pruebas de fecha de siembra en campo y se ha observado que, con el fin de optimizar el aprovechamiento del cultivo, la siembra otoñal podría ser la más adecuada pues permite alargar el ciclo del cultivo y por tanto alargar el período de recolección. Las observaciones realizadas sobre el desarrollo vegetativo y biología floral, permiten apuntar una elevada diversidad fenotípica tanto intra como interpoblacional.

I.3. SISTEMA DE CULTIVO

I.3.1. FLOATING SYSTEM

La utilización hortícola de plantas autóctonas puede suponer un ahorro importante de agua y un menor uso de productos fitosanitarios al ser plantas más adaptadas al medio y por tanto con menor requerimiento de insumos.

Sin embargo, son escasos los estudios enfocados a la determinación de técnicas de cultivo adecuadas para potenciar la productividad de especies sobre las que se conoce su potencialidad hortícola. Una de las técnicas de cultivo más apropiadas para la producción de plantas de pequeño porte o minivegetales, también denominados vegetales “baby-leaf”, es el sistema de bandejas flotantes (Gonnella *et al.*, 2003). Dicho sistema consiste en el cultivo de las plantas en bandejas de poliestireno expandido que se encuentran flotando de manera permanente sobre una lámina de 5-10 cm de agua o solución nutritiva. Se trata de un sistema de cultivo en medio líquido (cultivo hidropónico) en el cual las plantas se sostienen por paneles de poliestireno expandido, u otro material plástico ligero, flotando sobre la superficie del agua o solución nutritiva. Los sistemas flotantes, ya sea mesa, cama o raíz flotante y sistema hidropónico de flujo profundo, consisten en la suspensión de las raíces total o parcialmente en la disolución nutritiva. Actualmente son alternativas productivas para la producción de hortalizas, principalmente de hoja. Países como Canadá, Estados Unidos, Japón, Italia, Venezuela, algunos países de Sudamérica, entre otros, han adquirido esta técnica con el fin de obtener hortalizas precoces. Así es posible obtener un

mayor número de cosechas en el año, que las cultivadas en suelo, especialmente como opción de cultivo en invernaderos.

El semillero en sistema flotante, específicamente, consiste en la siembra en bandejas rellenas con sustrato, las cuales se depositan en piscinas que contienen disolución nutritiva. De este modo, se facilita las prácticas de riego y de fertilización para el productor.

Los semilleros en sistema flotante se efectúan dentro de invernaderos o bajo túnel de polietileno al aire libre con el fin de obtener mayores temperaturas de solución nutritiva y favorecer el desarrollo de las plantas en forma precoz.

Se requiere que la zona radical de las plantas se encuentre oscura y, por ende, la disolución nutritiva, con el fin de evitar la proliferación de algas en el medio y la reducción de la concentración de oxígeno en la disolución, en desmedro de la producción del cultivo.

El sistema representa la evolución natural del sistema de Gericke (1937), perfeccionado para superar los problemas de la elevada estaticidad, de insuficiente aireación de las raíces y del elevado volumen de solución nutritiva empleado en las mesas de cultivo.

Una instalación experimental de este tipo fue descrita por Massantini (1976) para lechuga, fresas y remolacha, utilizando camas de cultivo de 3 m de largo, 1 m de ancho y una profundidad de 15 cm, constituida de madera revestida con film plástico, cubierta de paneles de 1 m² y un espesor de 2 cm. La solución nutritiva era recirculada periódicamente por medio de una bomba o compresor, controlando la aireación con una sonda.

El sistema de bandejas flotantes presenta varias ventajas respecto a los tradicionales dispositivos del hidropónico convencional (por ejemplo, subirrigación en cultivo en grava), principalmente menores costes y una mayor versatilidad.

Esta técnica de cultivo permite reducir los ciclos de cultivo con respecto al cultivo en suelo, siendo una técnica de cultivo muy interesante por su bajo coste de instalación y de mano de obra, ausencia de malas hierbas y rapidez en el momento de la recolección. Aunque la producción de planta obtenida es inferior respecto a la que se obtiene sobre el terreno, sin embargo, es posible aumentar la producción por unidad de área utilizando una mayor densidad de plantación, lo que permite obtener producciones similares y en ocasiones superiores. Por otro lado, con este sistema es posible programar la siembra, el transplante y la recolección de manera que permite obtener una producción continua y constante durante todo el año, considerando que el periodo medio de permanencia de las

plantas en la unidad de cultivo puede variar de 28 a 35 días para la lechuga y cultivos similares, dependiendo de las condiciones térmicas y de luminosidad. En los países tropicales y subtropicales, con elevada luminosidad y duraciones del día de 14 a 16 horas, es posible obtener hasta 10 ó 12 cosechas al año, mientras que en los climas moderados donde la luz es reducida y la duración del día se reduce a menos de 8 horas en invierno, es posible efectuar 7-8 ciclos de cultivo al año.

En la producción de plántulas de tabaco, con el sistema de flotación las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm en 50 ó 60 días de cultivo, mientras que en un semillero convencional, necesitan tres meses para que las plantas completen este desarrollo.

Nicola *et al.* (2003) realizaron experimentos con diferentes sistemas de riego para la producción de plantas de lechuga para el trasplante. Los resultados confirmaron que el uso continuado del “floating system” produjo un mayor crecimiento de las plantas en términos de número de hojas, área foliar y materia seca total, obteniendo una planta lista para el trasplante antes que con los sistemas convencionales de riego. Este sistema de riego permitió la obtención de una buena planta de calidad para el trasplante con un buen desarrollo radical y en un periodo de tiempo corto.

Además, esta técnica de cultivo presenta un uso muy eficiente del agua dentro del invernadero (Galloway *et al.*, 1996) llegando a ahorrar hasta un 70 % de agua respecto a sistemas convencionales de siembra en suelo, y al tratarse de un sistema de subirrigación, elimina el problema de lixiviación durante los riegos, permitiendo emplear las dosis exactas de fertilizantes, ahorrando hasta el 50 % de los nutrientes (Vázquez, 2004).

Esta técnica de cultivo permite también el control de parámetros importantes del cultivo como los nitratos que tienden a acumularse en algunas especies como *Eruca vesicaria* (Santamaria *et al.*, 1997), y que mediante esta técnica es posible reducirlos con éxito.

Además, reduce notablemente las enfermedades de las hojas, fundamentalmente las fúngicas, reduciendo de manera importante (del 50 al 60%) el empleo de productos fitosanitarios (Thomas, 1993), y permitiendo la obtención de un producto terminado (hortalizas de hojas) limpio y listo para el embolsado y la venta.

Es aconsejable renovar periódicamente la solución nutritiva con objeto de evitar la excesiva acumulación de exudatos radicales y de las sales sobrantes debido a la absorción iónica selectiva (Alarcón, 2000).

Además, con el fin de prevenir la difusión de bacterias, hongos como *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. y *Verticillium* spp., y algunos virus, en el manejo de la solución nutritiva se hace necesario la esterilización de dicha solución, siendo un método bastante efectivo y económico el paso de la solución por una lámpara de rayos UV (Runia, 1996; Magán Cañadas, 1999).

Otro factor importante a tener en cuenta, después de la recolección, sobretodo entre ciclos de cultivo sucesivos, es el lavado y esterilizado de las bandejas y bancadas o mesas de cultivo con una solución de hipoclorito sódico diluido. Existen diferentes modos de desinfección de bandejas para evitar que en las mismas se desarrollen agentes patógenos. En Cuba se sumergen durante 5 minutos en solución de lejía al 5 % o Formol al 2 %, en este último caso se requiere un lavado posterior de las mismas con agua antes de su empleo (Sandó, 2006). En España las medidas preventivas son indispensables para mantener las plantas de tabaco libre de plagas y enfermedades para lo cual recomiendan desinfectar con una solución de agua y lejía comercial al 10% a los diferentes elementos que se utilizan (Bello *et al.*, 2001). Estados Unidos para evitar el desarrollo de enfermedades particularmente, “damping off” esterilizan las bandejas ya sea por métodos químicos o de vapor, tienen una técnica común de sumergirlos por 20 minutos en sales cuaternarias de amonio. Otros como Leskovar (2001), recomiendan el uso de hipoclorito de sodio a menores cantidades (1–2 %) y seguido de un buen enjuague, ya que plantea además que el poliéster puede absorber cloro de tal forma que puede afectar negativamente a la germinación de especies sensibles a los tratamientos químicos. Otra posibilidad es la esterilización a vapor a 71 °C por 30 minutos, pero en este caso la vida útil se reduce a 4 ó 5 usos.

Según varios trabajos (Charfedine, 2004; Gonella *et al.*, 2005), parece que la verdolaga se adapta bien al sistema de bandejas flotantes. Este tipo de cultivo podría ser propuesto en las áreas occidentales para obtener un producto caracterizado por sus brotes suculentos y limpios que presentaran una confección apropiada (por ejemplo, pequeñas bandejas cubiertas de un film plástico), pudiendo ser introducido en el surtido de la IV Gama. En estas condiciones, puede conservarse bien a bajas temperaturas (típicas de los productos de IV Gama) por un par de semanas (Gonella *et al.*, 2005). Este tipo de producto es prácticamente desconocido por el consumidor español y, sin embargo, es muy adecuado para ensaladas frescas.

En este ensayo se ha realizado también cultivos en cámaras, de las especies a estudiar y con las mismas condiciones (T^a , luz, fotoperíodo) que las del invernadero, con el objetivo de obtener un mayor nº de muestras para que el ensayo sea más preciso y correcto.

I.3.2. CÁMARA DE CULTIVO

Una cámara de cultivo es un receptáculo diseñado para permitir el control de algunas variables del ambiente físico. Habitualmente se pueden controlar la temperatura, la iluminación y el fotoperíodo y en algunos casos, menos frecuentes, la humedad del aire y su composición.

Existen muchos modelos de cámaras de cultivo, en unos casos se trata de espacios reducidos, frecuentemente móviles, mientras que en otros casos son verdaderos recintos acondicionados para permitir el control del ambiente interior.

La temperatura de la cámara de cultivo viene afectada por: la temperatura ambiente de la sala donde se sitúe y el calor generado por las fuentes de luz de que dispone.

El control de la temperatura a la que se desarrolla el cultivo se efectúa mediante un sistema de refrigeración-calefacción controlado a través de un termostato. El sistema de refrigeración-calefacción debe estar correctamente dimensionado a fin de conseguir que la temperatura de la zona de cultivo se mantenga dentro de los límites deseados.

Para poder caracterizar adecuadamente el funcionamiento respecto de la temperatura de una cámara de cultivo conviene conocer: la homogeneidad de temperatura, es decir la variación de la temperatura en diferentes zonas de la cámara. Se puede aumentar la homogeneidad haciendo circular el aire dentro de la cámara mediante un sistema de ventilación. La estabilidad de la temperatura, es decir, una medida de la variación de la temperatura de la cámara de cultivo a lo largo del tiempo.

Todas las cámaras disponen de un programador que permite regular la temperatura a la que está la cámara en cada momento.

Las cámaras de cultivo disponen de una serie de unidades productoras de luz situadas de tal forma que iluminen toda la superficie útil de la cámara. Las unidades productoras de luz acostumbran a ser fluorescentes y pueden estar situadas de formas distintas: Horizontales, la batería de fluorescentes se coloca sobre el techo de cada área de cultivo. Este sistema tiene la ventaja de que consigue una distribución más uniforme de la luz en todo el área, pero tiene el inconveniente de que calienta el techo y éste suele ser, a la vez, la base de otro nivel de cultivo, por lo cual puede dar lugar a una distribución irregular

de la temperatura. Verticales, la batería de fluorescentes se coloca en los laterales de la cámara de cultivo de forma que producen una distribución más irregular de la luz en el área de cultivo pero generan menos problemas con la distribución del calor.

Las reactancias necesarias para el funcionamiento de los fluorescentes se sitúan siempre en el exterior de la cámara, para evitar que el calor generado por estas dificulte el control de la temperatura. Por esa misma razón, cuando las cámaras de cultivo son del tipo cubículo acostumbran a agruparse en salas especiales dotadas de un sistema de refrigeración propio que permita un mejor funcionamiento del sistema de refrigeración de cada una de ellas.

Además de la radiación luminosa recibida por el cultivo, otro factor a controlar es el número de horas de luz diarias que recibe el cultivo (fotoperiodo). La regulación del fotoperiodo se consigue mediante un programador (analógico o digital) conectado al circuito de iluminación. El programador del fotoperiodo puede estar relacionado con el programador de temperaturas, de forma que se puedan programar diferentes temperaturas según sea la fase del fotoperiodo en la que se halle el cultivo (<http://www.etsea2.udl.es/invitro/camara.htm>).

II. OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto son:

- 1) Estudiar la respuesta de las cuatro especies vegetales a distintas cantidades de sal en cultivo sin suelo mediante el sistema de bandejas flotantes o “Floating System”, bajo invernadero.
- 2) Estudiar la respuesta de estas especies a distintas cantidades de sal en cámaras de cultivo.
- 3) Observar el efecto que la salinidad provoca sobre el contenido de nitratos de las plantas de verdolaga y rúcula cultivadas mediante el sistema de bandejas flotantes.

III. MATERIAL Y METODOLOGÍA

Durante el periodo comprendido entre el 3 de abril de 2003 al 23 de mayo de 2003 se realizó un ensayo de salinidad, en invernadero y en cámara de cultivo, de plantas autóctonas para su uso en la IV gama. Las especies estudiadas fueron *Moricandia arvensis* (L.) DC., *Portulaca oleracea* L., *Eruca vesicaria* (L.) Cav. y *Silene vulgaris* (Moench) Garcke.

III.1. ENSAYO EN INVERNADERO

III.1.1. MATERIAL Y MÉTODOS

III.1.1.1. Ubicación del estudio y condiciones del invernadero

El experimento fue llevado a cabo en un invernadero de la Estación Experimental Agroalimentaria “Tomás Ferro” de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) sita en la Región de Murcia (37° 36' 52'' N; 0° 58' 07'' O) (Figura 1). La temperatura media del aire dentro del invernadero durante el cultivo fue de 22°C, con una mínima y máxima de 13,6 y 38,1 °C respectivamente, y una humedad relativa mínima y máxima de 10 y 85 %. El invernadero tuvo solamente luz natural, con una radiación fotosintéticamente activa media (*PAR*) al mediodía de $530 \cdot \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

III.1.1.2. Material vegetal

El material vegetal empleado en nuestro experimento fue: para la verdolaga, semillas de la accesión 01-215; para la colleja, semillas de la accesión 02-255; para el collejón, semillas de la accesión 01-82; para la rúcula, semillas de la accesión 02-251. Todas estas accesiones fueron obtenidas del banco de germoplasma de la UPCT.

La siembra se realizó el 3 de abril de 2003 de forma manual en bandejas de poliestireno expandido (60×41×5,3 cm) de 176 alveolos de 26,42 cm³ de capacidad, dejando 8-10 semillas por golpe en cada uno de los alveolos. El sustrato empleado fue vermiculita (Asfaltex nº 3).



Figura 1. Invernadero de la Estación Experimental Agroalimentaria “Tomás Ferro” de la UPCT donde fue llevado a cabo el experimento de salinidad en el sistema de bandejas flotantes.

III.1.1.3. Sistema de riego y solución nutritiva

Las bandejas se mantuvieron en el invernadero y fueron regadas mediante aspersión hasta que se produjo la germinación. Tras la emergencia (4 ó 5 días tras la siembra), las bandejas se colocaron en las mesas de cultivo flotando sobre agua. Quince días después de la siembra (18 de Abril) se realizó un aclareo dejando 1 planta por alveolo para el caso de la rúcula, con una densidad de siembra final de 733 plantas por metro cuadrado, 2 plantas por alveolo para el caso del collejón y la colleja (1.500 plantas por metro cuadrado) y 3 plantas por alveolo para el caso de la verdolaga (2.200 plantas por metro cuadrado).

La técnica utilizada para el estudio fue el “floating system” o técnica de paneles flotantes descrita en la introducción.

Para ello, se utilizaron mesas de acero inoxidable de 3 m de largo, 1,5 m de ancho y 0,15 m de profundidad. Estas mesas estaban recubiertas de un material plástico, en concreto de PVC.

Las mesas disponían de una entrada por la cual la solución nutritiva entraba desde un tanque de 100 L y una salida por donde esta solución nutritiva caía al mismo tanque; así de esta forma se recirculaba el agua permitiendo la oxigenación de la solución nutritiva a partir de un sistema de bombeo.

Cuando se alcanzó el primer par de hojas verdaderas en todas las plantas (entre 10 y 15 días después de la siembra), se añadió la primera solución nutritiva.

La composición de la solución nutritiva fue ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$): NO_3^- , 3.200; H_2PO_4^- , 2.000; SO_4^{2-} , 4.800; Ca^{2+} , 1.000; K^+ , 6.000; Mg^{2+} , 2.000; NH_4^+ , 4.800; preparada con los siguientes abonos: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$, K_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 , mientras que los micronutrientes se añadieron mediante el abono complejo Nutromix 10, Biagro ($0,03\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$). El agua utilizada fue el agua potable consumida en la zona. El pH de la solución fue medido mediante un pH-metro (pH-meter 507, Crison Instruments, S.A., España) y se mantuvo en el intervalo 5,5-6,5 empleando para ello ácido sulfúrico 1 M. La CE inicial de la solución fue medida mediante un conductivímetro (Conductivity-meter 524, Crison Instruments, S.A., España) siendo de $1,6\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Dicha solución fue recirculada diariamente durante 2 horas y renovada semanalmente.

La temperatura de la solución nutritiva fue monitorizada mediante una sonda (Escort Junior Temperatura recorder EJ-1E, Escort Data Logger, New Lynn, Nueva Zelanda) (Figura 2). La temperatura media de la solución fue de $21,6\text{ }^\circ\text{C}$, con una temperatura mínima y máxima de $14,8$ y $32,8\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente.

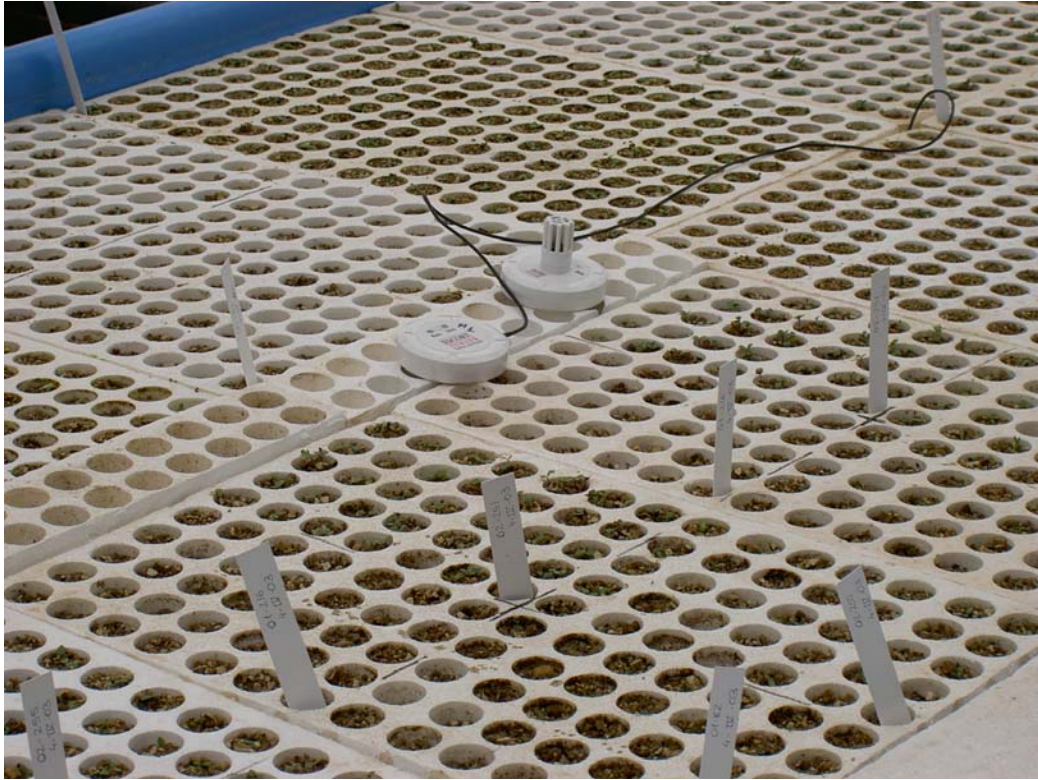


Figura 2. Detalle de la sonda de medida de temperaturas del aire y de la solución nutritiva.

III.1.1.4. Tratamientos salinos

El 25 de abril de 2003 (22 días después de la siembra) se inició la aplicación de los tratamientos salinos mediante la adición de NaCl a la solución. Dicha aplicación se realizó de forma paulatina durante 5 días con el fin de dar un periodo de adaptación a las plantas.

Las diferentes concentraciones salinas aplicadas se consiguieron mediante la adición de 0,2; 1,84; 3,12; 4,38 y 6,37 g·L⁻¹ de NaCl, obteniendo soluciones con una conductividad eléctrica de 2,5; 5; 7,5; 10 y 15 dS·m⁻¹, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de NaCl aplicada a 100 litros de solución nutritiva para la obtención de cada tratamiento salino, conductividad eléctrica (CE) de las soluciones y fechas de aplicación de la sal.

Tratamiento (ds·m ⁻¹)	24/04/2003		25/04/2003		26/04/2003		27/04/2003		28/04/2003		Total NaCl (g)
	NaCl (g·100L ⁻¹)	CE (ds·m ⁻¹)	NaCl (g·100L ⁻¹)	CE (ds·m ⁻¹)	NaCl (g·100L ⁻¹)	CE (ds·m ⁻¹)	NaCl (g·100L ⁻¹)	CE (ds·m ⁻¹)	NaCl (g·100L ⁻¹)	CE (ds·m ⁻¹)	
2,5	28	2,5	...	2,5	...	2,5	...	2,5	...	2,5	28
5	122	3,5	136	5	...	5	...	5	...	5	258
7,5	125	3,5	170	5,5	142	7,5	...	7,5	...	7,5	437
10	125	3,5	171	5,5	175	7,5	143	10	...	10	614
15	125	3,5	145	5,5	175	7,5	143	10	304	15	892

III.1.1.5. Diseño experimental y toma de datos

Se empleó una mesa de cultivo para cada uno de los cinco tratamientos salinos estudiados, con tres bandejas o réplicas por tratamiento y especie.

La recolección de las plantas se realizó: para el collejón y la verdolaga el 6 de mayo de 2003 (33 días después de la siembra), para la colleja el 8 de mayo de 2003 (35 días después de la siembra) y para la rúcula el 12 de mayo (39 días después de la siembra).

Se tomaron datos de altura y número de pares de hojas por planta, peso fresco y seco de la parte aérea y radical, área foliar y contenido en clorofila, así como longitud total de raíces, diámetro, número de puntas radicales y ramificaciones.

Para medir altura y pares de hojas por planta se tomaron al azar 10 plantas de cada una de las tres bandejas para cada tratamiento salino ensayado. El resto de parámetros estudiados se analizó en relación a cada alveolo. Para ello, se tomaron muestras de 6 alveolos de cada una de las tres bandejas por tratamiento. Una vez extraídas las muestras se separó la parte aérea de la radical. El análisis de las raíces se realizó de manera individual para cada uno de los seis alveolos de cada muestra, mientras que los pesos frescos y secos y el área foliar se analizaron de manera conjunta para los 6 alveolos extrapolándose posteriormente los datos a valores por metro cuadrado.

Pesos frescos y secos de hojas, tallos y raíces fueron medidos con una balanza de precisión Sartorius BP221S (d: 0,1 mg). Para determinar los pesos secos, las muestras se secaron en estufa con aire forzado a 65°C durante 48 horas, hasta conseguir peso constante.

El área foliar se midió usando el sistema de fotometría Delta-T gauge (Delta-T Devices, Cambridge, Reino Unido) y el contenido en clorofila en hojas se realizó mediante un medidor de clorofila (Chlorophyll Meter SPAD 502; Minolta, Ltd, Japón). Todos los parámetros radicales medidos (longitud, número de puntas, ramificaciones y diámetro de las raíces) se midieron usando el sistema de análisis de imagen digital WinRhizo LA 1.600 (Régent Instruments Inc., Québec, Canadá) (Franco y Leskovar, 2002).

III.1.1.6. Determinación del contenido de nitratos

Para cada especie se pesaron 2 ó 3 g de muestra vegetal seca de cada tratamiento (los análisis se realizaron por triplicado), y se llevaron a un matraz con 50 mL de agua destilada, agitándose posteriormente a 200 rpm durante 30 minutos. Seguidamente se filtró a vacío con papel Whatman N° 1, anotando el volumen final filtrado. A partir de este volumen se hizo una dilución 1:100, vertiendo 5 mL de ésta a un matraz aforado de 50 mL

con 1 mL de HCl 1N y enrasado con agua destilada. Se realizaron medidas en cubetas de cuarzo de 1 mL mediante espectrofotómetro UV a dos longitudes de onda distintas: 220 nm (para determinar los nitratos y la materia orgánica) y 275 nm (a esta longitud de onda únicamente absorbe la materia orgánica). La determinación de la concentración de nitratos existente en el material vegetal se llevó a cabo mediante la extrapolación en una recta patrón (Figura 3) del dato de absorbancia obtenido por la expresión:

$$\text{Abs } 220 \text{ nm} - 2 \times \text{Abs } 275 \text{ nm}$$

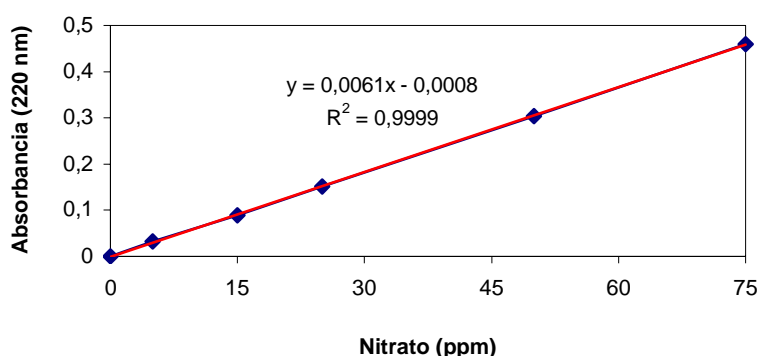


Figura 3. Recta patrón realizada para el análisis de nitratos de muestras de *Portulaca oleracea* L., eruca sativa sometidas a diferentes soluciones salinas en invernadero y cámara de cultivo.

III.1.1.7. Análisis estadístico

Todos los datos fueron sometidos a estudio estadístico empleando el programa estadístico SPSS versión 13.0. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), seguida de la prueba de tipo múltiple Tukey para grupos homogéneos, con un nivel de significación del 95 %.

III.2. ENSAYO EN CÁMARA DE CULTIVO

III.2.1. MATERIAL Y MÉTODOS

III.2.1.1. Preparación del ensayo

El ensayo en cámara de cultivo se llevó a cabo de manera paralela al ensayo de invernadero, con el fin de contrastar los resultados de ambos. La siembra se realizó el mismo día y siguiendo el mismo procedimiento seguido para el ensayo anterior. Con el fin de poder realizar el cultivo en sistema de flotación dentro de las cámaras de cultivo se emplearon contenedores de plástico negro de 52 cm de largo, 37 cm de ancho y 8,5 cm de profundidad, por lo que se empleó el mismo tipo de bandeja descrito para el ensayo de invernadero, con la salvedad de que se le hizo un recorte para dejarla con un total de 135 alveolos, siendo las medidas definitivas de la bandeja de (51×35×5,3 cm).

III.2.1.2. Tratamientos salinos y condiciones de la cámara de cultivo

El cultivo permaneció en el invernadero hasta el 25 de abril de 2003 (22 días después de la siembra) en que fue trasladado a la cámara de cultivo y se inició la aplicación de los tratamientos salinos mediante la adición de NaCl a la solución. Dicha aplicación se realizó siguiendo el mismo procedimiento que en el ensayo de invernadero (Tabla 1).

Para el estudio se emplearon tres cámaras de cultivo (Climas mod. AGP600, España, $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ de precisión), conteniendo cada una de ellas todos los tratamientos salinos. Las condiciones de luz y temperatura de las cámaras durante el cultivo fueron de 14 horas de luz a 20°C y 10 horas de oscuridad a 15°C . En condiciones de luz, la radiación fotosintéticamente activa media (*PAR*) fue de $73,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Se tomaron datos de temperatura del aire y solución nutritiva mediante una sonda Scort Junior Data Logging System. La temperatura media del aire durante el periodo de cultivo fue de 17°C y la de la solución nutritiva de 18°C .

III.2.1.3. Diseño experimental y toma de datos

La recolección de las plantas se realizó: para la verdolaga el 23 de mayo de 2003 (50 días después de la siembra), para la colleja y el collejón el 16 de mayo del 2003 (43 días después de la siembra) y para la rúcula el 19 de mayo del 2003 (46 días después de la siembra). Se tomaron datos de los mismos parámetros medidos en el ensayo de invernadero, incluyendo el análisis de nitratos.

III.2.1.4. Análisis estadístico

Todos los datos fueron sometidos a estudio estadístico siguiendo las mismas directrices descritas para el ensayo de invernadero.

IV. RESULTADOS

IV.1. Rúcula

IV.1.1. Invernadero

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 2.

Los tratamientos salinos provocaron diferencias en el crecimiento vegetativo de las plántulas de rúcula cultivadas en el invernadero. La altura de las plantas fue disminuyendo conforme aumentamos la conductividad eléctrica de las soluciones, descendiendo un 16,5 % y hasta un 48,4 % en las soluciones con 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respectivamente de conductividad con respecto a las cultivadas en soluciones de 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El número de pares de hojas también disminuyó paulatinamente a una mayor conductividad eléctrica pasando de 10 pares de hojas con 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 8 pares de hojas con 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Se observaron hojas quemadas a partir de una solución salina de 10 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Estas quemaduras se presentaron sobre todo en las hojas más jóvenes, además las hojas se quedaron más pequeñas en el centro de la roseta de la planta. A 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ las hojas de las plantas más jóvenes presentaron amarilleamiento y puntas secas. Las hojas fueron muy gruesas con respecto a las del resto de soluciones salinas. El resto de tratamientos 1, 2, 3 no presentaron signos de quemaduras en hojas.

El área foliar y la producción disminuyó bastante conforme aumentaba la conductividad eléctrica, pasando de 9134,29 cm^2 con 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 3381,54 cm^2 de área foliar con 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, y de 4249,26 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ de producción con 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ hasta 1841,77 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ con 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, una reducción del 56,6 % de la producción.

El peso seco fue disminuyendo conforme aumentamos la concentración salina hasta obtener un 68 % de reducción en la solución con 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respecto a la solución de 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Las medidas realizadas de clorofila fueron muy similares en todos los tratamientos, el valor más alto correspondió con las plantas regadas en la solución de 10 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Tabla 2. Parámetros vegetativos de plantas de *Eryca vesicaria* (L.) Cav. cultivadas en invernadero bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n= 10 para altura y pares de hojas; n= 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica(DSm ⁻¹)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	15.1 c	14.3 c	12.3 b	12.6 b	9 a	0.000	25.52
Hojas primarias (pares)	10.67 c	9.22 b	9.61 bc	9.55 b	8.05 a	0.000	5.82
Hojas quemadas	0 a	0 a	0 a	1.9 b	3.9 c	0.000	52.49
Área foliar (cm ²)	9134.29 d	8403.58 cd	7642.58 bc	6652.84 b	3381.54 a	0.000	19.28
Producción (g·m ⁻²)	4249.26 d	3806.81 cd	3256 bc	2959.2 b	1841.77 a	0.000	21.15
Peso seco (g)	0.72 c	0.46 b	0.38 b	0.41 b	0.23 a	0.000	14.98
Clorofila (uds. SPAD)	39.62 a	40.71 a	40.63 a	44.08 a	40.77 a	0.650	0.62
Raíces							
Peso fresco (g)	0.71 b	0.70 b	1.01 c	0.69 b	0.41 a	0.000	20.96
Peso seco (g)	0.08 c	0.05 ab	0.08 c	0.06 b	0.04 a	0.000	11.64

P: probabilidad; P < 0,05; F: valor de la F de Snedecor.

Respecto a los parámetros medidos de las raíces, el peso fresco no varió mucho, obtuvo el valor más alto con 1,01 gr a una CE de $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el valor más bajo con 0,41 gr a $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso seco de las raíces varió su valor de unos tratamientos a otros, el menor valor correspondió al tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con un 50 % de reducción respecto al tratamiento 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

IV.1.2. Cámara

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 3.

El crecimiento de rúcula en cámara de cultivo también fue afectado por la concentración de NaCl en el agua de riego. La altura de las plantas disminuyó conforme aumentó la C.E con descensos de un 10, 23, 32,4 y 41,4 % en la altura de las plantas regadas con las soluciones de 5, 7,5, 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente, con respecto a la solución de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El nº de pares de hojas también disminuyó progresivamente conforme aumentó la C.E con disminuciones de un 17 % para el tratamiento de mayor concentración salina.

La presencia de hojas quemadas, en este caso, fue observada en todos los tratamientos realizados. En la mayoría de los casos aparecieron en las puntas de las hojas más pequeñas provocando en muchos casos una podredumbre.

Se observó presencia de pelos en las hojas del tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$), en el resto de tratamientos no aparecen pelos.

El área foliar y la producción disminuyó paulatinamente conforme aumentó la CE, obteniendo reducciones de hasta un 49,3 % de área foliar y un 52 % de la producción con soluciones de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respecto con la solución de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso seco comenzó a descender su valor a partir del tratamiento 3 ($7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$), obteniéndose una reducción del 13,3, 26,6 y 40 % con las soluciones de 7,5, 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente.

Respecto a los valores de clorofila no existían grandes diferencias de unos tratamientos a otros, siendo el valor más alto el correspondiente a la solución de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Tabla 3. Parámetros vegetativos de plantas de *Erica vesicaria* (L.) Cav. cultivadas en cámara de cultivo bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n = 10 para altura y pares de hojas; n = 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica(Ds·m ⁻¹)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	13.28 e	11.94 d	10.22 c	8.97 b	7.78 a	0.000	28.95
Hojas primarias (pares)	9.44 c	9.28 bc	8.22 ab	8 a	7.83 a	0.013	3.37
Hojas quemadas	1.72 a	1.28 a	1.89 a	1.5 a	1.11 a	0.552	0.76
Presencia pelos	0 a	0 a	0 a	0 a	0.11 b	0.084	2.12
Área foliar (cm ²)	6737.57 c	6570.37 c	5223.53 b	4309.08 ab	3412.68 a	0.000	12.63
Producción (g·m ⁻²)	1990.39 c	1966.15 c	1551.41 b	1190.77 a	953.578 a	0.000	14.13
Peso seco (g)	0.15 c	0.15 c	0.13 bc	0.11 ab	0.09 a	0.000	5.62
Clorofila (uds. SPAD)	42.37 a	45.06 a	44.02 a	45.45 ab	49.71 b	0.029	2.92
Raíces							
Peso fresco (g)	0.38 b	0.45 b	0.30 a	0.27 a	0.27 a	0.000	8.16
Peso seco (g)	0.018 bc	0.024 c	0.015 ab	0.012 ab	0.01 a	0.007	3.76

P: probabilidad; P < 0,05; F: valor de la F de Snedecor.

El peso fresco de las raíces disminuyó a partir del valor $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de C.E., siendo el valor más alto el correspondiente a $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con 0,45 gr y el más bajo los correspondientes a 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con 0,27 gr.

El peso seco de las raíces fue disminuyendo conforme aumentamos la concentración salina reduciéndose hasta un 58,3 % en la solución con $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respecto a la solución de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

IV.1.3. Acumulación de nitratos

Los resultados indican que al aumentar la dosis de salinidad de 2,5 a $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ se incrementó de manera significativa la concentración de nitratos existente en *Eruca vesicaria* (L.) Cav.. Los tratamientos 7,5; 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ no mostraron diferencias significativas entre sí, siendo la acumulación de nitratos intermedia entre el mínimo a $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el máximo a $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Tabla 4).

La explicación del incremento en la acumulación de nitratos entre los dos primeros tratamientos puede deberse a que las plantas sometidas a estrés hídrico aumentan el contenido de nitrato al ser absorbido como elemento osmótico para adaptarse a las condiciones de estrés. Además se produce un cierre de estomas, reduciéndose la actividad fotosintética y, por tanto, la disponibilidad de azúcares; a la vez que se reduce la actividad de la nitrato reductasa (Van Diest, 1990). A partir de los $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ no se observa un incremento en la absorción de nitratos, sino una reducción con respecto a los valores obtenidos con esa salinidad, posiblemente debido al aumento de la concentración de los iones cloro en la solución nutritiva (Blom-Zandstra, 1983; Veen y Kleinendorst, 1985; Goh y Vityakon, 1988). Cram (1983) demostró que la concentración total de iones en las vacuolas de las células de las plantas estaba, casi en su totalidad, compuesta por nitrato e ion cloro. De modo que el descenso en la acumulación de nitrato, obtenido a partir de la solución $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, puede ser debido al papel del cloro como osmorregulador equivalente al nitrato, y por tanto, lo puede reemplazar en esa función (Van de Dijk, 1981; Blom-Zandstra y Lampe, 1983). El efecto del cloro parece depender de diversos factores tales como la dosis aplicada, antagonismos y sinergias con otros cationes, diferentes respuestas por especies y/o variedades, etc. Sin embargo no parece apropiado desarrollar técnicas de cultivo encaminadas a la reducción del contenido en nitrato mediante la aplicación del ion cloro en terrenos de cultivo intensivo (Van Diest, 1990), debido a los problemas que sobre la

germinación y crecimiento de los cultivos provoca la elevada salinidad generada por la aplicación de cloro.

Teniendo en cuenta que *Eruca vesicaria* (L.) Cav. es una especie hortícola de hoja y, que esta se comercializaría como producto refrigerado de la IV Gama, en todos los tratamientos aplicados tuvo un contenido en nitrato inferior a los máximos aceptados por la legislación vigente en productos similares como lechugas y espinacas (Tabla 5).

Tabla 4. Producción total y contenido en nitrato en *Eruca vesicaria* (L.) Cav.. Letras minúsculas indican diferencias significativas dentro de un mismo lote (LSD, $P < 0,05$).

<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.		Nitrato (ppm)
Tratamiento ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$)	Producción (Kg / m^2)	Planta
2,5	$4,25 \pm 1,17$	$541,18^a \pm 15,12$
5	$3,81 \pm 0,87$	$1789,15^c \pm 59,96$
7,5	$3,25 \pm 0,88$	$1423,45^b \pm 75,74$
10	$2,96 \pm 0,66$	$1512,52^b \pm 156,71$
15	$1,84 \pm 0,47$	$1525,50^b \pm 71,42$

Tabla 5. Valores máximos admisibles de nitrato permitidos en los vegetales. Reglamento (CE) n° 1822/2005 de la Comisión del 8 de noviembre del 2005. Diario Oficial de la Unión Europea.

Producto	Contenido máximo de nitrato admitido (ppm)	
Espinacas frescas ⁽¹⁾	Cosechadas del 1 de octubre al 31 de marzo	3.000
	Cosechadas del 1 de abril al 30 de septiembre	2.500
Espinacas en conserva, refrigeradas o congeladas	Por todo el año	2.000
Lechugas (excepto tipo "Iceberg")	Cosechadas del 1 de octubre al 31 de marzo:	
	- Lechugas cultivadas a cubierto	4.500 ⁽²⁾
	- Lechugas cultivadas al aire libre	4.000 ⁽²⁾
	Cosechadas del 1 de abril 30 de septiembre:	
- Lechugas cultivadas a cubierto	3.500 ⁽²⁾	
- Lechugas cultivadas al aire libre	2.500 ⁽²⁾	
Lechugas del tipo "Iceberg" ⁽³⁾	Por todo el año:	
	- Lechugas cultivadas a cubierto	2.500 ⁽²⁾
	- Lechugas cultivadas al aire libre	2.000 ⁽²⁾

Alimentos infantiles y alimentos elaborados a base de cereales para lactantes u niños de corta edad ⁽⁴⁾ y ⁽⁵⁾	200
---	-----

- (1) Los niveles máximos para las espinacas frescas no se aplican a las espinacas frescas destinadas a ser sometidas a transformación y que serán transportadas directamente del campo al establecimiento de transformación.
- (2) A falta de etiquetado adecuado, en el que se indique el método de producción, se aplica el límite establecido para las lechugas cultivadas al aire libre.
- (3) Definido en el Reglamento (CE) nº 1543/2001 de la Comisión, del 27 de julio del 2001, por el que se establecen las normas de comercialización de las lechugas y escarolas (DO L 203 de 28.7.2001, p.9).
- (4) Alimentos infantiles y alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, según la definición de la Directiva 96/5/CE, EURATOM de la Comisión, del 16 de febrero de 1996, relativa a los alimentos a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (DO L 49 de 28.2.1996, p.17).
- (5) La Comisión revisará los contenidos máximos de nitratos en los alimentos para lactantes y niños de corta edad a más tardar el 1 de abril del 2006 en función de la evolución de los conocimientos científicos y técnicos.

IV.2. Collejón

IV.2.1. Invernadero

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 6.

Los tratamientos salinos no provocaron grandes diferencias en el crecimiento vegetativo de las plántulas de collejón cultivadas en el invernadero. La altura de las plantas de los tratamientos T2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y T3 ($7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) fueron las que mejor respondieron con 6,88 cm y 7,08 cm respectivamente, siendo la menor altura la correspondiente al T5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con 5,35 cm. A partir de la séptima hoja, todas las plantas emitieron la inflorescencia, ya que es una especie de ciclo primaveral.

El nº de pares de hojas fue mayor en el T1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) aunque la diferencia con el resto de tratamientos no fue muy grande, siendo el T5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) el que poseía el menor valor, descendiendo un 10,4 %. El resto de tratamientos poseían unos valores más o menos equivalentes.

Tabla 6. Parámetros vegetativos de plantas de *Moricandia arvensis* (L.) DC. cultivadas en invernadero bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n= 10 para altura y pares de hojas; n= 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica(DS·m ⁻¹)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	6.39 b	6.88 bc	7.08 c	6.80 bc	5.35 a	0.000	10.09
Hojas primarias (pares)	6.89 b	6.22 a	6.25 a	6.25 a	6.17 a	0.051	2.45
Área foliar (cm ²)	3239.18 bc	3352.46 c	3046.57 abc	2873.46 ab	2661.62 a	0.025	2.94
Producción (g·m ⁻²)	1278.05 b	1531.27 c	1246.37 b	1170.94 ab	1053.73 a	0.000	7.87
Peso seco (g)	187.09 b	0.46 a	0.38 a	0.41 a	0.23 a	0.087	2.11
Clorofila (índ. SPAD)	45.32 a	42.65 a	46.22 a	45.71 a	46.22 a	0.805	0.40
Raíces							
Peso fresco (g)	0.22 a	0.27 b	0.23 ab	0.26 ab	0.23 a	0.061	2.30
Peso seco (g)	0.08 c	0.05 ab	0.08 c	0.06 b	0.04 a	0.000	11.64

P: probabilidad; P < 0,05; F: valor de la F de Snedecor.

El área foliar tenía su valor más alto en la solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $3352,46 \text{ cm}^2$ y su valor más bajo en la solución de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $2661,62 \text{ cm}^2$. Por tanto, la producción de collejón también fue mayor en el tratamiento de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $1531,27 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ y la menor producción correspondió con el tratamiento de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $1053,73 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. El peso seco tenían iguales resultados al resto de parámetros estudiados, con el valor más alto correspondiente a la solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el valor más bajo a la solución de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Los valores de clorofila fueron muy similares en todos los tratamientos, correspondiendo los mayores resultados a las soluciones de $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso fresco de las raíces no sufrió grandes variaciones de unos tratamientos a otros.

El peso seco de las raíces no sufrió grandes variaciones de unos tratamientos a otros, sin embargo se produjo una reducción del 50 % en la solución con $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respecto a la solución de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

IV.2.2. Cámara

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 7.

El crecimiento de collejón en cámara de cultivo tampoco provocó grandes diferencias por la concentración de NaCl en el agua de riego. La altura de las plantas poseían su máximo en el tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $5,87 \text{ cm}$ y fueron reduciendo paulatinamente su altura con el aumento de sal con descensos de un 28,9, 33,7 y 39,8 % en las soluciones de $7,5$, 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente.

El nº de pares de hojas por planta tenían reducciones escasas de apenas un 8,8 % para el tratamiento de mayor concentración salina.

Se observó en estas plantas de collejón en cámara la presencia de botones florales siendo mayor dicha presencia en el T1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

El área foliar y la producción disminuyó conforme aumentamos la C.E., siendo los valores del T5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $1321,12 \text{ cm}^2$ y $483,18 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de área foliar y producción respectivamente, correspondientes a un 43,3 y un 39,7 % de reducción con respecto a los valores de T1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $2332,05 \text{ cm}^2$ y $801,37 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de área foliar y producción. Los valores más altos correspondieron al T2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $2555,28 \text{ cm}^2$ y $869,61 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de área foliar y producción.

Tabla 7. Parámetros vegetativos de plantas de *Moricandia arvensis* (L.) DC. cultivadas en cámara de cultivo bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n = 10 para altura y pares de hojas; n = 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica(DS·m ⁻¹)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	5.53 b	5.87 b	4.17 a	3.89 a	3.53 a	0.000	20.15
Hojas primarias (pares)	5.67 b	5.64 b	5.39 ab	5.25 ab	5.17 a	0.079	2.17
Presencia botones florales	0.14 a	0.11 a	0.03 a	0.11 a	0.03 a	0.282	1.27
Área foliar (cm ²)	2332.05 cd	2555.28 d	1872.58 b	1944.99 bc	1321.12 a	0.000	10.79
Producción (g m ⁻²)	801.37 c	869.61 c	605 ab	647.37 b	483.18 a	0.000	8.55
Peso seco (g)	0.04 ab	0.05 b	0.04 a	0.04 a	0.04 a	0.074	2.21
Clorofila (uds. SPAD)	35.94 a	37.66 a	36.77 a	38 a	38.03 a	0.827	0.37
Raíces							
Peso fresco (g)	0.078 bc	0.093 c	0.046 a	0.076 bc	0.068 b	0.001	4.81
Peso seco (g)	0.001 a	0.002 a	0.0007 a	0.0003 a	0.0003 a	0.725	0.51

P: probabilidad; P < 0.05; F: valor de la F de Snedecor.

El peso seco fue igual en casi todos los tratamientos, siendo el T2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) un 20 % mayor que el resto.

Los valores medidos de la clorofila fueron mayores en concentraciones de sales más elevadas. El peso fresco de las raíces fue variando de unos tratamientos a otros obteniéndose el valor más alto para una conductividad de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el más bajo para una conductividad de $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso seco de las raíces poseían valores muy bajos en general disminuyendo estos conforme aumentaba la concentración salina.

IV.3. Colleja

IV.3.1. Invernadero

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 8.

En este caso, tanto el T2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$), el T3 ($7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y el T4 ($10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) presentaron valores de altura muy similares que corresponden con los más altos. Se observó una disminución más acusada de la altura en T1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y T5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) descendiendo un 14,9 % y un 7,5 %, respecto a las cultivadas en soluciones de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Todas las plantas estaban espigadas, con inflorescencia porque es una especie de ciclo primaveral.

El número de pares de hojas se mantuvieron en todas las soluciones salinas con un valor de 6 pares de hojas.

El área foliar y la producción de colleja presentaron su valor más alto a una solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $6455,4 \text{ cm}^2$ de área foliar y $2919,24 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de producción descendiendo en el resto de soluciones salinas con un 18,1 %, 10,8 % y 8,1 % para $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de área foliar y con un 23,5, 5,6 y 15,5 % para $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respectivamente de producción. Se obtuvo la menor área foliar y producción con la CE de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ obteniendo un descenso de un 39,9 % de área foliar y un 40,15 % de producción respecto a la solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso seco más alto obtenido corresponde con la solución salina de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ para una conductividad de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ desciende un 10,8 % manteniéndose esta misma hasta alcanzar una reducción de un 35,1 % para una solución salina de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Las medidas realizadas de clorofila no fueron muy diferentes de unos tratamientos a otros, sin embargo podríamos destacar que el valor más bajo corresponde con la CE más baja.

Tabla 8. Parámetros vegetativos de plantas de *Silene vulgaris* (Moench) Garcke cultivadas en invernadero bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n= 10 para altura y pares de hojas; n= 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)					Significación	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	12.03 a	14.92 b	14.22 b	14.89 b	13.80 b	0.000	7.07
Hojas primarias (pares)	6.11 a	6.17 a	6.55 bc	6.67 c	6.22 ab	0.009	3.55
Área foliar (cm^2)	5282.25 b	6455.4 c	5757.45 bc	5926.6 bc	3877.79 a	0.000	14.16
Producción ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	2231.37 b	2919.24 d	2753.88 cd	2527.28 c	1746.96 a	0.000	27.19
Peso seco (g)	0.37 b	0.33 b	0.33 b	0.33 b	0.24 a	0.000	10.39
Clorofila (uds. SPAD)	44.38 a	47.44 a	45.49 a	47.57 a	45.67 a	0.834	0.36
Raíces							
Peso fresco (g)	0.21 a	0.32 a	0.51 a	0.48 a	0.4 a	0.402	1.01
Peso seco (g)	0.018 a	0.023 ab	0.026 bc	0.032 c	0.03 bc	0.001	4.82

P: probabilidad; $P < 0.05$; F: valor de la F de Snedecor.

El peso fresco de las raíces obtuvo su mayor valor a una conductividad de $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el menor valor correspondió a una conductividad de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El peso seco de las raíces aumentó conforme aumentaba la concentración de sal, correspondiendo el valor más bajo con una conductividad de $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el más alto con una conductividad de $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

IV.3.2. Cámara

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 9.

El crecimiento de la colleja en cámara de cultivo presentó características similares al de invernadero.

La altura de las plantas se redujo paulatinamente con el aumento de sal en la solución nutritiva a partir de una conductividad de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, con descensos de un 11,3, 13,9 y 37,4 % en la altura de las plantas regadas con las soluciones de $7,5$, 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente.

El número de pares de hojas descendieron con el aumento de la CE pasando de 7 pares de hojas con $2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 6 pares de hojas con $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El área foliar se redujo a partir de la solución salina de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ hasta una disminución de un 53 % para el tratamiento de mayor concentración salina.

La producción se vio afectada por la salinidad de forma similar a como lo hizo en los parámetros anteriores, obteniendo su máxima producción para la solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ con $2178,12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Con CE superiores a $7,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ en la solución, la producción se redujo bastante, obteniendo $1394,35$, $1259,13$ y $927,178 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de colleja con las soluciones de $7,5$, 10 y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente.

El peso seco de mayor valor obtenido fue el correspondiente a la solución de $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ reduciéndose a la mitad al alcanzar una CE de $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Las medidas realizadas de clorofila pusieron de manifiesto que suelen ser mayores a CE más elevadas.

El peso fresco de las raíces obtuvo sus valores más altos para concentraciones salinas de 5 , $7,5$ y $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ siendo los menores correspondientes a los tratamientos 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

El peso seco de las raíces solamente varió en el tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) aumentando el doble del resto de tratamientos.

Tabla 9. Parámetros vegetativos de plantas de *Silene vulgaris* (Moench) Garcke cultivadas en cámara de cultivo bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios ($n = 10$ para altura y pares de hojas; $n = 6$ para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	14.83 c	14.86 c	13.17 bc	12.79 b	9.30 a	0.000	12.95
Hojas primarias (pares)	7.42 cd	7.89 d	6.78 b	7.08 bc	6.17 a	0.000	10.33
Área foliar (cm^2)	5091.28 c	5039.93 c	3569.39 b	3049.41 b	2388.53 a	0.000	28.73
Producción ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	2089.19 c	2178.12 c	1394.35 b	1259.13 b	927.178 a	0.000	37.79
Peso seco (g)	0.14 b	0.20 c	0.12 ab	0.12 ab	0.10 a	0.000	12.81
Clorofila (uds. SPAD)	33.57 a	36.18 ab	35.9 ab	38.23 b	42.99 c	0.000	6.59
Raíces							
Peso fresco (g)	0.24 ab	0.29 c	0.28 bc	0.27 abc	0.23 a	0.058	2.38
Peso seco (g)	0.01 a	0.02 b	0.01 a	0.014 a	0.01 a	0.000	7.86

P: probabilidad; $P < 0.05$; F: valor de la F de Snedecor.

IV.4. Verdolaga

IV.4.1. Invernadero

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 10.

Los tratamientos salinos provocaron diferencias en el crecimiento vegetativo de las plántulas de verdolaga cultivadas en el invernadero. La altura de las plantas disminuyó conforme se incrementó la CE de las soluciones, descendiendo un 18,1 y un 19,6 % en las soluciones con 5 y 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de conductividad con respecto a las cultivadas en soluciones de 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Este descenso se hizo más notable con el aumento de la CE, con reducciones de un 29,74 y 30,5 % en la altura de las plantas cultivadas a 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

El número de pares de hojas y el área foliar también descendieron con el aumento de la CE, aunque de manera paulatina pasando de 10 pares de hojas y un área foliar de 35,402 cm^2 con 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, a 8 pares de hojas y 29,071 cm^2 de área foliar con 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Estas diferencias influyeron en la producción de verdolaga por metro cuadrado, obteniéndose la mayor producción en los dos tratamientos menos salinos (3.840,7 y 3.578,8 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) y descendiendo la producción a partir de 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respecto a las plantas cultivadas en la solución con 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. No hubo diferencias en la producción entre las plantas regadas con la solución con 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y las de conductividad superior. El descenso en producción de las plantas regadas con las soluciones 7,5, 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ respecto a las cultivadas en 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ fue de 593,3, 597 y 962,4 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, respectivamente.

No hubo diferencias de peso seco entre las plantas desarrolladas en las diferentes soluciones salinas.

Las medidas realizadas de clorofila pusieron de manifiesto diferencias en el color de las plantas, con mayores valores para las plantas regadas con la solución menos salina, registrándose menores valores en las plantas regadas con soluciones superiores a 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de conductividad. Las plantas desarrolladas en la solución de 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ registraron valores intermedios sin diferencias con el resto de tratamientos.

El peso fresco de las raíces se redujo paulatinamente conforme aumentó el nivel de NaCl de la solución, registrándose los menores valores en las plantas regadas con las soluciones de conductividades iguales ó superiores a los 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Las plantas regadas con las dos soluciones menos salinas no mostraron diferencias entre sí, ni tampoco las hubo entre las plantas regadas con las soluciones de 5 y 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Tabla 10. Parámetros vegetativos de plantas de *Portulaca oleracea* L. cultivadas en invernadero bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n = 10 para altura y pares de hojas; n = 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica (DS·m ⁻¹)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	12,24 c	10,02 b	9,84 b	8,60 a	8,51 a	0,000	26,9
Hojas primarias (pares)	10,22 c	9,71 bc	8,68 ab	8,07 a	7,96 a	0,000	8,1
Área foliar (cm ²)	35,402 b	31,337 ab	29,627 a	28,960 a	29,071 a	0,106	1,9
Producción (g·m ⁻²)	3,840,7 c	3,578,8 bc	3,247,4 ab	3,243,7 ab	2,878,3 a	0,001	5,3
Peso seco (g)	202,7	178,1	174,9	166,8	159,1	0,057	2,4
Clorofila (uds. SPAD)	38,9 b	35,1 ab	34,5 a	34,6 a	34,2 a	0,007	3,9
<i>Raíces</i>							
Peso fresco (g)	592,9 c	551,8 bc	500,9 ab	427,1 a	317,9 a	0,000	12,7
Peso seco (g)	23,8 ab	27,8 b	21,3 ab	27,2 b	18,3 a	0,009	3,6

P: probabilidad; P < 0,05; F: valor de la F de Snedecor.

En cuanto al peso seco de las raíces, solamente hubo diferencias significativas entre las plantas regadas con la solución más salina y las regadas con las soluciones de 5 y 10 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

IV.4.2. Acumulación de nitratos

En cuanto a la acumulación de nitratos en hojas (Figura 4), se obtuvo un valor máximo de 1.886 ppm en las plantas regadas con la solución de 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, disminuyendo la acumulación de nitratos con el aumento de la concentración de sal en la solución, aunque sin diferencias a partir de 7,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. El valor más bajo se obtuvo en la solución menos salina, con 1.017 ppm.

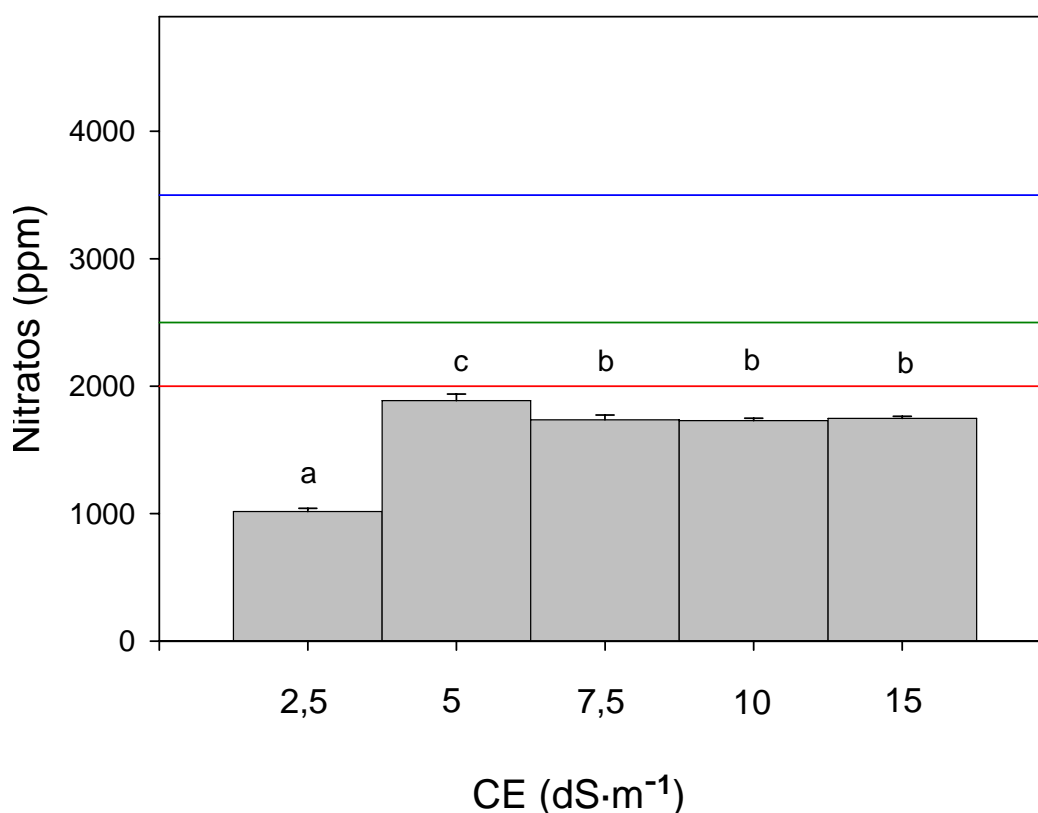


Figura 4. Contenido en nitratos de hojas de verdolaga cultivadas en invernadero regadas con diferentes soluciones salinas. Valores medios \pm desviación estándar ($n=3$). Letras distintas dentro de cada tratamiento indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey ($P<0,05$).

La línea azul indica el contenido máximo de nitratos admisible para lechugas cultivadas a cubierto, a excepción de la tipo iceberg, cosechadas del 1 de abril al 31 de octubre.

La línea verde indica el contenido máximo de nitratos admisible para espinacas frescas cosechadas del 1 de abril al 31 de octubre, y para lechugas tipo iceberg cultivadas a cubierto y cosechadas durante todo el año.

La línea roja indica el contenido máximo de nitratos admisible para espinacas en conserva, refrigeradas o congeladas cosechadas durante todo el año.

IV.4.3. Cámara

Los resultados obtenidos de esta especie vegetal corresponden con los datos de la tabla 11.

Según la tabla todos los parámetros medidos (altura, hojas, área foliar, producción, peso seco, clorofila, peso fresco raíces, peso seco raíces, área raíces, volumen de las raíces, diámetro raíces) tienen sus valores más altos a una C.E. de 2,5 dS/m y unos valores más bajos a una C.E. de 15 dS/m.

El crecimiento de verdolaga en cámara de cultivo también fue afectado por la concentración de NaCl en el agua de riego. Al igual que ocurrió en el invernadero, la altura de las plantas se redujo paulatinamente con el aumento de sal en la solución nutritiva, con descensos de un 23,1, 32,8, 45,2 y 65,4 % en la altura de las plantas regadas con las soluciones de 5, 7,5, 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente. De forma muy similar se redujo el número de pares de hojas por planta, con disminuciones de un 50 % para el tratamiento de mayor concentración salina. El área foliar sufrió un descenso brusco de un 40,4 % al pasar de 2,5 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, descendiendo en un 79,6 % en las plantas regadas con la solución más salina (15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$). La producción se vio afectada por la salinidad de forma similar a como lo hizo en los parámetros anteriores, obteniendo una producción cercana a 1.500 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ con la solución menos salina, y valores por debajo de 1.000 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ al aumentar la conductividad a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Estos valores de producción estuvieron muy por debajo de los obtenidos en el invernadero. Con CE superiores a 10 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ en la solución, la producción se redujo bastante, obteniendo 600 y 250 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ de verdolaga con las soluciones de 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ de CE respectivamente.

El peso seco de las plantas se redujo prácticamente a la mitad al pasar de 2,5 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, manteniéndose sin diferencias al aumentar la conductividad de la solución de riego.

Al contrario que en el invernadero, no se observaron diferencias en el contenido en clorofila en las plantas regadas con las diferentes soluciones salinas.

Tabla 11. Parámetros vegetativos de plantas de *Portulaca oleracea* L. cultivadas en cámara de cultivo bajo la aplicación de diferentes tratamientos salinos. Valores medios (n = 10 para altura y pares de hojas; n = 6 para el resto de parámetros estudiados). Letras distintas en cada línea indican diferencias significativas de acuerdo con la Prueba de rango múltiple de Tukey.

Parámetros estudiados	Conductividad eléctrica($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)					Signification	
	2.5	5	7.5	10	15	P	F
Altura (cm)	10.50 d	8.08 c	7.05 bc	5.75 b	3.64 a	0.000	36.7
Hojas (pares)	5.99 d	4.77 c	4.59 bc	3.91 b	2.92 a	0.000	32.1
Área foliar (cm^2)	18288 c	10902 b	9924 b	9394 b	3913 a	0.000	33.5
Producción ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	1488.1 d	994.9 c	732.5 bc	622.4 b	264.4 a	0.000	39.2
Peso seco (g)	57.16 b	28.33 a	29.68 a	27.91 a	17.6 a	0.000	23.1
Clorofila (índ. SPAD)	29.9	30.3	32.6	29.1	31.8	0.132	1.8
Raíces							
Peso fresco (g)	116.6 c	72.5 b	61.1 b	52.7 b	13.3 a	0.000	30.9
Peso seco (g)	6.574 c	4.094 b	3.453 b	3.002 b	0.753 a	0.000	31.1

P: probabilidad; $P < 0,05$; F: valor de la F de Snedecor.

El peso fresco y seco de las raíces se redujo al pasar de 2,5 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, manteniéndose más o menos constante hasta llegar a los 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, donde se produjo un descenso notable de la producción de raíces, de un 87,6 y 88,6 % en ambos parámetros respectivamente respecto a las plantas desarrolladas en la solución menos salina.

IV.4.4. Acumulación de nitratos

No hubo diferencias en la acumulación de nitratos entre las plantas desarrolladas en las soluciones de 2,5 y 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, donde se obtuvo un valor máximo de 3.936 ppm, disminuyendo progresivamente la acumulación con el aumento de la concentración de sal en la solución hasta obtener el valor más bajo en la solución más salina con 2.594 ppm (Figura 5).

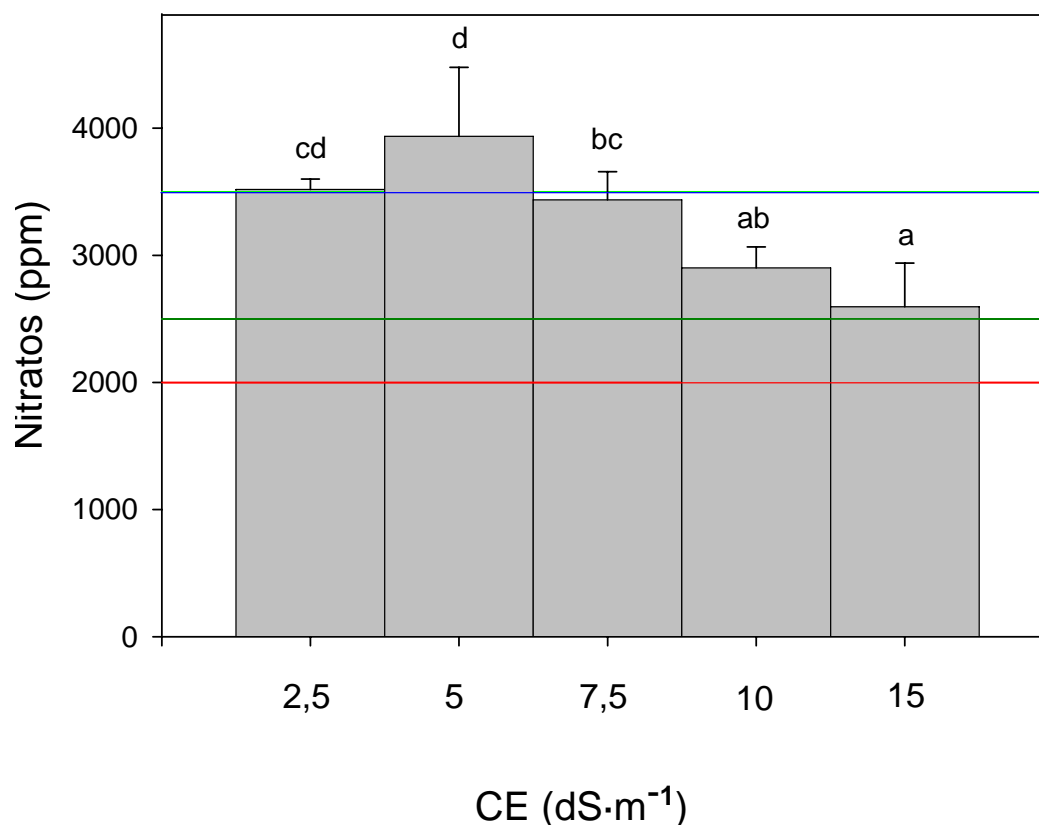


Figura 5. Contenido en nitratos de hojas de verdolaga cultivadas en cámara de cultivo regadas con diferentes soluciones salinas. Valores medios \pm desviación estándar ($n=3$). Letras distintas dentro de cada tratamiento indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Tukey ($P<0,05$).

La línea azul indica el contenido máximo de nitratos admisible para lechugas cultivadas a cubierto, a excepción de la tipo iceberg, cosechadas del 1 de abril al 31 de octubre.

La línea verde indica el contenido máximo de nitratos admisible para espinacas frescas cosechadas del 1 de abril al 31 de octubre, y para lechugas tipo iceberg cultivadas a cubierto y cosechadas durante todo el año.

La línea roja indica el contenido máximo de nitratos admisible para espinacas en conserva, refrigeradas o congeladas cosechadas durante todo el año.

V. DISCUSIÓN

Todas las especies estudiadas han mostrado una buena adaptabilidad al cultivo sin suelo con el sistema floating system ó paneles flotantes, abasteciendo una producción satisffecha respecto a la brevedad del ciclo de cultivo (una media, de 51 días).

La producción obtenida depende en todo momento de la especie estudiada, del tratamiento (parámetros de salinidad) dado y del control llevado a cabo (bajo invernadero ó en cámaras).

La rúcula ha sido la especie más productiva de las estudiadas bajo invernadero con una producción de $4,2 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$). Esta producción va disminuyendo conforme aumenta la cantidad de sal en la solución siendo la más baja de $1,8 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

Para la colleja en invernadero apenas influye las cantidades de sal para la producción siendo mayor la correspondiente al tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $2,9 \text{ kg/m}^2$. Las producciones más bajas corresponden a los tratamientos 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $2,2 \text{ kg/m}^2$ y $1,7 \text{ kg/m}^2$, respectivamente.

La producción bajo invernadero para el collejón es prácticamente la misma en todos los tratamientos; empieza a disminuir con valores salinos de $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y $15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. La producción más alta es la obtenida en el tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $1,5 \text{ kg/m}^2$ y la más baja la correspondiente con el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con 1 kg/m^2 .

La producción de verdolaga en invernadero obtuvo una mayor cantidad en los tratamientos 1 y 2 con $3,8$ y $3,5 \text{ kg/m}^2$, respectivamente. A partir del tratamiento 3 la producción empieza a descender.

En cuanto a las producciones obtenidas en el cultivo realizado en las cámaras son relativamente más bajas para todas las especies estudiadas en comparación con las producidas en invernadero.

La rúcula ha producido $1,9 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) siendo este el más alto, y el más bajo corresponde al tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con $0,9 \text{ kg/m}^2$.

La colleja en cámara tiene una producción máxima de $2,2 \text{ kg/m}^2$ correspondiente al tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y el más bajo es de $0,9 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

El collejón en cámara tiene una producción muy baja de $0,8 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 2 ($5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) siendo este el valor más alto y el más bajo corresponde con el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) de $0,5 \text{ kg/m}^2$.

La verdolaga en cámara tiene una producción escasa, muy baja, junto con el collejón son las especies que menos producción tienen, con un valor máximo de $1,5 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 1 ($2,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y con una producción mínima de $0,3 \text{ kg/m}^2$ para el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$).

Las diferencias de producción de la rúcula con valores relativamente más altos que el resto de las especies corresponden a las propias características de esta planta puesto que esta especie presenta una fisiología en forma de roseta, con hojas alargadas, algo anchas y dentadas; sin embargo el resto de especies producen tallos finos y alargados de los cuales salen hojas finas, alargadas y cortitas. Por eso que la rúcula posea más materia vegetal y por tanto mayor peso y una mayor producción.

No está muy claro por qué los cultivos desarrollados en las cámaras tienen menos producción, aun a pesar de establecerse en las mismas condiciones (T^a , luz, fotoperiodo) de cultivo que en el invernadero; hubiese sido necesario realizar un estudio más amplio observando y analizando más parámetros (concentración de O_2 , de CO_2 , etc.). Si es cierto que la luz y la temperatura fueron más elevadas al final del ciclo en el invernadero debido a que los días tendían a alargar sus horas de luz y a subir algo las temperaturas. Pero aún así las plantas en invernadero mostraron una mayor tolerancia a la salinidad.

Estudios precedentes empleando la misma técnica de cultivo han abastecido resultados similares para la rúcula con una duración de 42 días del 27 de abril al 12 de junio y una producción de $2,6 \text{ kg/m}^2$ en la ciudad de Bari (Italia) (Grávalos, 2002).

En verdolaga hay estudios precedentes cultivados con la técnica de paneles flotantes ó “floating system”, con una duración de 14 y 13 días y una fecha de plantación del 12 al 27 de julio con una producción de $0,4 \text{ kg/m}^2$ en los ensayos más productivos y $0,1 \text{ kg/m}^2$ en los menos (Cros, 2002).

Existen estudios precedentes para el collejón pero estos han sido realizados al aire libre, la siembra se realizó el 1 de diciembre en bandejas de poliestireno bajo un umbráculo para su posterior trasplante el 30 de enero. La duración del cultivo fue de 53 días obteniendo resultados similares en cuanto a producción con nuestro ensayo ya que se obtuvieron de $1,1$ a 2 kg/m^2 (Cros, 2002).

En las distintas especies estudiadas no aparecen diferencias significativas en cuanto a los parámetros de crecimiento de un tratamiento a otro, salvo en verdolaga, eruca y colleja. En la colleja se observa como la altura disminuye en el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) con

respecto al resto de tratamientos que presentan resultados similares en el ensayo realizado en cámara.

En verdolaga se observa como en todos los parámetros estudiados, altura, n° de hojas, área foliar, peso seco, peso fresco y peso seco de las raíces, existen diferencias. Conforme aumentamos las cantidades de sal, van disminuyendo los valores de todos estos parámetros. Esto se observa en el ensayo realizado en cámara.

En rúcula, el ensayo realizado en invernadero, es en el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) donde la altura de la planta es relativamente más baja que en el resto de tratamientos. El área foliar también disminuye más en este tratamiento con respecto a los otros.

En este tratamiento también aparece un mayor n° de hojas quemadas en la rúcula.

En el ensayo realizado en cámara para la rúcula, observamos que la altura va disminuyendo conforme aumentamos la concentración de sal aunque esta disminución sea muy poco a poco. Esta misma disminución también ocurre con el área foliar y el peso seco. Además la presencia de hojas quemadas aparecen en todos los tratamientos. Se observa presencia de pelos solamente en el tratamiento 5 ($15 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$). Esto se debe a un sistema de defensa que adquiere la planta ante condiciones adversas. El peso fresco y seco de las raíces no varía de un tratamiento a otro, suele ser muy similar.

Un elevado contenido en peso seco es importante para la IV gama, a fin de que sea mayor la resistencia del producto a la manipulación, sobre todo en la fase de lavado.

Con relación a los efectos específicos de la salinidad se pueden establecer dos grupos: los efectos a través de la nutrición mineral y los efectos por toxicidad. Los efectos específicos de la salinidad debido a la nutrición mineral implica que el crecimiento de los cultivos se ve afectado por desórdenes en la absorción o distribución posterior de los iones esenciales para el desarrollo de la planta. El efecto tóxico de la salinidad tiene lugar por el exceso de absorción de un ion osmóticamente activo. Esto significa que la toxicidad debida a los microelementos como B, Mn, F, Li, Se, etc., no está aquí considerada.

No siempre es fácil distinguir claramente entre el efecto osmótico y el efecto de la salinidad específica de un ion. A menudo se ven actuando conjuntamente, debiendo esperarse un efecto combinado de ambos. En tal caso una disminución de la absorción de un nutriente es a menudo acompañada del incremento en la absorción del ion envuelto en la salinidad (Bernstein, 1964). En la mayoría de los cultivos predomina el efecto osmótico de la salinidad (Bernstein, 1976). El efecto mejor conocido es el marchitamiento del cultivo cuando se incrementa rápidamente la salinidad, debido a la pérdida o reducción del

gradiente de potencial osmótico del agua absorbida por las plantas. Éste, sin embargo, no es el más común de los síntomas. En la práctica, con la salinidad el potencial osmótico de la solución en la rizosfera disminuye lentamente y las plantas pueden adaptarse a ello (Bernstein, 1961; Bernstein, 1963; Van den Ende et al., 1975; Nukaya, 1983). Estas adaptaciones son muy diversas y no hay un mecanismo simple que explique la reducción del crecimiento de los cultivos causado por este efecto osmótico, por lo que el fenómeno no está todavía completamente aclarado (Greenway y Munns, 1980). Berstein (1976) sugirió que es probablemente esta adaptación la responsable de la reducción del crecimiento.

El impacto de la salinidad en los invernaderos, especialmente en los cultivos en sustratos, es diferente al que se produce en condiciones en suelo al aire libre.

La diferencia más sorprendente es la mayor proporción general de los nutrientes presentes en los invernaderos respecto al suelo tradicional al aire libre, especialmente en suelos de invernaderos donde se observa la más alta CE en la disolución.

El efecto de la salinidad está estrechamente relacionado con el tipo de cultivo o incluso con el cultivar o el injerto. Las condiciones climáticas pueden afectar a la salinidad; por ejemplo, alta temperatura y alta transpiración incrementan el efecto de la salinidad, mientras que el enriquecimiento del CO₂ lo disminuye. Los métodos de riego son también un importante desencadenante. Los cultivos toleran menos la salinidad con aspersión que con el riego por goteo o riego por surco. Otros importantes factores son la cantidad de fertilización, la distribución de las sales en el ambiente radical, el método de muestreo y análisis, y la interpretación de los datos de los análisis. Así, está claro que muchos factores afectan a la sensibilidad de los cultivos, y esos factores serán juntos los responsables de la mayor parte de la enorme variabilidad de respuestas en los cultivos a la salinidad recogidos en una amplia literatura al respecto (Maas, 1986).

La falta de datos experimentales es el principal problema a la hora de predecir los efectos de la salinidad. Para alcanzar un conocimiento preciso y fiable de la tolerancia a la salinidad es necesario un ensayo en campo de larga duración y alta complejidad (Van Genuchten y Hoffman, 1984). Tales experimentos son costosos, especialmente en horticultura protegida, y a menudo el número de observaciones en un experimento está limitado a las circunstancias del mismo.

Tanto el rendimiento como la absorción de agua están estrechamente relacionados con la radiación incidente. Como se ha dicho antes, la absorción total de nutrientes y la producción del cultivo están estrechamente correlacionadas. Por lo tanto, podemos suponer

una relación más o menos estable entre la absorción de nutrientes y agua. Esta relación, a menudo denominada concentración de absorción, no tiene fundamento fisiológico, porque la absorción de agua y nutrientes por las plantas son procesos independientes (Sonneveld y Voogt, 1990; Sonneveld y De Kreij, 1999).

Las concentraciones de absorción de Na y Cl son importantes en relación a la calidad de las aguas. Dependen en gran parte del tipo de cultivo y de la concentración de Na y Cl en la solución externa (Sonneveld y Van der Burg, 1991; Sonneveld et al., 1999). A veces, cuando la relación entre la concentración de absorción y la concentración externa es lineal y no existe una intercepción clara, la concentración de absorción puede expresarse como un porcentaje de la concentración externa (Sonneveld et al., 1999). Por ello, debe calcularse experimentalmente o usando modelos de ecuaciones más complejos. Las concentraciones de absorción de Cl son generalmente mayores que las de Na. Existen dos excepciones: el rábano y el lirio. Un cultivo de baja absorción de Na generalmente también tiene baja absorción de Cl. El cultivo de rábano en verano mostró una concentración de absorción muy inferior a la de invierno, debido a que en invierno se absorbe una menor cantidad de agua con más o menos igual absorción iónica. Las concentraciones muy bajas de absorción de rosa y Bouvardia son sorprendentes y cuando son cultivadas en sistemas cerrados debe limitarse a agua totalmente libre de NaCl.

La presión osmótica de la disolución nutritiva afecta a las plantas de varias formas. Un efecto general es el incremento del contenido de la materia seca con el incremento de la CE en la rizosfera (Hayward y Long, 1940-1941; Savvas y Lenz, 1994; Schwarz y Kuchenbuch, 1997). El contenido en materia seca también disminuye con el descenso de la CE, esto ocurre en algunos cultivos donde las hojas llegan a ser suculentas cuando crecen en altas concentraciones salinas (Lüttge y Smith, 1984). Las hojas suculentas se producen con la salinidad creada con NaCl, pero ciertamente no es exclusivo de este tipo de salinidad (De Jager, 1933). La suculencia podría ser restringida a órganos de la planta específicos; se ha encontrado que el contenido en materia seca de las hojas disminuye, mientras que en los frutos se incrementa (Sonneveld y Van Beusekom, 1974). El efecto, de hecho, depende del tipo de cultivo y de las condiciones de cultivo (Salim, 1989). Otra consecuencia general del incremento de la CE es la reducción de la absorción de Ca (Geraldson, 1957; Bernstein, 1975; Shear, 1975; Bernstein, 1976; Selmer-Olsen y Gislerød, 1980; Adams y Ho, 1990) o un inadecuado transporte xilemático y redistribución del Ca (Geraldson, 1957; Ehret y Ho, 1986; Adams y Ho, 1992).

Generalmente, el aumento de la salinidad incrementa la calidad postcosecha para ser almacenado y la calidad para el consumo en los productos como el pepino, fresa y tomate. Solamente con una salinidad extrema se observa una disminución de la durabilidad postcosecha (Mizrahi, 1982). También con altos niveles de salinidad se han obtenido aumentos de la calidad para el consumo, en términos de incremento de azúcares, contenidos en ácidos o en las propiedades organolépticas (Mizrahi y Pasternak, 1985; Mizrahi et al., 1988; Adams, 1991; Awang et al., 1993; Cornish, 1992; Ohta et al., 1991; Verkerke et al., 1992; Pluda et al., 1993; Petersen et al., 1998). En rábano, con el aumento de la salinidad aumentaba el desarrollo de la raíz en invierno y disminuía la cavernosidad en primavera/verano (Sonneveld y Van den Bos, 1995).

Cuando existían bajas CEs en la rizosfera los bulbos de *Hippeastrum* eran más sensibles a la podredumbre blanda (Van den Bos, 1996); probablemente causada por *Phytophthora* (Laboratorium voor Bloembolle-nonderzoek, 1995). En eneldo y tomillo la baja CE en la rizosfera disminuye de forma importante la concentración de aceites esenciales (Udagawa, 1995).

La sensibilidad específica del NaCl es un fenómeno bien conocido (Greenway y Mums, 1980), pero no frecuentemente citado en estudios de horticultura protegida. Los efectos de la salinidad de nuestros estudios sobre las hortalizas cultivadas en sustratos (Sonneveld y Van der Burg, 1991) permiten concluir que el pepino es especialmente sensible al cloruro sódico, debido a la fuerte reducción de rendimiento de esos cultivos cuando se añadía NaCl en comparación con adición de nutrientes extras. En experimentos antiguos en cultivos en suelo, la sola adición de NaCl causó una fuerte reducción del rendimiento en comparación al producido con una mezcla de sales (Na, Cl, Ca, Mg, SO₄ y HCO₃) (Sonneveld y Van Beusekom, 1974). Hasta aquí, no está claro si el Na o el Cl es el responsable de ese efecto específico en la reducción de la producción. En otro estudio con pepino (Sonneveld y Voogt, 1978), no se encontraron efectos específicos del NaCl. La sensibilidad específica de *Bourvardia* al NaCl observada por Sonneveld et al. (1999) se le pudo atribuir al Na. Los problemas con los rebrotes de *Aster* después de la primera floración en las mismas investigaciones no fueron estudiados con mayor detalle, pero son probablemente causados por el Na, porque este elemento a menudo se acumula en las raíces y en las partes inferiores de las plantas (Jacobi, 1979; Besford, 1978; Savvas y Lenz, 1996; Blom-Zandstra et al., 1998) y es un elemento tóxico para las plantas (Bernstein, 1976). El sodio absorbido puede fácilmente alterar los tejidos de las plantas (Maas y Nieman, 1978), a

menudo por la competencia de la absorción del K (Hecht-Buchholz et al., 1979; Yeo y Flowers, 1984), lo cual está totalmente de acuerdo con los resultados mencionados para *Bouvardia*. Los efectos del NaCl con *Aster* muestran que algunos efectos salinos se manifiestan solamente en los cultivos viejos y necesitan ser investigados en experimentos a largo plazo. Está bien documentado que los cultivos de flores usados en la industria de los invernaderos son específicamente sensibles al NaCl.

La reducida absorción y la insuficiente distribución del Ca es el mejor conocido de los efectos de iones específicos que ocurre en condiciones salinas en la horticultura protegida. Esta frecuente deficiencia de Ca en las condiciones de invernaderos puede estar relacionada con el ritmo de crecimiento y la humedad del aire, ambos suelen estar relativamente altos durante largos periodos en las condiciones de los invernaderos. Esos factores han sido bien identificados como desencadenantes de desórdenes de la deficiencia de Ca en hojas (Wiersum, 1965; Collier y Tibbitts, 1984; Bakker y Sonneveld, 1988; Adams y Ho, 1995). Los desórdenes de Ca relacionados con la alta salinidad en los frutos de las hortalizas son conocidos como podredumbre apical (Blossom-end rot) en tomate (Adams y El-Gizawy, 1986; Adams y Ho, 1993), berenjena (Savvas y Lenz, 1994) y pimiento (Sonneveld y Van Beusekom, 1974; Sonneveld y Van der Burg, 1991), pero son promovidos por la baja humedad. La deficiencia de Ca en los cultivos de hortalizas con fruto causada por alta salinidad puede aparecer también en las hojas jóvenes, como se ha demostrado en tomate y pepino (Sonneveld y Welles, 1988; Ho y Adams, 1989; Ho y Adams, 1994). El fenómeno es especialmente evidente en los invernaderos, donde el rápido desarrollo de las hojas (plantas jóvenes) se combina con la alta humedad (ventilación cerrada).

La deficiencia de calcio causada por alta salinidad está bien documentada en las hortalizas de hojas como la lechuga (Wiebe, 1967; Sonneveld y Van Beusekom, 1974), apio (Geraldson, 1957) y coles chinas (Van Berkel, 1987), donde causa el tipburn, corazón negro y tipburn, respectivamente. Además, del potencial osmótico la composición iónica de la disolución de suelo/sustrato puede ser de gran importancia para forzar el desorden (Geraldson, 1957; Sonneveld y Van den Ende, 1975; Sonneveld, 1988). Las aplicaciones de calcio también pueden ser excesivas. Como se ha observado en pepino, donde causaba reducciones específicas del crecimiento y la clorosis y necrosis foliar (Abed, 1973; Shimida, 1973; Sonneveld y Voogt, 1978) y con frutos de tomate, pimiento y berenjena, en donde

causaba la mancha dorada (De Kreij et al., 1992), punto verde (Janse y De Kreij, 1989; Voogt y Sonneveld, 1985) y el bronceado del cáliz (Maaswinkel, 1988), respectivamente.

Los desórdenes inducidos por la alta absorción de Ca en frutos pueden ser controlados con el incremento de los valores de la CE (Sonneveld y Van der Burg, 1991).

Generalmente la adición de K y Mg no produce efectos específicos de toxicidad en las plantas. Una aplicación por exceso, sin embargo, reduce la absorción de Ca. De hecho las aplicaciones de K y Mg algunas veces reduce tan fuertemente la absorción Ca (Sonneveld y Voogt, 1978) que induce a la deficiencia de Ca (Adams 1991; Adams y Ho, 1993) en comparación a las concentraciones iso-osmóticas del Na, lo cual puede ser explicado porque el K y Mg son más fácilmente absorbidos y transportados al vástago que el Na. Este fenómeno, sin embargo, no es citado frecuentemente tanto como en realidad ocurre (Sonneveld y Van den Ende, 1975; Sonneveld, 1979). En un estudio específico de los efectos de la absorción de cationes sobre la incidencia del tipburn en lechuga, se obtuvo éste con el incremento del K de forma tan clara como cuando se reducían las concentraciones de Ca en los tejidos, mientras que el Na y el Mg inducen a su aparición (Sonneveld y Mook, 1983). Aplicaciones demasiado altas de Mg en pepino causaban los síntomas de clorosis y necrosis (Abed, 1973; Sonneveld y Voogt, 1978) y se veían también afectados por la actividad enzimática de las raíces (Shimida, 1973).

En la mayoría de las disoluciones del suelo la dosis de fósforo es baja e insignificante su contribución a la presión osmótica. Sin embargo, la salinidad puede interaccionar con el P, pero su efecto depende de la especie y de la concentración (Maas y Nieman, 1978; Cerda et al., 1977; Cerda y Bingham, 1978). Para un número restringido de especies la absorción de P puede llegar a ser demasiado alta y tóxica, incluso para algunos cultivares y especies sensibles esto se produce en condiciones de suelo al aire libre (Howell y Bernard, 1961), a pesar de que las concentraciones en la disolución del suelo es generalmente más baja que en los sustratos. Cada vez más, debemos esperar que aparezca toxicidad de P, ya que se está aumentando el P en la rizosfera en los cultivos en sustratos al ir aumentando los valores de la CE con la aplicación de nutrientes. Esto se ha observado en cultivares de pepino (Zijlstra et al., 1987), pero ciertamente se podría esperar en otros cultivos.

La alta salinidad impide la absorción de P (Roberts et al., 1984; Grattan y Maas, 1988), debido a la sinergia entre el P y el Cl (Grattan y Maas, 1988). El P puede afectar en gran medida a la absorción del Ca, como se ha demostrado en tomate.

Las dosis bajas de P disminuyen la absorción de Ca, contribuyendo a la aparición de la podredumbre apical (De Kreij, 1996), mientras que las altas incrementan la absorción del Ca y, consecuentemente, la aparición de la mancha dorada (Voogt y Sonneveld-Van Buchem, 1989).

No se conocen efectos específicos de toxicidad producidos por las altas concentraciones de los nitratos y los sulfatos. Aparentemente las altas concentraciones de sulfato no son capaces de reducir la absorción de Ca (Bernstein, 1976), pero esto no se ha confirmado con otras sales que no sea el Na_2SO_4 (Sonneveld y Van den Ende, 1975). Al sustituir el nitrato por el Cl en la disolución nutritiva en tomate se incrementaba la absorción de Ca (Voogt, 1992). No está claro si este fenómeno se debe a la concentración más alta de Cl, la menor de NO_3 , o a la combinación de ambas.

El efecto de la intensidad luminosa sobre los efectos de la salinidad en los cultivos también es confusa. Generalmente, la reducción del crecimiento por la salinidad se intensifica con los incrementos de la radiación, correlaciones establecidas para el rábano y judía (Nieman y Poulsen, 1971), fresa (Awang y Atherton, 1994) y tomate (Charbonneau et al., 1988). Los resultados de Merii et al., (1982) con melón no están en esta línea ni cumplen la regla.

Los VDPs (valor de disminución de la producción a concentraciones salinas) disminuían en los cultivos menos soleados. Sin embargo, el efecto global en un estudio fue una mayor resistencia a la sal con la radiación más alta.

Generalmente, el CO_2 suministrado lleva a un incremento de la tolerancia salina, tal como se ha observado en diferentes cultivos (Schwarz, 1984; Feigin et al., 1989; Zeroni y Gale, 1989).

La salinidad media puede ser una herramienta para controlar la calidad producida y el desarrollo del cultivo. Hasta ahora, el manejo de la salinidad ha sido suficientemente desarrollado. El potencial osmótico en la rizosfera deberá ajustarse en detalle a las condiciones de cultivo para facilitar el mejor desarrollo y la mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes. Los parámetros importantes para el manejo de la salinidad en los sustratos son la salinidad umbral, los niveles requeridos de nutrientes y la distribución iónica dentro de la rizosfera.

Multitud de experimentos demuestran que recircular una disolución nutritiva hace que progresivamente se aumente la conductividad eléctrica (CE) de ésta. Esto es más marcado en el caso de clima semiárido (Raviv et al., 1995) y cuando se empeora la calidad

del agua de riego disponible (Urrestarazu, 1996). El conjunto de la CE de los drenajes es superior a las de la disolución de entrada, esto es válido tanto para una planta relativamente tolerante a la salinidad como el tomate como para otra muy sensible como pueda ser la judía.

Cuando se trabaja en un sistema abierto con sustrato, se puede mantener más o menos constante la CE de la disolución disponible para la rizosfera, para ello se aplica una retroalimentación consistente en variar la CE de entrada y/o el volumen de drenaje, no olvidemos que el drenaje no se incorpora al sistema de nuevo. En cambio, cuando este drenaje se incluye en el sistema, aparece la limitación de una mayor conductividad como antes se ha expuesto, por ello se puede fácilmente demostrar que la disolución de fertirrigación va aumentando progresivamente (García y Urrestarazu, 1998) al mantener constante la disolución de refresco (CE_0).

Este aumento de la conductividad no sólo es propio de la fase de producción en plantas hortícolas, sino que también se observa en el estadio de plántulas de semillero, de esta forma podemos observar cómo la CE de la disolución va progresivamente aumentando. Para evitar la salinización del sustrato o de la disolución nutritiva recirculante de los sistemas cerrados, en la práctica se ha utilizado la eliminación de parte de la solución nutritiva a lo largo de todo el cultivo o su completo cambio cuando parecía oportuno. Eliminar parte de la disolución sería, en cierta manera, equivalente a eliminar sistemáticamente el 50 % de los drenajes como se realiza en los experimentos de García y Urrestarazu (1998), lo cual supone una vía intermedia entre el sistema abierto o el sistema cerrado. El criterio para dicha renovación- total o parcial- es diverso, o bien se realiza cuando alcanza la CE general un valor alto inaceptable para el correcto desarrollo de la planta (mayor de 4 ó 6 ds/m por ejemplo) o cuando algún componente individual de una sal no deseada por considerarla tóxica supera un determinado nivel (Cl ó Na, por ejemplo, a niveles superiores a 15 mmol/L). Cuando el número de veces que eliminamos parte de la disolución recirculante es alto o se elimina una gran cantidad cada vez, nos estaremos acercando al método de fertirrigación abierto y, por tanto, no obtendremos las ventajas que deben ser propias de un sistema recirculante.

Una segunda práctica para evitar esta salinización del sustrato en los sistemas recirculantes, es aumentar el volumen de aporte de fertirriego, ya sea aumentando la dotación de cada riego o bien aumentando el número de éstos, es decir, trabajar a un porcentaje de drenaje mucho mayor que el habitual (25-45%).

Este manejo corrige en parte las consecuencias de esta salinización y sus efectos en la producción.

En cuanto a la acumulación de nitratos registrada en las plantas, la verdolaga esta clasificada entre las especies con alto contenido de nitratos (>2.500 mg por kg de peso fresco) (Schuddeboom, 1993). Gonnella *et al.* (2005) observaron un contenido medio de nitratos en torno a 1.000 mg por kg de peso fresco en brotes de verdolaga de 6 a 8 cm de longitud y 5 pares de hojas recolectados en julio, habiendo empleado una solución nutritiva con el aporte de nitrógeno exclusivamente en forma nítrica. Dichos valores fueron drásticamente reducidos en tratamientos con el aporte del nitrógeno en forma mixta o sólo amoniacal (Charfeddine, 2004). Valores notablemente más altos (3.200 mg por kg de peso fresco) fueron observados en hojas de verdolaga silvestre por Guil *et al.* (1997), mientras que muestras tomadas también en planta silvestre en la región de Puglia (Italia) presentaron un contenido medio de nitratos en torno a 520 mg por kg de peso fresco (Bianco *et al.*, 1998) y entre 360 y 2.100 mg por kg de peso fresco (Bianco, 2002), observando la gran variabilidad existente entre accesiones recolectadas en zonas y ambientes diferentes. En nuestro caso existió una notable diferencia entre las plantas desarrolladas en el invernadero y la cámara de cultivo. Según Paschold (1989), el contenido de nitratos en la planta viene determinado por un conjunto de factores ambientales (luz, temperatura, humedad y otros), nutricionales (nitrógeno, fósforo, potasio y otros) y propios del cultivo (genotipo, órganos vegetativos, edad y otros) que interactúan entre sí. Puesto que se trata del mismo material vegetal y la solución nutritiva fue la misma, estas diferencias fueron debidas sin ninguna duda a la diferencia en las condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad, etc.) registradas durante el ciclo de cultivo.

La luz es uno de los factores más determinantes en la acumulación de nitratos, ya que afecta a varios procesos relacionados con la absorción y asimilación de dicho anión. En nuestros experimentos existió una gran diferencia en la cantidad de radiación *PAR* recibida por el cultivo en el invernadero ($530 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) respecto de la recibida en la cámara de cultivo ($75,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). El efecto de la intensidad luminosa en la acumulación de nitratos ha sido evidenciada en numerosos trabajos donde una disminución de la intensidad luminosa provocó un aumento en el contenido de nitratos en espinaca (Cantliffe, 1972; Breimer, 1982; Wiebe, 1987), perejil (Quince, 1982), lechuga (Maynard *et al.*, 1976; Roorda van Eysinga y Meijjs, 1985; Reinink, 1991) y rábano (Roorda van Eysinga y Spaans, 1985). La luz es imprescindible para la producción de azúcares solubles necesarios para la

osmorregulación celular. A su vez la luz aporta la energía necesaria para la absorción del nitrógeno y la síntesis de proteínas. El primer paso en la asimilación del nitrato consiste en su reducción a nitrito por medio de la actividad de la enzima nitrato reductasa, y en condiciones de baja intensidad de luz se reduce la actividad de esta enzima (Van Diest, 1990). Pero el estrés provocado por la salinidad también puede provocar cambios en la acumulación de nitratos. El hecho de que se produjese un incremento en el contenido de nitratos al pasar de 2,5 a 5 dS·m⁻¹ puede deberse a el efecto del estrés hídrico producido en la planta al aumentar la cantidad de sales en la solución. Van Diest (1990) observó que las plantas sometidas a estrés hídrico aumentaban el contenido de nitratos al ser absorbido como elemento osmótico para adaptarse a las condiciones de estrés. Este comportamiento también fue observado por Incrocci *et al.* (2001) en plantas de rúcola cultivadas bajo diferentes concentraciones de NaCl en el agua de riego. Pero, a partir de los 5 dS·m⁻¹ no se observó un incremento en la absorción de nitratos, sino que se mantuvieron los niveles e incluso en algún caso disminuyeron ligeramente, posiblemente debido al aumento de la concentración de los iones cloruro (Cl⁻) en la solución nutritiva al aumentar la cantidad de NaCl en la solución (Blom-Zandstra y Lampe, 1983; Veen y Kleinendorst, 1985; Goh y Vityakon, 1988). Cram (1983) demostró que la concentración total de iones en las vacuolas de las células de las plantas estaba, casi en su totalidad, compuesta por nitrato e ión cloruro. El aumento creciente en las soluciones salinas de Cl⁻ por la adición de NaCl y el papel del Cl⁻ como osmorregulador hace pensar que pudo reemplazar al ión nitrato en esa función en acuerdo con Van de Dijk (1981), y Blom-Zandstra y Lampe (1983). La naturaleza halofítica de la verdolaga la hace capaz de sustraer una notable cantidad de Na⁺ y Cl⁻ del medio de cultivo. De hecho Graifenberg *et al.* (2003) comprobó cómo un cultivo asociado de verdolaga y tomate en condiciones salinas provocó un aumento en la producción de tomates de un 22 %, debido a una mayor absorción de P y Ca, y por tanto una reducción de la competición entre nutrientes y los iones Cl⁻ y Na⁺. Básicamente, las plantas de tomates crecidas junto a verdolaga emplearon para su crecimiento los recursos que habrían de otro modo empleado para desarrollar mecanismos de tolerancia a la salinidad (Graifenberg *et al.*, 2003).

Atendiendo a la cantidad de nitratos acumulados por las plantas y al destino de la verdolaga, cuyo objetivo principal sería su comercio como producto refrigerado de la IV Gama, es importante constatar que en el ensayo en invernadero siempre el contenido en nitrato de las plantas fue inferior a los máximos aceptados por la legislación vigente en

productos de hoja como lechugas y espinacas (Tabla 5, Figura 4). Sin embargo, las plantas desarrolladas en la cámara de cultivo no cumplirían la normas aplicadas a las espinacas frescas en ningún caso, y sólo las plantas regadas con las soluciones de 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ cumplirían con las normas aplicadas a las lechugas para la fecha del ensayo (Abril-Mayo) (Tabla 5, Figura 5).

Los resultados indican que al aumentar la dosis de salinidad de 2,5 a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ se incrementó de manera significativa la concentración de nitratos existente en *Eruca vesicaria* L.. Los tratamientos (7,5; 10 y 15 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) no mostraron diferencias significativas entre sí, siendo la acumulación de nitratos intermedia entre el mínimo a 2,5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y el máximo a 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Tabla 4).

La explicación del incremento en la acumulación de nitratos entre los dos primeros tratamientos puede deberse a que las plantas sometidas a estrés hídrico aumentan el contenido de nitrato al ser absorbido como elemento osmótico para adaptarse a las condiciones de estrés. Además se produce un cierre de estomas, reduciéndose la actividad fotosintética y, por tanto, la disponibilidad de azúcares; a la vez que se reduce la actividad de la nitrato reductasa (Van Diest, 1990). A partir de los 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ no se observa un incremento en la absorción de nitratos, sino una reducción con respecto a los valores obtenidos con esa salinidad, posiblemente debido al aumento de la concentración de los iones cloro en la solución nutritiva (Blom-Zandstra, 1983; Veen y Kleinendorst, 1985; Goh y Vityakon, 1988). Cram (1983) demostró que la concentración total de iones en las vacuolas de las células de las plantas estaba, casi en su totalidad, compuesta por nitrato e ion cloro. De modo que el descenso en la acumulación de nitrato, obtenido a partir de la solución 5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, puede ser debido al papel del cloro como osmorregulador equivalente al nitrato, y por tanto, lo puede reemplazar en esa función (Van de Dijk, 1981; Blom-Zandstra y Lampe, 1983). El efecto del cloro parece depender de diversos factores tales como la dosis aplicada, antagonismos y sinergias con otros cationes, diferentes respuestas por especies y/o variedades, etc. Sin embargo no parece apropiado desarrollar técnicas de cultivo encaminadas a la reducción del contenido en nitrato mediante la aplicación del ion cloro en terrenos de cultivo intensivo (Van Diest, 1990), debido a los problemas que sobre la germinación y crecimiento de los cultivos provoca la elevada salinidad generada por la aplicación de cloro.

Teniendo en cuenta que *Eruca vesicaria* L. es una especie hortícola de hoja y, que esta se comercializaría como producto refrigerado de la IV Gama, en todos los tratamientos aplicados tuvo un contenido en nitrato inferior a los máximos aceptados por la legislación vigente en productos similares como lechugas y espinacas (Tabla 5).

Estudios precedentes han evidenciado un valor en nitrato para la eruca de 5.000 mg/kg de peso fresco. Para la comercialización de estas especies no existe un límite impuesto a nivel comunitario para el contenido de nitrato. Para la eruca algunos países Europeos (Alemania y Suiza, por ejemplo) impone en el contrato de compra-venta que el contenido de nitratos no supere 2500 mg/kg de producto fresco, límite muy difícil de respetar visto la elevada capacidad de que esta especie acumula nitratos ante la presencia de reducir la cantidad de ácido nítrico del medio de cultivo.

La rúcula puede absorber NO_3^- muy velozmente y por un periodo de tiempo tan largo que la concentración de nitrato de la hoja puede resultar mucho más alta que la existente en la solución externa.

Otro estudio realizado en moricandia sobre acumulación de nitrato en planta pero este cultivo fue realizado en campo, revelan unas cantidades comprendidas entre 400 ppm y 500 ppm correspondientes a los distintos lotes y tratamientos realizados.

Teniendo en cuenta que *M. arvensis* L. es una especie hortícola de hoja y, que esta se comercializaría como producto refrigerado de la cuarta gama, dos accesiones tendrían en todos los tratamientos aplicados un contenido en nitrato inferior a los máximos aceptados por la legislación vigente en productos similares como lechugas y espinacas (Tabla 5). Sin embargo, en una de las accesiones, dos de los tratamientos provocaron una acumulación de nitrato que sobrepasó el límite establecido en dicha legislación.

Respecto al sistema tradicional de cultivo, el sistema sin suelo ofrece mayor posibilidad de reducir el contenido de nitrato en hortícolas: la técnica utilizada proviene, alternativamente, de la sustitución de N-NO_3 con Cl^- , SO_4^{2-} ó NH_4^+ , la reducción de la cantidad de N-NO_3 presente en la solución o la sustitución de la solución nutritiva con agua pocos días antes de la cosecha del producto.

VI. CONCLUSIONES

Todas las especies han demostrado buena adaptabilidad a las soluciones salinas en el cultivo sin suelo con el sistema de paneles flotantes salvo algunas excepciones, abasteciendo producciones comprendidas entre 1,0 y 4,2 kg/m², teniendo en cuenta la brevedad del ciclo de cultivo (de media 51 días).

La rúcula es la especie que ha manifestado una mayor sensibilidad a las altas concentraciones de sales, a partir de 10 ds/m de CE se observan quemaduras en las hojas jóvenes de las plantas en el cultivo desarrollado en invernadero. Sin embargo en el cultivo desarrollado en las cámaras se encuentran quemaduras a partir de 2.5 ds/m de CE. Esto se debe a que existen distintos factores ambientales (radiación, humedad relativa, etc.) que condicionan que las plantas sean más sensibles o menos a las concentraciones de sales.

Por tanto, la rúcula resulta totalmente inapreciable para el mercado en estas condiciones.

Este problema que presenta la rúcula puede deberse a la reducción de la absorción de Ca que podría solucionarse con aportes extras de Ca.

Para el resto de especies estudiadas no se han observado ningún aspecto fisiológico alterado. La adaptación de las especies a las soluciones salinas ha sido buena.

En general, para todas las especies a una CE de 15 ds/m las plantas suelen reducir su tamaño, sobre todo en la verdolaga, que presenta 0,3 kg/m² de producción mínima. Esta reducción de tamaño puede ser debida al mismo proceso de adaptación del cultivo.

Las especies acumulan unas cantidades de nitrato en las hojas con valores aceptables dentro del marco europeo no afectándoles las distintas concentraciones salinas.

El sistema de paneles flotantes se considera un sistema de cultivo sin suelo cerrado, económico, reutilizable por más ciclos consecutivos, con un uso justo de la cantidad de solución nutritiva y agua. Es ideal para ciclos de cultivo breves y a alta densidad. Además permite la posibilidad de empleo en regiones del mundo que carecen de tierras cultivables.

El sistema de paneles flotantes permite la reducción del contenido de nitrato en las hojas sustituyendo la solución nutritiva con agua días antes de la recolección.

El producto obtenido es limpio, carente de residuos de tierra o sustrato, y sin apenas problemas fitosanitarios, respondiendo a las exigencias del mercado de especies para su uso en la IV gama.

El problema más importante de afrontar con este sistema de cultivo son aquellos típicos del sistema a ciclo cerrado como es el control del PH y de la CE de la solución nutritiva. Hay que prestar una atención particular a la oxigenación de la solución nutritiva porque se trata de un sistema estático, por tanto necesita una recirculación de la solución nutritiva o bien un suministro forzado de aire.

Además nos podemos encontrar con elevados costes de capital iniciales, algunas enfermedades como *Fusarium* y *Verticillium*, las cuales pueden extenderse rápidamente a través de este sistema, y la aparición de problemas nutricionales complejos.

En el cultivo llevado a cabo en las cámaras permite controlar el nº de horas de luz, la temperatura y el fotoperiodo, siendo similar al que hay en el exterior. De todos modos en nuestro ensayo se ha obtenido una menor producción respecto al obtenido en el invernadero para todas las especies estudiadas en general.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Abdel Gawad, G., Arslan, A., Gaihbe, A. y Kadouri, F. 2005. The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999-2002). *Agricultural Water Management* 78: 39-53.
- Abed, A.H. (1973). Einfluss von Salzkonzentration and Konzentrationsänderung in der Nährlösung auf Assimilation und Transpiration von Gurkenpflanzen. Dissertation Technischen Universität Hannover, 117 págs.
- Adams, P.; El-Gizawy, A.M. (1986). << Effect of salinity and watering level on the calcium content of tomato fruit >>. *Acta Hort.* 190:253-259.
- Adams, P.; Ho, L.C. (1990). << Effect of salinity on calcium transport in tomato (*Lycopersicon esculentum*) >>. En: Van Beusichem, M.L. (ed.) *Plant nutrition-physiology and application*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 469-472.
- Adams, P. (1991). << Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomato grown in rockwool >>. *J. Hort. Sci.*, 66:201-217.
- Adams, P.; Ho, L.C. (1992). << The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity >>. *J. Hort. Sci.*, 67:827-839.
- Adams, P.; Ho, L.C. (1993a). << Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato on the incidence of blossom-end rot >>. *Plant and Soil*, 154:127-132.
- Adams, P.; Ho, L.C. (1993b). << At the roots of blossom-end rot >>. *Grower*, 119:8, 8-9.
- Adams, P.; Ho, L.C. (1995). << Differential effects of salinity and humidity on growth and Ca status of tomato and cucumber grown in hydroponic culture >>. *Acta Hort.*, 401:357-363.
- Alarcón, A.L. 2000. *Tecnología para Cultivos de alto rendimiento*. Novedades Agrícolas. Murcia.
- Alarcón, J.J., Morales, M.A., Torrecillas, A. y Sánchez-Blanco, M.J. 1999. Growth, water relations and accumulation of organic and inorganic solutes in the halophyte *Limonium latifolium* cv. Avignon and its interspecific hybrid *Limonium caspia* x *Limonium latifolium* cv. Beltlaard during salt stress. *Journal of Plant Physiology* 154: 795-801.
- Alarcón Villora, R.; García Gonzalo, P.; Tardío Pato, J.. 2005. Adaptación al cultivo de dos especies silvestres comestibles de uso tradicional (*Silene vulgaris* y *Scolymus*

- hispanicus*). Recolección, caracterización y Evaluación Agronómica. Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA).
http://www.uib.es/catedra_iberamericana/publicaciones/seae/mesa1/silvestres.htm
- Alcaraz Ariza Francisco; Botías Pelegrín Manuel; García Ruíz Rafael; Ríos Ruiz Segundo; Rivera Núñez Diego; Robledo Miras Antonio. 2002. Flora Básica de la Región de Murcia.
- Alins Valls, G.; Badía Solans, J.; Cueva Baldovino, R. M.; Martín Closas, Ll.; Pelacho Aja, A. M.; Sanfeliu Llop, J. Cámaras de Cultivo. Cultivo in vitro. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrícola de Lleida. Unidad de Fisiología Vegetal del Departamento de Hortifruticultura, Botánica y Jardinería.
<http://www.etsea2.udl.es/invitro/camara.htm>
- Alonso de Herrera, G. 1981. Agricultura General (1413). Edición crítica de E. Terrón. Madrid. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura.
- Anonymous. 2003. The USDA nutrient data base for standard reference.
http://www.nal.usda.gov/fnic/cgibin/nut_search.pl
- Askoy, U., KayikÇioglu, H., Kukul, Y.S., Hepaksoy, S., Can, H.Z. y Baler, B. 2003. An environmentally friendly technique to control salination: Salt removing crops. Acta Horticulturae 598: 137-142.
- Awang, Y.R.; Atherton, J.G.; Taylor, A. J. (1993). << Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool >>. II. Fruit quality. J. Hort. Sci., 68:791-795.
- Awang, Y.B.; Atherton, J.G. (1994). << Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on rockwool >>. J. Hort. Sci., 69:377-383.
- Bakker, J.C.; Sonneveld, C. (1988). << Calcium deficiency of glasshouse cucumbers as affected by environmental humidity and mineral nutrition >>. J. Hort. Sci., 63:241-246.
- Bang, H.O., Dyerberg, J. y Nielsen A.B. 1971. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west coast Eskimos. Lancet 1143-1145.
- Bello, A., López-Pérez, J.A., Díaz-Viruliche, L. y Tello, J. 2001. Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. En: Report on Validated Methyl Bromide Alternatives. (R. Labrada, Ed.) FAO, Roma, 13 pp.
- Bernstein, L. (1961). << Osmotic adjustment of plants to saline media. I Steady state >>. Amer. J. Bot., 48:909-918.

- Bernstein, L. (1963). Osmotic adjustment of plants to saline media. II Dynamic phase. *Amer. J. Bot.*, 50, 360-370.
- Bernstein, L. (1964). << Effects of salinity on mineral composition and growth of plants >>. *Plant Anal. Fert. Problems*, IV:25-45.
- Bernstein, L. (1975). << Effects of salinity and sodicity on plant growth >>. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 13:295-312.
- Bernstein, L. (1976). << Physiological basis of salt tolerance in plants >>. *Proc. Intern. Symp. Genetic Control Diversity in Plants*. Lahore, Pakistan, March, 1976. Plenum Press, New York, 283-290.
- Besford, R.T. (1978). << Effect of replacing nutrient potassium by sodium on uptake and distribution of sodium in tomato plants >>. *Plant and Soil*, 50:399-409.
- Bianco, V.V., Damo, R., Roshanji, N. y Mero, G. 2000. En: *Piante spontanee della flora Albanese utilizzabili come ortaggi e piante da condimento*. Interreg II, Italia-Albania. Asse 6. Cooperazione transfrontaliera; Sottomisura 6.2.C. Introduzione di innovazione tecnologiche nei processi produttivi 4. Dipartimento de Scienze e Produzione Vegetali, Univesità di Bari. Bari. Italia.
- Bianco, V.V. 2002. Nitrato in alcune specie spontanee eduli pugliesi. *Culture protette* 31: 42-46.
- Bianco, V.V., Santamaria, P. y Elia, A. 1998. Nutritional value and nitrate content in edible wild species used in southern Italy. *Acta Horticulturae* 467: 71-90.
- Blom-Zandstra, M. y Lampe, E.M. 1983. The effect of chloride and sulphate salts on the nitrate content in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Plant Nutrition* 6: 611-628.
- Blom-Zandstra, M.; Vogelzang, S.A.; Veen, B.W. (1998). << Sodium fluxes in sweet pepper to varying sodium concentrations >>. *J. Exp. Bot.*, 49:1863-1868.
- Boutelou, C. y E. 1801. *Tratado de la huerta*. Madrid. Imprenta Villalpando.
- Breimer, T. 1982. Environmental factors and cultural measures affecting the nitrate content in spinach. *Fert Research* 3: 191-192.
- Burges N. A; Chater, A. O; Tutin T. G;; Edmondson J. R; Heywood V. H; Moore D. M; Valentine D. H; Walters S. M; Webb D. A. Assisted by J. R. Akeroyd Ana M. E. Newton. Appendices edited by R. R. Mill.1996-2000. *FLORA EUROPEA*. Volumen 1: Psilotaceae to Platanaceae. Cambridge University Press.

- Candolle, A. 1883. *Origine des plantes cultivées*. 10ª Edición. París. Baillièrè.
- Cantliffe, D.J. 1972. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. *Journal of American Society for Horticultural Science* 97: 414-418.
- Castroviejo, S. 1997. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. VI (*Ebenaceae-Saxifragaceae*). (F. Muñoz Garmendia y C. Navarro, eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid. España.
- Cerda, A.; Bingham, F.T. (1978). << Yield, mineral composition, and salt tolerance of tomato and wheat as affected by NaCl and P nutrition >>. *Agrochimica*, 12:140-149.
- Chan, K., Islam, M.W., Kamil, M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M.N.M., Habibullah. M. y Attas, A. 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *Sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology* 73: 445-451.
- Charbonneau, J.; Gosselin, A.; Trudel, M.J. (1988). << Influence de la conductivité électrique de la solution nutritive sur la croissance et le développement de la tomate de serre cultivée avec ou sans éclairage d'appoint >>. *Can. J. Plant Sci.*, 68:267-276.
- Charfeddine, M. 2004. *Miglioramento del valore nutrizionale di ortaggi da foglia del Bacino del Mediterraneo*. Tesis Doctoral, Universidad de Bari. Italia.
- Chen, J., Shi, Y. y Liu, J. 2003. Determination of noradrenaline and dopamine in Chinese herbal extracts from *Portulaca oleracea* L. by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 1003: 127-132.
- Collier, G.F.; Tibbitts, T.W. (1984). << Effect of relative humidity and root temperature on calcium concentration and tipburn development in lettuce >>. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109:128-131.
- Columela, L. J. M. 1824. *Los doce libros de agricultura* (42d.C). Madrid. Imprenta Miguel de Burgos.
- Cornish, P.S. (1992). << Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in hydroponic culture >>. *Austr. J. Exp. Agric.*, 32:513-520.
- Corrè, W.J. y Breimer, T. 1979. *Nitrate and nitrite in vegetables*. Pudoc, Wageningen.
- Cros, V., Martínez-Sánchez, A., López, J., Egea, C., Fernández, J. y Martínez-Sánchez, J.J. 2002. Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre la Acumulación de Nitrato en Distintas Acciones de *Moricandia Arvensis* L. (*Cruciferae*). Departamento de Producción Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena. Grupo de Horticultura

- Sostenible en Zonas Áridas. Unidad Asociada al CSIC-CEBAS. Cartagena. Murcia. Departamento de Horticultura. IMIDA. La Alberca. Murcia. España.
- Cros, V., Vicente, M.J., Franco, J.A., López, J., Fernández, J. A., Martínez-Sánchez, J. J. 2002. Primeros Ensayos de Adaptación de *Portulaca Oleracea* L. al Cultivo Hidropónico. Departamento de Producción Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena. Unidad de I+D Hortofrutícola, CIDA, Conserjería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua, Región de Murcia, 30150 La Alberca (Murcia).
- De Jager, H. (1933). Ziekteverschijnselen van enkele cultuurgewassen als gevolg van de inwerking van keukenzout. PhD Thesis University of Utrecht, 95 págs.
- De Kreij, C.; Janse, J.; Van Goor, B.J.; Van Doesburg, J.D.J. (1992). << The incidence of calcium oxalate crystals in fruit walls of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by humidity, phosphate and calcium supply >>. J. Hort. Sci., 67:45-50.
- De Kreij, C. (1996). << Interactive effects of air humidity, calcium and phosphate on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient contents of tomato >>. J. Plant Nutr., 19:361-377.
- Dweck, A. C. 2001. Purslane – *Portulaca oleracea* the global panacea. http://www.dweckdata.com/Published_papers/Portulaca_oleracea.pdf. Accessed 20.06.05.
- Ehret, D.L.; Ho, L.C. (1986). << Translocation of calcium in relation to tomato fruit growth >>. Ann. Bot., 58:679-688.
- Elia, A., Santamaria, P. y Serio, F. 1998. Nitrogen nutrition, yield and quality of spinach. Journal of Science and Food Agriculture 76: 341-346.
- Ezekwe, M.O., Omara-Alwala, T.R. y Membrahtu, T. 1999. Nutritive characterization of purslane accessions as influenced by planting date. Plant Foods for Human Nutrition 54: 183-191.
- F.A.O. 1978. Agricultural and Horticultural Seeds, Food & Agricultural Organization. United Nations.
- Fernández Galiano, Emilio; Valdés, Benito; Talavera, Salvador. 1987. Flora Vasculare de Andalucía Occidental 1. Ketres Editora S.A.
- Feigin, A.; Ganmore-Neumann, R.; Gilead, S. (1989). << Response of rose plants to Cl or NO₃ salinity under different CO₂ atmospheres >>. Seventh International Congress on Soilless Culture, Flevohof, 1988, pp. 135-143.

- Franco, J.A., Fernández, J.A., Bañón, S. y González, A. 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. *HortScience* 32: 642-644.
- Franco, J.A. y Leskovar, D.I. 2002. Root dynamics of muskmelon transplants as affected by nursery irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127: 337-342.
- Galloway, B.A., Monks, D.W. y Schultheis, J.R. 1996. Effect of herbicides on pepper transplants produced using various irrigation systems. Department of Horticultural Science. North Carolina University. Raleigh, NC 27695-7609. 323-332.
- García, M.; Urrestarazu, M. (1998). La recirculación de la disolución nutritiva en el área mediterránea. Caja Rural de Granada. 171 págs.
- Garg, B.K. y Gupta, I.C. 1997. Saline Wastelands Environment and Plant Growth. Scientific Publishers. Jodhpur. India.
- Geraldson, C.M. (1957). << Factors affecting calcium nutrition of celery, tomato, and pepper >>. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 21:621-625.
- Gericke, W.F. 1937. Hydroponics. Crop production in liquid culture media. *Science* 85: 177-178.
- Goh, K.M. y Vityakon, P. 1988. Ionic composition and oxalate accumulation of spinach and beetroot as affected by rates and forms of nitrogenous fertilisers applied. *Thai Journal of Agricultural Science* 21: 189-216.
- Gonnella, M., F. Serio, G. Conversa y Santamaria, P. 2003. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different sowing density and plant spatial arrangements. *Acta Horticulturae* 614: 687-90.
- Gonnella, M., Charfedine, M., Conversa, G. y Santamaria, P. 2005. Portulaca: da infestante ad alimento funzionale? *Colture Protette* 3: 49-55.
- Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L., Filippi, F. y Curadi, M. 2003. Tomato growing in saline conditions with biodesalinating plants: *Salsola soda* L., and *Portulaca oleracea* L. *Acta Horticulturae* 609: 301-305.
- Grattan, S.R.; Maas, E.V. (1988a). << Effect of salinity on phosphate accumulation and injury in soybean >>. I. Influence of CaCl₂/NaCl ratios. *Plant and Soil*, 105:25-32.
- Grattan, S.R.; Maas, E.V. (1988b). << Effect of salinity on phosphate accumulation and injury in soybean >>. II. Role of substrate Na and Cl. *Plant and Soil*, 109:65-71.

- Grávalos Riesco, Carolina. 2002. Producción de Rúcola, Canónigo y Mastuerzo mediante la Técnica de "Floating System". Ingeniería Técnica Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Greenway, H.; Munns, R. (1980). << Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes >>. Ann. Rev. Plant Physiol., 31:149-190.
- Grieve, C.M. y Suárez, D.L. 1997. Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuse systems. Plant and Soil 192: 277-283.
- Guil, J.L., Rodríguez-García, I. y Torija, E. 1996. Identification of fatty acids in edible plants by gas chromatography. Journal of Chromatography A 719: 229-235.
- Guil, J.L., Torija, E., Jiménez, J.J. y Rodríguez-García, I. 1997. Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. Plant Foods Human Nutrition 51: 99-107.
- Hayward, H.E.; Long, E.M. (1940-1941). << Anatomical and physiological response of the tomato to varying concentrations of sodium chloride, sodium sulphate, and nutrient solutions >>. Bot. Gaz., 102: 437-462.
- Hecht-Buchholz, Ch.; Mix, G.; Marschner, H. (1979). << Effect of NaCl on mineral content and fine structure of cells in plant species with different salt tolerance >>. En: Proc. 7th Intern. Coll. Plant Anal. Fert. Problems, 1:147-156.
- Hernández Bermejo, J.E. y León, J. 1994. Neglected Crops 1492 from a Different Perspective. (J.E. Hernández Bermejo y J. León, eds.). FAO Plant Production and Protection Series, nº 26.
- Ho, L.C.; Adams, P. (1989). << Calcium deficiency-a matter of inadequate transport to rapidly growing organs >>. Plants Today, 2:202-207.
- Ho, L.C.; Adams, P. (1994). << Regulation of partitioning of dry matter and calcium in cucumber in relation to fruit growth and salinity >>. Ann. Bot., 73:539-545.
- Howard M. Resh, Ph. D.2001. Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi-Prensa.
- Howell, W.; Bernhard, R.L. (1961). << Phosphorus response of soybean varieties >>. Crop Sci, 1:311-313.
- Ibn Bassal. 1955. Libro de Agricultura (siglo XI). Texto editado, traducido y anotado por J. M. Millas Vallicrosa y M. Aziman. Instituto Muley El-Hasan.
- Isidoro de Sevilla. 1982. Etimologías (Siglo VI). Texto latino, versión española y notas de J. Oroz Reta y M. Marcos Casquero. 2 Vol. Madrid. BAC.

- Jacobi, B. (1979). << Sodium recirculation and loss from *Phaseolus vulgaris* L. >>. Ann. Bot., 43:741-744.
- Janse, J.; De Kreij, C. (1989). << Vooral stip bij hoog calciumgehalte in de vrucht >>. Groenten en Fruit, 44, 3:40-41.
- Jensen, M.H. 1980. Tomorrow's Agriculture Today. American Vegetable Grower's 28: 16-63.
- Kays, S.J. y Dias, J.C.S. 1995. Common names of commercially cultivated vegetables of the world in 15 languages. Economic Botany 40: 115-152.
- Kumamoto, J., Scora, R.W., Clerx, W.A., Matsumura, W.A. Layfield, D. y Grieve, C.M. 1990. Purslane: A potential new vegetable crop rich in omega-3 fatty acid with a controllable sodium chloride content. Proceedings of the First International Conference on New Industrial Crops and Products, Riverside CA. Eds. H.H. Naqvi, A. Estilai and I.P. Ting. University of Arizona, Tucson, AZ. 229-233.
- Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (1995). Ziekten en afwijkingen bij bolgewassen, Deel 2, Tweede druk. Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse, 190 págs.
- Laguna, Emilio. Flora de Belalcázar. Noticiario Belalcazareño.
<http://www.belalcazar.org/Fauna-%20flora/fichas/Verdolaga.htm>
- Lara, M.V., Drincovich, M.F. y Andreo, C.S. 2004. Induction of a Crassulacean acid-like metabolism in the C₄ succulent plant *Portulaca oleracea* L.; study of enzymes involved in carbon fixation and carbohydrate metabolism. Plant Cell Physiology 45: 618-626.
- Leskovar, D. I. 2001. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Texas A & University. 24 p.
- Libert, B. y Franceschi, V.R. 1987. Oxalate in crops plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry 35: 926-938.
- Liu, L., Howe, P., Zhou, Y., Xu, Z., Hocart, C. y Zhang, R. 2000. Fatty acids and α -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. Journal of Chromatography A 893: 207-213.
- Lüttge, U.; Smith, J.A.C. (1984). << Structural, biophysical, and biochemical aspects of the role of leaves in plant adaptation to salinity and water stress >>. En: Staples, R.C. y Thoenniessen, G.H. Salinity Tolerance in Plants, John Wiley & Sons, New York, pp. 125-150.

- Maas, E.V. y Grattan, S.R. 1999. Crop yields as affected by salinity. En: Skaggs, R.W., van Schilfhaarde, J. (Eds.), Agronomy Monography No 38. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Maas, E.V.; Nieman, R.H. (1978). << Physiology of plant tolerance to salinity >>. En: Crop Tolerance to Suboptimal Land Conditions. ASA Special publication no 32, US Salinity Lab ARS/USDA Cal.
- Maas, E.V. (1986). << Salt tolerance of plants >>. Applied Agric. Res. 1, 1:12-26.
- Maaswinkel, R.H.M.; (1988). << Geringe verdamping beperkt kans op kelkverdroging >>. Groenten en Fruit, 44, 22:39.
- Magán Cañadas J. J., 1999. En: Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin suelo II. Curso superior de especialización (F.I.A.P.A. eds.). 173-205.
- Massantini, F. 1976. Floating hydroponics: A new method of soilless culture. Proceedings 4th Int. Congress Soilless Culture 91-98. IWOSC, Wageningen.
- Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L. y Peck, N.H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Advances in Agronomy 28:71-118.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H. y Pandey, A.N. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. Journal of Agronomic Crop Science 185: 209-217.
- Mitich, L.W. 1997. Common purslane (*Portulaca oleracea*). Weed Technology 11: 394-397.
- Mizrahi, Y. (1982). << Effect of salinity on tomato fruit ripening >>. Plant Physiol., 69:966-970.
- Mizrahi, Y.; Pasternak, D. (1985). << Effect of salinity on quality of various agriculture crops >>. Plant and Soil, 89:301-307.
- Mizrahi, Y.; Taleisnik, E.; Gagan-Zur, V. (1988). << A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield >>. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113:202-205.
- MOPTMA. 1995. Estrategia Nacional para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Centro de publicaciones del MOPTMA, Madrid.
- Nicola, S., Fontana, E., Hoeberechts, J. y Saglietti, D. 2003. Il sistema di irrigazione ed il substrato di crescita influenzano la produzione del ravanella in coltura fuori suolo. Proceedings VII Giornate Scientifiche SOI, 4-6 Maggio 2004Castel dell'Ovo, Napoli. En prensa.

- Nieman, R.H.; Poulsen, L.L. (1971). << Plant growth suppression on saline media: Interactions with light >>. Bot. Gaz., 132: 14-19.
- Noonan, S.G. y Savage, G.P. 1999. Oxalate contents of foods and its effect on humans. Asia Pacific Journal of Clinical and Nutrition 8: 64-74.
- Nukaya, A. (1983). Salt tolerance studies in muskmelons and other vegetables. Technical bulletin, no 8. Department Hort. Faculty Agric., Shizuoka University, Japan.
- Obied, W.A., Mohamoud, E.N. y Mohamed O.S.A. 2003. *Portulaca oleracea* (purslane): nutritive composition and clinico-pathological effects on Nubian goats. Small Ruminant Research 48: 31-36.
- Ohta, K.; Ito, N.; Hasoko, T.; Higashimura, H. (1991). << Influence of the concentrations of nutrient solution and salt supplement on quality and yield of cherry tomato grown hydroponically >>. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 60:89-95.
- Omara-Alwala, T.R., Mebrahtu, T., Prior, D.E. y Ezekwe, M.O. 1991. Omega-three fatty acids in purslane (*Portulaca oleracea*) tissues. Journal of the American Oil Chemists' Society 68: 198-199.
- Osorio, N.W., Shuai, X., Miyasaka, S., Wang, B., Shirey, R.L. y Wigmore, W.J. 2003. Nitrogen level and form affect taro growth and nutrition. HortScience 38: 36-40.
- Palaniswamy, U.R., McAvoy, R.J., y Bible, B.B. 2000. Omega-3 fatty acid concentration in *Portulaca oleracea* is altered by nitrogen source in hydroponic solution. Journal of the American Society for Horticultural Science 125: 190-194.
- Palaniswamy, U.R., McAvoy, R.J. y Bible, B.B. 2001. Stage of harvest and polyunsaturated essential fatty acid concentrations in purslane (*Portulaca oleracea*) leaves. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 3490-3493.
- Palaniswamy, U.R., McAvoy, R.J. y Bible, B.B. 2002. Effect of nitrate: ammonium nitrogen ratio and oxalate levels of purslane. En: Trends in new crops and new uses. (Janick, J. and Whipkey, A., Eds.). ASHS Press, Alexandria, VA.
- Palaniswamy, U.R., Bible, B.B. y McAvoy, R.J. 2004. Oxalic acid concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. Scientia Horticulturae 102: 267-275.
- Petersen, K.K.; Willumsen, J.; Kaack, K. (1998). << Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources >>. J. Hort. Sci. & Biotechn., 73:205-215.

- Pluda, D.; Rabinowitch, H.D.; Kafkafi, U. (1993). << Pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) quality characteristics respond to nitrogen nutrition and salinity >>. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 118:86-91.
- Quince, J.P. 1982. Fluctuations des teneurs en nitrate des legumes au cours de la journée. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 14: 85-87.
- Ramoliya, P.J. y Pandey, A.N. 2003. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Cordia rothii*. Forest Ecology and Management 176: 185-194.
- Raviv, M.; Reuveni, R.; Krasnovsky, A.; Medina, Sh. (1995). << Recirculation of rose drainage water under semi-arid conditions >>. Acta Horticulturae, 401: 427-433.
- Reinink, K. 1991. Genotype environment interaction for nitrate concentration in lettuce. Plant Breeding 107: 39-49.
- Roberts, J.K.M.; Linker, C.S.; Benoit, A.G.; Jardetzki, O.; Nieman, H.N. (1984). << Salt stimulation of phosphate uptake in maize root tips studied by P nuclear magnetic resonance >>. Plant Physiol., 75:947-950.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L y Meijs, M.Q. 1985. Effect of nitrogen nutrition and global radiation yield and nitrate content of lettuce grown under glass. Soil Science and Plant Analysis 16:1293-1300.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L y Spaans, L. 1985. Nitrate and bromide content of glasshouse radish as affected by soil content and global radiation. Soil Science and Plant Analysis 16: 1307-1318.
- Runia, W. 1996. Disinfection of recirculation water from closed production systems. En: Proceedings of the Seminar on Closed Production Systems. (E.A. van Os, ed.). IMAGDLO report 96: 20-24.
- Ruxton, C.H.S., Reed, S.C., Simpson M.J.A. y Millington, K.J. 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. Journal of Human Nutrition and Dietetics 17: 449-459.
- Salim, M. (1989). << Effects of salinity and relative humidity on growth and ionic relations of plants >>. New Phytol., 13:13-20.
- Salisbury, E. 1961. En: Weeds and Aliens, Collins, London.
- Samy, J., Sugumaran, M. y Lee, L. W. 2004. Herbs of Malaysia: An introduction to the medicinal, culinary, aromatic and cosmetic use of herbs. Kuala Lumpur: Times Edition.

- Sandó Castillo, N.D. 2006. Contribución a la tecnología de cepellones para el cultivo protegido en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la provincia de Cienfuegos. Tesis. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez”. Cienfuegos. Cuba.
- Santamaria, P., Elia, A., Gonnella, M., Serio, F. y Todaro, E. 1997. I fattori che influenzano l’accumulo dei nitrati negli ortaggi. *Informatore Agrario* 53: 117-121.
- Savvas, D.; Lenz, F. (1994a). << Influence of salinity on the incidence of the physiological disorder “internal fruit rot” in hydroponical-grown eggplants >>. *Angew. Bot.*, 68:32-35.
- Savvas, D.; Lenz, F. (1994b). << Einfluss einer NaCl-Salzbelastung auf das vegetative und generative Wachstum von Aubergine (*Solanum melongena* L.) in Hydrokultur >>. *Gartenbauwissenschaft*, 59:172-177.
- Savvas, D.; Lenz, F. (1996). << Influence of NaCl concentration in the nutrient solution on mineral composition of eggplants grown in sand culture >>. *Angew. Bot.*, 70:124-127.
- Selmer-Olsen, A.R.; Gislerød, H.R. (1980). << Nutrient content of chrysanthemum grown in recirculating nutrient solution >>. *Acta Hort.*, 98:211-218.
- Schuddeboom, L.J. 1993. Nitrates and nitrites in foodstuffs. Council of Europe Press, pp. 125.
- Schwarz, D.; Kuchenbuch, K. (1997). << Growth analysis of tomato in a closed recirculating system in relation to the EC-value of the nutrient solution >>. *Acta Hort.*, 450:169-176.
- Schwarz, M. (1984). Morphological and growth responses to salinity at high level of carbon dioxide. Sixth International Congress on Soilless Culture, Lunteren 1984, 565-570.
- Shear, C.B. (1975). << Calcium related disorders of fruit and vegetables >>. *HortScience*, 10:361-365.
- Shimida, N. (1973). << Excess injury of calcium and magnesium in the crops >>. *Japan. Agric. Res. Quarterly*, 7:173-177.
- Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition* 54: 438-463.
- Simopoulos, A.P., Norman, H.A., Gillapsy, J.E. y Duke, J.A. 1992. Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition* 11: 374-382.

- Simopoulos, A.P. 2001. The Mediterranean Diets: What is so special about the diet of Greece? The Scientific Evidence. American Institute for Cancer Research 11th Annual Research Conference on Diet, Nutrition and Cancer. Journal of Nutrition 131: 3065-3073.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O. y Eris, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Horticulturae 97: 229-237.
- Sobrino Vesperinas, E.. 1978. Serie Cromosómica Euploide en el Género *Moricandia* DC. (*Cruciferae*). Escuela T. S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica Madrid.
- [http://www.rjb.csic.es/pdfs//Anales_35\(1\)_411_416.pdf](http://www.rjb.csic.es/pdfs//Anales_35(1)_411_416.pdf)
- Sonneveld, C.; Van Beusekom, J. (1974). << De invloed van zout gietwater bij de teelt van peper en paprika onder glass >>. Landbouwk. Tijdschr., 86:241-245.
- Sonneveld, C.; Van Beusekom, J. (1974a). << The effect of saline irrigation water on some vegetables under glass >>. Acta Hort., 35:75-85.
- Sonneveld, C.; Van den Ende, J. (1975). << The effect of some salts on head weight and tipburn of lettuce and on fruit production and blossom-end rot of tomatoes >>. Neth. J. Agric. Sci., 23:191-201.
- Sonneveld, C.; Voogt, S.J. (1978). << Effects of saline irrigation water on glasshouse cucumbers >>. Plant and Soil, 49:595-606.
- Sonneveld, C. (1979). << Effects of salinity on the growth and mineral composition of sweet pepper and egg plant grown under glass >>. Acta Hort., 89:71-78.
- Sonneveld, C.; Mook, E. (1983). << Lettuce tipburn as related to the cation contents of different plant parts >>. Plant and Soil, 57:41-52.
- Sonneveld, C. (1988). << The salt tolerance of greenhouse crops >>. Neth. J. Agric. Sci., 36:63-73.

- Sonneveld, C.; Welles, G.W.H. (1988). << Yield and quality of rockwool grown-tomatoes as affected by variations in EC-value and climatic conditions >>. *Plant Soil*, 111:37-42.
- Sonneveld, C.; Voogt, W. (1990). << Response of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to an unequal distribution of nutrients in the root environment >>. *Plant Soil*, 124:251-256.
- Sonneveld, C.; Van der Burg, A.M.M. (1991). << Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture >>. *Neth. J. Agric. Sci.*, 39:115-122.
- Sonneveld, C.; Van den Bos, A.L. (1995). << Effects of nutrient levels on growth and quality of radish (*Raphanus sativus* L.) grown on different substrates >>. *J. Plant Nutr.*, 18:501-513.
- Sonneveld, C.; De Kreij, C. (1999). << Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to an unequal distribution of salts in the root environment >>. *Plant Soil*, 209:47-56.
- Sonneveld, C.; Baas, R.; Nijssen, H.M.C.; De Hoog, J. (1999). << Salt tolerance of flower crops grown in soilless culture >>. *J. Plant Nutr.*, 22:1033-1048.
- Tanji, K.K. 1990. Nature and extent of agricultural salinity. En: Tanji, K.K. (Ed.). *Agricultural Salinity Assesment and Management*. American Society of Civil Engyneers, New York. *Manual and Report Engineering Practice 71*: 71-92.
- Thomas, B. 1993. Overview of the Speedling, Incorporated, Transplant Industry Operation. *HortTechnology 3*: 406-408.
- Trautwein, E.A. 2001. Fatty acids – physiological and technical aspect for their use in food. *European Journal of Lipid Science and Technology 103*: 45-55.
- Tremolieres, A., Guillot-Salomon, T., Dubacq, J.P., Jacques, R., Mazliak, P. y Signol, M. 1979. The effect of monochromatic lights on linolenic and trans-3 hexadecenoic acid biosynthesis and its correlation to development of the plastid lamellar system. *Plant Physiology 45*: 429-436.
- Udagawa (1995). << Some response of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris*), grown in hydroponic, to the concentration of nutrient solution >>. *Acta Hort.*, 396:203-210.
- Unger, P.D., Miller, S.D. y Jones, O.R. 1999. Weed seeds in long-term dry-land tillage and cropping system plots. *Weed Research 39*: 213-223.

- Urrestarazu, M. (1996a). << Soluciones Nutritivas Recirculantes >>. En: A. Delfin. Hidroponía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú, pp. 171-177.
- Urrestarazu, M. (1996b). Variación Diaria del Volumen e Iones Inorgánicos en el exudado xilemático de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) cultivados en N.F.T. recirculante. Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones.
- Urrestarazu Gavilán, Miguel. 2004. Tratado de Cultivo sin Suelo. Ediciones Mundi-Prensa.
- Vázquez, A. 2004. Las bandejas flotantes también protegen el medio ambiente. El Habanero. Edición Digital. Girón. La Habana.
- Van Berkel, N. (1987). << Bestrijding van rand bij chinese kool >>. Groenten en Fruit, 42 no 43:28-29.
- Van de Dijk, S.J. 1981. Nitrogen metabolism in higher plants in different environments. Tesis Doctoral. Univ. Groningen, Haren. Holanda.
- Van den Bos, A.L. (1996a). EC in relatie tot het type substraat bij de teelt van freesia in een gesloten teeltsysteem. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Aalsmeer/Naaldwijk, Rapport 45, 34 págs.
- Van den Bos, A.L. (1996b). EC in relatie tot het type substraat bij de teelt van asters in een gesloten teeltsysteem. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Aalsmeer/Naaldwijk, Rapport 50, 29 págs.
- Van den Bos, A.L. (1996c). EC in relatie tot het type substraat bij de bollenteelt van amaryllis in een gesloten teeltsysteem. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente Aalsmeer/Naaldwijk, Rapport 55, 30 págs.
- Van den Ende, J.; Koornneef, P., Sonneveld, C. (1975). << Osmotic pressure of the soil solution: Determination and effects on some glasshouse crops >>. Neth. J. Agric. Sci., 23:181-190.
- Van Diest, A. 1990. Accumulation of nitrate in higher plants. Its causes and prevention. Nitrogen in Higher Plants. Y.P. Abrol. John Wiley and Song Inc. Nueva York.
- Van Genuchten, M. Th.; Hoffman, G.J. (1984). << Analysis of crop salt tolerance data >>. En: Ecological Studies 51, Shainberg I and Shalhevet J (Eds) Soil salinity under irrigation, processes and management, Springer Verlag, Berlin, 258-271.

- Veen, B.W. y Kleinendorst, A. 1985. Nitrate accumulation and osmotic regulation in Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). *Journal of Experimental Botany* 36: 211-218.
- Verkerke, W.; Gielesen, W.; Engelaan, R. (1992). << Langer houdbaar door steviger schil >>. *Groenten en Fruit/Glasgroen-ten*, 2.7:22-23.
- Voogt, W.; Sonneveld, C. (1985). << NH₄ application for sweet peppers in recirculating water >>. En: *Glasshouse Crops Research and Experiment Station Naaldwijk The Netherlands, Annual Report 1985*, 23 págs.
- Voogt, W.; Sonneveld- Van Buchem, H.G.M. (1989). << Hoge fosfaatconcentraties hebben negatieve effecten >>. *Groenten en Fruit*, 44 no 35:38-39.
- Voogt, W. (1992). Plant niet vies van chloride. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 2, 48:32-33.
- Villariás José Luis. 2002. *Atlas de Malas Hierbas*, Ediciones Mundi-Prensa.
- Whitson, T.D. 2001. *Weeds of the west*, 9th ed. Jackson: Univ. Wyoming.
- Wiebe, H.J. (1967). << Untersuchungen über den Blattrandbrand bei Kopfsalat >>. *Gartenbauwissenschaft*, 32:375-385.
- Wiebe, H.J. 1987. Einflub der Tageslänge auf Eutwicklung, Wachstum ud Nitratgehalt von spinatsorten. *Archiv fur Gartenbau* 52: 103-108.
- Wiersum, L.K. (1965). << Invloed van groei en verdamping der vruchten op het optreden van neusrot bij tomaten >>. *Meded. Dir. Tuinb.*, 28:264-267.
- Yeo, A.R.; Flowers, T.J. (1984). << Mechanisms of salinity resistance in rice and their role as physiological criteria in plant breeding >>. En: Staples, R.C., Thoenniessen, G.H. (Eds) *Salinity tolerance in plants*. John Wiley and Sons, New York, 151-170.
- Zeroni, M.; Gale, J. (1989). << Response of “Sonia” roses to salinity at three levels of ambient CO₂ >>. *J. Hort. Sci.*, 64:503-511.
- Zijlstra, S.; Den Nijs, A.P.M.; Sonneveld, C.; Vos, G. (1987). << Een nieuwe aanpak van het necroseprobleem bij meel-dauwresistente komkommers >>. *Prophyta*, 41:138-140.