

Pautas para una correcta fertirrigación de la lechuga Iceberg

Nutrientes a aportar y distribución de los mismos según el ciclo de cultivo



No cabe duda de que un aporte continuo de nutrientes a lo largo de todo el ciclo de cultivo mejora tanto los rendimientos como la calidad de las cosechas. Esto se consigue mediante la fertirrigación, proporcionando los nutrientes en función de la cantidad de biomasa producida por los distintos órganos de la planta. En este artículo se dan las pautas para realizar correctamente la fertirrigación de la lechuga Iceberg, mediante datos de absorción de nutrientes a lo largo del ciclo (otoño-invierno o invierno-primavera) y los aportes de nutrientes del agua de riego y del suelo.

Luis Rincón Sánchez.
Dr. Ingeniero agrónomo. IMIDA (Murcia).

La fertirrigación permite atender de forma continua la nutrición de la planta, lo que implica un cambio total en los conceptos de nutrición hídrica y mineral de los cultivos respecto a la fertilización tradicional, habiéndose comprobado en numerosos trabajos y distintas condiciones que el rendimiento y calidad de cosecha son mejorados.

En el contexto económico actual, la fertirrigación debe plantearse con dos objetivos principales:

1) Consecución de la producción óptima, entendiendo por producción óptima aquélla que produce los rendimientos económicos más altos y no la que induce a la mayor producción en valor absoluto.

2) Producir el mínimo riesgo de contaminación ambiental.

Entre otras, la información necesaria más importante para programar la fertirrigación se centra en tres puntos:

1) Requerimientos de nutrientes de los cultivos en función del tiempo (curva de absorción) y su distribución a lo largo del ciclo de cultivo.

2) Características del suelo (fertilidad y salinidad).

3) Calidad del agua de riego.

Para su programación eficiente, debe disponerse de la absorción de nutrientes por el cultivo en función del tiempo (Bar-Yosef, 1991) y de las condiciones del bulbo húmedo, donde adquieren la máxima importancia las características físico-químicas. A este respecto, equilibrio, concentración e interacción entre nutrientes son las variables a optimizar a nivel suelo para que la absorción por la planta se produzca de forma equilibrada, evitando deficiencias o excesos que mermen el rendimiento.

► Práctica de la fertirrigación

Curvas de absorción de nutrientes

La cantidad de nutrientes que absorbe la lechuga Iceberg depende de la cantidad de biomasa producida en los distintos órganos de la planta. Con carácter general se debe distinguir entre lechugas cultivadas en ciclos de otoño-invierno e invierno, más vigorosas, y las cultivadas en ciclos de invierno-primavera y primavera.

La **figura 1** muestra las curvas de absorción de macronutrientes de la lechuga Iceberg en ciclos de cultivo de otoño-invierno e invierno (cultivares más vigorosos). Las cantidades totales absorbidas ascienden a: 95 kg/ha de N, 38 kg/ha de P₂O₅, 242 kg/ha de K₂O, 43 de Ca y 15 de Mg (Rincón et al., 1991; Rincón, 2001).

La **figura 2** presenta las curvas de absorción de macronutrientes de la lechuga Iceberg en ciclos de cultivo de invierno-primavera (cultivares menos vigorosos). Las cantidades totales absorbidas son de: 84 kg/ha de N, 29 kg/ha de P₂O₅, 196 kg/ha de K₂O, 32 de Ca y 12,5 de Mg (Rincón et al., 1991; Rincón, 2001).

En la recolección, de las cantidades totales extraídas, las hojas exportan la mayor parte de nitrógeno (50%), calcio

FIGURA 1.

Curva de absorción de N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg por la lechuga Iceberg en ciclos de cultivo de otoño-invierno e invierno (Rincón et al., 1991; Rincón, 2001).

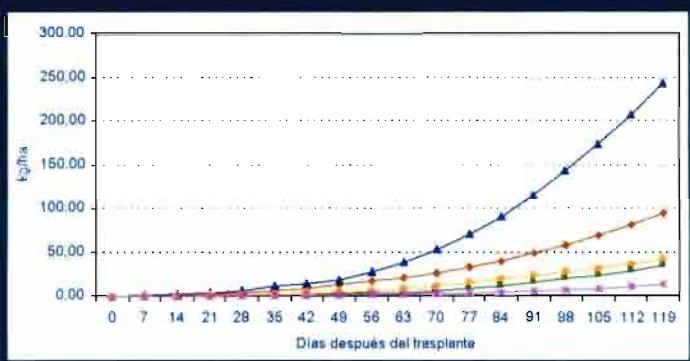
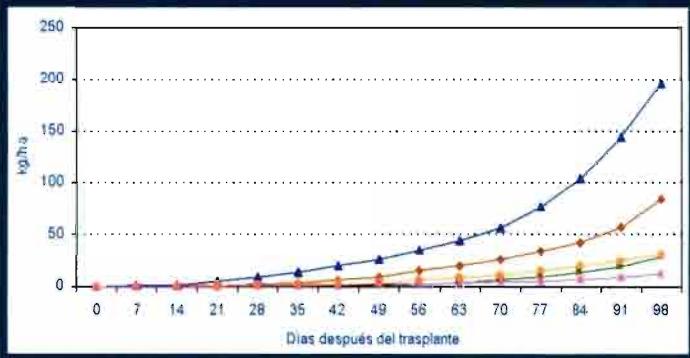


FIGURA 2.

Curva de absorción de N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg por la lechuga Iceberg en ciclos de cultivo de invierno-primavera (Rincón et al., 1991; Rincón, 2001).



(76%), potasio (57%) y magnesio (63%). Los frutos (cogollos) acumulan la mayor parte de fósforo (60%).

Abonado de preplantación

- a) Aporte de 15 a 20 t/ha de estiércol bien fermentado.
- b) Cuando el análisis de suelo presente niveles bajos de algún nutriente, principalmente de fósforo y/o potasio, conviene elevar la riqueza de dichos nutrientes a valores óptimos. Estos abonos se aportarán en preplantación junto con el estiércol. Para elevar la riqueza de fósforo y potasio en el suelo se debe establecer un plan de enmienda para años sucesivos, controlando anualmente el balance del fósforo asimilable en el suelo.

Cantidades de nutrientes aportados por el agua de riego

Todas las aguas de riego llevan en disolución cantidades distintas de nutrientes, principalmente de calcio (Ca^{2+}) y de magnesio (Mg^{2+}), y de nitratos (NO_3^-) en menor grado. Todos los nutrientes incorporados por el agua de riego deben ser extraídos de las cantidades totales a aportar al cultivo. Estas cantidades se calculan según las expresiones siguientes:

$$\text{Ca}^{2+} (\text{kg/ha}) = \text{Volumen total de agua aportada} (\text{m}^3/\text{ha}) \times \text{conc. de } \text{Ca}^{2+} (\text{mg/l}) \times 10^{-3}$$

$$\text{Mg}^{2+} (\text{kg/ha}) = \text{Volumen total de agua aportada} (\text{m}^3/\text{ha}) \times \text{conc. de } \text{Mg}^{2+} (\text{mg/l}) \times 10^{-3}$$

$$\text{N} (\text{kg/ha}) = \text{Volumen total de agua aportada} (\text{m}^3/\text{ha}) \times \text{conc. de } \text{NO}_3^- (\text{mg/l}) \times 0,226 \times 10^{-3}$$

Con carácter general, todas las aguas que lleven en disolución como mínimo 1,5 meq/l de Ca y 1 meq/l de Mg aportan suficiente calcio y magnesio para compensar la absorción de la lechuga Iceberg. No obstante, debido al elevado grado de lavado del calcio y del magnesio en el suelo, a la elevada sensibilidad de la lechuga Iceberg a la deficiencia de calcio (tipburn) y a la elevada absorción en la fase de acogollado, es recomendable hacer aportaciones preventivas de Ca y Mg durante la fase de acogollado para evitar deficiencias, siendo las cantidades orientativas medias a reponer el 50% de las extracciones totales.

Nutrientes aportados por la materia orgánica

Los porcentajes de materia orgánica de los suelos en los que se cultiva la lechuga Iceberg tienen por lo general contenidos medios bajos (≤ 1,5%). Dado que la duración del ciclo de cultivo es corta, la liberación de nutrientes es baja, por lo que con carácter general no se tendrán en cuenta en el balance general elementos minerales, equiparándolos a las pérdidas no controlables. En casos de suelos con porcentajes de materia orgánica elevados, sí se tendrán en cuenta los nutrientes libera- rados.



CUADRO I. CANTIDADES NETAS MEDIAS DE NUTRIENTES RECOMENDADAS A APORTAR SEMANALMENTE EN CICLOS DE CULTIVO DE OTOÑO-INVIERNO E INVIERNO (CULTIVARES VIGOROSOS).

Periodo (d.d.t)*	kg/ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
0-7	0,5	1,0	3,0	—	—
8-14	1,0	1,0	3,0	—	—
15-21	1,5	1,0	4,0	—	—
22-28	2,0	1,5	6,0	—	—
29-35	2,0	1,5	7,0	—	—
36-42	4,0	2,0	8,0	—	—
43-50	4,0	2,0	10,0	—	—
51-56	6,0	2,0	12,0	—	—
57-62	6,0	2,5	14,0	1,5	0,5
63-70	7,5	2,5	16,0	2,0	0,5
71-77	7,5	3,0	18,0	2,5	0,5
78-84	10,0	3,0	20,0	2,5	1,0
85-91	10,0	4,0	25,0	3,0	1,0
92-98	12,0	4,0	35,0	3,0	1,0
98-105	14,0	5,0	40,0	3,0	1,0
106-112	12,0	5,0	35,0	3,0	0,5
113-119	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	100,0	41,0	256,0	20,0	6,0

* d.d.t = días después del trasplante.

Pérdidas de elementos minerales

Son difíciles de evaluar, pues dependen del manejo del riego y de las características del suelo principalmente. En el caso del nitrógeno, las pérdidas son proporcionales a las de agua por infiltración en profundidad, estimándose con carácter muy general pérdidas máximas de N por lixiviación de un 10%. Las pérdidas de potasio se producen por desplazamiento fuera del bulbo y se estiman entre un 5 y 10% y las de fósforo, por retrogradación, entre un 20 y 30%. Dichas pérdidas deben ser tenidas en cuenta para evaluar las cantidades netas de nutrientes a incorporar en la fertirrigación.

Cantidades netas de nutrientes a incorporar en fertirrigación y distribución en el ciclo de cultivo

La cantidad de nutrientes para llevar a la planta a elevadas producciones y de calidad constituye un criterio orientativo de las exigencias nutritivas del cultivo. No obstante, diversos fac-

tores intervienen directamente en la demanda de nutrientes y en el ritmo de absorción, entre los que cabe citar: condiciones climáticas del ciclo de cultivo, material vegetal (variedades) y calidad del agua de riego.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las extracciones que realiza el cultivo no son coincidentes con las cantidades de fertilizantes que se deben aportar, por dos razones principales: a) una parte (a veces importante) de los nutrientes absorbidos por la planta es aportada por el agua de riego o el suelo y b) ciertos fertilizantes sufren en el suelo una serie de transformaciones, disminuyendo su eficacia. Del balance de pérdidas y ganancias resultarán las cantidades de nutrientes que deben reponer.

CUADRO II. CANTIDADES NETAS MEDIAS DE NUTRIENTES A APORTAR SEMANALMENTE EN CICLOS DE CULTIVO DE INVIERNO-PRIMAVERA Y PRIMAVERA (CULTIVARES MENOS VIGOROSOS).

Periodo (d.d.t)*	kg/ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
0-7	0,5	1,0	3,0	—	—
8-14	1,0	1,0	3,0	—	—
15-21	1,5	1,5	5,0	—	—
22-28	2,0	1,5	8,0	—	—
29-35	2,0	2,0	10,0	—	—
36-42	4,0	2,0	12,0	—	—
43-50	6,0	2,5	16,0	—	—
51-56	8,0	2,5	18,0	1,0	0,5
57-62	10,0	3,0	20,0	1,5	0,5
63-70	12,0	3,0	25,0	2,0	1,0
71-77	14,0	5,0	25,0	2,5	1,0
78-84	16,0	5,0	30,0	4,0	1,5
85-91	14,0	4,0	30,0	4,0	1,5
92-98	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	90,0	35,0	205,0	15,0	6,0

* d.d.t = días después del trasplante.

CUADRO III. CANTIDADES DE FERTILIZANTES RECOMENDADOS SEMANALMENTE PARA LA FERTIRRIGACIÓN DE LA LECHUGA ICEBERG EN CICLOS DE OTOÑO-INVIERNO E INVIERNO (CULTIVARES VIGOROSOS).

Período (d.d.t)*	kg/ha				
	Nitrato amónico	Fosfato monopotásico	Nitrato potásico	Nitrato cálcico	Sulfato de magnesio
0-7	0	2	5	—	—
8-14	1	2	5	—	—
15-21	2	2	7	—	—
22-28	2	3	11	—	—
29-35	1	3	13	—	—
36-42	6	4	15	—	—
43-50	5	4	19	—	—
51-56	9	4	23	—	—
57-62	5	5	27	6	3
63-70	5	5	31	12	3
71-77	2	6	35	15	3
78-84	8	6	39	15	6
85-91	3	8	49	18	6
92-98	4	8	60	18	6
98-105	2	10	80	18	5
106-112	0	10	80	18	5
113-119	0	0	0	0	0
TOTAL	53	79	502	118	40

* d.d.t = días después del trasplante.



Lechuga Iceberg en riego por aspersión con infraestructura para riego por surcos.

FERTIRRIGACIÓN dossier

**CUADRO IV. CANTIDADES DE FERTILIZANTES
A APORTAR SEMANALMENTE EN CICLOS DE
INVIERNO-PRIMAVERA Y PRIMAVERA
(CULTIVARES MENOS VIGOROSOS).**

Periodo (d.d.t)*	kg/ha				
	Nitrato amónico	Fosfato monopotásico	Nitrato potásico	Nitrato cálcico	Sulfato de magnesio
0-7	—	2	5	—	—
8-14	—	2	5	—	—
15-21	—	3	9	—	—
22-28	—	3	15	—	—
29-35	—	4	19	—	—
36-42	3	4	23	—	—
43-50	6	5	31	—	—
51-56	10	5	36	6	—
57-62	12	6	39	12	3
63-70	11	6	50	15	6
71-77	16	10	48	15	6
78-84	15	10	59	21	9
85-91	10	10	59	21	9
92-98	0	0	0	0	0
TOTAL	83	65	394	88	34

d.d.t = días después del trasplante.

Partiendo de las extracciones totales de nutrientes del cultivo en función del tiempo (**figuras 1 y 2**) y teniendo en cuenta el vigor del cultivar, las cantidades aportadas por el agua de rie-

CUADRO V. RANGO DE SUFICIENCIA EN HOJAS DE LECHUGA ICEBERG EN PERÍODO DE ACOGOLLADO.

	Rango medio-suficiente
Macronutrientes (%)	
Nitrógeno - N	2,5 – 4,0
Fósforo - P	0,4 – 0,6
Potasio - K	6,0 – 8,0
Calcio - Ca	1,4 – 2,0
Magnesio - Mg	0,5 – 0,7
Azufre - S	0,2 – 0,4
Micronutrientes (ppm)	
Hierro - Fe	50 – 500
Manganoso - Mn	30 – 90
Boro - Bo	30 – 100
Cobre - Cu	8 – 25
Zinc - Zn	25 – 100
Molibdeno - Mo	0,1 – 0,4

Fuente: Mills y Jones (1996). Período de acogollado.

go y el suelo, las pérdidas de nutrientes no controlables (por lixiviación y retrogradación), así como las cantidades de Ca y Mg necesarias para prevenir carencias y las cantidades semanales netas de nutrientes a incorporar al cultivo se presentan en los **cuadros I y II** (adaptación de Rincón et al., 1991 y de Rincón, 2001).



Ciba® ENVIROCARE™ es un aditivo de Ciba Specialty Chemicals que asegura la degradación controlada de los plásticos para acondicionamiento. Los films con ENVIROCARE son una alternativa a la incineración, reciclado y vertido. Según el cultivo, los acondicionados se adaptan a sus necesidades específicas: tomate industrial, algodón, melón, maíz. ENVIROCARE es respetuoso con el medio ambiente y supone un considerable ahorro económico y de tiempo para el agricultor ya que no es necesario recoger el plástico. Al final, los microorganismos del suelo contribuyen a la degradación de la parte enterrada. Los fabricantes de film agrícola tienen a su disposición el acondicionado con ENVIROCARE.

**El filme se degrada,
mientras su economía aflora.**

Para mayor información:
Ciba Especialidades Químicas S.L.
Tel. 93.4040388, fax 93.4040391
montse.guillamon@cibasc.com



Ciba

Valor más allá de la química

Establecidas las cantidades netas de nutrientes a incorporar (**cuadros I y II**) y tomando como referencia los fertilizantes (nitrato amónico, fosfato monopotásico, nitrato potásico, nitrato cálcico y sulfato de magnesio), las cantidades de cada fertilizante a reponer semanalmente durante el ciclo de cultivo se muestran en los **cuadros III y IV**.

CUADRO VI. RANGOS DE DEFICIENCIA, SUFICIENCIA Y TOXICIDAD DE NUTRIENTES EN HOJA DE LECHUGA.

Macronutrientes (%)	Rango		
	Deficiente	Rango medio	Tóxico
Nitrógeno - N	—	2,10 – 5,60	
Fósforo - P	< 0,58	0,40 – 0,93	
Potasio - K	< 3,91	3,91 – 9,77	
Calcio - Ca	< 0,8	0,88 – 2,00	
Magnesio - Mg	< 0,29	0,36 – 0,90	
Azufre - S	< 0,2	0,19 – 0,41	
Micronutrientes (ppm)			
Hierro - Fe		56 – 558	
Manganoso - Mn	< 22	30 – 198	> 197
Boro - Bo	< 22	22 – 65	> 75
Cobre - Cu	< 2,5	5 – 17	
Zinc - Zn	< 26	33 – 196	> 392
Molibdeno - Mo	< 0,2	0,2 – 0,38	

Fuente: Roorda van Eysinga et al., (1981).



Lechuga Iceberg con riego por goteo.

En su deducción se ha tenido en cuenta que el agua de riego tiene los siguientes contenidos:

- Ca > 1,2 meq/l.
- Mg > 0,7 meq/l.

Control de la nutrición

De todos los órganos vegetativos de la planta, las hojas han mostrado ser las que dan una información precisa de la absorción de nutrientes, siendo muy sensibles a los cambios en el medio nutritivo. Son el indicador del nivel de disponibilidad de nutrientes por la planta. El **cuadro V y VI** presenta los niveles medios de contenido foliar de la lechuga Iceberg. ■

LAS VENTAJAS DE LA BIOLOGIA CELULAR

BIOAGA USA CORP.
Cellular Biology Laboratory
Los Angeles, Cal. USA
www.bioaga.com

Rte. BERLIN BIOTEC.
(BIOAGA) Tudela
Fax. 948 82 84 37
Tel. 902 154 531

BIOAGA a la cabeza de la alta tecnología con sus abonos CEN conocidos internacionalmente por sus excelentes resultados: producción y calidad

CEN FERTILIZANTE CIENTÍFICO
Óptimo para Producción Integrada
Registrado en Usa nº F-1417

RECORDS DE PRODUCCIÓN CON CEN.

9.000 kg. de TRIGO por Ha. Peso espe. 82

6.500 kg. de AVENA por Ha.

11.500 kg. de CEBADA por Ha. Peso espe. 73

22.000 kg. de MAÍZ por Ha. con 155 mg. por kg. de triptófano

14.500 Kg. de ARROZ por Ha. y 2,1 mg/kg Vitamina A más 400% Vitamina E más 4% proteína

215.000 Kg. de TOMATE por Ha. con 11% BRIX

145 kg. de CLEMENTINA por árbol, 90% 1ºA

80.000 kg. MARISOL Ha. (80% extra. 19% 1º)

14.000 kg de UVA de viña en secano por Ha 14º

80.000 kg. de PATATA por Ha. + 46% Vit. A

250 kg. de ACEITUNAS por árbol mas 3º de grasa, + 7º rendimiento menos 1,5º de acidez

VARIAS MEDALLAS DE ORO, PLATA Y BRONCE CONSEGUIDAS EN VINO POR CLIENTES CEN

FERTILIZANTES Y PIENSOS ECOLÓGICOS:

- EKOLOGIK Fertilizante natural

Autorizado en la UE para agricultura ecológica

- CEM Pienso natural

Registro USA nº583

Autorizado en la UE para ganadería ecológica

Carne: conversión: 1,28% • Huevos: aumento 15% • Leche: aumento 23%, 40% menos células somáticas, 4% más grasa

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL PROCESO DE LA FERTIRRIGACIÓN

- a) Son objeto de utilización todos los fertilizantes que posean las características para ser utilizados en riego por goteo.
- b) Es necesario conocer la fertilidad mineral y orgánica del suelo de cultivo antes de la plantación mediante el análisis correspondiente. De dicho análisis se deducirá la necesidad o no de elevar el porcentaje de materia orgánica y el contenido de fósforo y potasio hasta niveles óptimos.
- c) Características del agua de riego derivadas del análisis correspondiente. Esto permitirá evaluar la cantidad de elementos nutritivos que aporta, así como la salinidad y niveles de iones tóxicos que pueden afectar a la productividad del cultivo. Los nutrientes aportados por el agua de riego deberán ser draíados de las necesidades totales de nutrientes por la planta.
- d) Aportar los fertilizantes en cada riego, evitando aportaciones acumuladas que puedan dar lugar a concentraciones elevadas de uno o más nutrientes, lo que podría producir desajustes nutricionales (antagonismos y sinergismos entre nutrientes), así como problemas de absorción por las raíces de las plantas.
- e) Mantener en el tiempo la concentración y equilibrio de nutrientes en el suelo. Para ello, el equilibrio de las cantidades de nutrientes a aportar en el agua de riego debe ser similar al de las extracciones realizadas por los cultivos.
- f) Ajustar las dosis de riego según las características del suelo, evitando pérdidas por percolación en profundidad que produzcan arrastre de nutrientes y consecuentemente desequilibrios en la concentración mineral del suelo. Nitrógeno, calcio y magnesio se desplazan en profundidad junto con el agua de riego, mientras que el potasio es desplazado a los bordes de los bulbos humedecidos por los goteros. El fósforo se queda en zonas cercanas al punto de goteo.
- g) Cuando las lluvias sean elevadas, se producirán pérdidas de nutrientes en profundidad, principalmente nitrógeno, calcio y magnesio. En estos casos, para compensar las pérdidas en los riegos posteriores a las lluvias, deben incrementarse las cantidades de dichos nutrientes sobre las programadas.
- h) Es recomendable dejar de abonar la última semana antes de la recolección para evitar que la lechuga adquiera un ligero amargor. ■