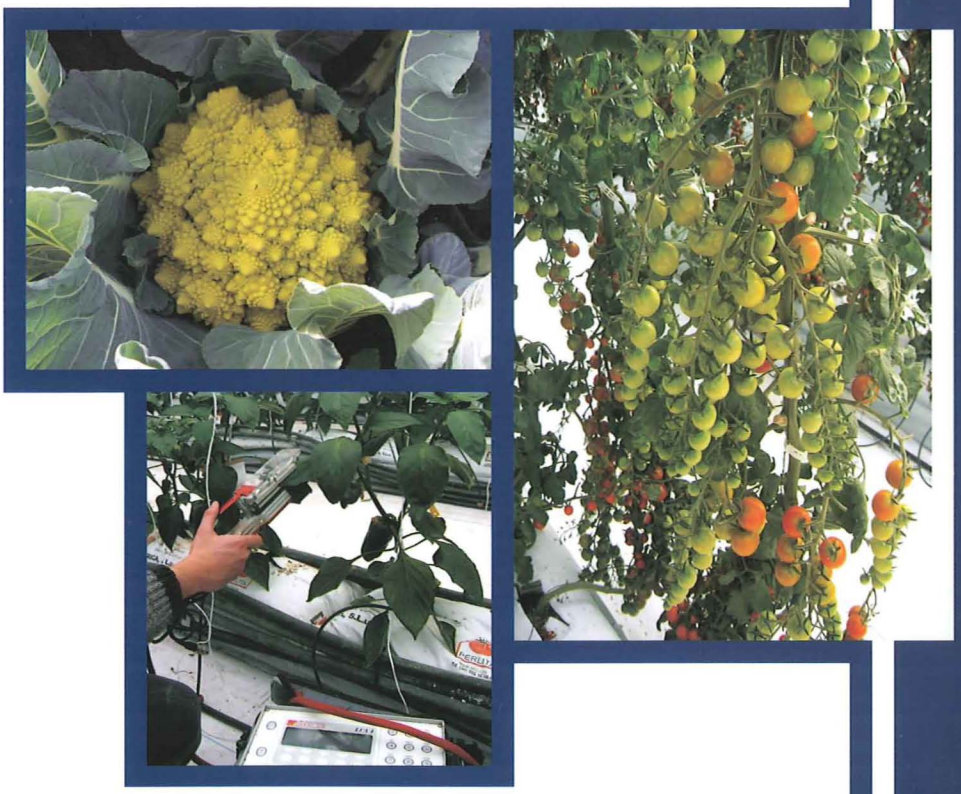
XXXIV SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

Murcia, 2004



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL
DE AGRICULTURA Y
ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GRAL.
DE DESARROLLO
RURAL

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN Y HOMOGENEIDAD DE ZANAHORIA

PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
Profesor de Horticultura del Dpto. de Producción Vegetal de la UPM
Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola

CARLOS ÁLVAREZ
Becario de la UPM
Ing. Téc. Agrícola en empresa privada

ALICIA RODRÍGUEZ CASTRO
Becario de la UPM
Escuela taller
Brunete (Madrid)

RESUMEN

La principal Comunidad Autónoma productora de zanahoria es Andalucía, seguida de Castilla y León, la Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha. Por provincias, Cádiz es la que más superficie dedica a la zanahoria con 3.100 ha sobre las que se producen 139.500 t, el 36% de toda la zanahoria española. Le siguen Valladolid y Segovia, superando entre ambas las 2.000 ha con una producción de 154.360 t, el 40% del total, lo que hace que esta zona se haya convertido en la primera productora de zanahoria en nuestro país, superando a Cádiz. Los calendarios de las dos zonas importantes de producción se solapan ya que en la zona centro la época de producción va desde julio a febrero mientras que en la zona sur se produce desde febrero a junio.

Uno de los aspectos que más preocupa en el cultivo de zanahoria a nivel comercial es el de la falta de homogeneidad. El agricultor sufre la aplicación de altos porcentajes de descuento en concepto de destrío, en gran parte debido a zanahorias que están fuera de tamaño. Aumentando la homogeneidad se disminuye el número de lotes a realizar con una misma partida de zanahoria, disminuyendo por lo tanto el tiempo que dura el proceso de lavado-envasado-almacenamiento, además de poder disminuir el porcentaje de descuento aplicado al agricultor. Todo esto al final implica que disminuyendo la heterogeneidad, se puede aumentar la competitividad frente a otros productores y por lo tanto la posibilidad de aumentar la cuota de mercado.

Sobre la homogeneidad influyen muchos factores, buena parte de ellos, muy ligados a la siembra, pero estos factores no son fáciles de controlar. También es conocido que si en un cultivo aumentamos la densidad y la competencia entre las plantas es mayor, las plantas que obtenemos tienden a crecer de una manera parecida, aumentando la homogeneidad, aunque la planta alcance menor desarrollo.

En este trabajo se pretende conocer como influye la densidad de siembra sobre el tamaño de las raíces y que nivel de homogeneidad podemos esperar. Las densidades empleadas van desde $1{,}5/10^6$ semillas/ha^{-1} a $2{,}5/10^6$ semillas/ha^{-1}, aumentando o disminuyendo en dos tramos de 200.000 semillas/ha^{-1} sobre las densidades más frecuentemente empleadas en la zona para la época de cultivo de media estación o tardía: 1.900.000 a 2.100.000 semillas/ha^{-1}. Los dos cultivares utilizados en el ensayo son actualmente los más utilizados en la zona: Maestro (predominante en media estación) y Bolero (predominante en la estación tardía).

Los datos obtenidos para el mes de marzo, que sería la fecha de recolección, nos muestran que la relación entre el peso de la raíz y la densidad de siembra es lineal, con unos coeficientes de correlación altamente significativos. Para estas fechas, una zanahoria del cv. Maestro sembrada a una densidad de 2 millones de semillas por hectárea, pesaría 79,17 g, y una del cv. Bolero pesaría 86,104 g. En general, los coeficientes de variación son menores en noviembre que en marzo, en noviembre las raíces cosechadas serían más homogéneas que en marzo, y esa diferencia es más acusada en Maestro que en Bolero. En Bolero, la máxima producción se obtiene en el entorno de los 2 millones de semillas por hectárea, y a partir de esa cifra, aumentar o disminuir la densidad de siembra debería hacerse en función de si el mercado demanda raíces más o menos grandes. Sin embargo, en el cv. Maestro, la curva obtenida al relacionar densidad y producción es justo al revés (figura 5), obteniéndose los valores más bajos en el entorno de los 2 millones de semillas por hectárea, mientras que las mayores producciones se consiguen con la densidad mayor y la menor.

INTRODUCCIÓN

La producción nacional de zanahoria en el año 2001 fue de 383.311 t obtenidas en una superficie que para ese año había superado las 7.600 ha. El rendimiento medio en los últimos años se sitúa en el entorno de 50 t/ha^{-1}, lo que representa un ingreso medio de 11.200 €/ha^{-1} (cerca de 1,9 millones de pesetas) si le aplicamos el precio medio percibido por los agricultores (0,224 € el kilo). El valor de la producción de zanahoria producida en nuestro país ese mismo año alcanzó casi los 86 millones de euros (algo más de 14.000 millones de pesetas).

La principal Comunidad Autónoma productora de zanahoria es Andalucía, seguida de Castilla y León, la Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha. Por provincias, Cádiz es la que más superficie dedica a la zanahoria con 3.100 ha sobre las que se producen 139.500 t, el 36% de toda la zanahoria española. Le siguen Valladolid y Segovia, superando entre ambas las 2.000 ha con una producción de 154.360 t, el 40% del total, lo que hace que esta zona se haya convertido en la primera productora de zanahoria en nuestro país, superando a Cádiz, que ha pasado a ser la segunda en importancia en cuanto a producción, pero se mantiene como la primera en cuanto a superficie cultivada.

Los calendarios de las dos zonas importantes de producción se solapan al ser climatológicamente tan distintas, no llegando a coincidir y competir apenas entre sí, ya que en la zona centro la época de producción va desde julio a febrero mientras que en la zona

sur se produce desde febrero a junio. En los últimos tiempos se intenta (sobre todo con el empleo de técnicas como las cubiertas flotantes) adelantar la producción en la zona centro hasta finales de mayo-primeros de junio.

En cuanto al destino de la producción, más del 80% va para consumo en fresco, el resto para industria (congelado, conserva, deshidratado, alimentación infantil, etc.). Se exporta aproximadamente un 20% de la producción.

Uno de los aspectos que más preocupa en el cultivo de zanahoria a nivel comercial es el de la falta de homogeneidad. En almacén se debe realizar una calibración exhaustiva para conseguir lotes homogéneos y que las bolsas cumplan con unos requisitos mínimos en lo que a este parámetro se refiere. Por ello, aunque la búsqueda de la homogeneidad en un cultivo como es el de la zanahoria parece, *a priori,* no tener tanta importancia como el aspecto productivo, hay varios factores que obligan a tener en cuenta este objetivo. Por un lado, el agricultor sufre la aplicación de altos porcentajes de descuento en concepto de destrío por parte de los lavaderos de zanahorias, de este destrío parte son zanahorias deformadas o con síntomas de haber sufrido ataque de plagas o enfermedades, pero gran parte de este destrío corresponde a zanahorias que están fuera de tamaño. Por otro lado, está la normativa que regula la comercialización de la zanahoria en España, recogida en el Reglamento (CE) N.º 730/1999 (D.O.C.E. del 8/4/1999), que fija los atributos y requisitos mínimos que deben tener las zanahorias para incluirlas en las diferentes categorías. Debido a esto los lavaderos de zanahorias deben de hacer distintos lotes atendiendo al tamaño y forma de la zanahoria.

Aumentando la homogeneidad se disminuye el número de lotes a realizar con una misma partida de zanahoria, disminuyendo por lo tanto el tiempo que dura el proceso de lavado-envasado-almacenamiento, además de poder disminuir el porcentaje de descuento aplicado al agricultor. Todo esto al final implica que disminuyendo la heterogeneidad, se puede aumentar la competitividad frente a otros productores y por lo tanto la posibilidad de aumentar la cuota de mercado.

Sobre la homogeneidad influyen muchos factores, buena parte de ellos, muy ligados a la siembra: preparación del suelo, calidad de la semilla que permita un alto porcentaje de germinación y rapidez de la misma si la temperatura es adecuada, disposición de la semilla en la línea de siembra para que la competencia sea igual entre todas las plantas obtenidas, profundidad de siembra que debe ser similar para todas las semillas, etc. Todos los puntos señalados hasta ahora pueden controlarse: empleando una sembradora de precisión y semilla de calidad garantizada por el productor, realizando una preparación esmerada del lecho de siembra, eligiendo la fecha correcta de siembra que nos garantice una temperatura que permita la rápida germinación de las semillas (Villeneuve y Leteinturier, 1992).

También es conocido que si en un cultivo aumentamos la densidad y la competencia entre las plantas es mayor, las plantas que obtenemos tienden a crecer de una manera parecida, aumenta la homogeneidad, alcanzando menor desarrollo. Se producirá, por tanto, una disminución de la producción por planta (Villalobos *et al.,* 2003), en definitiva del tamaño de la raíz de la zanahoria, disminución que hay que conocer, pues se corre el peligro de que si la disminución es muy importante, la zanahoria pierda su valor comercial.

En este trabajo se pretende conocer como influye la densidad de siembra sobre el tamaño de las raíces y que nivel de homogeneidad podemos esperar. Las densidades empleadas van desde $1{,}5/10^6$ semillas/ha^{-1} a $2{,}5/10^6$ semillas/ha^{-1}, aumentando o disminuyendo en dos tramos de 200.000 semillas/ha^{-1} sobre las densidades más frecuentemente empleadas en la zona y para la época de media estación o tardía: 1.900.000 a 2.100.000

semillas/ha^{-1}. Se trabaja con este parámetro solamente procurando mantener el resto fijos, siempre que esto sea posible, por lo que procurara que el campo de ensayo sea homogéneo y las condiciones de preparación de siembra y la siembra (incluida la sembradora), sean similares para todas las densidades.

Los dos cultivares utilizados en el ensayo son actualmente los más utilizados en la zona: Maestro (predominante en media estación) y Bolero (predominante en la estación tardía).

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo ha sido realizado merced a un convenio existente entre la Universidad Politécnica de Madrid y la Junta de Castilla y León, a través de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola y la Cooperativa Glus-1 (Coag) de Cuéllar, en el término municipal de Aldealbar (situado en la provincia de Valladolid, con una altitud de 882 m, Latitud 41° 30′ Norte, Longitud 4° 20′60 Oeste).

El material vegetal utilizado han sido los cultivares Bolero y Maestro de la especie *Daucus carota* (zanahoria). Maestro es un cultivar de precocidad medio-tardía de follaje verde oscuro, buen vigor y porte erguido, raíz larga, cilíndrica muy lisa, de buena coloración interna y externa, sin cuello verde y de gran homogeneidad; tiene buena conservación en campo y es tolerante a Alternaria y Oidio. Bolero es un cultivar muy productivo, de raíz larga, lisa y bien terminada, buena coloración, elevado rendimiento y ausencia de cuello verde; recomendado para siembras de abril a junio en zonas frías; alta tolerancia a Alternaria y buen comportamiento frente a Oidio.

La parcela de ensayo tenía 104 m de largo por 44,4 m de ancho, y el terreno era de textura franco-arenosa, con un porcentaje de arena de un 60%, y de pH básico (8,8).

La siembra tuvo lugar el 21 de mayo de 2001 y se realizó en sentido Este-Oeste (lado de 104 m) con una sembradora neumática de precisión de doble disco de 148 agujeros por fila. Se emplearon seis densidades de siembra diferentes, comenzando por 1,5 × 10^6 semillas/ha^{-1} y aumentando sucesivamente 200.000 semillas/ha^{-1} hasta llegar a 2,5 × 10^6 semillas/ha^{-1}. A los lados Norte y Sur de la parcela delimitada para el ensayo se sembró paralelamente el cultivar Bolero para servir de testigo y para que los límites del ensayo no coincidiesen con las lindes de la parcela.

Las densidades de siembra utilizadas fueron:

DENSIDAD (10^6 semillas/ha^{-1})	PLANTAS POR METRO LINEAL	REGULADOR MÁQUINA
1,5	56	B5
1,7	64	C3
1,9	71	A5
2,1	79	D1
2,3	86	C2
2,5	94	A4

Como abonado de fondo se aplicaron 800 kg/ha^{-1} del complejo 9/23/30. Posteriormente los días 15 de junio y 16 de julio de 2001, se realizaron dos aplicaciones mediante el riego de 50 kg/ha^{-1} cada una, de Sulfato Amónico, otras dos de 1,5 kg/ha^{-1} cada una, de Boro + Magnesio.

El riego fue por aspersión, con un consumo de 5 l/m^{-2} y hora. El primer riego se dio el 25 de mayo de 2001, y posteriormente se estuvo regando 30 minutos cada día durante una semana para conseguir la nascencia, después se pasó a regar 1,5 horas cada dos días, por último, a partir del 1 de julio se cambió a regar 5 horas cada 4 días.

Se hicieron dos aplicaciones de herbicidas, una el 11 de junio y otra el 12 de julio, cada una compuesta por la mezcla de tres herbicidas, 0,5 kg de Linurón, 250 cm^3 Prometrina 50% y 100 g de Metribuzín 70%. En cuanto a los insecticidas señalar que junto con la siembra se aplicó Clorpirifos granulado 25%, y posteriormente se hicieron dos aplicaciones de Acefato 75% a razón de 0,25 kg/ha^{-1} cada una, los días 2 de julio y 10 de agosto. Se realizaron cuatro tratamientos fungicidas: los días 4 de junio y 26 de junio de 2001 se aplicaron 4 kg/ha^{-1} de Azufre 80% como polvo mojable en pulverización foliar, y los días 20 de julio y 17 de agosto de 2001 se aplicaron 3 kg/ha^{-1} de Ofurace 6% + Mancozeb 64%.

En noviembre se consideró que el crecimiento de la raíz se había estabilizado, por lo que se tomaron datos con el fin de comparar la producción y evaluar la homogeneidad en cada densidad, para lo que se sacaban veinte zanahorias de cada cultivar y cada densidad para posteriormente analizarlas en laboratorio. Una vez en el laboratorio las zanahorias eran lavadas, teniendo cuidado de no romper ninguna hoja, y posteriormente se pesaban las hojas una a una, por separado, finalizando con la pesada de la raíz.

Ante el imprevisto que se plantea por no poderse realizar la recolección del cultivo, se decide realizar un último muestreo a mano aumentando el tamaño de la muestra dentro de lo posible. Cada calle elegida se dividió en tres partes, y en el centro de cada uno de estos segmentos se sacaron las zanahorias de 1 m de meseta, por lo que se pesaron 1,5 m^2 por repetición, lo que hacen 4,5 m^2 por densidad y cultivar. Este muestreo se realizó entre los días 4 y 21 de marzo de 2002, pesándose las zanahorias una a una *in situ*.

RESULTADOS

Las intensas heladas ocurridas durante el mes de diciembre han provocado que gran parte de las zanahorias tardías se hayan quedado en el terreno. Esto no significa que todas las zanahorias de una parcela estuvieran estropeadas, sino que por cuestión de costes a la hora de destriar en el lavadero (con porcentajes del 50% e incluso superiores), no haya compensado recolectar a la gran mayoría de agricultores y lavaderos.

Por todo lo anterior, la cooperativa con la que se ha colaborado decidió no recolectar la parcela del ensayo, con lo cual faltan los datos absolutos para poder evaluar la producción. Debido a este imprevisto se decidió hacer un gran muestreo a mano aumentando el tamaño de la muestra dentro de lo posible, recolectando unos 4,5 m^2 por repetición. Este último muestreo se realizó entre los días 4 y 21 de marzo de 2002.

Peso medio

Los datos obtenidos para el mes de marzo (cuadro 2), que sería la fecha de recolección, nos muestran que la relación entre el peso de la raíz y la densidad de siembra es lineal (figuras 1 y 2), con unos coeficientes de correlación altamente significativos. Para estas fechas, una zanahoria del cv. Maestro sembrada a una densidad de 2 millones de semillas por hectárea, pesaría 79,17 g, y una del cv. Bolero pesaría 86,104 g (tomando como elemento comparativo el peso en función de la recta de regresión correspondien-

te). La pérdida de peso que se manifiesta en este caso con respecto al muestreo de noviembre es debido al comienzo del rebrote de las hojas, iniciándose entonces la migración de asimilados de la raíz a las hojas, de manera que si se hubiera dejado vegetar al cultivo algún tiempo más finalmente se habría producido la subida a flor característica de esta especie bianual.

Homogeneidad

En general, los coeficientes de variación son menores en noviembre que en marzo, en noviembre las raíces cosechadas serían más homogéneas que en marzo, y esa diferencia es más acusada en Maestro que en Bolero (aunque también hay que tener en cuenta que en marzo la muestra era mucho mayor, lo que también puede influir).

En las figuras 3 y 4 se recoge la relación entre el coeficiente de variación y la densidad de siembra para las dos posibles fechas de recolección y, en contra de lo esperado, la homogeneidad obtenida en el mes de mayo mejora muy poco con respecto a noviembre, e incluso empeora en el caso de Maestro. La actividad de la planta no ha cesado, se está produciendo la migración de asimilados de las raíces a las hojas por lo que, debido a esto y a la duración del muestreo y a que únicamente se han pesado raíces sanas, la homogeneidad en esta época es muy diferente de la del mes de noviembre, y peor en el caso de Maestro (que en lugar de aumentar con la densidad de siembra, disminuye) que es un cultivar de media estación, por lo que sería más arriesgado prolongar la estancia en el terreno de este cultivar que de Bolero, que es un cultivar tardío.

Producción

Li *et al.* (1995) establecen que la relación entre la producción total y la densidad de siembra tiende a ser parabólica, y esto es lo que parece ocurrir en nuestro caso para el cultivar Bolero, ya que cómo se aprecia en la figura 6 la curva que mejor se ajusta a la relación entre la producción y densidad es una parábola. Esto nos muestra que para el cv. Bolero la máxima producción se obtiene en el entorno de los 2 millones de semillas por hectárea, y a partir de esa cifra, aumentar o disminuir la densidad de siembra debería hacerse en función de si el mercado demanda raíces más o menos grandes. Sin embargo, en el cv. Maestro, la curva obtenida al relacionar densidad y producción es justo al revés (figura 5), obteniéndose los valores más bajos en el entorno de los 2 millones de semillas por hectárea, mientras que las mayores producciones se consiguen con la densidad mayor y la menor.

Por otro lado, en las figuras 5 y 6 podemos observar cómo, en el cv. Maestro, la curva que mejor ajuste presenta es la de los datos recogidos en noviembre, mientras que en el cv. Bolero, la curva de marzo es la que presenta un mejor ajuste, y con bastante diferencia. El cultivar Maestro, al ser de media estación, hubiera sido preferible cosecharlo en noviembre, la producción obtenida habría sido algo mayor (figura 5) y en las densidades más altas habríamos obtenido una mejor homogeneidad (figura 3).

CONCLUSIONES

La relación entre el peso de la raíz y la densidad de siembra es lineal para el arco de densidades en el que nos hemos movido. A pesar de aumentar la competencia conforme aumenta la densidad de siembra, el efecto de dicha competencia es por tramos y disminuye conforme aumenta la densidad. El cv. Maestro ha acusado más el aumento de la competencia que el cv. Bolero, bajo las condiciones de este ensayo. En general, los pesos medios obtenidos en el mes de mayo son más bajos que los del mes de noviembre.

Podemos esperar una mejora de la homogeneidad al incrementar la densidad de siembra, pero en este ensayo ha mejorado muy poco, por lo que habría que estudiar muy bien si podría compensar el mayor coste de semilla y la disminución del tamaño. Un factor que influye en la homogeneidad de un cultivo es la orientación del mismo, y muchas veces no se siembra en sentido norte-sur por cuestiones de comodidad en parcelas que están orientadas este-oeste. Se ha podido comprobar cómo en este tipo de parcelas, a la hora de recolectar, en una misma meseta, las zanahorias de las dos líneas orientadas al norte estaban bastante más estropeadas que las zanahorias de las dos líneas orientadas al sur.

En el cv. Bolero, la relación entre la producción por unidad de superficie y la densidad de siembra es parabólica y muestra su máximo en el entrono de los 2 millones de semillas por hectárea. En Maestro, la mayor producción se recogió en la densidad más baja y en la más alta.

Maestro es un cultivar de media estación, por lo que alargar tanto el ciclo y retrasar su recolección no es aconsejable, la época idónea de recolección habría sido el otoño, mientras que Bolero, al ser un cv. de estación tardía, ha soportado mejor el permanecer tanto tiempo en el terreno, y la producción obtenida en marzo no ha variado mucho.

BIBLIOGRAFÍA

MAPA (2004). Anuario de Estadística Agroalimentaria 2002. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

LI, B. y WATKINSON, A.R. (2000). Competition along a nutrient gradient: A case study with *Daucus carota* and *Chenopodium album*. Ecological Research Vol. 15-3: 293-299.

VILLALOBOS, F.J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F. y FERERES, E. (2002). Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 496 pgs.

VILLENEUVE, F. y LETEINTURIER, J. (1992). La Carotte. (Tome 2). Ed. CTIFL y SILEBAN. París.

Cuadro 1. Peso medio, desviación típica y coeficiente de variación obtenidos para cada cultivar, con el muestreo de 20 zanahorias realizado en noviembre

Cultivar		Densidad (× 10^6 semillas/ha^{-1})					
		1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
MAESTRO	Peso medio (g)	111,8	113,5	83	70,5	74,1	68,8
	D. Típica.	45,18	39,79	29,94	33,72	19,74	18,88
	C.V. (%)	40,41	35,05	36,08	47,84	26,64	27,44
	Producción (kg/m^{-2}) . . .	8,55	6,61	6,53	5,98	7,57	8,13
BOLERO	Peso medio (g)	116,9	141,1	93,9	66,9	71,1	65,8
	D. Típica.	62,57	65,39	30,82	29,30	19,01	18,81
	C.V. (%)	53,52	46,34	32,82	43,76	26,74	28,56
	Producción (kg/m^{-2}) . . .	7,15	10,35	8,12	7,27	10,12	7,11

Cuadro 2. Datos medios del muestreo realizado en marzo. Se pesaron, una a una, las zanahorias de 1 m de meseta de cada repetición (4,5 m^2 por densidad y cultivar)

Cultivar		Densidad (× 10^6 semillas/ha^{-1})					
		1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
MAESTRO	Peso medio (g)	128,51	91,55	78,60	71,92	53,01	51,41
	D. Típica.	45,18	39,79	29,94	33,72	19,74	18,88
	C.V. (%)	35,16	43,46	38,09	46,89	37,24	36,72
	Producción (kg/m^{-2}) . . .	9,82	5,33	6,18	6,11	5,42	6,08
	N.º raíces pesadas	344	262	354	382	460	532
BOLERO	Peso medio (g)	113,7	105,5	97,3	76,8	61,1	62,6
	D. Típica.	44,57	52,81	39,15	31,03	23,50	27,10
	C.V. (%)	39,21	50,06	40,24	40,58	38,46	43,30
	Producción (kg/m^{-2}) . . .	6,95	7,74	8,41	8,31	8,71	6,76
	N.º raíces pesadas	275	330	389	489	641	486

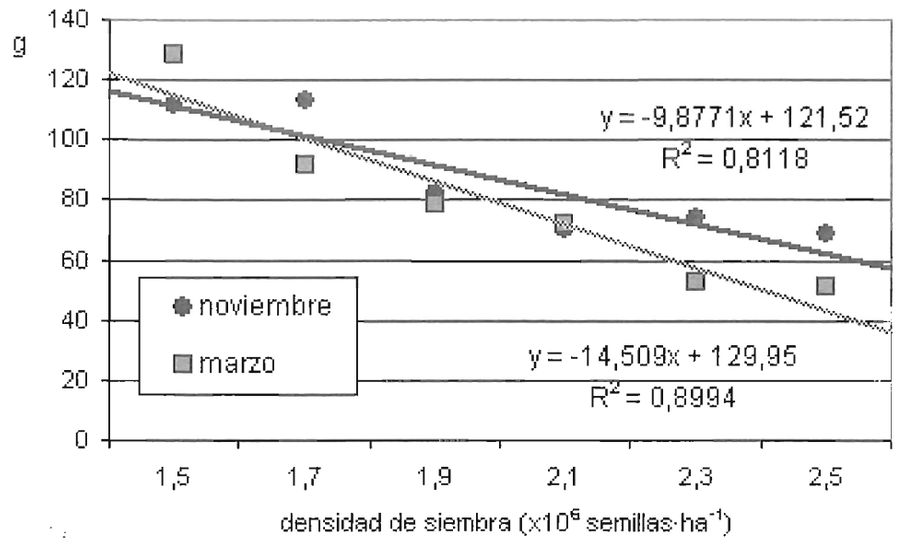


Figura 1

PESO MEDIO DE LAS ZANAHORIAS DEL CV. MAESTRO EN CADA DENSIDAD DE SIEMBRA

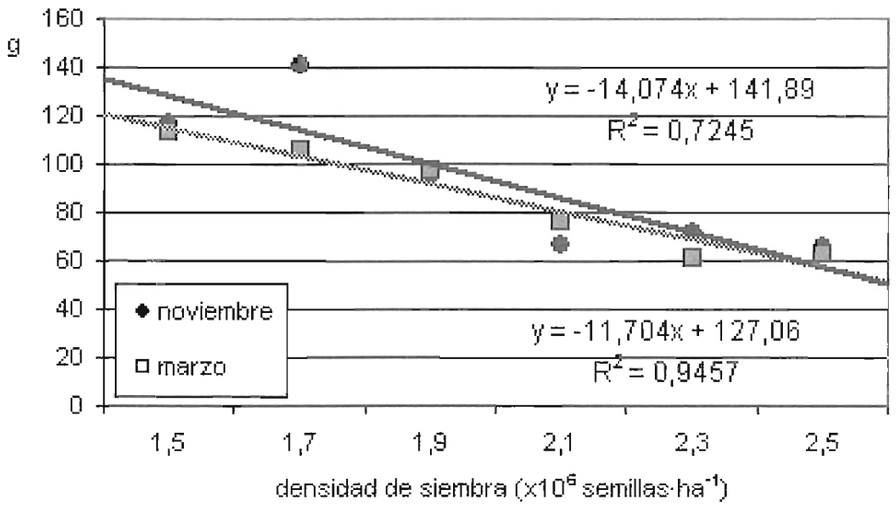


Figura 2

PESO MEDIO DE LAS ZANAHORIAS DEL CV. BOLERO EN CADA DENSIDAD DE SIEMBRA

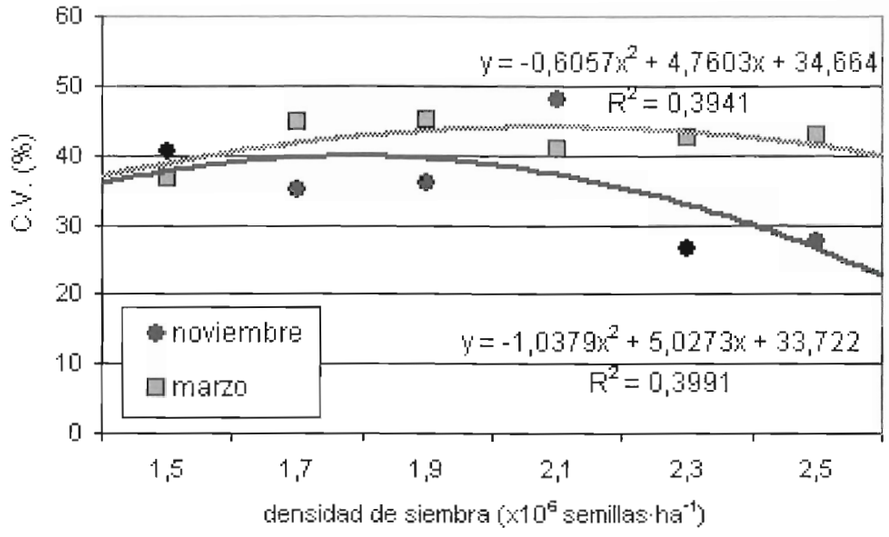


Figura 3

COEFICIENTE DE VARIACIÓN OBTENIDO PARA CADA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CV. MAESTRO

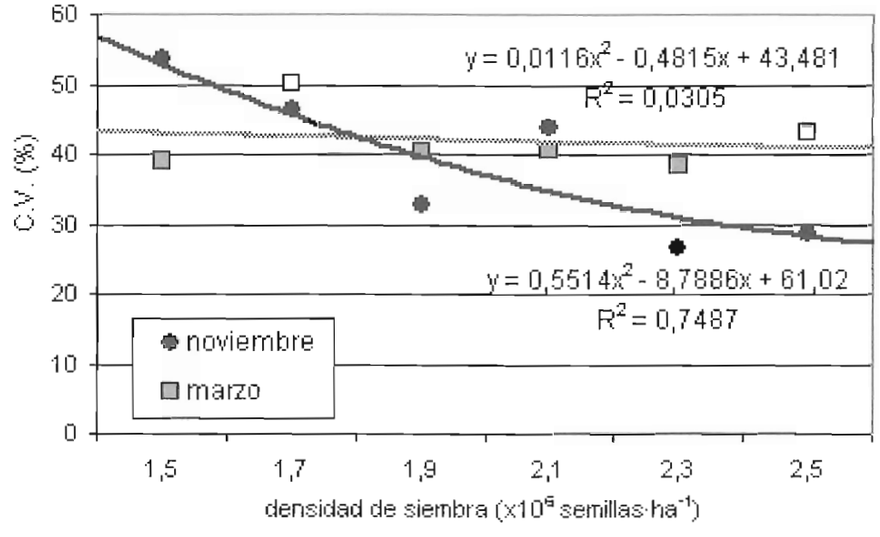


Figura 4

COEFICIENTE DE VARIACIÓN OBTENIDO PARA CADA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CV. BOLERO

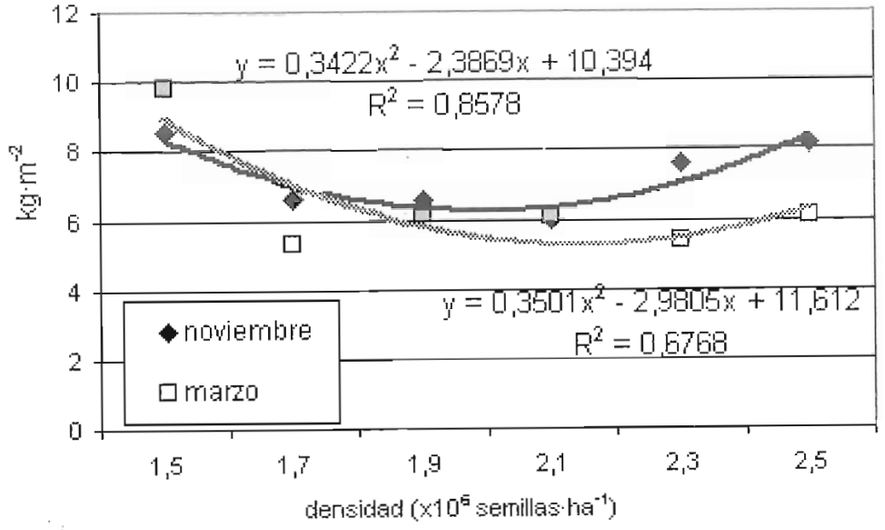


Figura 5

RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CV. MAESTRO

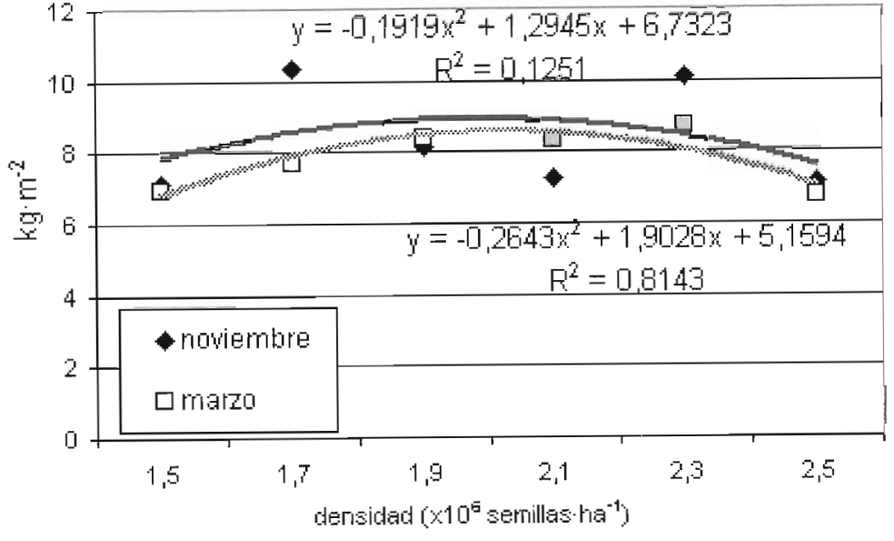


Figura 6

RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL CV. BOLERO

UTILIZACIÓN DE DIVERSAS ESPECIES DE BABY LEAF CULTIVADAS EN INVERNADERO

A. GONZÁLEZ
A. ABELLÁN
J. LÓPEZ
J. GARCÍA
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA)

J.A. FERNÁNDEZ
Universidad Politécnica de Cartagena

INTRODUCCIÓN

A nivel europeo se mantiene e incrementa el gusto por ciertas hortalizas de aprovechamiento por su hoja, de pequeño tamaño o con características juveniles, algunas de ellas de origen silvestre o naturalizadas; ello hace que el interés agronómico en la Región de Murcia por ellas, como otra alternativa de cultivo más, haya de ser considerado. Esta nueva opción de cultivo, además, puede aplicarse tanto a cultivos al aire libre como a los protegidos.

En cuanto a los primeros, pueden existir ciertos riesgos en los ciclos invernales, porque su crecimiento puede ser ralentizado aun en comarcas dotadas de una climatología suave, y, además, la presión del perfil epidemiológico de la zona puede ser excesiva y afectar su rendimiento y la calidad de la producción. Con relación a su aprovechamiento como cultivos protegidos, habrá que evaluar su rendimiento económico, hecho que debe ser contemplado estudiando las características productivas de las especies demandadas, la duración de sus ciclos de cultivo, para con ello utilizar el máximo tiempo posible la infraestructura de cultivo realizando diversas plantaciones, o bien, conocer mejor el comportamiento de estas hortalizas e incluirlas en algunas rotaciones de cultivo junto a otras especies conocidas.

Es en esta dirección donde se enclava el trabajo que se expone, y en el cual se pretende conocer la respuesta agronómica en invernadero durante dos ciclos de cultivo, para constatar su comportamiento en el tiempo, de diversas especies de Baby leaf, donde además se ha introducido la variable del color, eligiendo no sólo hortalizas de follaje verde sino también de color púrpura.

Como variable diferencial de la tecnología de cultivo que se lleva a cabo actualmente en los cultivos hortícolas de nuestra Región, tanto al aire libre como en invernadero, es-

tas nuevas especies son implantadas en el terreno por medio de siembra, ya que sus elevadas densidades así lo requieren, por lo que los aspectos relacionados con la germinación también han sido motivo de estudio.

Se ha procurado al mismo tiempo que el régimen de cultivo sea lo más próximo posible a los de Producción Integrada o los de Producción Ecológica, con lo cual añadir un factor más de calidad a la producción y de esa manera potenciar las expectativas económicas del producto. Otros aspectos como el tipo de riego y el ahorro de los volúmenes de agua aplicados para su obtención, han sido igualmente motivo de observación estudio, por ser la Región de Murcia una comunidad autónoma muy deficitaria en esta vertiente.

Aspecto como el contenido de clorofila en hoja, han sido parcialmente estudiados por constatar su relación con la evolución del color de las hojas, factor muy importante en este tipo de hortaliza que debe ser envasado y mantener apariencia de fresco y cuya apetencia se base de manera importante en su presencia visual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las especies utilizadas han sido acedera y rúcula, con hojas de tonalidad verde, espinaca y acedera, variedades de color rojo, sobre todo el pecíolo y las nervaduras principales y secundarias.

Los ciclos de cultivo experimentados han sido de invierno, el primero se inició con la siembra el 12 de noviembre y se emplearon acedera y espinaca roja. El segundo ciclo comenzó el 12 de enero, y se utilizaron rúcula y acedera roja.

Los cultivos se llevaron a cabo en un invernadero multitúnel, con 3 módulos unidos de 8 m de ancho y 60 m de largo, con orientación al norte de su eje longitudinal, y con una altura a la canal de 3 m. La cubierta era de PVC, de cuarto año de aprovechamiento. Estaba dotado de ventilación cenital y lateral, y de un sistema de calefacción con agua caliente por tubo coarrugado a nivel del suelo.

La desinfección del suelo se llevó a cabo por biofumigación, para ello se labró bien el suelo para permitir una percolación adecuada del agua, y tras lo cual se aportó materia orgánica, en forma de estiércol, en una proporción de 7 k/m^2 de estiércol de oveja y 3 k/m^2 de estiércol de gallinaza, menos hecho. Tras esparcirlo, se envolvió ligeramente y se distribuyeron en toda la superficie mangueras portagoteros separadas 1 m, aproximadamente, con una densidad de 2,5 emisores/m lineal de manguera. A continuación se cubrió todo con lonas de polietileno transparente de 50 micras de espesor, permaneciendo así hasta mediados de septiembre.

Una vez aireado el terreno, tras la retirada del plástico que lo cubría, con algunas labores superficiales, se distribuyó a voleo un fertilizante de liberación controlada de cuatro meses de duración, Multigro 17-17-17, de Haifa Chimical, a una dosis de 20 g/m^2.

La siembra se realizó en bancadas de 1,50 m de ancho, 50 m de largo, y dejando 2 m de distancia entre centros de parcela. Las mesetas fueron realizadas por una acaballonadora o enmesetadora motopropulsada, la cual hacía una labor de desterronado del suelo antes de su formación.

El primer ciclo se inició con la siembra el 12 de noviembre; para efectuarla se utilizó una sembradora tipo Seed Spider (Seeding Systems) diseñada para realizar elevadas densidades de siembra. En este ciclo se emplearon 75 semillas/m lineal, y 18 líneas de siembra a lo largo de la bancada. La semilla usada fue de la casa Tozer Seed. El segundo ciclo se inició el 12 de enero y se empleó la misma maquinaria que en el primero.

El riego que se utilizó en el cultivo fue por aspersión. Disponiendo dos mangueras por los pasillos entre bancadas. Los aspersores se encontraban situados en varillas a 0,8 m del suelo y separados 2 m entre sí, disponiéndolos para que con respecto a las dos mangueras estuviesen al tresbolillo. Los emisores tenían un caudal nominal de 70 l/h con una presión en el cabezal de 1,5 atmósferas. La red de riego estaba conectada a un cabezal automático desde donde se programaron los caudales a aportar.

Para establecer una dinámica de tratamientos preventivos contra posibles plagas, se dispusieron por el invernadero 5 estaciones de placas adhesivas cromatrópicas, integradas por una placa de 10 × 20 cm de color amarillo y otra azul. Las placas fueron renovadas semanalmente y las capturas eran controladas a la lupa antes de efectuar la toma de decisiones y aplicar cualquier tratamiento fitosanitario.

La evolución de las condiciones ambientales en el invernadero se siguió por medio de un termohigrógrafo mecánico de banda, colocado a 1,5 m en el centro del invernadero. La banda fue renovada con cadencia semanal.

Para estudiar el comportamiento vegetativo de las especies experimentadas, en principio se controló la germinación en invernadero, contabilizando el número de semillas germinadas en distintos lugares de este y en varias filas de las mesetas; estos datos se contrastaron con los obtenidos en un proceso de germinación controlada, que se llevó a cabo en cámaras de germinación con una temperatura constante de 15 °C y humedad del 85%, manejando un fotoperíodo con 8 horas de iluminación.

El crecimiento de las plantas se siguió a través de medidas de la altura de la planta y evolución de los órganos foliares, en distintos momentos de desarrollo hasta la recolección. Para ello se tomaron 25 plantas/repetición.

El rendimiento del cultivo se conoció mediante la recolección de las hojas en distintas áreas del invernadero, controlando 1 m^2 por repetición.

Entre otros elementos que se controlaron como factores de calidad complementarios fueron, el peso seco contenido, el cual se realizó con deshidratación del peso fresco en estufas de recirculación de aire a 65 °C de temperatura, manteniéndolas de 24 a 36 horas. Además se vio la evolución de los contenidos en clorofila A + B en distintos períodos de crecimiento de las plantas, a partir de la fase de cotiledones, empleándose para ello un clorofilímetro marca Minolta y modelo Spaad.

Para el control de la evolución de las plantas, para todas las especies utilizadas en los dos ciclos, se establecieron dentro de las bancadas de cultivo, 3 repeticiones de 1 m de largo y 1,50 m de ancho, separadas y localizadas en distintas situaciones. Los resultados fueron analizados estadísticamente empleando el test LSD con un nivel de significación del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales registradas durante los dos ciclos de cultivo estuvieron dentro de un perfil normal de la zona y no supusieron un elemento que pudiese afectar la conducta de las especies experimentadas (cuadro 1). Los gradientes térmicos mínimos que se dieron en los meses de enero y febrero, eran de carácter absoluto, y no se mantuvieron durante mucho espacio de tiempo, por lo que no puede considerarse que produjesen un paro vegetativo.

Hay que tener en cuenta que en el segundo ciclo estaba conectada la calefacción, con una temperatura de consigna de 12 °C, de aquí que con más razón no se mantuviesen las temperaturas más bajas.

Los valores mínimos de humedad relativa son la respuesta a la cadencia programada del riego por aspersión, no siendo un factor de riesgo para incrementar la potencialidad de la aparición de enfermedades producidas por hongos (cuadro 1).

I Ciclo

Los controles de germinación en invernadero se realizaron cinco días después de la siembra, cuando el aspecto general de las bancadas era uniforme y se apreciaban los cotiledones en las plantas de ambas especies. En acedera se encontraron alrededor de 70 semillas germinadas como media en todas las parcelas, mientras que la espinaca descendió alrededor de las 50, aunque posteriormente se vio cómo iban apareciendo nuevas plántulas, irregularidad debida con bastante probabilidad a la poliembrionia del glomérulo de la semilla.

Los ensayos de germinación en condiciones controladas confirmaron el buen comportamiento de acedera (cuadro 2) y el progresivo nivel de aparición a lo largo del tiempo en espinaca (cuadro 3).

En espinaca, en invernadero hubo una mayor aparición de plántulas al principio y luego se ralentizó su presencia, mientras que en condiciones controladas, en los dos muestreos realizados, parece estar más ponderada (cuadro 3).

El seguimiento del crecimiento de las plantas de acedera se inició el 2 de diciembre, una vez que las hojas verdaderas empezaban a aparecer, aunque en este caso sólo fuese la primera (cuadro 4).

Los datos registrados muestran que sólo la primera hoja es la que ha empezado a desarrollarse en este período de tiempo, y que su crecimiento es muy similar al alcanzado por los cotiledones, aunque estos últimos sean más elípticos y los primordios foliares más redondeados (cuadro 4).

A la semana siguiente ante la aparición de la segunda hoja verdadera se realizó una nueva observación (cuadro 5).

Se ha considerado este muestreo como período medio de crecimiento, más por el estado de la planta que por el tiempo transcurrido tras la siembra. En esta lectura se incluye la longitud del peciolo porque la normativa comercial que fija las dimensiones de la hoja incluye esta magnitud. Las medidas de las hojas muestran un progresivo crecimiento de la primera hoja, que dobla en tamaño a la segunda, aunque en ningún ejemplar se alcanza el estado de recolección, fijado en 8 cm, como mínimo (cuadro 5).

La época del año en que transcurre el ciclo de cultivo recomienda recolectar la planta a partir de que la primera hoja se encuentre en estado de corte, y que la segunda también presente un tamaño próximo al de la primera (cuadro 6).

La forma de preparar en bolsa de este tipo de hoja permite, en épocas de gran demanda, esta modalidad de recolección, aunque se ha constatado que en unos dos o tres días más, con condiciones ambientales adecuadas, la segunda hoja también alcanzará el tamaño comercial.

La recolección se llevó a cabo mecánicamente, cortándose la hoja muy próxima al suelo, dependiendo el rendimiento de la máquina de la nivelación del terreno. La velocidad de corte es de 5 km/h, y las hojas cortadas que caen en una cinta transportadora que lleva la maquina, se depositan en contenedores de unos 10 kilos.

En cuanto a la espinaca, los cotiledones se desarrollaron más que en acedera y en el primer muestreo no había aun presencia de hojas verdaderas (cuadro 7).

Pero este crecimiento cotiledonar es debido simplemente a características diferenciales entre especies, y no a influencias en su comportamiento vegetativo.

En el segundo control en espinaca roja, al igual como ocurre en acedera, ya se manifiestan las primera y segunda hojas (cuadro 8).

Tampoco con esta especie en este control se llega al tamaño comercial de la hoja, apreciándose el crecimiento rápido de la segunda, que, a diferencia de la acedera, presenta un tamaño muy próximo al de la primera (cuadro 8). Se ha incorporado el control de altura hasta los cotiledones porque con esta especie la barra de corte irá un poco más alta y es importante conocer esta magnitud (cuadro 8).

Aunque, en función del tamaño del binomio pecíolo-limbo, se había alcanzado un poco antes la dimensión mínima comercial de 8 cm, la recolección se realizó el 17 de diciembre, en cuyo momento ya se alcanzaron más de 12 cm, siendo este el extremo máximo comercial recomendado (cuadro 9).

En las medidas de las hojas recolectadas de espinaca roja se aprecia que tanto la primera como la segunda se encuentran con el tamaño adecuado para su aprovechamiento (cuadro 9).

En el capítulo de problemas de orden sanitario, en este primer ciclo no se detectaron síntomas de ninguna enfermedad criptogámica, o concerniente a plagas, sólo citar las captura mínimas de algún trips o adulto de minador que no representaron ningún peligro para el cultivo.

Los resultados agronómicos obtenidos así como la calidad de la producción en este primer ciclo de cultivo han estado dentro de lo previsto (cuadro 10).

Los rendimientos obtenidos muestran que la acedera tiene una menor producción de peso fresco que la espinaca roja, además ésta segunda tenía el limbo más fuerte y consistente (cuadro 10); hecho que estadísticamente evaluado muestra diferencias significativas. La duración del ciclo de cultivo en las dos especies fue similar, aunque hay que recordar que en acedera la segunda hoja no había alcanzado el mínimo del tamaño comercial mientras que en espinaca roja, las dos hojas habían sobrepasado el rango superior de 12 cm.

La calidad de la producción con relación a la turgencia y a la frescura de las hojas fue muy buena, apareciendo mayor porcentaje de peso seco en espinaca roja (cuadro 10).

El otro aspecto cualitativo, los índices de clorofila, que podían influir sobre la intensidad del color se tomaron en distintos momentos del crecimiento de las plantas en las dos especies, ofreciendo valores dentro de un entorno normal y que fue constatado por el aspecto encontrado a nivel de observador (cuadro 11).

II Ciclo

A partir de la siembra, llevada a cabo el 12 de enero después de levantar los restos de las plantas, para no dejar residuos orgánicos donde pudieron proliferan los hongos, y preparar el terreno, se instrumentaron prácticas culturales similares a las realizadas en el primer ciclo.

Los controles de germinación en cámara, ofrecieron un comportamiento distinto entre especies (cuadro 12).

Mientras que rúcula presentaba un pequeño porcentaje de germinación, acedera roja se ha mostrado mucho más receptiva a las condiciones a las que han sido sometidas (cuadro 12).

Pero en cambio, cuando se ha observado cómo se han comportado las dos especies en terreno definitivo, se ha constatado que han sido distintos a los vistos en condiciones controladas (cuadro 13).

La rúcula tiene una conducta muy buena, y en acedera roja, ocurre a la inversa, que desciende el porcentaje de germinación, aunque las cantidades de semilla que han evolucionado han sido suficientes para cubrir las bancadas.

En cuanto a la evolución del desarrollo vegetativo en rúcula hasta el momento de recolección ha seguido una conducta proporcionada (cuadro 14).

De acuerdo con las magnitudes encontradas en el momento de recolección, y teniendo en cuenta la forma alargada del limbo, que no supera un ancho 2,83 cm, se puede decir que el tamaño medio se encuentra dentro de las medidas requeridas comercialmente (cuadro 14). Asimismo hay que mencionar que el número medio de hojas adultas producidas por la planta, de 3 a 4, son de calidad comercial, y que las restantes, en la mayoría de los casos, y más aún en momentos de gran demanda, son incluidas como válidas.

La planta de acedera roja es más consistente que la de acedera verde, y su textura es más fuerte que la de acedera verde, dando una sensación de mayor robustez; las hojas al tacto dan una sensación de mayor lignificación. En cuanto al desarrollo de sus hojas, hay un número medio aprovechable en el momento de recolección (cuadro 15). Cuando se cosecha, la hoja tiene un limbo importante y una gran porción de pecíolo, presentando además una anchura importante (cuadro 15).

Aunque las características morfométricas de las plantas sean diferentes, existe una gran proximidad entre rendimientos, apareciendo a nivel estadístico diferencias significativas (cuadro 16). El rendimiento debe considerarse como bueno y por encima de los valores medios obtenidos por el agricultor al aire libre en condiciones normales. El ciclo de cultivo tiene una duración un poco mayor que en el primer ciclo en rúcula, y se alarga aún más la acedera roja, lo que habría de tenerse en cuenta para una rotación de cultivos (cuadro 16).

La presencia de clorofila en las hojas de las dos especies también arroja diferencias significativas a nivel estadístico (cuadro 17). En cierta manera, ya visualmente se diferencia el verde tierno y fresco de la rúcula, del verde más opaco y un poco empañado del de la acedera roja que, con su pecíolo y nervaduras rojas, parece quitarle brillo, aun así el valor registrado puede considerarse aceptable.

En cuanto a las necesidades de agua, volúmenes de 149 l/m^2, invertidos en el primer ciclo en acedera o de 70 l/m^2, en el segundo con rúcula suponen un gasto importante, pero tolerable teniendo en cuenta los rendimientos obtenidos, aunque podría estudiarse una reducción de las aportaciones realizadas. En estos volúmenes se aprecia cómo unas especies tienen más necesidades que otras.

Como consideraciones finales habría que comentar: que todas las especies se han comportado perfectamente en sus ciclos de cultivo, que la duración del ciclo permite un gran aprovechamiento del invernadero, posiblemente en acedera roja sea un poco largo, que interrogantes como la germinación de la semilla o presencia de plagas o enfermedades, con la tecnología adecuada, pueden ser obviadas, y que esta modalidad de cultivo puede constituir una alternativa válida siempre que se tenga un mercado para este tipo de hortaliza, aún poco conocida y un tanto peculiar.

Cuadro 1. Condiciones ambientales en invernadero y al aire libre en los dos ciclos de cultivo (período noviembre-febrero)

MESES	AIRE LIBRE					INVERNADERO			
	Temperatura		Humedad relativa		Radiación total (W/m^2)	Temperatura		Humedad relativa	
	Máx.	Mín.	Máx	Mín.		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Noviembre	21,2	10,7	99,4	34,0	111,0	35,4	14,5	96,4	34,2
Diciembre	22,7	0,2	99,3	28,8	113,6	33,7	8,5	98,6	43,5
Enero	23,0	–0,2	98,4	25,9	139,6	34,4	7,0	98,7	48,6
Febrero	21,0	0,2	99,9	21,9	215,0	30,3	3,7	99,6	49,4

Nota: Los datos de aire libre proceden del observatorio meteorológico de la fincas experimentales.

Cuadro 2. Germinación en condiciones controladas de acedera. Entrada en cámara el 10-12-03

Fecha de control	Condiciones de germinación		Semillas germinadas			
	Temperatura °C	Humedad relativa %	Iluminación	Número	Porcentaje del total (%)	Total
15-12-03	15	85	Luz	81	81	81
18-12-03	15	85	Luz	5	5	86

Cuadro 3. Germinación en condiciones controladas de espinaca roja. Entrada en cámara el 10-12-03

Fecha de control	Condiciones de germinación		Semillas germinadas			
	Temperatura °C	Humedad relativa %	Iluminación	Número	Porcentaje del total (%)	Total
15-12-03	15	85	Luz	33	33	33
18-12-03	15	85	Luz	39	39	72

Cuadro 4. Evolución del desarrollo vegetativo en acedera en los primeros estadios de desarrollo (control 02-12-03)

Altura plantas (cm)	Número de hojas	HOJA			
		PRIMERA		SEGUNDA	
		Longitud (cm)	Anchura (cm)	Longitud (cm)	Anchura (cm)
2,36	0,80	1,57	0,79	1,43	0,88

Cuadro 5. Morfometría de los órganos aéreos de acedera en período medio de crecimiento (10-12-03)

Altura plantas (cm)	Número de hojas	HOJA					
		PRIMERA			SEGUNDA		
		Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
6,10	2,00	3,00	3,30	2,42	1,22	1,65	1,00

Cuadro 6. Morfometría de las hojas de acedera, con la primera en momento de recolección (17-12-03)

Altura planta (cm)	HOJAS								
	PRIMERA			SEGUNDA			TERCERA		
	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
8,55	4,70	3,55	2,85	3,25	3,60	2,20	2,35	3,00	1,74

Cuadro 7. Evolución del desarrollo vegetativo en espinaca roja en los primeros estadios de desarrollo (02-12-03)

Altura plantas (cm)	Número de hojas	COTILEDONES	
		Longitud (cm)	Anchura (cm)
2,10	Sólo cotiledones	3,75	0,68

Cuadro 8. Morfometría de los órganos aéreos de espinaca roja en período medio de crecimiento (10-12-03)

Altura planta (cm)	Altura tallo hasta cotiledones (cm)	HOJAS							
		Cotiledones		Primera			Segunda		
		Longitud (cm)	Anchura (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
10,40	2,91	7,15	1,07	2,70	4,29	1,85	2,25	4,05	1,74

Cuadro 9. Morfometría de las hojas de espinaca roja en momento de recolección (17-12-03)

Altura plantas (cm)	Altura tallo hasta cotiledones (cm)	HOJAS					
		PRIMERA			SEGUNDA		
		Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)	Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
15,65	2,95	6,25	6,75	3,25	5,90	6,35	3,00

Cuadro 10. Características productivas de las especies experimentadas. I Ciclo

Especies	Rendimiento k/m²	PESOS		Duración ciclo cultivo (días)
		Fresco (g)	Seco (g)	
Acedera	1,440 a	157,9 a	15,4 a	36
Espinaca roja	2,198 a	244,3 a	20,3 a	36

Cuadro 11. Evolución de los contenidos de clorofila en cotiledones y hojas, de acuerdo con el crecimiento de la planta

CONTROLES	ESPECIES			
	ACEDERA	ESPINACA ROJA		
	HOJA	COTILEDONES		HOJA
		Verdes	Rojos	
02-12-03	17,52	24,02	31,78	–
10-12-03	18,83	–	–	27,04
17-12-03	21,26	–	–	25,08

Cuadro 12. Características de la germinación en condiciones controladas en rúcula y acedera roja. Entrada en cámara el 22-04-04

Fecha de control	ESPECIES					
	RÚCULA			ACEDERA ROJA		
	N.º de semillas	% del total	Total	N.º de semillas	% del total	Total
26-04-04	10	10	10	0	0	0
30-04-04	16	16	26	86	86	86
03-05-04	4	4	30	6	6	92
05-05-04	1	1	31	2	2	94

Cuadro 13. Características de la germinación en invernadero

Especies	Fecha de siembra	Fecha de germinación	N.º de días para germinar	Densidad siembra teórica		Densidad plantas	
				N.º de semillas por m lineal	N.º de plantas totales en 1×1,20 m²	N.º de plantas desarrolla-das por m²	% plantas sobre densidad teórica
Rúcula	12-01-04	18-01-04	6	75	1.800	1.710	95,0
Acedera roja	12-01-04	22-01-04	10	75	1.800	1.215	67,5

Cuadro 14. Evolución del desarrollo vegetativo en rúcula

Fechas de seguimiento	Altura planta (cm)	Número de hojas	Características medias de la hoja		
			Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
02-02-04	5,55	4,7	2,80	2,75	1,01
10-02-04	10,40	5,1	5,66	5,68	1,92
17-02-04	14,25	5,9	7,05	7,10	2,83

Cuadro 15. Evolución del desarrollo vegetativo en acedera roja

Fechas de seguimiento	Altura planta (cm)	Número de hojas	Características medias de la hoja		
			Longitud pecíolo (cm)	Longitud limbo (cm)	Anchura limbo (cm)
13-02-04	5,50	3,40	2,65	2,80	2,32
23-02-04	9,50	4,80	4,79	4,75	3,12
01-03-04	15,05	5,50	8,80	6,10	3,68

Cuadro 16. Características productivas de las especies experimentadas. II Ciclo

Especies	Rendimiento (k/m^2)	PESOS		Duración ciclo (días)
		Fresco (g)	Seco (g)	
Rúcula	1,850 a	388,6	37,1	38 a
Acedera roja	1,760 b	287,2	24,5	49 b

Cuadro 17. Niveles de clorofila en hoja en el momento de recolección en las especies ensayadas. II Ciclo de cultivo

ESPECIES	FECHA DE LECTURA	NIVELES REGISTRADOS
Rúcula	17 febrero	35,03 b
Acedera roja	1 marzo	22,06 a

FERTILIZACIÓN ESTRATÉGICA PARA PRODUCCIÓN DE *Silene vulgaris (Caryophyllaceae)*, UNA ESPECIE SILVESTRE CON ALTO POTENCIAL DE USO ALIMENTARIO

J. ARREOLA

Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas-Campus Campeche. México
Fundación Pablo García-Campeche
Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Alfonso XIII, 52. 30202 Cartagena, España

J. A. FRANCO
J. J. MARTÍNEZ-SÁNCHEZ

Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena, Alfonso XIII, 52. 30202 Cartagena, España

RESUMEN

El cultivo de especies vegetales autóctonas silvestres en España, como la colleja *Silene vulgaris* es de gran importancia, debido al valor potencial (ornamental, paisajístico, alimenticio como hortaliza alternativa, etc.) de tales cultivares.

Fueron evaluadas 6 dosis de fertilización en campo con diferente proporción de Fertilizante de Fondo (AF) y de Fertilizante de Cobertera (AC): T1 (5.000 kg/ha^{-1} de AF y 0 kg/ha^{-1} de AC), T2 (2.500 y 725), T3 (2.500 y 363), T4 (1.250 y 725), T5 (1.250 y 363), T6 (625 y 181) y T7 como testigo (0 y 0), en Cartagena, Murcia, España. Para ello, fueron trasplantadas plantas de *Silene v.* de 30 días de edad a parcelas experimentales de 1 m^2 bajo riego por goteo y fertilizadas durante la siembra con el AF (Guano de pescado: 4% N, 8% P, 4% K) y transcurridos 30 días, con el AC (Nitrato potásico: 13,8% N y 44% K).

El primer (C1), segundo (C3) y tercer corte (C3), fueron realizados a los 55, 110 y 170 días después del trasplante y las variables de respuesta fueron la Biomasa Fresca (BF) y la Materia Seca (MS). En C1, tanto BF como MS fueron mayores significativamente en T3 (8.541 y 1.522 kg/ha^{-1}, respectivamente), mientras que T7 produjo los menores rendimientos (3.765 y 625 kg/ha^{-1}, respectivamente); para el caso del C2, T4 produjo los mayores valores de MF y MS (9.995 y 903 kg/ha^{-1}, respectivamente), mientras que, nuevamente, T7 arrojó los menores valores (4.846 y 464 kg/ha^{-1}, respectivamente). Durante C3, aunque BF y MS aumentaron en todos los tratamientos respecto a los cor-

tes anteriores, T4 destaca sobre los demás tratamientos por su mayor producción (25.252 y 2.565 kg/ha^{-1}, respectivamente), mientras que el control (T7), por tercera vez, produjo los rendimientos más bajos entre tratamientos (20.122 y 2.006 kg/ha^{-1}, respectivamente).

Palabras clave: Silene, *fertilización, autóctona.*

INTRODUCCIÓN

Dentro de las nuevas tendencias de la Europa moderna, destaca la búsqueda de una alimentación cada vez más sana y equilibrada. Para ello, día a día se trabaja en áreas relacionadas en pro de obtener productos cada vez más sanos e inocuos para la alimentación de la población. Dentro de las ciencias agronómicas, el campo de acción es tremendamente enorme y aun rico de explotar.

Un área muy rica de explotar y con gran potencial de desarrollo es el uso alimentario de plantas silvestres, las cuales además de poseer características nutritivas aceptables, presentan muchas ventajas respecto a las plantas cultivadas tradicionales.

Dentro de tales especies silvestres con alto potencial de uso alimentario destaca la *Silene vulgaris,* comúnmente llamada colleja, especie endémica de Euro Asia y con una distribución mundial actualmente. *Silene vulgaris* es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia de las *Caryphillaceae* y con antecedentes de uso alimenticio y medicinal, sobre todo, en países como España, Italia y en otros países de la región.

Desde el punto de vista agronómico y comercial, la colleja prácticamente es un cultivo nuevo. En la bibliografía aun no existe reportado un sistema o manejo del cultivo y mucho menos del manejo de la fertilización y de la dosis de fertilización más adecuada para tal cultivar.

El objetivo del presente trabajo tiene por finalidad estudiar la respuesta del cultivo de colleja a varios tratamientos de fertilización, consistentes en diferentes proporciones de abonado de fondo y de abonado de cobertera y sus efectos sobre la producción tanto de materia fresca, como seca, del cultivo.

Por otra parte, en una segunda etapa, se evaluará el contenido nutrimental (incluyendo nitratos) foliar como efecto de los diferentes tratamientos de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localizacion geográfica

El presente experimento se realizó en la Finca Experimental Tomás Ferro de la Universidad Politécnica de Cartagena, situada en la región de Murcia.

Las coordenadas geográficas del sitio experimental corresponden a 37° 36′ 52″ Latitud Norte y 0° 58′ 07″ Longitud Oeste.

El clima imperante es del Tipo Mediterráneo, con verano con altas temperaturas y prácticamente secos.

Los suelos del sitio experimental se caracterizan por ser franco arcillosos y con un nivel de fertilidad medio.

Metodología

Para la definición de los tratamientos de fertilización se consideraron, principalmente 2 premisas:

1) Dosis de fertilización en especies hortícola similares: *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Eruca sativa* (rokola, eruca, oruga).
2) Extracción nutrimental de *Silene vulgaris.*

De plantaciones anteriores se muestrearon hojas del cultivo y se analizaron los contenidos nutrimentales, para así estimar la tasa de extracción del cultivo para cada uno de los elementos nutrimentales (cuadro 1).

Partiendo de lo anterior, se precedió a calcular, por aproximación, la dosis de fertilización para el cultivo de la colleja y en base a ello, se conformaron diferentes tratamientos de fertilización (cuadro 2), con diferentes proporciones de abono de fondo (AF) y de abono de cobertera (AC).

Para el caso de AF, fue considerado el guano de pescado, el cual es un abono órgano-mineral de lenta mineralización y aporte nutrimental y cuyo contenido nutrimental es: 4 (1 NO)-8-4-3-6- 20% M.O.

Para el caso de AC, se considero al Nitrato Potásico, cuyo contenido en riqueza nutrimental es: 13,8-0-44.

A partir de la conformación de los tratamientos, se estimo el aporte de nutrimentos (N-P-K), por parte de cada uno de los tratamientos en cuestión, conjuntandose en un acercamiento de la dosis de fertilización para cada caso (cuadro 3).

Una vez definido lo anterior, se procedió a la siguiente etapa

Fase de semillero del cultivo

Durante esta fase, el 8 de septiembre de 2003, fueron sembradas con semillas colleja (proveniente de colecta realizada en la región de Murcia) 20 bandejas de poliestireno (60 × 41 × 5,3 cm) de 176 alvéolos de 26,42 cm^3 de capacidad y utilizando como sustrato turba. Desde la germinación hasta el trasplante, las plantas permanecieron en un umbráculo, donde se les regaba a diario durante 25 minutos mediante un aspersor común automático.

Fase de cultivo agronómico

Diseño experimental

Debido a la homogeneidad del terreno experimental, se optó por el diseño experimental Completamente al Azar, utilizando 4 réplicas por tratamiento y una parcela experimental de 1 m^2 (3 m × 34 cm).

Preparación del terreno

Previo a la plantación, con ayuda de tractor e implementos, fueron construidos 8 caballones de 34 m de largo por 40 cm de ancho y posteriormente fue instalado manga de riego localizado.

Plantación y aplicación del abono de fondo

La plantación se realizó el 6 de octubre, a un mes de edad de la planta en el semillero, cuando el sistema radical estaba lo suficientemente desarrollado.

Esta actividad se realizó de manera manual y fue realizada inmediatamente después de la aplicación de FF y sobre la misma línea de aplicación del mismo (2 hileras en rededor de la manga de riego y a una distancia de esta última de 10 cm y de 10 cm entre plantas y 20 cm entre hileras de planta).

Aplicación del abono de cobertera

Transcurrido un mes aproximadamente, el 7 de noviembre de de 2003, fue aplicado el abono de cobertera (Nitrato Potásico) de forma manual y enterrado en medio de las hileras de planta, sobre la manga de riego.

Cosecha

El primer corte fue realizado a las 3 semanas de realizada la fertilización de cobertera y 55 días después de la plantación (30 de noviembre de 2003).

El segundo corte se realizó a las 8 semanas de realizado el primero (30 de enero de 2004) y el tercero a los casi 6 meses de realizada la plantación (31 de marzo de 2004) y a casi 2 meses de realizado el anterior corte.

Variables de respuesta estudiadas

Durante la cosecha (cortes), los parámetros estudiados fueron la producción de materia fresca (PF) y la producción de materia seca (MS) por unidad de superficie (ha). Por otra parte, han sido tomadas muestras de área foliar de materia seca para realizar análisis del contenido nutrimental (incluyendo nitratos), como efecto de los tratamientos de abonado.

Análisis de información

Los datos obtenidos durante la cosecha (3) fueron analizados mediante el paquete estadístico computacional SPSS versión 11. Tal información fue analizada mediante un análisis de varianza unifactorial y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de materia fresca

Durante el primer corte, realizado a casi 2 meses de la plantación, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de abonado (cuadro 4): T3 produjo los mayores rendimientos de peso fresco (8.541 kg/ha^{-1}), respecto a los demás tratamientos de abonado, debido a que este aportó cantidades de Fósforo (P) más equilibradas con el resto de los nutrientes, que T4, T5, T6 y T7 e igual que T2 (cuadro 3), elemento básico para el desarrollo radical durante el desarrollo inicial del cultivo (Hernández *et al.*, 2001), y Nitrógeno (N) en cantidad suficiente e igual que T4, esencial para el desarrollo del cultivo (Lenzi y Vento, 2002); esto coincide con lo encontrado con Villarreal *et al.* (1998), quienes al probar varios tratamientos de abonado mineral en el cultivo de tomate lograron con 200 kg/ha^{-1} de N, en el primer corte, rendimientos mayores a los obtenidos bajo el tratamiento control y bajo tratamientos con dosis mayores (300 kg/ha^{-1} de N). Asimismo, Hernández *et al.* (2001), al probar varias dosis de fertilización N-P-K (100-50-00, 150-100-50, 200-150-100 y 250-200-100 kg/ha^{-1}) en el cultivo de maíz elotero y hortalizas como espinaca, lograron rendimientos superiores con la dosis media alta (200-150-100), mientras que con el control obtuvo los rendimientos más bajos.

Por otra parte, T7 (control) produjo los menores rendimientos (3.765 kg/ha^{-1}), ello debido a que por tratarse del tratamiento testigo, no se aplico ningún nutrimento al cultivo y por consecuencia el mismo tuvo deficiencias nutrimentales durante esa primera etapa de desarrollo.

Aunque T1, respecto a los demás tratamientos, aportó más N y P, ello no se reflejó en una mayor producción de biomasa, quizás debido a que con las dosis cercanas más bajas (T3) el cultivo satisfizo sus requerimientos nutricionales de forma más equilibrada y cuando se adicionaban dosis más altas de N y P (T1), la planta pudo haber sufrido síntomas de toxicidad por tales elementos (Payero, 1990).

En el segundo corte, realizado a casi 2 meses del primero y a casi 4 meses de la plantación, nuevamente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (cuadro 4): T4 produjo mayor biomasa fresca (9.995 kg/ha^{-1}) respecto a los demás tratamientos, debido probablemente a que este tratamiento aportó cantidades de N y P suficientes y equilibradas entre sí y entre los demás nutrimentos, por unidad de superficie, y mayores de Potasio (K) (cuadro 3), elemento importante durante el desarrollo secundario y poscorte del cultivo (Búrquez, 1998); asimismo, como podemos apreciar en el cuadro 1, este cultivo se caracteriza por ser demasiado extractivo de K, lo que indica que requiere grandes cantidades de este elemento para lograr un desarrollo previo a la fase reproductiva. Steele *et al.* (1996) encontraron resultados similares en cosechas de varios cultivos hortícolas similares a la colleja (acelga, espinaca) cuando aplicaron dosis crecientes de N-P-K, por otra parte, T6 y T7 produjeron la menor cantidad de biomasa (5.170 y 4.846 kg/ha^{-1}, respectivamente), debido que T6 aporto la menor cantidad de nutrimentos de los tratamientos de abonado y T7 por tratarse del control y no nutrir al cultivo, provocó deficiencias nutricionales en el cultivo y menor producción de biomasa.

Los valores de biomasa fresca encontrados en el tercer corte muestran diferencias significativas entre tratamientos (cuadro 4), destacando T4 por su mayor producción (25.252 kg/ha^{-1}) y T7 por la menor (20.122 kg/ha^{-1}).

Respecto a la producción acumulada durante los 3 cortes realizados, también se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (cuadro 4), destacando, nuevamente T4 por su mayor producción de biomasa fresca (42.771 kg/ha^{-1}), mientras que el tratamiento control (T7) muestra la menor producción de biomasa fresca entre tratamientos (28.734 kg/ha^{-1}).

Como podemos observar en las cuadros 4 y 5, los valores de biomasa fueron mayores en aquellos tratamientos con cantidades medias de nutrimentos (T4 y T3) y no en aquellos con las mayores cantidades de nutrimentos (T1 y T2), como se podría esperar. Ello probablemente se deba a que el cultivo cubre sus requerimientos nutricionales con dosis media-bajas de abonado, y cuando se ve sometido a mayores dosis altas, se provocan alteraciones en la nutrición (absorción y metabolismo) del cultivo. Por otra parte, debemos recordar que *Silene vulgaris,* por tratarse aún de una especie silvestre, está adaptada

a desarrollarse en suelos de baja fertilidad, y cuando se somete a dosis altas de fertilizantes, pues podrían ocurrir, como hemos mencionado, alteraciones en los procesos fisiológicos referentes a la nutrición del cultivo.

Producción de materia seca

Referente a los valores de materia seca, además de mostrar diferencias significativas, esta variable tuvo un comportamiento muy similar al encontrado en la materia fresca, tal como lo podemos apreciar en la cuadro 4 y en la fig. 1. En éstas podemos apreciar que, a lo largo de los cortes realizados, destacan el T3 y T4 por su mayor producción y T7 por los menores valores de biomasa seca.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en esta primera etapa, podemos concluir que:

a) El cultivo de *Silene vulgaris* responde favorablemente a la fertilización.
b) La respuesta del cultivo es mayor en aquellos tratamientos que incluyen tanto abono de fondo como de abono de cobertera.
c) Entre tratamientos de abonado, el tratamiento que mejor respuesta produjo, durante el primer corte, fue T3, tanto para materia fresca como de materia seca, mientras que T7 produjo los menores rendimientos, tanto de materia fresca como seca; durante el segundo, tercer corte y producción acumulada, T4 obtuvo los mayores valores de materia fresca y seca, mientras que los menores se obtuvieron con T7, T6 y T1.
d) El cultivo de *Silene vulgaris* produce mayor biomasa con dosis medias de fertilización (T4: 1.250 kg/ha^{-1} de guano de pescado como abono de fondo y 725 kg/ha^{-1} de Nitrato potásico como abono de cobertera).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido financiado por los proyectos AGL 2000-0521 y P1-27/00753/FS/01 de la fundación Séneca de la Región de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

BLOM-ZANDSTRA, M. y EENINK, A. H. (1986). Nitrate content and reduction in different genotypes of lettuce. J. Amer. Soc.Hort.Sci 1 1 1: 908-911.

BÚRQUEZ D., V. M. (1988). Efecto de tres volúmenes de agua y tres dosis de nitrógeno en el cultivo de la coliflor *(Brassica oleracea* var. *Botrytis L.)* bajo riego por goteo. Tesis M.C. Univ. Sonora. Hermosillo, Son.

GARCÍA-OLMEDO, R. y BOSCH, N. (1988). Ingestión de nitratos procedentes de productos hortícolas y su incidencia toxicológica. Alimentaria. Abril 88: 76-78.

GÁNDARA T., F. (1995). Producción y exportación de hortalizas en Sonora. Disertación. Univ. Sonora. Hermosillo, Son.

HARTZ, T.K., LESTRANGE, M. y MAY, D.M. (1993). Nitrogen requeriments of drip irrigated peppers. HorthScience 28:1097-1099.

HERNÁNDEZ-R., R.; QUIROZ, E.; JARAMILLO, S. y MORALES, L. (2001). Respuesta del cultivo de otoe a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Informes técnicos agrícolas 1994-1995. Vol. 5. Raíces y tallo reservantes: papa, otoe (pp. 728-733).

HERNÁNDEZ-R., R.; QUIROZ, E. y MORALES, L. (2001). Respuesta del cultivo de otoe *(Xanthosoma violaceum* Schott) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Informes técnicos agrícolas 1994-1995. Vol. 5. Raíces y Tallos reservantes: papa, otoe (pp. 713-717).

HERNÁNDEZ-R., R. y MORALES, L. (2001). Respuesta del cultivo de otoe *(Xanthosoma sp.)* a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Informes técnicos agrícolas 1994-1995. Vol. 5. Raíces y tallo reservantes: papa, otoe (pp. 723-727).

HERNÁNDEZ-R., R.; QUIROZ, E.; JARAMILLO, S. y MORALES, L. (2001). Validación de dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. Informes técnicos agrícolas 1994-1995. vol. 5. Raíces y tallo reservantes: papa, otoe (pp. 718-722).

HOCHMUTH, G.J. y CLARK, G.A. (1991). Fertilizar application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida. Special Series Report SS-VEG-45. Flat. Cooperative Extensión. University of Florida. Gainesville, FL.

JAWORSKY, C.A. (1978). Effects of nitrogen and potassium fertilization in trickle irrigation on yield of pepper and polebean. HorthScience 13: 477-478.

LENZI, A., TESI, R. y VENTO, V. (2002). Variazione del contenuto di nitrati nella rucola e strategie do controllo. Colture Protette 3: 85-93.

MARTI, H.R. y MILLS, H.A. (1991). Nutrient uptake and yield of sweet pepper as affected by stage of development and N form. J. Plant Nutr. 14(11): 1165-1175.

OJEDA C., A.J. (1995). Evaluación del manejo poscosecha de tomate para la obtención de modelos de predicción de pérdidas cualitativas y cuantitativas. Tesis de Maestría en .....

PALANISWAMY, U.R., MCAVOID, R.J. y BIBLE, B.B. (2001b). Stage of Harvest and Polyunsaturated Essential Fatty Acid Concentrations in Purslane *(Portulaca oleraceae)* Leaves. J. Agric. Food Chem. 49: 3490-3493.

PASCHOLD, P.J. (1989). The effect of selected cultural measures on the nitrate content of spinach. II.- Effect of crop density, irrigation, cultivar and other factors. Archiv fur Gartenbau 37: 291-300.

PANPRUIK, P., MCCASLIN, B.D. y WIERENGA, P.J. Effects of nitrogen and phosphorous fertilizer on yield and leaf content of trickle irrigated chile peppers. N Mex, Agr. Expt. Sta. Res. Rpt. 480.

PAYERO, J.O. y BHANGOO, M.S. (1990). Nitrogen fertilizer management practice to enhance seed production by Anaheim chilli. J. America. Soc. Hort. Sci. 11: 245-251.

STEELE, D.D., GREENLAND, R.G. y GREGOR, B.L. (1996). Subsurface drip irrigation system for specialty crop production in North Dakota. Appl. Eng. Agr. 12: 671-679.

VALADEZ, A.L. (1993). Producción de hortalizas. 3.ª reimpresión. Ed. Uteha. México, DF.

VILLARREAL, M.R., ALCÁNTARA, G.G., BACA, G.C. MARTÍNEZ, J.H., VOLKE, V.H. y TIJERINA, L.Ch. (1998). Nutrición balanceada en fertigación y su efecto en la producción y calidad de tomate. Segundo Simposium Internacional de Fertirrigación. Cd. Obregón, Son.

Cuadro 1. Tasa de extracción nutrimental de la colleja

Elemento	Extracción kg/ha
N	173,43
P	29,18
K	316,51
Ca	24,01
Mg	64,71

Cuadro 2. Cantidades y proporciones de fertilizantes por tratamientos a evaluar

Tratamiento	Abono de fondo * (%)	Abono de cobertera ** (%)	Abono de fondo		Abono de cobertera		Abono a aplicar por unidad experimental ($g/1m^2$)	
			(kg/ha)	g/m^2	(kg/ha)	g/m^2	*Fondo*	*Cobertera*
1	100	0	5.000	500	0	0	500	0
2	50	50	2.500	250	725	72,5	250	72,5
3	50	25	2.500	250	363	36,3	250	36,3
4	25	50	1.250	125	725	72,5	125	72,5
5	25	25	1.250	125	363	36,3	125	36,3
6	12,5	12,5	625	62,5	181	18,1	62,5	18,1
7[x]	0	0	0	0	0	0	0	0

* Abono de fondo: Guano de pescado (4-8-4-3-10-6).
** Abono de cobertera: Nitrato potásico (13.8-0-44).
[x] Testigo (Control).

Cuadro 3. Cantidades de fertilizantes y nutrimentos aportados por tratamiento

Tratamiento	FFondo (kg/ha)	FCobertera (kg/ha)	Nutrimento (kg/ha)	FFondo	FCobertera	Total Nutrim. (kg/ha)
1	5.000	0	N	200	0	200
			P	400	0	400
			K	200	0	200
2	2.500	725	N	100	100	200
			P	200	0	200
			K	100	320	420
3	2.500	363	N	100	50	150
			P	200	0	200
			K	100	160	260
4	1.250	725	N	50	100	150
			P	100	0	100
			K	50	320	370
5	1.250	363	N	50	50	100
			P	100	0	100
			K	50	160	210
6	625	181	N	25	25	50
			P	50	0	50
			K	25	80	105
7	0	0	N	0	0	0
			P	0	0	0
			K	0	0	0

Cuadro 4. Producción de materia fresca al primer, segundo y tercer corte

Tratamiento de abonado	Corte (kg/ha^{-1})			Producción acumulada
	1 *	2	3	
1	7.093,7 abc	6.905,9 d	20.465,0 b	34.464,6 cd
2	7.515,9 ab	9.804,8 ab	22.737,5 ab	40.058,3 ab
3	8.541,5 a	8.167,9 c	20.575,0 b	37.284,4 bc
4	7.524,3 ab	9.995,0 a	25.252,5 a	42.771,9 a
5	6.674,3 bc	8.844,4 bc	22.912,5 ab	38.356,2 bc
6	5.440,4 cd	5.170,6 e	20.472,5 b	31.083,6 de
7 (Control)	3.765,2 d	4.846,4 e	20.122,5 b	28.734,1 e

* Medias seguidas de la misma literal dentro de una misma columna no guardan diferencias estadísticas significativas (Tukey a nivel de significancia = 0,05).

Cuadro 5. Producción de materia seca al primer, segundo y tercer corte

Tratamiento de abonado	Corte (kg/ha^{-1})			Producción acumulada
	1 *	2	3	
1	1.255,5 ab	649,1 d	1.968,7 c	3.873,4 b
2	1.243,8 abc	886,3 ab	2.396,5 ab	4.526,7 a
3	1.522,9 a	780,8 c	2.308,5 abc	4.612,3 a
4	1.252,0 ab	903,5 a	2.565,6 a	4.721,2 a
5	1.186,0 bc	793,6 bc	2.517,4 a	4.504,6 a
6	946,0 cd	490,1 e	2.137,3 bc	3.573,6 bc
7 (Control)	652,1 d	464,2 e	2.006,2 c	3.129,4 c

* Medias seguidas de la misma literal dentro de una misma columna no guardan diferencias estadísticas significativas (Tukey a nivel de significancia = 0,05).

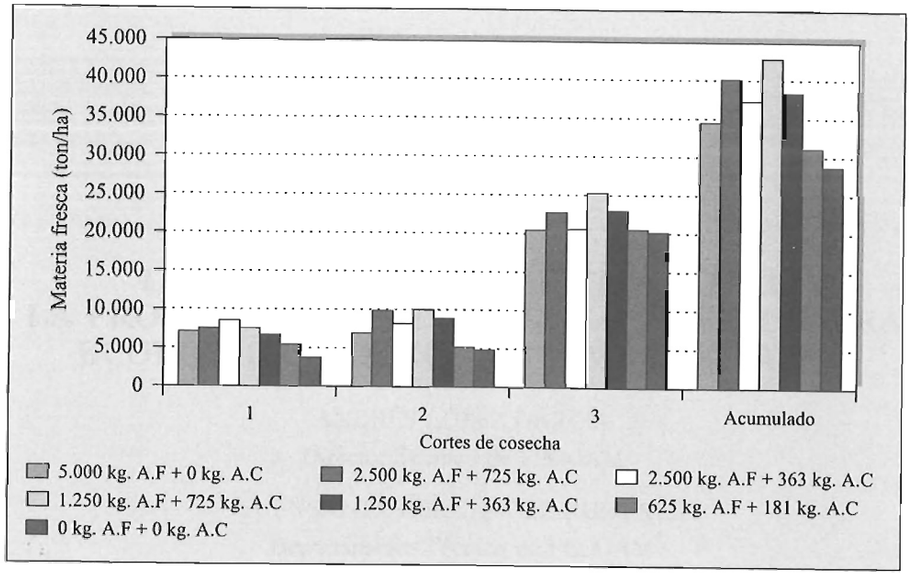


Figura 1

EFECTO DE TRATAMIENTOS DE ABONADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA FRESCA DE *SILENE VULGARIS* EN VARIOS CORTES DE COSECHA