



Cultivo comercial de lechuga en sistema flotante en balsa.

Arriba, detalle de sistema radicular del cultivo en el sistema de balsas.

Sistemas de cultivo de lechuga "Batavia" de invernadero en Navarra

Cultivo hidropónico de lechuga



Salomón Sádaba Díaz de Rada, Juan A. Del Castillo, Maite Astiz, Amaya Uribarri, Gregorio Aguado
 ssadabad@cfnavarra.es

Se presentan los resultados conseguidos en distintos sistemas de cultivo de lechuga Batavia en invernadero, uno tradicional en tierra y tres hidropónicos diferentes, durante tres campañas en la Finca Experimental que el ITGA s.a. tiene en Sartaguda, Navarra.

Introducción

La producción de lechuga Batavia en los Invernaderos de Navarra es un cultivo de larga tradición, en el que hace aproximadamente 20 – 25 años se produjo una renovación importante, una modernización en la forma de cultivo, en sistemas de riego y material vegetal. Desde entonces ocupa una gran parte de la superficie cubierta, y se produce de forma continua en todas las épocas del año. En todo este tiempo la forma de producción ha cambiado muy poco, siendo la metodología de cultivo y de trabajo la misma.

El análisis de esta situación nos motivó en el Área de Invernaderos del ITGA s.a. de Navarra, a la realización de una nueva experimentación con el objetivo de buscar nuevas alternativas, que supusiesen una mejora en productividad y calidad, pero además y tan importante como lo anterior, que aportase una mejora en las condiciones de trabajo del cultivo, facilidad de manejo, etc. En definitiva en la rentabilidad del cultivo.

La necesidad de buscar una mejor calidad de producto nos hizo pensar en cultivo hidropónico, ya conocíamos el

cultivo sobre perlita de experiencias anteriores, pero quisimos dar un paso más allá, lo que nos condujo a “enredar” todo un poco más. De esta forma durante los años 2007, 2008 y parte del pasado 2009, llevamos a cabo una serie de ensayos de lechuga en invernadero, en la que pusimos en marcha cuatro diferentes sistemas de cultivo. El objetivo de estas pruebas fue tener una primera aproximación a los diferentes sistemas, poder compararlos entre sí y conocer las ventajas e inconvenientes que cada uno de ellos aporta a la necesaria actualización del sistema de cultivo de la lechuga en invernadero en Navarra.

Material y métodos

Sistemas de cultivo

El ensayo se plantea con cuatro sistemas de cultivo diferentes. Son estos:

Cultivo en Balsa

Se trata de un cultivo hidropónico sin sustrato, sobre agua, en el que las plantas flotan sobre la solución nutritiva, donde tienen sus raíces. Para este sistema se construyó una balsa capaz de contener una cantidad de solución nutritiva almacenada. La construcción de la balsa se realiza sobre la propia parcela de cultivo, con



Detalle de la zona 3 del sistema NFT móvil.

Vista del ensayo de cultivo flotante en balsa junto al de cultivo en suelo y en NFT.

Montaje y plantación del sistema de cultivo sobre perlita.

una sencilla estructura metálica clavada sobre el suelo, y con planchas de poliestireno expandido que aislaban y daban forma al recipiente. La impermeabilización se consigue forrando esta estructura con una lámina de plástico. Las dimensiones de la balsa de cultivo fueron de 2 m de ancho y 22 m de largo.

Una vez construida e impermeabilizada la balsa se llena con solución nutritiva. El cultivo se realiza sobre planchas flotantes de poliestireno a las que se taladran unas aberturas que ponen en contacto la

raíz de las lechugas con la solución nutritiva que las soporta. El agujereado de la placa se hace a un marco de plantación adecuado para el correcto desarrollo de la lechuga en todo su ciclo. Se hizo en este caso a 25 x 30 cm de donde

El cultivo en balsas es que ha resultado más interesante desde el punto de vista práctico. Su sencillez en el manejo, la calidad del producto obtenido y su estabilidad, tanto en épocas frías como más calurosas, hacen que este sistema de cultivo haya resultado mejor que los demás

Completa la instalación de las balsas un sistema de movimiento de la solución nutritiva, en donde se hace burbujear aire para aumentar los niveles de oxígeno disuelto en agua. Se trata de un sistema cerrado, sin pérdidas por drenaje o lavado.

Ensayo de NFT

Es también un sistema hidropónico cerrado, suficientemente conocido. En este caso se llevó a cabo la instalación de un NFT móvil en el que las canaletas de cultivo se desplazan longitudinalmente por el invernadero, creciendo la lechuga en distintas zonas del mismo según en qué etapa de desarrollo se encuentren.

Con este sistema, tanto los trabajos de plantación como los de recolección del producto se llevaron a cabo desde un extremo del invernadero, hacia donde se dirigían las placas "navegando" sobre la solución nutritiva, evitando el trabajo por toda la superficie del invernadero de ambas operaciones, realizándose en un único punto, de forma mucho más racional.

El manejo del cultivo es el de un NFT normal, un sistema cerrado con recirculación de la solución nutritiva, que se aporta por un extremo de la canaleta y se recoge por el otro después de haber bañado el sistema radicular de la lechuga. Esta solución se almacena en un depósito, desde donde se vuelve a utilizar para riego, haciendo las correcciones necesarias. La frecuencia y cantidad de estos riegos se hacen en función de las demandas del cultivo.



Vista del ensayo de suelo junto a la balsa y el NFT móvil.

El manejo de las plantas es algo más complicado, y para esto la zona de cultivo se dividió en tres partes, tal y como se muestra en la Figura 1. En primer lugar se planta la zona 1, de arraigue con las canaletas juntas a 10 cm entre ejes. Así la densidad de plantación

resultante es de 40 plantas/m². Cuando ha transcurrido un tercio del ciclo de cultivo, estas lechugas en las canaletas que las contienen, se trasladan a la zona 2, de desarrollo, ampliando su marco en ese desplazamiento y dejando las canaletas a 20 cm entre ejes. La densi-

dad de cultivo en esta fase es de 20 plantas/m². La zona 1 por tanto ha quedado libre y se vuelve a plantar lechuga en esta zona con las mismas condiciones que al principio.

Cuando ha pasado otro tercio del ciclo de cultivo se vuelven a mover todas las ca-

naletas y a separarlas, avanzando una zona. Las que están en la zona de desarrollo, zona 2, pasan a la de finalización, zona 3, que todavía está libre. La densidad de finalización es de 13 plantas/m² con lechugas a un marco de plantación de 25 x 30 cm. Las de la zona 1 pasan a la zona 2, que acaba de quedar libre, y la zona 1 es plantada otra vez con lechuga nueva.

El último paso se da en el momento en que las lechugas de la zona 3 están a término, se procede a recolectarlas, dejando esa zona libre. Todas las demás avanzan una zona, pasando las de la zona 2 a la 3, de finalización, y las de la zona 1 a la 2 de desarrollo. En la zona 1 se procede ahora a plantar lechuga nueva otra vez.

En definitiva se realizan tres movimientos a cada lechuga a lo largo del ciclo, moviendo las canaletas completas. Este trabajo, en el ensayo y debido a sus dimensiones, se hizo de forma manual aunque lógicamente en dimensiones comerciales debe mecanizarse.

El resultado final de todo este movimiento es que se aumenta considerablemente la densidad de cultivo de lechuga, consiguiendo así 24 lechugas/m² por ciclo al promediar las tres densidades conseguidas en cada zona de cultivo.

Ensayo sobre perlita

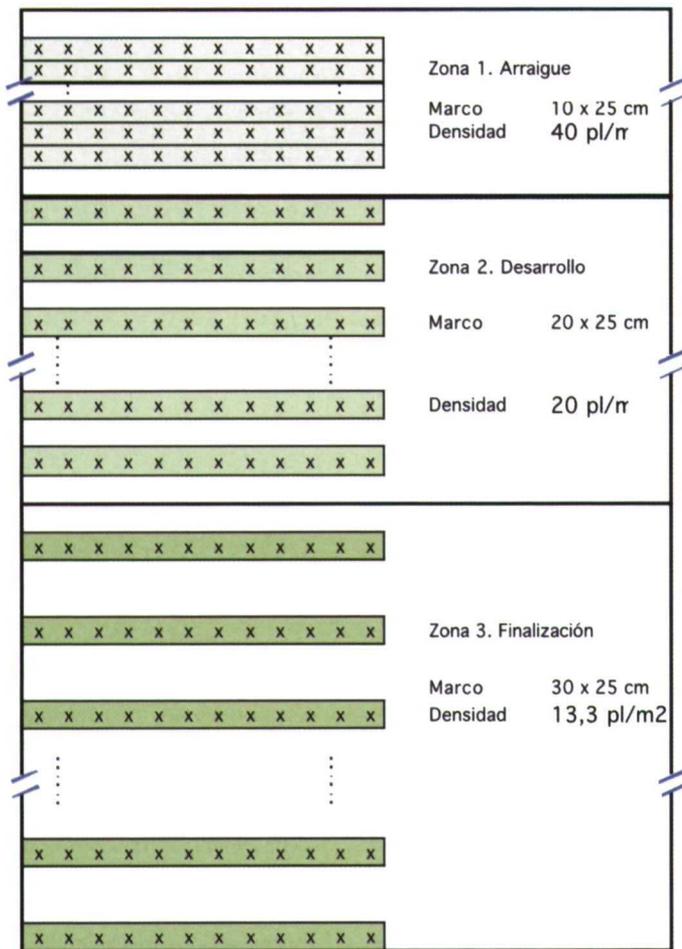
Con el tercer sistema ensayado, también un cultivo hidropónico, se utilizó un sustrato, perlita, manejando el culti-



Detalle de la zona 1 del sistema NFT móvil.

Figura 1:

Esquema de la plantación y manejo del cultivo de NFT móvil.



vo en sistema abierto. Es un sistema más utilizado, de forma que se toma de referencia como el más habitual en el cultivo hidropónico en lechuga.

Se realizó con canaletas de cultivo apoyadas sobre el suelo directamente. En cada una de ellas se cultivó lechuga de forma que la densidad de cultivo en todo el conjunto fuese de 13 plantas/m², similar al resto de los demás cultivos.

Este sistema que como ya se ha dicho era un sistema abierto, y se programaban los riegos en función de las condiciones climatológicas y de desarrollo de la lechuga. Ese número de riegos variaba desde 4 diarios en épocas frías hasta los 16 diarios en pleno verano.

El tiempo de riego de cada uno de ellos se marcaba en función del drenaje recogido en cada riego y el total. Se buscaba que hubiera un drenaje de, aproximadamente, el 25 % de lo aportado.

El trabajo relativo a la plantación y la recolección del cultivo no varía de forma sustancial con lo que se hace en el suelo de forma tradicional ya que al hacer la plantación toda la planta se distribuye por el invernadero para después plantar, y en el momento de la recolección, se hace necesario recorrer toda la superficie de cultivo con el envase vacío, cortar, llenar y sacar la producción de una u otra forma al exterior del invernadero.

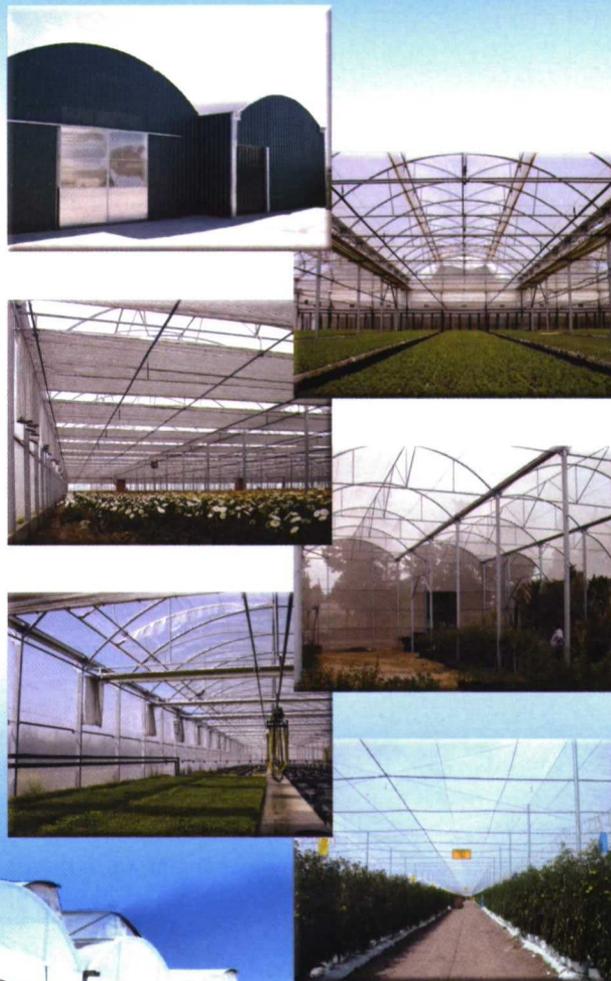


INDUSTRIAS METÁLICAS AGRICOLAS, S.A.

Pol. Ind. COMARCA-2, calle F, nº 12 · 31191 BARBATAIN (NAVARRA)

Tel.- (+34) 948 184 117 · Fax- (+34) 948 184 668

ima@invernaderosima.com · www.invernaderosima.com



Exportación: GRUPO MSC
www.grupomsc.com
Tel.- (+34) 954 129 138



Tabla 1:

Solución nutritiva en los cultivos hidropónicos.

Elemento	Ión	Unidades
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	0,5 mMol/l
Cloruros	Cl ⁻	1,0 mMol/l
Nitratos	NO ₃ ⁻	10,0 mMol/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	2,5 mMol/l
Fosfatos	PO ₄ ⁼	2,5 mMol/l
Amonio	NH ₄ ⁺	0,5 mMol/l
Calcio	Ca ⁺⁺	5,0 mMol/l
Magnesio	Mg ⁺⁺	2,5 mMol/l
Sodio	Na ⁺	0,0 mMol/l
Potasio	K ⁺	6,0 mMol/l
Manganeso	Mn ⁺	0,55 mg/l
Boro	B ⁺	0,22 mg/l
Hierro	Fe ⁺⁺	0,55 mg/l
Cobre	Cu ⁺	0,03mg/l
Zinc	Zn ⁺	0,26 mg/l
pH		5,9
Conductividad eléctrica		2,0 mS/cm

Tabla 2:

Resultados de cultivo de lechugas en balsas.

Nº plant	Plantación	Recolección	Ciclo (días)
1B	19-sep	30-oct	41
2B	31-oct	30-ene	91
3B	30-ene	1-abr	62
4B	3-abr	14-may	41
5B	14-may	18-jun	35
6B	19-jun	22-jul	33
7B	22-jul	22-ago	31
8B	22-ago	23-sep	32

Cultivo en suelo

El cultivo de suelo, directamente sobre la tierra, es el tipo de cultivo tradicional en los invernaderos en Navarra y en este ensayo, se ha tomado como testigo para comparar el comportamiento de los demás sistemas de cultivo en estudio.

La instalación del cultivo se ha hecho sobre suelo con acolchado negro, y a una densidad de cultivo de de 13 plantas/m², igual que en los demás, y tomando esta como una densidad adecuada para el desarrollo correcto de la lechuga terminada

Con el fin de cultivar el mayor número de ciclos posi-

bles en el año, en alguno de ellos, no se laborea el suelo, sino que se mantiene sin tocar, moviendo el plástico y volviéndose a plantar. Es una técnica ampliamente utilizada en los invernaderos de la zona.

Variedades y tipo de planta

En todos los tipos de cultivo se han utilizado las mismas variedades, siempre de lechuga Batavia, tomando como referencia las recomendaciones

El cultivo en balsas ha resultado más productivo ya que mejora en la cantidad de ciclos cultivados y también en el porcentaje de lechuga comercial obtenida

Tabla 3:

Resultados en cultivo NFT móvil.

Nº plant	Plantación	Recolección	Ciclo (días)
1N	20-sep	13-nov	54
2N	5-oct	12-dic	68
3N	29-oct	25-ene	88
4N	14-nov	13-feb	91
5N	12-dic	4-mar	83
6N	25-ene	26-mar	61
7N	13-feb	18-abr	65
8N	4-mar	8-may	65
9N	26-mar	22-may	57
10N	21-abr	5-jun	45
11N	8-may	16-jun	39
12N	22-may	1-jul	40
13N	5-jun	10-jul	35
14N	16-jun	17-jul	31
15N	1-jul	5-ago	35
16N	10-jul	15-ago	36
17N	17-jul	21-ago	35
18N	5-ago	15-sep	41

de variedades del ITGA S.A. para cada época en los invernaderos de Navarra. Aún teniendo presente que estas variedades se recomiendan para cultivo de suelo, y ante la falta de otras referencias aceptables se han tomado como válidas para los demás tipos de cultivo ya que se consideran variedades adaptadas al clima de la zona y son conocidas.

Las variedades que se han utilizado, han sido Arab (Zeta Seeds) para los ciclos de primavera, verano y otoño, y Pravia (Seminis), Bertina (Enza Zaden) y Matinale (Vilmorin), para el de invierno.

La planta de lechuga utilizada a lo largo de todo el ensayo, en todos los diferentes sistemas de cultivo, provenía de un vivero comercial, sembrada en turba, en taco pirami-

dal de 3 x 3, sobre bandeja de poliestireno de 216 plantas. Este tipo de presentación es la que habitualmente se utiliza para cultivo en los invernaderos de Navarra. Para todos los cultivos del ensayo resultaba muy adecuada, por lo que se utilizó en todos los sistemas.

Solución nutritiva

La solución nutritiva que se aportada a los sistemas de hidropónico es la misma en todos ellos en el punto de partida. En el caso de la perlita al ser un sistema abierto siempre era la misma, y en el caso de los sistemas cerrados, esta era la de partida y la que se intentaba mantener en todos los ciclos de cultivo, al menos en lo relativo a los macroelementos.

Resultados

En cada uno de los distintos sistemas de cultivo se han obtenido unos resultados diferentes a lo largo de toda la experimentación, lo que ha demostrado las diferencias entre ellos, y nos ha servido para

Tabla 4:

Resultados del cultivo hidropónico sobre perlita.

Nº plant	Plantación	Recolección	Ciclo (días)
1P	19-sep	09-nov	51
2P	13-nov	13-feb	92
3P	14-feb	14-abr	60
4P	14-abr	30-may	46
5P	02-jun	03-jul	31
6P	03-jul	04-ago	32
7P	04-ago	12-sep	39

conocer que sistema se adapta mejor a las necesidades que buscamos cubrir.

Dividimos estos resultados en diferentes apartados para su mejor comprensión y más fácil estudio.

Ciclos de cultivo

Cultivo en balsa

El sistema de cultivo de la lechuga sobre agua en las balsas, ha dado como resultado 8 ciclos completos en el año de

duración del ensayo (ver Tabla 2). En este sistema la recolección de la lechuga y la plantación de un nuevo cultivo se hacen en el mismo día, eliminando tiempo improductivo.

Cultivo NFT

Este sistema de cultivo ha producido en las 18 plantaciones llevadas a cabo en un año, una producción equivalente a 12 ciclos del resto de sistemas de cultivo. 6 ciclos reales (18

plantaciones de 1/3 de la superficie) a doble densidad dan como resultados esos 12 ciclos equivalentes. Las fechas de cultivo se ofrecen en la Tabla 3

Cultivo en sustrato de perlita

En este cultivo hidropónico, en un año de cultivo se han conseguido 7 cultivos de lechuga, con las siguientes fechas.

Cultivo en suelo

En un año completo de cultivo se han podido conseguir en este sistema de cultivo cinco cortes de lechuga, teniendo en cuenta que algunos cortes son seguidos, cuando era posible sin laboreo intermedio, y otros no.

Peso de las lechugas

Este peso medio tiene poca variación en los distintos sistemas, debido a que el ensayo está planteado para conseguir

lechugas de tamaño similar en todas las plantaciones, de forma, que se va controlando el peso y aspecto de las lechugas, hasta que se consiguen el objetivo de piezas con pesos comprendidos entre 450 y 500 gramos aproximadamente. De esta forma es la duración del ciclo el que se ve modificado y no tanto el peso.

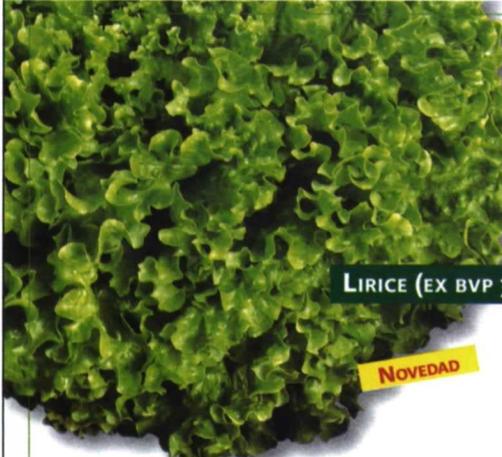
Es apreciable sin embargo, que los sistemas NFT y perlita tienden a producir lechuga de menor volumen y cogollo más compacto en todos los ciclos, mientras que el cultivo en suelo, y sobre todo la balsa produce lechugas mucho más voluminosas.

Contenido de nitratos en hoja

En todos los sistemas de cultivo se han realizado análi-

LECHUGAS VILMORIN,

LA NUEVA GENERACIÓN DE PRIMAVERA/VERANO.



LIRICE (EX BVP 30173)

NOVEDAD

Batavia de tipología abierta, color verde claro mate y tacto muy suave.
HR : BI:1-26 / Nr:0



ABBICE (EX BVP 6263)

NOVEDAD

Batavia de color verde brillante, tipología abierta y base muy bien cerrada.
HR : BI:1-26 / Nr:0
IR : LMV:0



PITICE

Plasticidad y rendimiento.
HR : BI:1-26 / Nr:0



COMICE

Presentación comercial y peso.
HR : BI:1-26



NYPHEA

Verde rubio y productividad.
HR : BI:1-25 / Nr:0



www.vilmorin.com

Vilmorin Iberica S.A. - C/ Joaquín Orozco, 17 bajo
03006 ALICANTE - ESPAÑA
tel : 902 19 34 36 - fax : 96 592 20 44
E-mail : ibericalicante@vilmorin.es

Responsables comerciales:
Zona Norte - Pedro Pesquera : 649 47 33 78
Zona Nordeste - Jaime Velilla : 616 93 11 87

JUNTOS INNOVAMOS PARA VOSOTROS

Tabla 5:

Resultados del cultivo de lechuga en suelo tradicional.

Nº plant	Plantación	Recolección	Ciclo (días)
1S	20-sep	13-nov	54
2S	14-nov	28-feb	106
3S	28-feb	07-may	69
4S	27-may	08-jul	42
5S	10-jul	21-ago	42

Tabla 6:

Contenido de nitratos en hoja en época invernal.

Nº plant	Plantación	Recolección	mg/kg de NO ₃
2S Suelo	14-nov	28-feb	2.060,8
2P Perlita	13-nov	13-feb	2.900
2N NFT	5-oct	12-dic	2.056,3
3N NFT	29-oct	25-ene	1.744,5
2B Balsa	31-oct	30-ene	2.328

Tabla 7:

Consumo medio de solución nutritiva.

Sistema	Nº ciclos	Consumo medio/lechuga
Balsas	8	8,6
Perlita	7	16,7

sis de contenido de nitrato en la época invernal, la de menos cantidad de luz, en cultivo terminado. Los resultados se muestran en la Tabla 6, y en todos los casos, en todos los sistemas los niveles de nitratos en hoja están muy por debajo de los límites máximos que marca el reglamento europeo.

Rendimiento del trabajo en plantación y recolección

En el cultivo tradicional de lechuga sobre suelo en Navarra, los trabajos relativos a la plantación y a la recolección, suponen más del 80 % de las necesidades de mano de obra del cultivo. No es fácil, por las condiciones propias del ensayo, por su dimensión y localización, hacer un conteo detallado del número de horas precisas para cada sistema, pero por los datos observados durante todo el tiempo de cultivo en los sistemas NFT y balsas

flotantes, el rendimiento del trabajo es aproximadamente el doble que en los sistemas de suelo y de perlita, precisamente porque en las dos operaciones de plantación y recolección los trabajos se llevan a cabo desde un extremo del invernadero sin recorrer toda la superficie cultivada. Hay que tener en cuenta además que el movimiento de las bandejas de cultivo, en el caso de las balsas, y las canaletas, en el NFT, se ha hecho de forma manual, y este debe ser un punto a trabajar para mecanizar y automatizar todo el proceso.

Consumo de solución nutritiva

Se establece aquí la comparación de los consumos de solución nutritiva entre un sistema cerrado, el cultivo en balsas, en donde se aportaba solo la solución nutritiva que la lechuga consumía, para



mantener el mismo nivel de agua en la balsa, con un sistema abierto, el cultivo hidropónico en perlita, donde se aportaba la solución nutritiva que la planta consumía en su desarrollo además de la necesaria para el lavado del sustrato, a priori un 25 % de la aportada.

Los valores medios anuales de consumo de agua por lechuga, es decir la cantidad

Detalle de la plantación de la lechuga en balsas.

de solución nutritiva que se ha necesitado para producir cada lechuga en estos dos sistemas. Son los siguientes:

En el caso de la solución contenida en las balsas, se aportaba nueva solución conforme las plantas de lechuga la



A la izquierda montaje de los sistemas de cultivo flotante en balsa y sobre perlita.

Arriba, vista del ensayo de NFT.

A la derecha, detalle del sistema de recolección de la lechuga flotante en balsa usado en el ensayo.



consumían, y se hacían además las correcciones necesarias de nutrientes que las plantas extraían para su desarrollo. No se hizo ninguna renovación de agua durante 16 meses, lo que propició que el nivel salino subiese progresivamente, fundamentalmente de los elementos que la lechuga no consumía o lo hacía en muy poca cantidad, hasta llegar a niveles de 10 mMol/l de Na^+ y 8 mMol/l de Cl^- . Ninguno de estos valores parecía causar efectos negativos ni al desarrollo ni al aspecto de las plantas de lechuga producidas cuando se desechó la solución nutritiva al final de los citados 16 meses.

Niveles de oxígeno en el agua

Es este uno de los puntos que requieren una atención especial en el caso de las plantas

cultivadas directamente sobre la solución nutritiva, como es el caso del NFT y el cultivo flotante en las balsas.

En todos los ciclos cultivados, en el caso del NFT, los niveles de oxígeno disuelto en agua han sido adecuados para el cultivo, no bajando de 5 mg O_2/l , en ningún momento del año. La longitud de los canales de cultivo, 3 m, han propiciado estos datos.

En el caso del cultivo en balsa, en las épocas más calurosas, los niveles de oxígeno disuelto en el agua ha caído algo más, bajando a valores de 3,5 – 4 mg O_2/l , en algunos momentos, no siendo aún así limitantes para el cultivo, que con estos niveles no ha mostrado ningún tipo de problema de desarrollo.

Conclusiones

Ciclos

En el cultivo tradicional de lechuga en suelo, se han con-

seguido cinco ciclos al año. El sistema de cultivo en perlita ha rendido 7 ciclos de cultivo en el mismo periodo de tiempo, y en el caso del sistema flotante en balsa se han producido 8 ciclos distintos, llegando al máximo posible en las condiciones de cultivo planteadas. Con NFT móvil se han llevado a cabo 18 recolecciones de lechuga, que en la práctica han correspondido a 6 ciclos completos de cultivo al hacer la comparación con los demás sistemas. Ha resultado este un sistema complejo en su puesta en práctica, en nuestras condiciones de cultivo, y eso ha dificultado que se hayan conseguido más ciclos, que en principio parecían posibles.

Calidad de la lechuga

La diferente calidad de la lechuga conseguida en cada uno de los distintos sistemas de cultivo tiene mucho que ver con la mayor o menor comple-

jidad en el manejo del sistema, que ha proporcionado diferentes condiciones ambientales, muy especialmente a nivel radicular, de forma que:

El cultivo en suelo ha resultado de fácil manejo cuando las condiciones del suelo eran buenas, y mucho más difícil si el suelo estaba compactado, lo que resulta más frecuente si el suelo no se laborea.

El cultivo en perlita ha sido también de fácil manejo y control en la mayor parte del año de ensayo, tornándose mucho más complejo y alterable cuando las temperaturas han sido altas en verano.

El cultivo en balsa ha resultado el sistema más sencillo de todos los estudiados, en cualquier momento del año, el de mayor estabilidad, resultando siempre con una mayor producción tanto cuantitativa como cualitativa.

El sistema de cultivo NFT ha resultado el más complejo e inestable, hasta el punto de que en determinados momentos ha resultado ingobernable. Para un funcionamiento adecuado se necesitan instalaciones importantes en mecanismos y automatismos de control climático y de cultivo.

Se racionalizan también en estos sistemas la distribución de espacios en diferentes zonas; de producción, de plantación, de recolección, etc. Esto conduce a una mejor organización y eliminación importante de tiempos muertos



Cultivo comercial de lechuga en sistema flotante en balsa.

Producción

El cultivo en perlita, como referencia de cultivo hidropónico, aumenta la producción de lechuga respecto al cultivo en suelo, porque consigue un mayor número de ciclos cultivados.

El cultivo en balsas ha resultado más productivo ya que mejora en la cantidad de ciclos cultivados y también en el porcentaje de lechuga comercial obtenida.

El sistema de producción en balsas admite también el cultivo de lechuga a mayores densidades, similar al NFT, lo que aumentaría su productividad.

El sistema NFT es el que más lechuga ha producido, porque su sistema de funcionamiento permite el cultivo a una densidad más alta que los anteriores. Se ha visto penalizado sin embargo una menor cantidad de ciclos cultivados y el menor porcentaje de lechuga comercial conseguida, debido a los problemas de manejo referidos.

Unas adecuadas condiciones de control climático y de manejo podrían aumentar las condiciones del sistema todavía mucho más.

Tiempos de trabajo

El cultivo tradicional de lechuga sobre la tierra y el cultivo hidropónico sobre sustrato, no suponen ningún cambio, o muy pequeño, en la cantidad de la mano de obra empleada en las operaciones de plantación y recolección del cultivo.

Los sistemas NFT móvil y en balsa, modifican completamente la forma de trabajar en las operaciones que mayor número de mano de obra consumen, consiguiendo unas mejoras en el rendimiento de ambas

tareas. Se racionalizan también en estos sistemas la distribución de espacios en diferentes zonas; de producción, de plantación, de recolección, etc. Esto conduce a una mejor organización y eliminación importante de tiempos muertos.

El sistema NFT móvil consigue además repartir en el tiempo mucho más el uso de la mano de obra necesaria.

Consideraciones finales

Teniendo presentes todos los factores que han tenido lugar en todos los sistemas de cultivo, durante todo el ensayo, se deduce una conclusión clara: los cultivos hidropónicos ensayados que introducen mejoras en el sistema de trabajo del cultivo de la lechuga,

A modo de ensayos previos, en el sistema de balsas, se cultivaron pequeñas cantidades de otros cultivos, como: acelga, borraja, cebolleta, apio, hoja de roble, y cultivos para la recolección en hoja "baby", tatsoy, canónigo, berro, rúcula etc

suponen un gran interés en la modernización de este tipo de cultivo en invernadero. La forma de trabajo, la calidad del producto obtenido y los rendimientos económicos que se pueden conseguir, hacen que el interés por estos tipos de manejo de cultivo aumente.

De ellos, es el cultivo en balsas es que ha resultado más interesante desde el punto de vista práctico. Su sencillez en el manejo, la calidad del producto obtenido y su estabilidad, tanto en épocas frías como más calurosas, hacen que este sistema de cultivo haya resultado mejor que los demás. Consideramos además que las inversiones necesarias para llevar a cabo este sistema son asumibles, mucho menores que en el caso del NFT, en el que las inversiones en automatismos y mecanismos de control deben ser importantes para tener garantías de éxito.

Otra de las consideraciones finales respecto a este tipo de cultivos, es la necesidad de seguir estudiándolos, con el fin de corroborar los datos obtenidos y seguir encontrando solución a las múltiples incógnitas que todavía se presentan.

A modo de ensayos previos, en el sistema de balsas, se cultivaron pequeñas cantidades de otros cultivos, como: acelga, borraja, cebolleta, apio, hoja de roble, y cultivos para la recolección en hoja "baby", tatsoy, canónigo, berro, rúcula etc. Los resultados conseguidos en estas pequeñas pruebas, abren el camino para otros ensayos o comprobaciones, mostrando las posibles aplicaciones que tiene este sistema.