

#### 4.4. RESULTADOS

Los resultados se presentan de forma independiente para cada uno de los experimentos planteados.

En la presentación de resultados se utilizará como sinónimo del término vaina envolvente el término bulbo, aunque la formación del bulbo no se produzca hasta avanzado el ciclo por engrosamiento de la vaina envolvente y cese de la aparición de nuevos limbos.

##### 4.4.1. Extracción de nutrientes en condiciones de riego infrecuente para distintos cultivares. (Experimento 4.1)

La evolución del contenido de los distintos nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo y de forma fraccionada, expresada sobre peso seco, se presenta conjuntamente para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 (experimento 2.2.2) y Valenciana de Grano (experimento 2.2.3), en las figuras 4.1. a 4.9. Señalar de nuevo que en los muestreos de 29 de abril y 14 de mayo (96 y 111 días desde la siembra) en V. de Grano se analizaron conjuntamente el limbo y la vaina envolvente.

Los valores extremos de nitrógeno en limbo oscilan entre 1,24 % correspondiente al muestreo de 195 días tras la siembra (6 de agosto) en el cultivar BAV-E58 y 4,59 % en el muestreo de 96 días tras la siembra en V. de Grano. En bulbo los contenidos oscilan entre 0,35 y 2,29 % (figura 4.1).

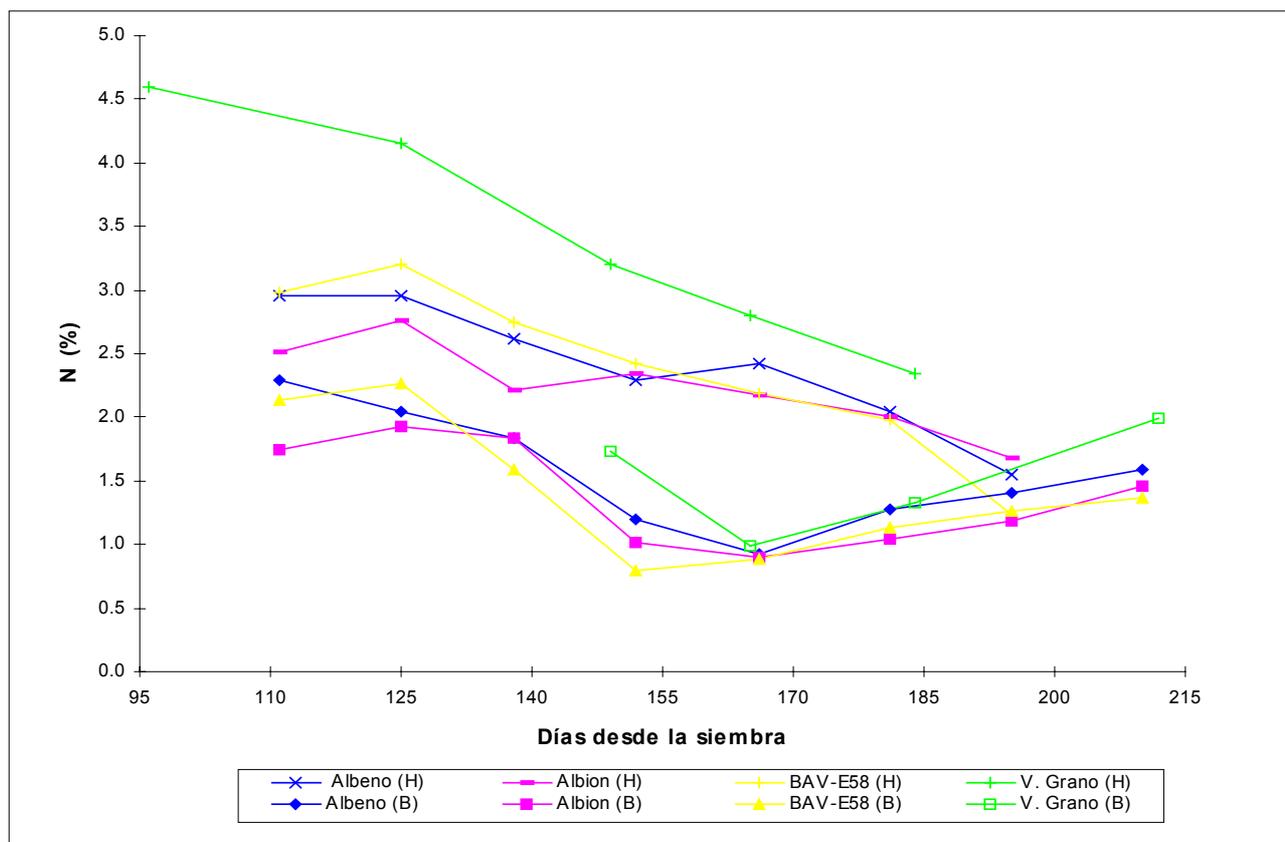


Figura 4.1. Evolución del contenido de nitrógeno sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En limbo y en el periodo de datos disponibles del experimento 2.2.2, los valores máximos se alcanzan antes del inicio del crecimiento exponencial (cuadro 2.34), a los 125 días desde la siembra (28 de mayo). Posteriormente, el contenido en nitrógeno del limbo va disminuyendo al avanzar el ciclo. Cabe destacar que en V. de Grano (experimento 2.2.3), los contenidos para un mismo estadio son superiores al de los otros cultivares.

En bulbo, los contenidos en nitrógeno disminuyen al avanzar el ciclo para alcanzar un mínimo cuando se observa el número máximo de hojas emergidas (cuadros 2.36 y 2.44), a los 165 días desde la siembra (7 de julio), una vez iniciado el proceso de bulbificación (cuadros 2.38 y 2.51). Tras este mínimo, los contenidos se incrementan de nuevo hasta recolección .

Los valores extremos de fósforo sobre materia seca en limbo en los cultivares aptos para deshidratación (figura 4.2) oscilan entre 0,03 % , que es el valor alcanzado en el último muestreo por BAV-E58, y 0,13 % en Albino el 10 de junio (138 días desde la siembra). En V. de Grano los contenidos en limbo a lo largo de todo el ciclo casi duplican a los de los cultivares citados.

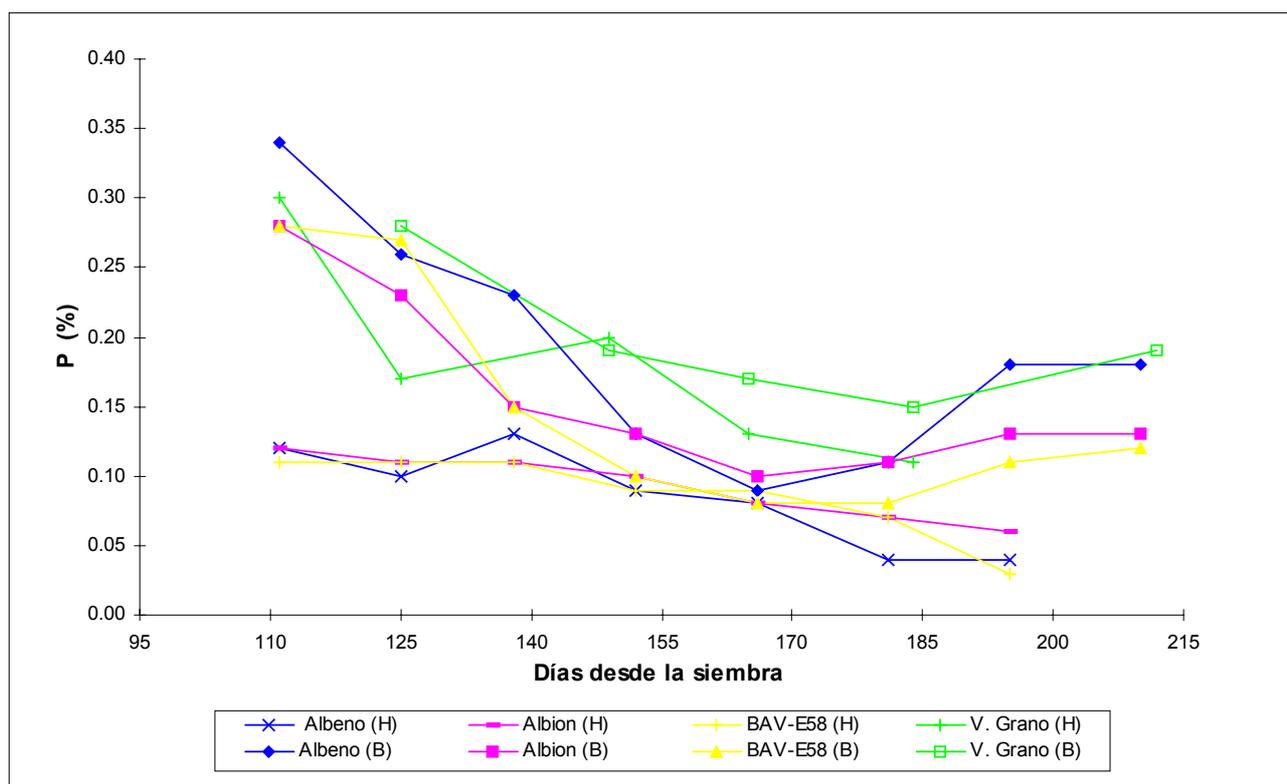


Figura 4.2. Evolución del contenido de fósforo sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En bulbo, los contenidos de P (figura 4.2) oscilan entre 0,08 - 0,10 % como valores mínimos. Estos mínimos se alcanzan en el muestreo de 8 de julio (166 días tras la siembra) en los cultivares Albino, Albion y BAV-E58, coincidiendo con el periodo de bulbificación según RB (cuadro 2.38). El valor más elevado en los contenidos de P en bulbo ( 0,34 %) se alcanza en el primer muestreo de 14 de mayo (111 días desde la siembra) para el cultivar Albino.

En limbo, los contenidos de P disminuyen al avanzar el ciclo, mientras que en bulbo (figura 4.2) la tendencia evolutiva es semejante a la del nitrógeno (figura 4.1) con un mínimo ya en plena bulbificación.

Los valores extremos de K (figura 4.3) oscilan, en limbo, entre 1,50 % en el último muestreo (BAV-E58) y 5,10 % en el primer muestreo con cuatro hojas visibles en V. de Grano. En bulbo oscilan entre 0,9 % en BAV-E58 próximo el inicio de la bulbificación (cuadro 2.38) y 3,25 % en V. Grano el 14 de mayo, al inicio de un rápido crecimiento foliar (cuadro 2.40) .

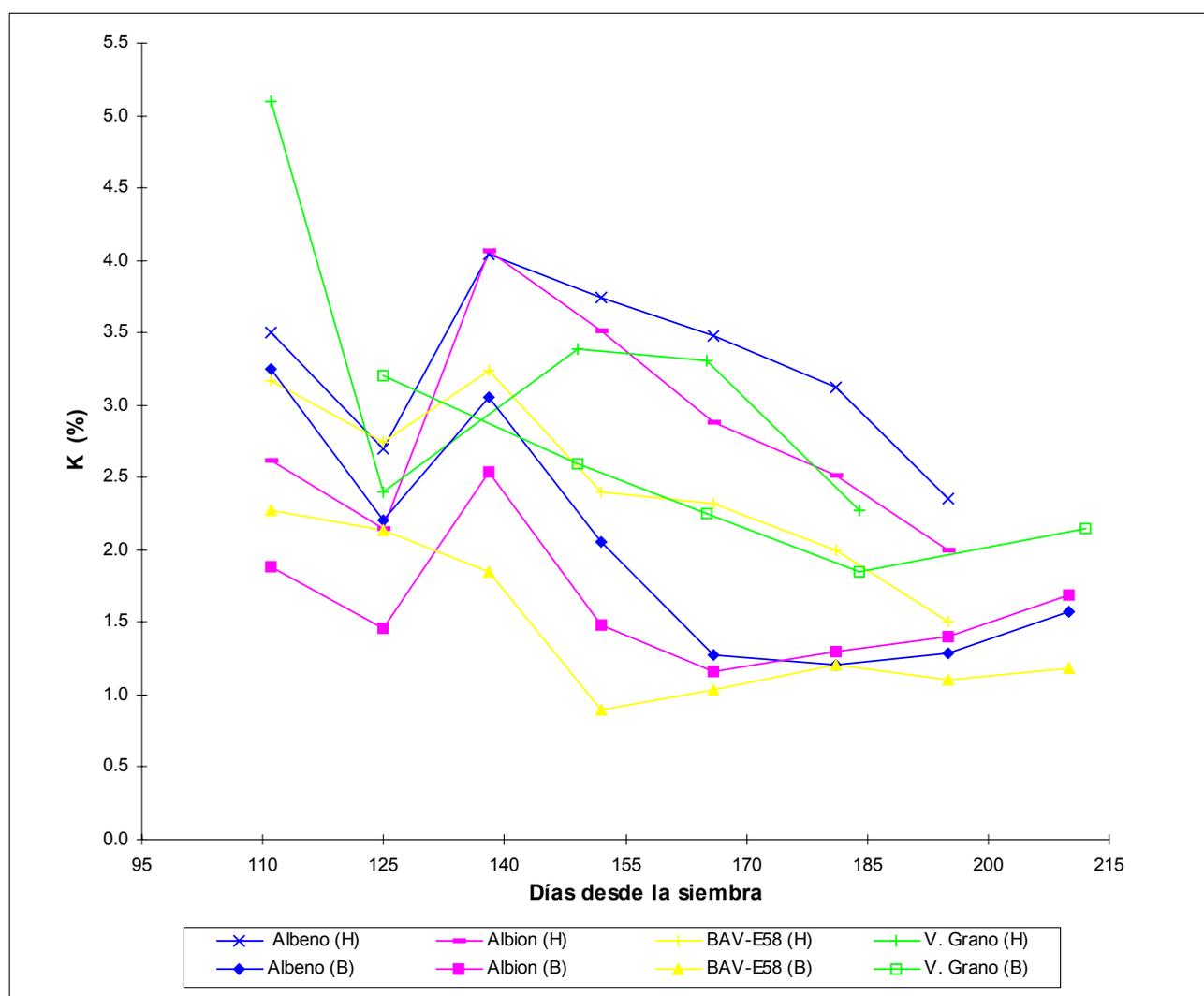


Figura 4.3. Evolución del contenido de potasio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En limbo, los valores máximos de K se alcanzan al inicio de un rápido crecimiento de la planta (cuadros 2.34 y 2.40) para ir disminuyendo hasta la madurez. En bulbo, los contenidos mínimos de K se producen posteriormente al inicio de la bulbificación, de unos quince días a un mes aproximadamente según la relación de bulbificación (cuadros 2.38 y 2.51), con ligeras diferencias entre cultivares, de forma similar a lo observado para el nitrógeno y el fósforo. Cabe destacar el mayor contenido de potasio en recolección en V. de Grano respecto a los otros cultivares, prácticamente el doble que BAV-E58.

Los valores extremos de calcio sobre materia seca (figura 4.4) oscilan, en limbo, entre 3,47 % y 2,30 %, y en bulbo entre 0,30 % y 1,80 %. Tanto en limbo como en bulbo, los contenidos de Ca tienden a disminuir a lo largo del ciclo excepto para los limbos de V. de Grano que tienden a incrementarse a lo largo del ciclo, aunque los valores de contenidos extremos de Ca para este cultivar se incluyan dentro del intervalo mencionado.

Cabe resaltar que la disminución de los contenidos de Ca en bulbo para el cultivar V. de Grano es menos brusca que la observada en los otros cultivares.

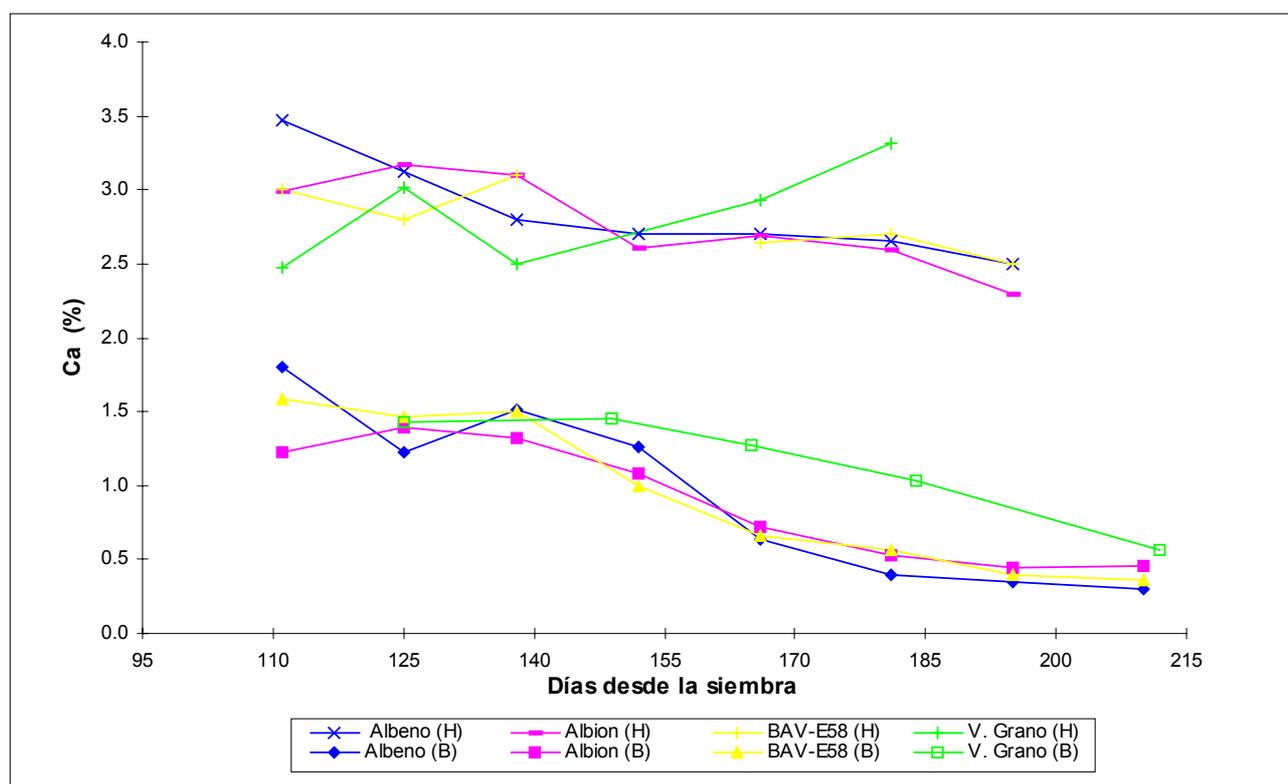


Figura 4.4. Evolución del contenido de calcio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albeno, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

Los valores extremos de magnesio sobre materia seca (figura 4.5) en limbo oscilan entre 0,19 % y 0,44 %; en bulbo oscilan entre 0,08 % y 0,33 %. En limbo los valores mínimos en los contenidos de Mg se producen en bulbificación (21

de junio - 8 de julio) con ligeras diferencias entre cultivares. En bulbo existe una disminución de los contenidos de Mg hasta plena bulbificación entre 165 y 166 días desde la siembra (7 - 8 de julio), estabilizándose hasta recolección.

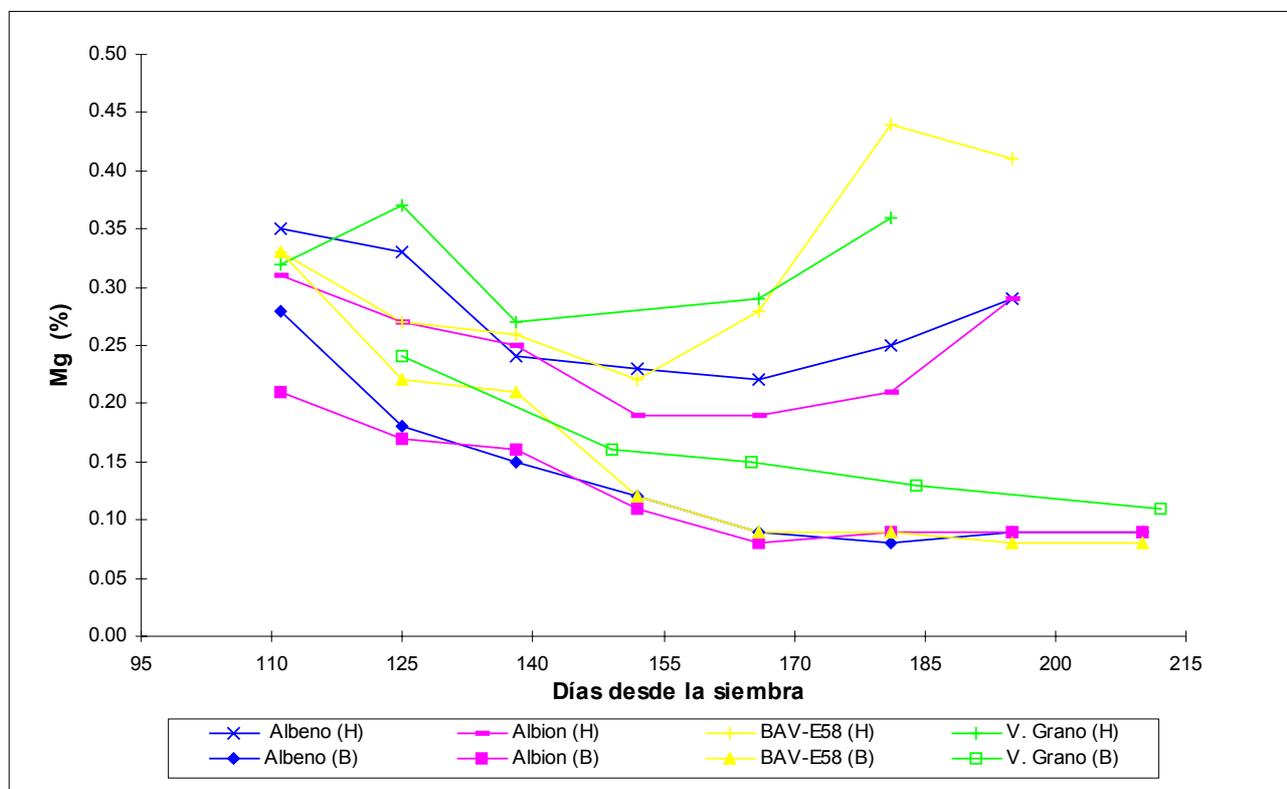


Figura 4.5. Evolución del contenido de magnesio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En relación al contenido de micronutrientes no se dispone de contenidos de Fe y Cu para el cultivar Valenciana de Grano.

En los contenidos de hierro en limbo (figura 4.6) existen fluctuaciones aunque, al avanzar el ciclo, se estabilizan entre 40 y 50 ppm sobre materia seca. Las fluctuaciones son mayores en el cultivar BAV-E58.

En bulbo, existe una disminución de los contenidos de hierro hasta el inicio o plena bulbificación para incrementarse de nuevo hasta recolección. Los valores extremos oscilan entre 13,0 y 44,0 ppm (figura 4.6). Cabe señalar que las tendencias en la evolución de los contenidos, con la puntualización realizada para BAV-E58, son similares en los tres cultivares (Albino, Albion y BAV-E58) analizados.

Los valores extremos de manganeso sobre materia seca en limbo (figura 4.7) oscilan entre 17,5 y 88,2 ppm, con tendencia a disminuir rápidamente a lo largo del ciclo. En bulbo los valores extremos de Mn oscilan entre 5,5 y 19 ppm con tendencia a disminuir a lo largo del ciclo.

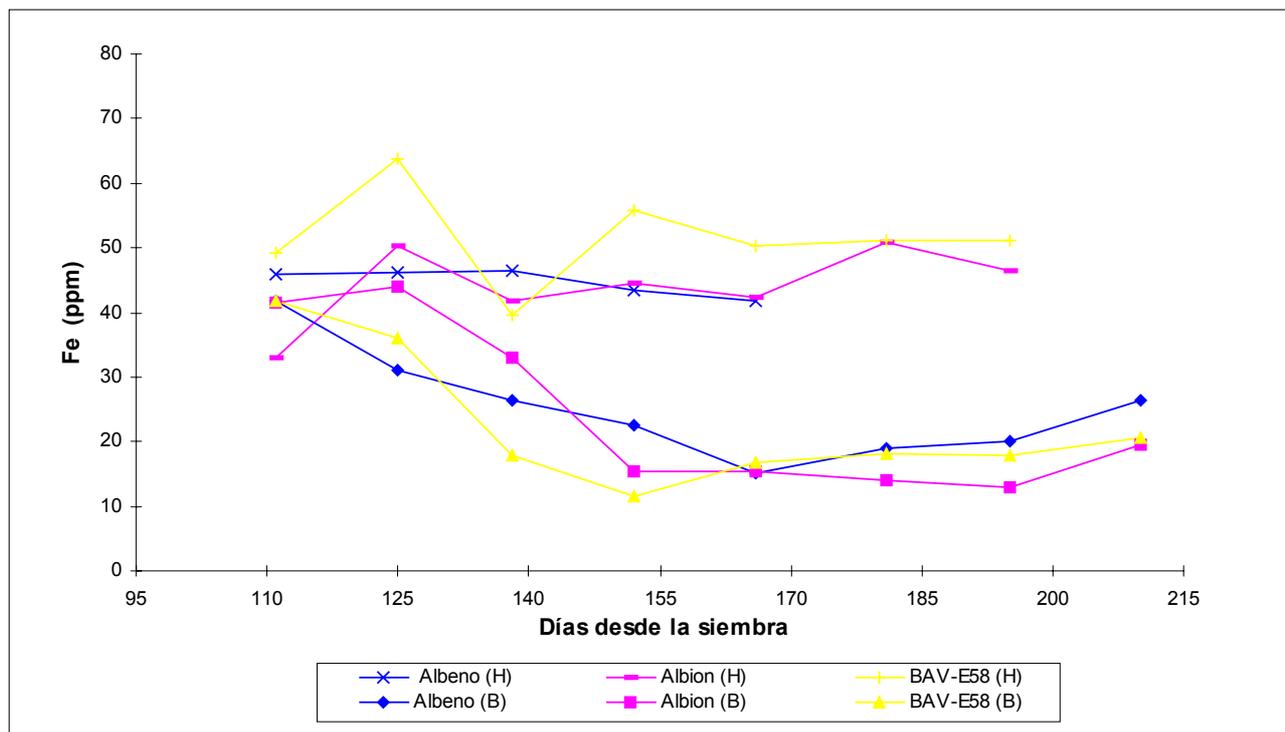


Figura 4.6 Evolución del contenido de hierro sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion y BAV-E58.

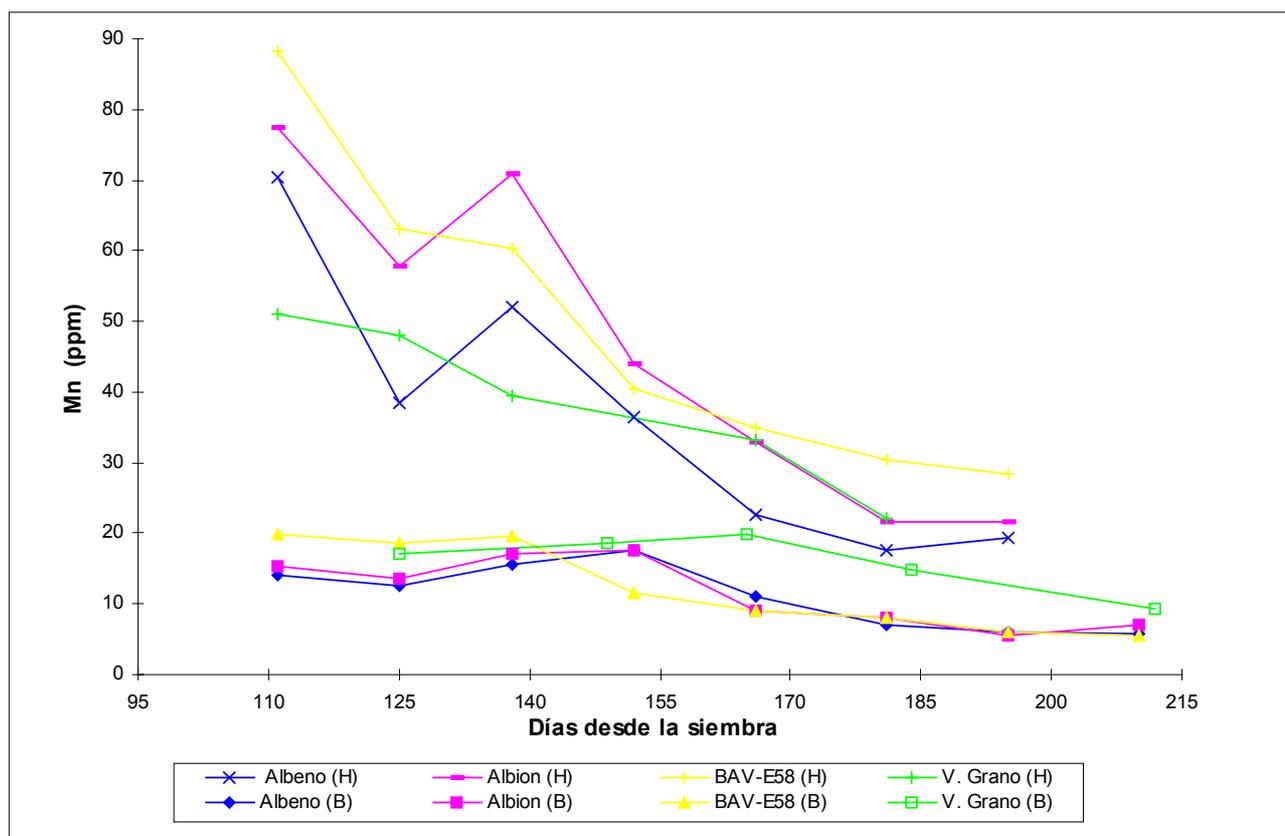


Figura 4.7. Evolución del contenido de manganeso sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En los contenidos de cobre en limbo (figura 4.8) y en su evolución, existe una discontinuidad con un incremento muy importante, ya que se triplican los contenidos, a partir del 10 de junio. Ello coincide con ciertos tratamientos fitosanitarios (cuadro 2.8) . En los contenidos de Cu en bulbo se observa también un incremento tras su aplicación.

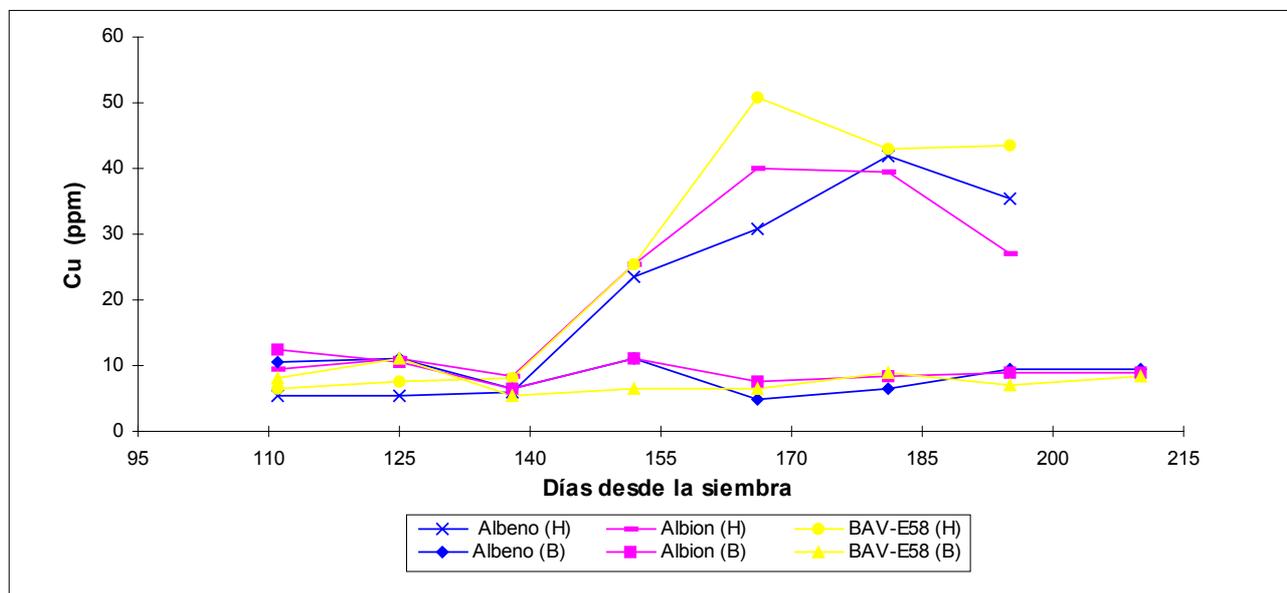


Figura 4.8. Evolución del contenido de cobre sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion y BAV-E58.

Los valores de contenido de zinc sobre materia seca en limbo (figura 4.9) son fluctuantes en todos los cultivares.

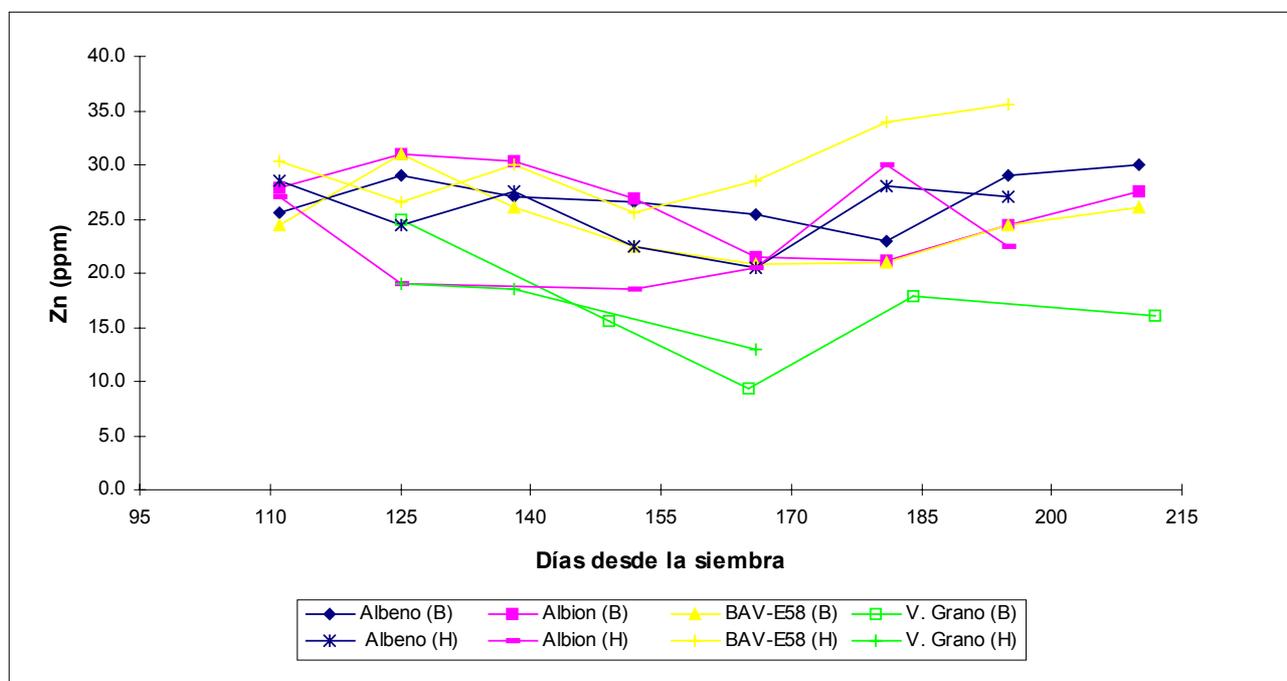
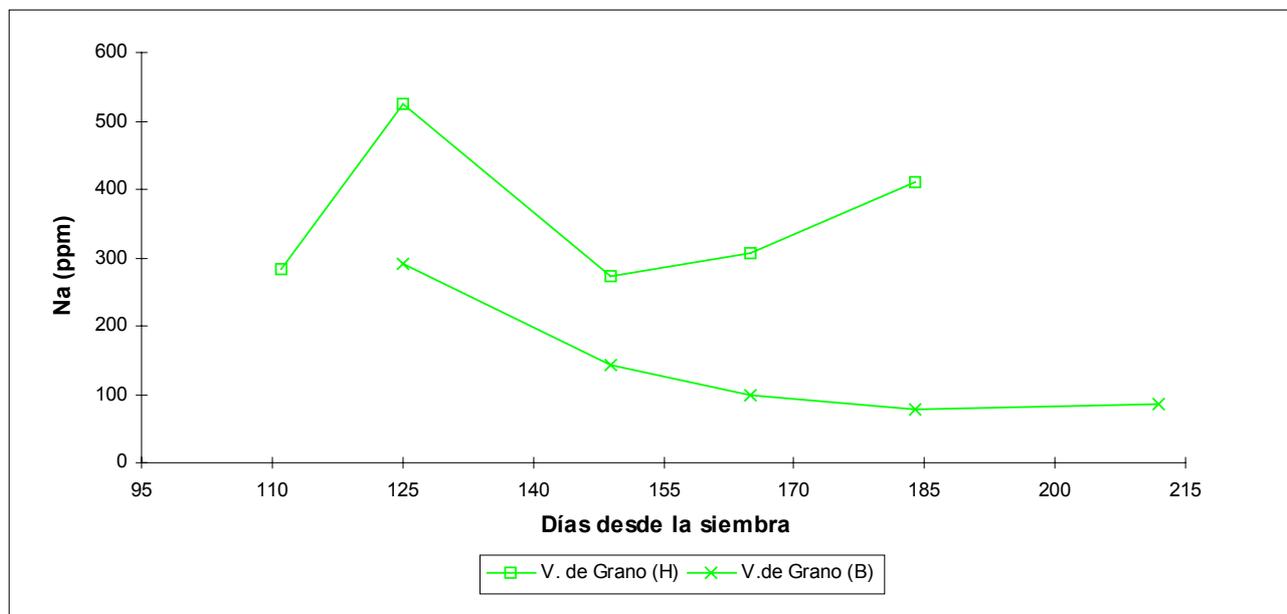


Figura 4.9. Evolución del contenido de zinc sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano).

En bulbo los contenidos mínimos de Zn se presentan una vez iniciada la bulbificación en el último muestreo de junio, 164-165 días desde la siembra para los cultivares aptos para deshidratación y V. de Grano respectivamente.

En V. de Grano los contenidos de sodio en limbo son fluctuantes, mientras que en bulbo van disminuyendo a lo largo del ciclo (figura 4.10).



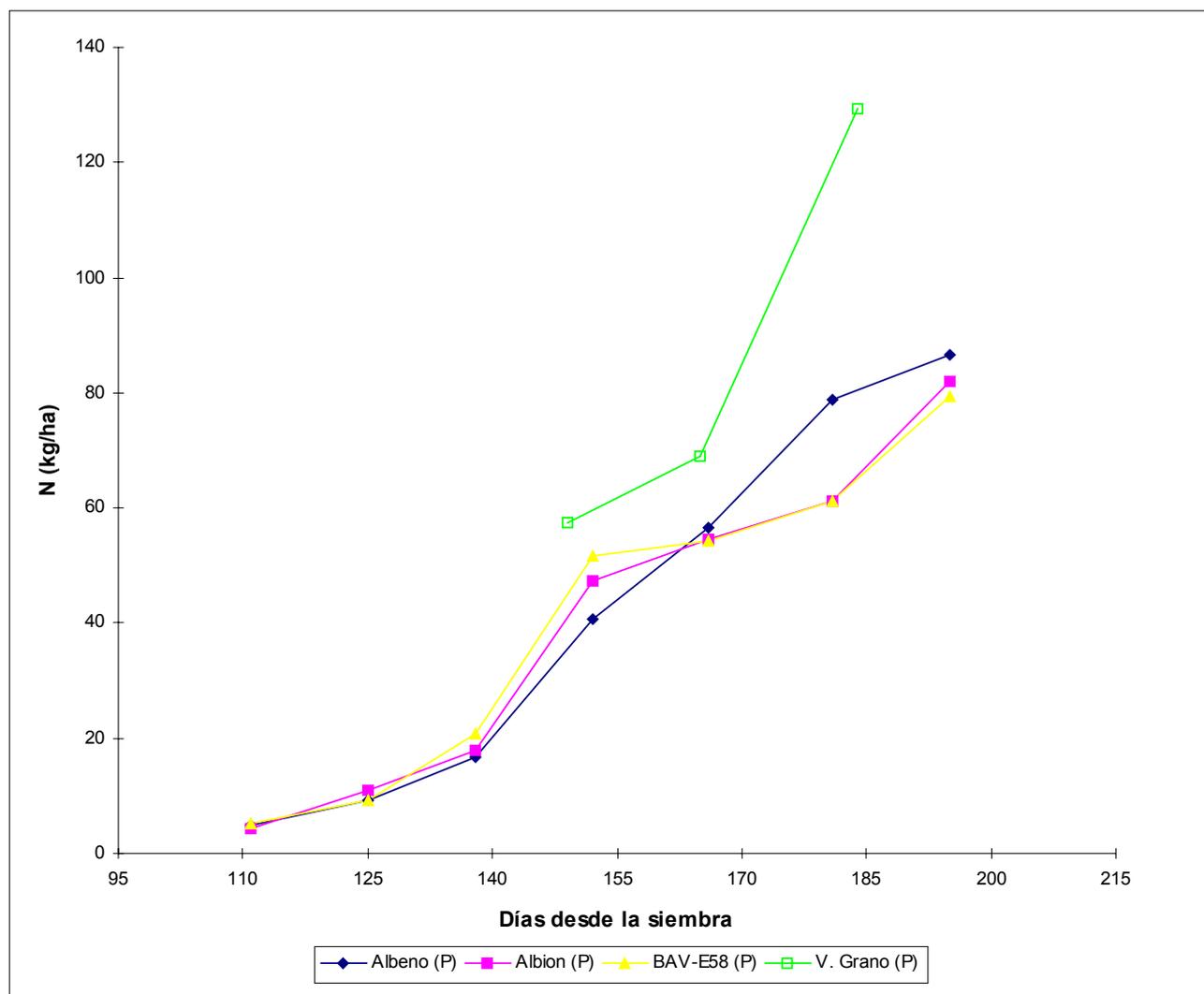
**Figura 4.10. Evolución del contenido de sodio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B), a lo largo del ciclo de cultivo, para el cultivar Valenciana de Grano (V. Grano).**

El valor máximo de Na en limbo coincide con el valor mínimo de contenido de potasio y las tendencias en los contenidos de sodio en limbo se hallan invertidos respecto a este nutriente, el potasio (figura 4.48).

A pesar de la acumulación final de Na en las hojas, no se observa acumulación en la vaina envolvente.

La evolución de las extracciones de nutrientes a lo largo del ciclo de la cebolla hasta la madurez se presentan en las figuras 4.11 a 4.20.

La curva de extracción de nitrógeno (figura 4.11) se corresponde con la evolución del peso seco total (cuadro 2.34) en Albano, Albion y BAV-E58. Las exportaciones en recolección de V. de Grano superan a los cultivares anteriores por su mayor contenido de N en bulbo (figura 4.1) y mayor producción en materia seca (cuadros 2.39 y 2.54).



**Figura 4.11. Evolución de los contenidos de nitrógeno en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albano, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las necesidades máximas diarias de nitrógeno se sitúan como media en  $2,0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  en Albano, Albion y BAV-E58 y en  $3,2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  en Valenciana de Grano.

A partir del inicio de la bulbificación es decir, a partir del tercer muestreo (10 de junio, 138 días desde la siembra) se observa una cierta linealidad en las extracciones de N al avanzar el ciclo de cultivo en Albano, Albion y BAV-E58. En

V. de Grano existen cambios más bruscos, con un rápido incremento de la tasa de extracción de N al final del periodo de bulbificación.

V. de Grano, en relación a los otros cultivares, es capaz de extraer globalmente mayor cantidad de fósforo durante el ciclo de cultivo que Albano, Albion o BAV-E58 (figura 4.12). No obstante, la mayor capacidad inicial no se traduce en unas mayores exportaciones en relación al cultivar Albano. Respecto a los otros cultivares, las diferencias oscilan alrededor de los 4 kg P ha<sup>-1</sup>. Estas diferencias absolutas son despreciables aunque no lo son en términos relativos, ya que las exportaciones máximas en V. de Grano oscilan alrededor de 11 kg P/ha.

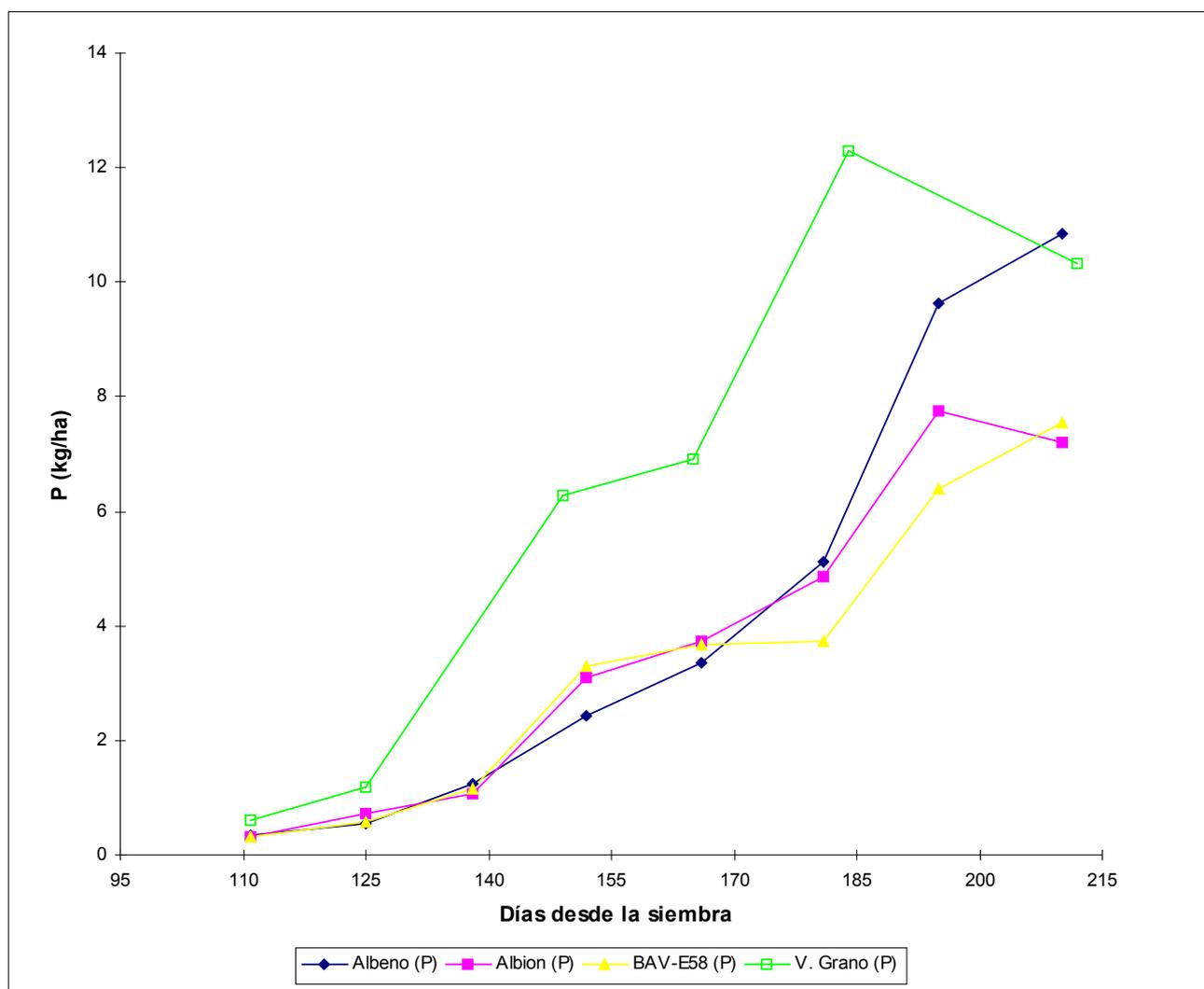
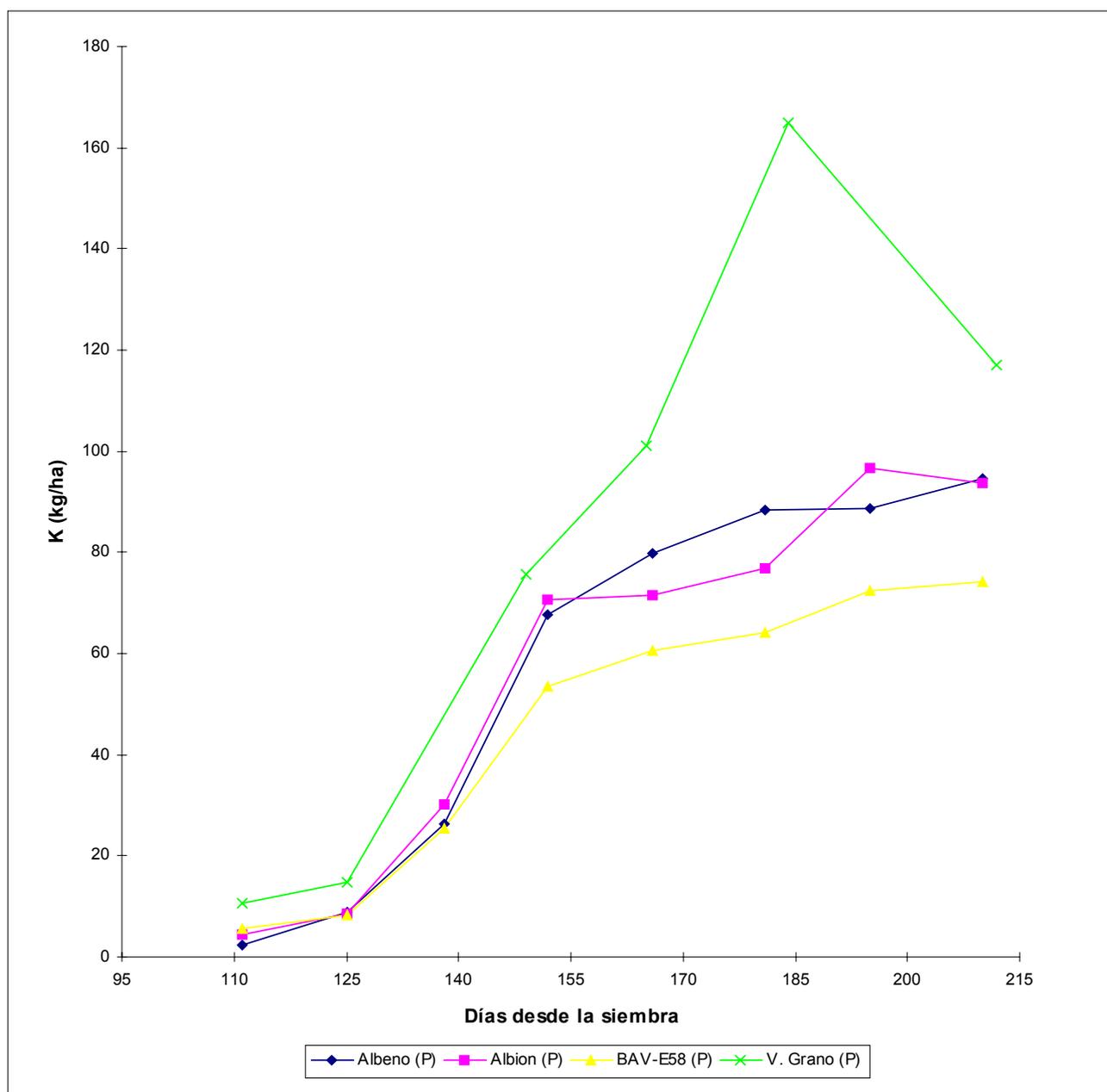


Figura 4.12. Evolución de los contenidos de fósforo en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albano, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V.Grano). El último dato corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.

Las necesidades máximas diarias de fósforo se sitúan como media en  $0,2 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en Albano, Albion y BAV-E58 y en  $0,3 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en V. de Grano que en base al nitrógeno (figura 4.11) presentan una relación 10:1.

Las extracciones máximas de potasio en Valenciana de Grano, prácticamente duplican a las de los otros cultivares (figura 4.13), aunque en las exportaciones se reduzcan las diferencias. Ello indica que V. de Grano acumula una mayor cantidad de potasio en las hojas en relación a los otros cultivares, potasio que no se trasloca al bulbo.



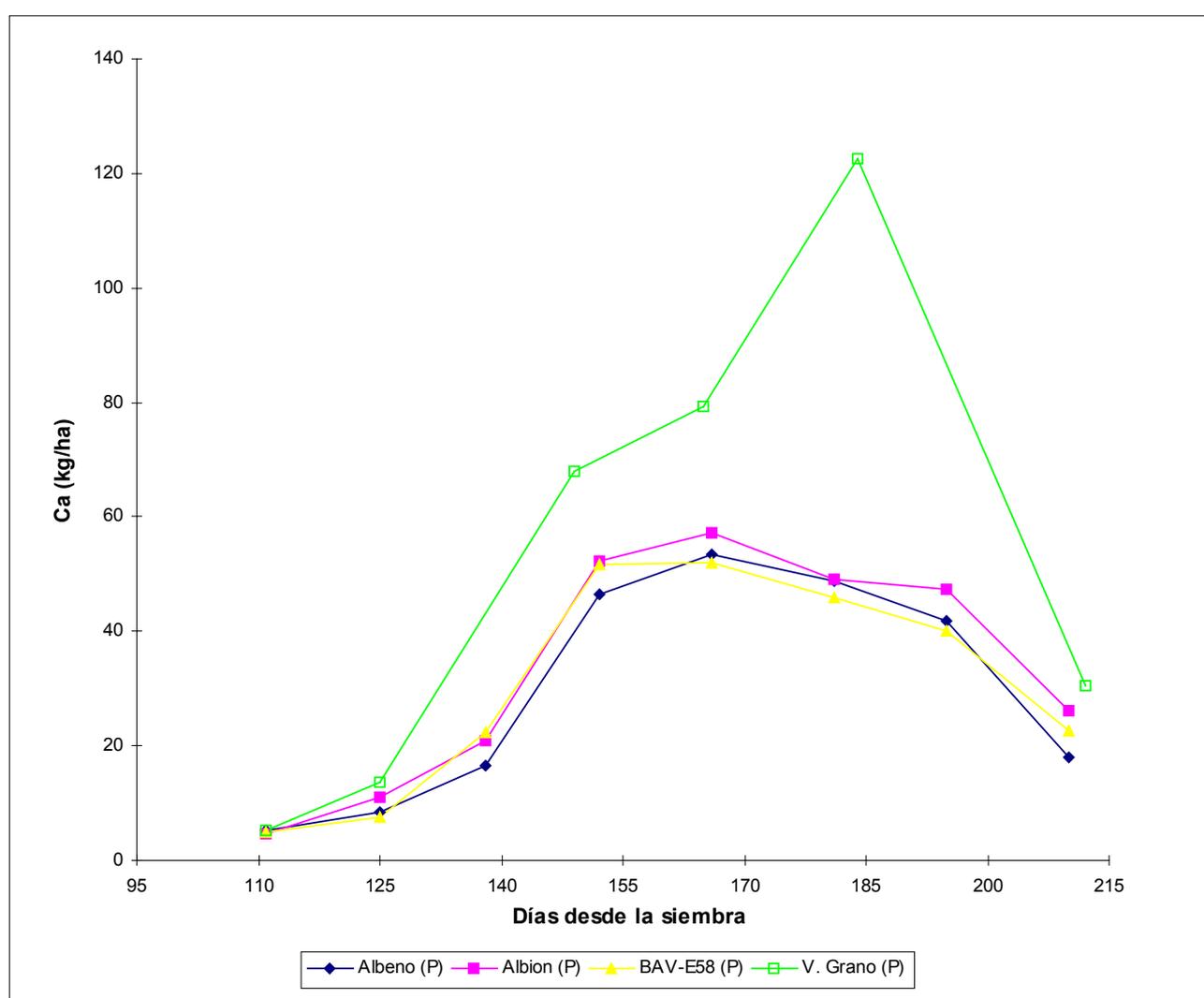
**Figura 4.13. Evolución de los contenidos de potasio en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albano, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

El incremento inicial en la tasa de extracción del potasio para los cultivares Albino, Albion y BAV-E58 se produce unas dos semanas antes que el rápido incremento en la tasa de extracción del N (figura 4.11) y del P (figura 4.12).

Las necesidades máximas diarias de potasio se sitúan como media en 2,6 kg K ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Albino, Albion y BAV-E58 y en 3,4 kg K ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Valenciana de Grano muy semejantes a las del nitrógeno (figura 4.11).

Todos los cultivares extraen una gran cantidad de calcio, que se sitúa en general entre el triple o el doble de la cantidad exportada en recolección (figura 4.14).

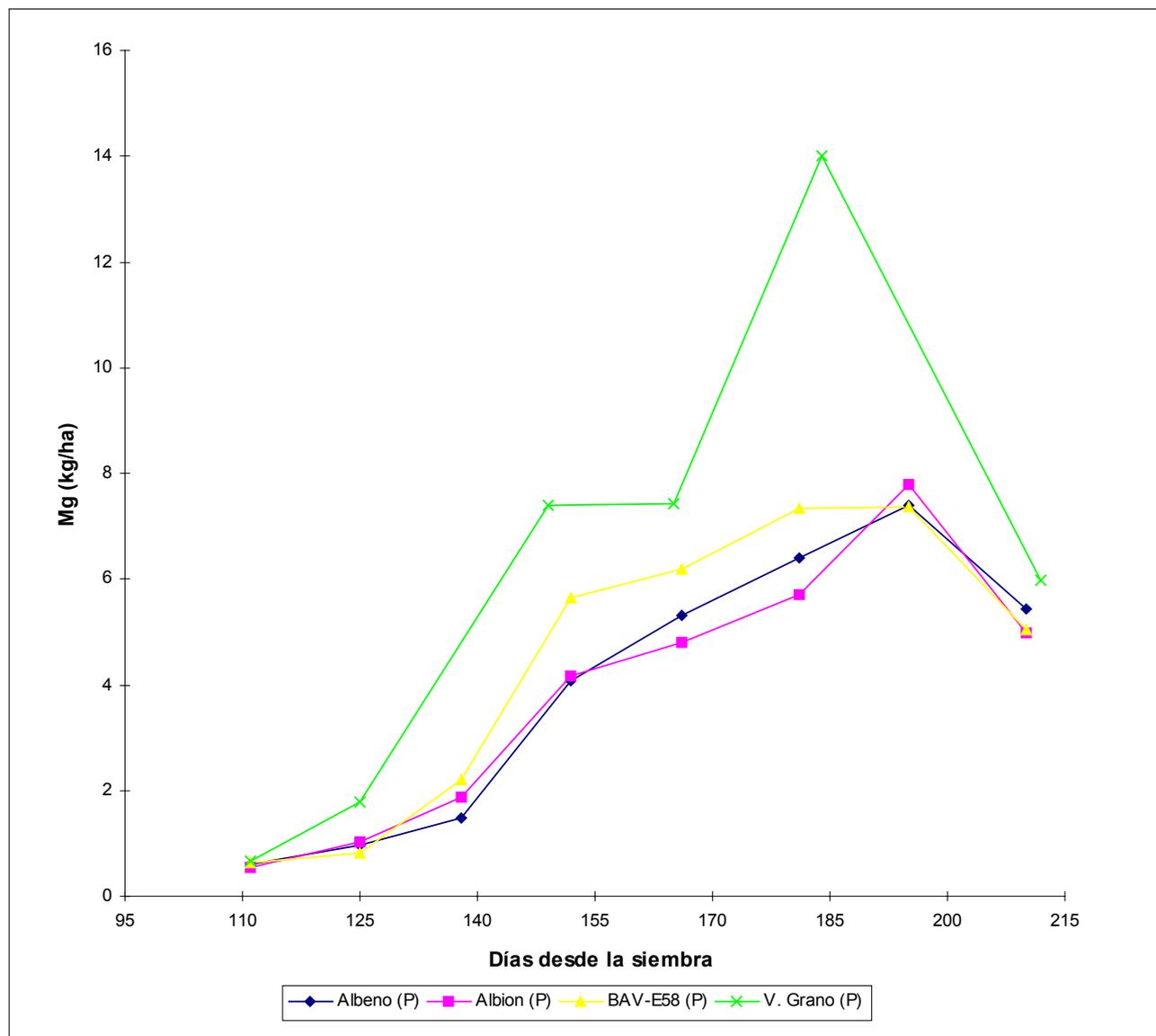
En Valenciana de Grano, la diferencia es todavía mayor, de manera que la cantidad de calcio extraída es cuatro veces superior a la exportada.



**Figura 4.14. Evolución de los contenidos de calcio en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las necesidades máximas diarias de calcio se sitúan como media en 2,2 kg Ca ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Albeno, Albion y BAV-E58, semejantes a las obtenidas para el nitrógeno (figura 4.11), y en 2,3 kg Ca ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Valenciana de Grano.

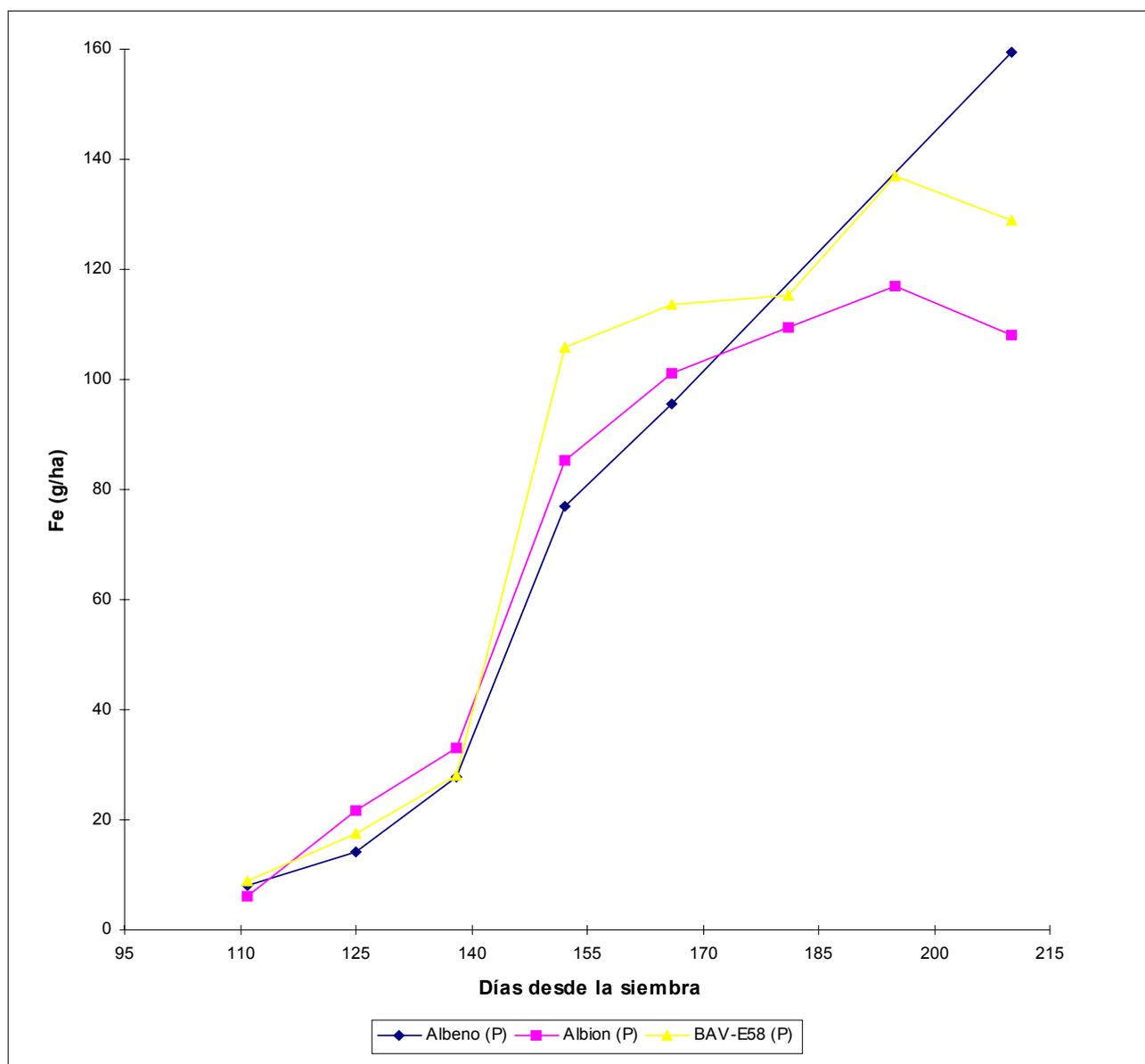
Al iniciarse el proceso de bulbificación (mediados de junio, a partir de 138 días desde la siembra) se alcanzan los valores máximos de extracción de magnesio (figura 4.15), siendo el valor de las exportaciones respecto a las extracciones máximas del orden del 70 % para Albeno, Albion y BAV-E58 y del 43 % para V. de Grano.



**Figura 4.15. Evolución de los contenidos de magnesio en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las necesidades máximas diarias de magnesio se sitúan como media en 0,2 kg Mg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Albino, Albion y BAV-E58 y en 0,3 kg Mg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Valenciana de Grano, valores que coinciden con las necesidades máximas diarias de fósforo (figura 4.12).

Los contenidos de hierro en la parte aérea de la planta se incrementan a lo largo del ciclo (figura 4.16), pero de forma más importante tras el inicio de la bulbificación, ya que los contenidos sobre materia seca en hoja se mantienen estables y los contenidos totales en bulbo se incrementan (figura 4.6), a pesar de una ligera disminución inicial en el porcentaje sobre materia seca.



**Figura 4.16. Evolución de los contenidos de hierro en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 . El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las necesidades máximas diarias de hierro se sitúan como media en  $4,3 \text{ g Fe ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en Albino, Albion y BAV-E58. El mayor incremento de la tasa de extracción de manganeso (figura 4.17) se produce en el periodo de crecimiento exponencial desde el 28 de mayo (125 días desde la siembra) al 21-24 de junio (149-152 días desde la siembra) debido también al hecho de que las hojas presentan los mayores contenido de Mn en relación al bulbo (figura 4.7). En Albino,

Albion y BAV-E58 en plena bulbificación (a partir del muestreo desde 152 días desde la siembra) y debido al secado de las hojas (cuadro 2.36), los contenidos van disminuyendo progresivamente.

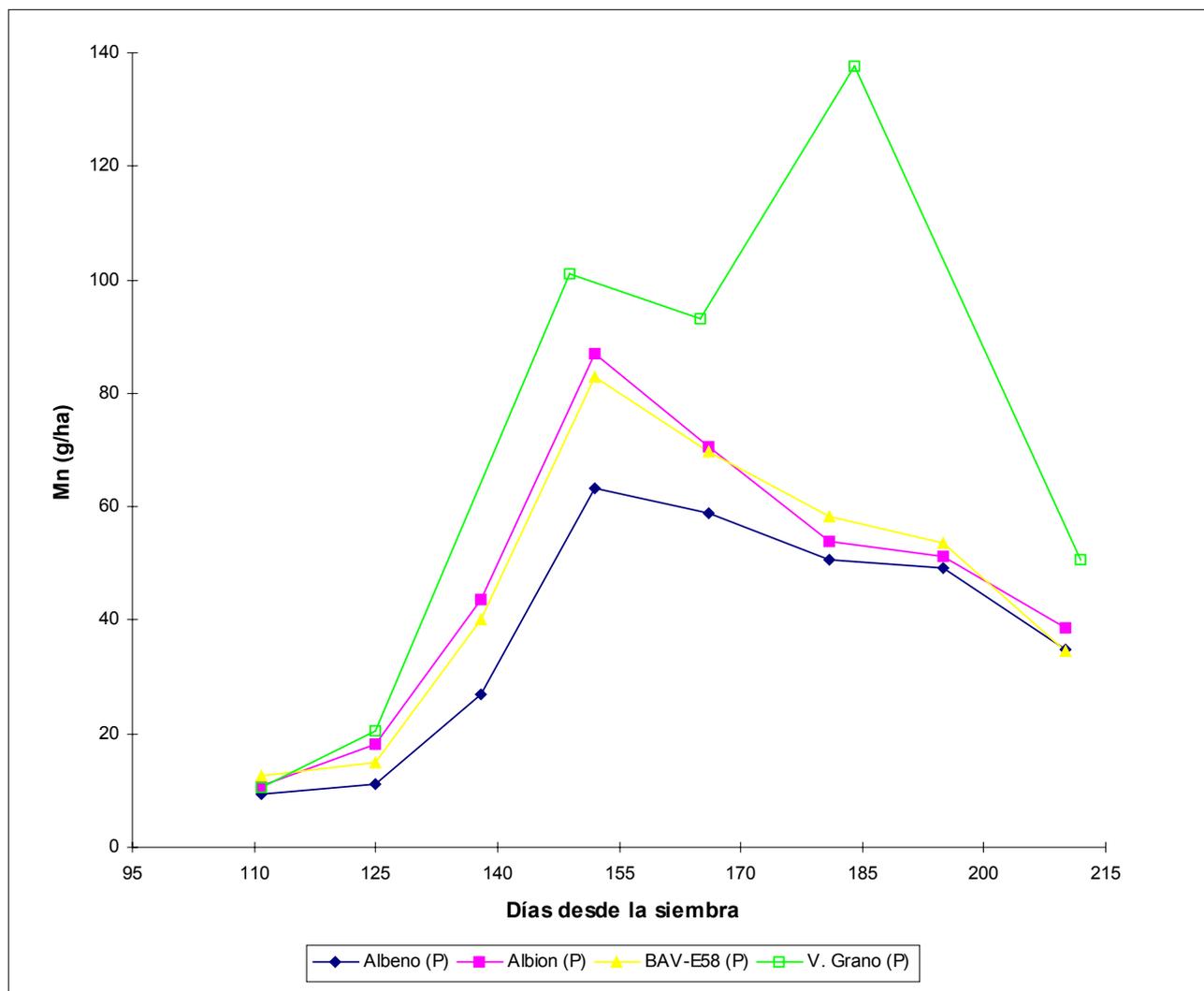


Figura 4.17. Evolución de los contenidos de manganeso en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.

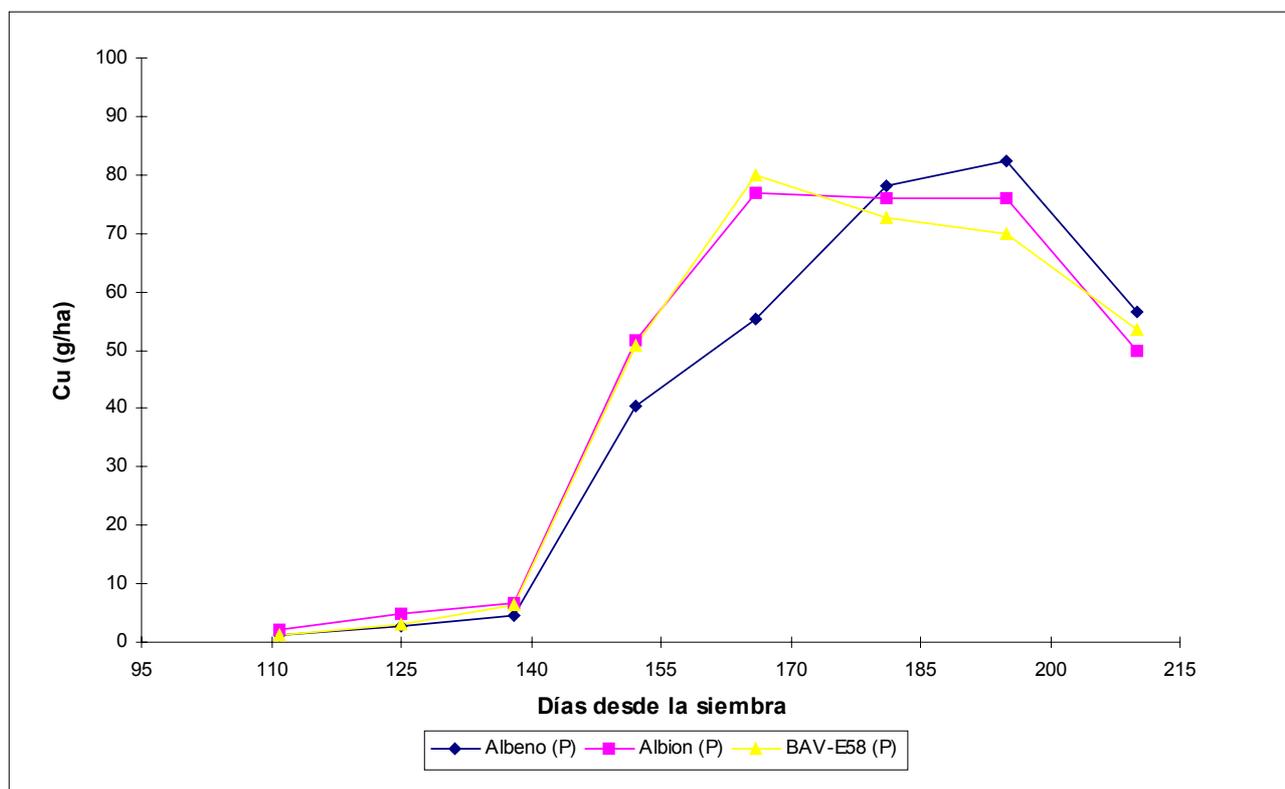
Valenciana de Grano mantiene mayores contenidos de Mn sobre peso seco de bulbo que los otros cultivares, por lo que la extracción de Mn es mayor respecto a los otros cultivares.

La disminución de los contenidos de Mn en los cultivares Albino, Albion y BAV-E58 a partir del cuarto muestreo coincide con las tendencias observadas para el calcio.

Las necesidades máximas diarias de manganeso se sitúan como media en  $2,9 \text{ g Mn ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en Albino, Albion y BAV-E58 y en  $3,4 \text{ g Mn ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en Valenciana de Grano.

En relación al cobre , mientras en otros nutrientes las extracciones se incrementan a partir del segundo muestreo, en Cu no empiezan a acelerarse hasta el tercer muestreo (10 de junio, 138 días desde la siembra).

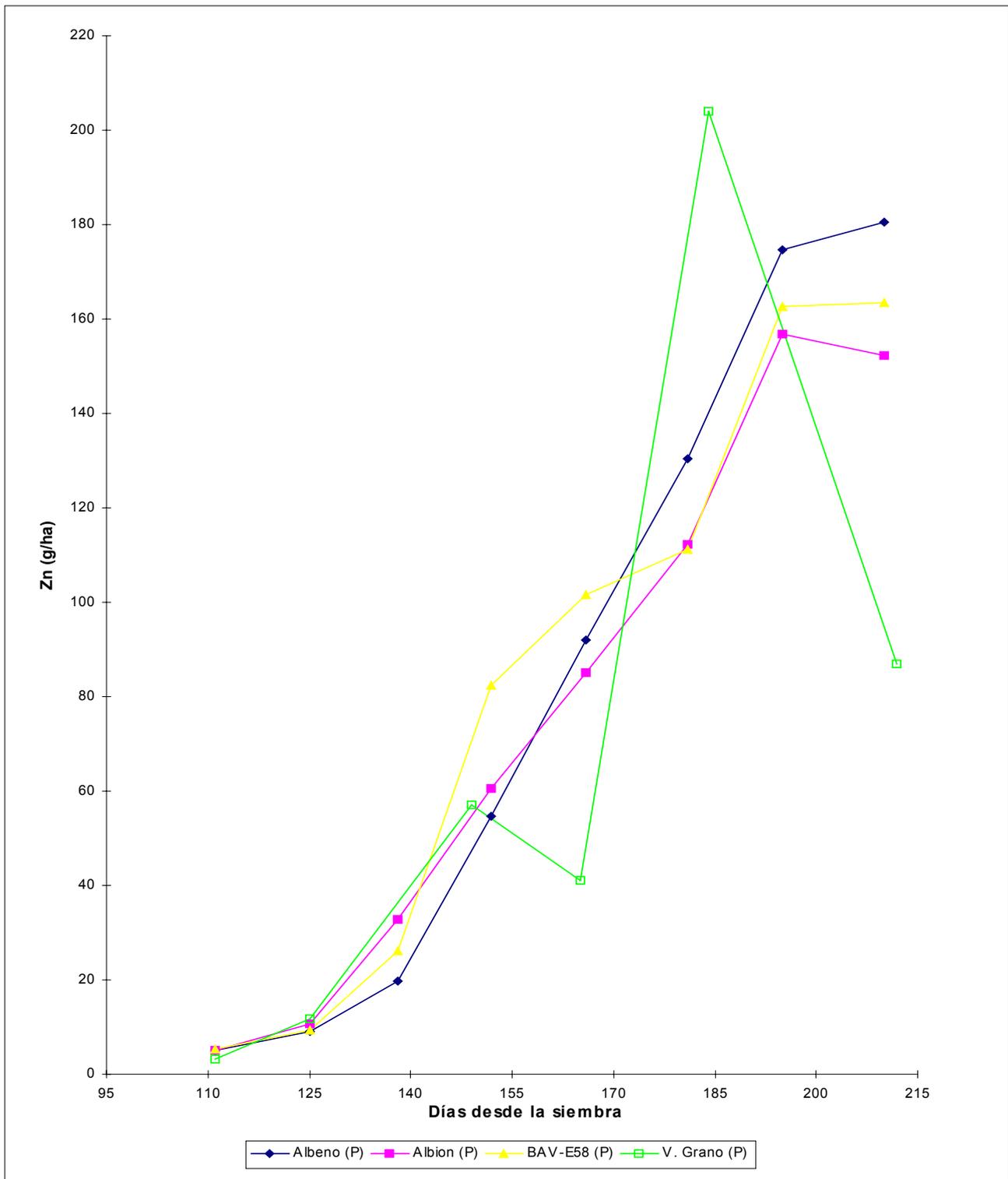
Como ya se mencionó anteriormente, los contenidos de cobre en la planta entera aumentan considerablemente a partir de junio (figura 4.8), coincidiendo con ciertos tratamientos fungicidas (cuadro 2.8).



**Figura 4.18. Evolución de los contenidos de cobre en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion y BAV-E58. El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las tasas máximas diarias de extracción de cobre coincidiendo como ya se ha indicado con tratamientos fitosanitarios se sitúan como media en  $3,0 \text{ g Cu ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en Albino, Albion y BAV-E58.

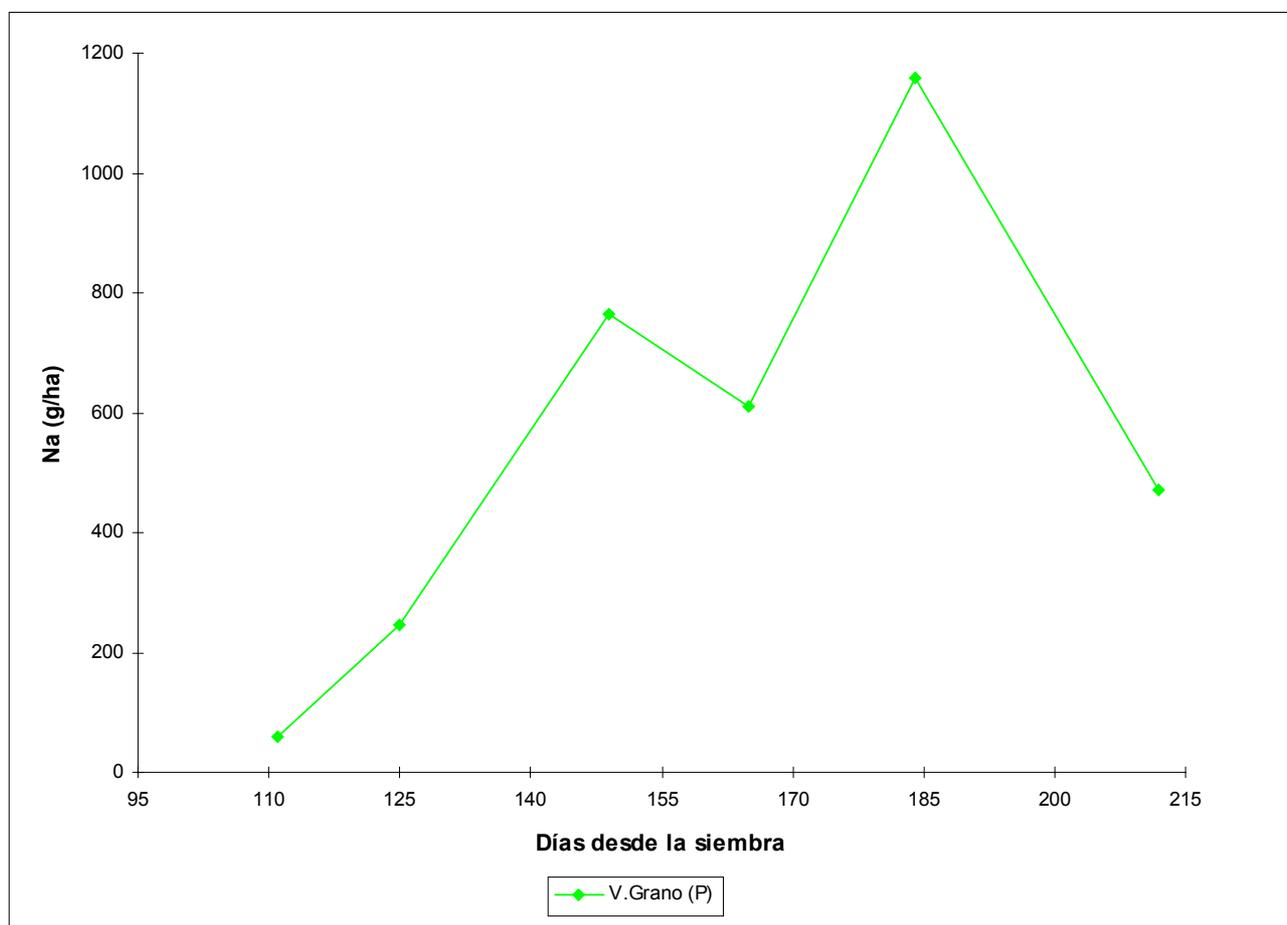
En la cuantificación de las extracciones de zinc (figura 4.19) cabe recordar que existe un factor de distorsión que es la aplicación de Zineb como producto fitosanitario (cuadro 2.8).



**Figura 4.19. Evolución de los contenidos de zinc en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Albino, Albion , BAV-E58 y Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato de cada cultivar corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Las necesidades máximas diarias de zinc se sitúan como media en 3,3 g Zn ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Albino, Albion y BAV-E58 y en 4,2 g Zn ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Valenciana de Grano.

Las extracciones máximas diarias y las exportaciones de sodio por Valenciana de Grano (figura 4.20) superan por hectárea a las de los micronutrientes. Son aproximadamente diez veces superiores a las de Mn y Cu y seis veces a las de Fe y Zn (figuras 4.16, 4.17, 4.18 y 4.19). Las extracciones máximas diarias de sodio se sitúan en 28,9 g Na ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en Valenciana de Grano.



**Figura 4.20. Evolución de los contenidos de sodio en la planta entera (P), excluyendo las raíces, a lo largo del ciclo de cultivo para el cultivar Valenciana de Grano (V. Grano). El último dato corresponde a las exportaciones o contenido en bulbo en recolección.**

Para todos los nutrientes, las extracciones máximas diarias se obtienen entre los muestreos de 10 de junio (138 días desde la siembra) y 24 de junio (152 días desde la siembra) coincidiendo con el inicio de la bulbificación (cuadros 2.38 y 2.51). La inflexión de los contenidos en el muestreo posterior de 8 de julio (166 días desde la siembra) va ligada a variaciones en los contenidos en limbos.

En las exportaciones finales de nutrientes por los bulbos (cuadro 4.8), cabe destacar las de potasio que igualan a las del otro macronutriente, el nitrógeno. Destacan también las bajas exportaciones de fósforo, unas diez veces inferiores a las de los macronutrientes anteriormente citados.

Valenciana de Grano respecto a los otros cultivares, es capaz de extraer mayor cantidad de potasio y de nitrógeno por unidad de peso seco. En relación al fósforo, a pesar de los bajos niveles de extracción, parece que también V. de Grano es capaz de extraer mayor cantidad de este macronutriente, por unidad de peso seco, que los cultivares Albion y BAV-E58.

**Cuadro 4.8. Exportaciones<sup>(1)</sup> de nutrientes por los bulbos por cada 1000 kg (Mg) de peso fresco en recolección, para los cultivares Albino, Albion, BAV-E58 y Valenciana de Grano.**

Nutriente exportado	Cultivar							
	Albino		Albion		BAV-E58		V. de Grano	
<b>N (kg Mg<sup>-1</sup>)</b>	3,1	(15,9)	2,8	(14,6)	2,9	(13,7)	1,6	(19,6)
<b>P (kg Mg<sup>-1</sup>)</b>	0,3	(1,8)	0,2	(1,3)	0,2	(1,2)	0,1	(1,8)
<b>K (kg Mg<sup>-1</sup>)</b>	3,0	(15,7)	3,2	(16,9)	2,5	(11,8)	1,7	(21,5)
<b>Ca (kg Mg<sup>-1</sup>)</b>	0,6	(3,0)	0,9	(4,6)	0,8	(3,6)	0,5	(5,6)
<b>Mg (kg Mg<sup>-1</sup>)</b>	0,2	(0,9)	0,2	(0,9)	0,2	(0,8)	0,1	(1,1)
<b>Fe (g Mg<sup>-1</sup>)</b>	5,1	(26,5)	3,7	(19,5)	4,3	(20,5)	-	-
<b>Mn (g Mg<sup>-1</sup>)</b>	1,1	(5,8)	1,3	(7,0)	1,1	(5,5)	0,7	(9,3)
<b>Cu (g Mg<sup>-1</sup>)</b>	1,8	(9,4)	1,7	(9,0)	1,8	(8,5)	-	-
<b>Zn (g Mg<sup>-1</sup>)</b>	5,8	(30,0)	5,2	(27,5)	5,5	(26,0)	1,3	(16,0)
<b>Na(g Mg<sup>-1</sup>)</b>	-	-	-	-	-	-	6,9	(86,5)
<b>Producción<sup>(2)</sup> (kg/ha)</b>	31.031	(6020)	29.204	(5540)	29.853	(6290)	68.000	(5400)

(1) Los valores entre paréntesis corresponden a las exportaciones por cada 1000 kg (Mg) de materia seca

(2) Los valores entre paréntesis corresponden a la producción de peso seco de bulbo.

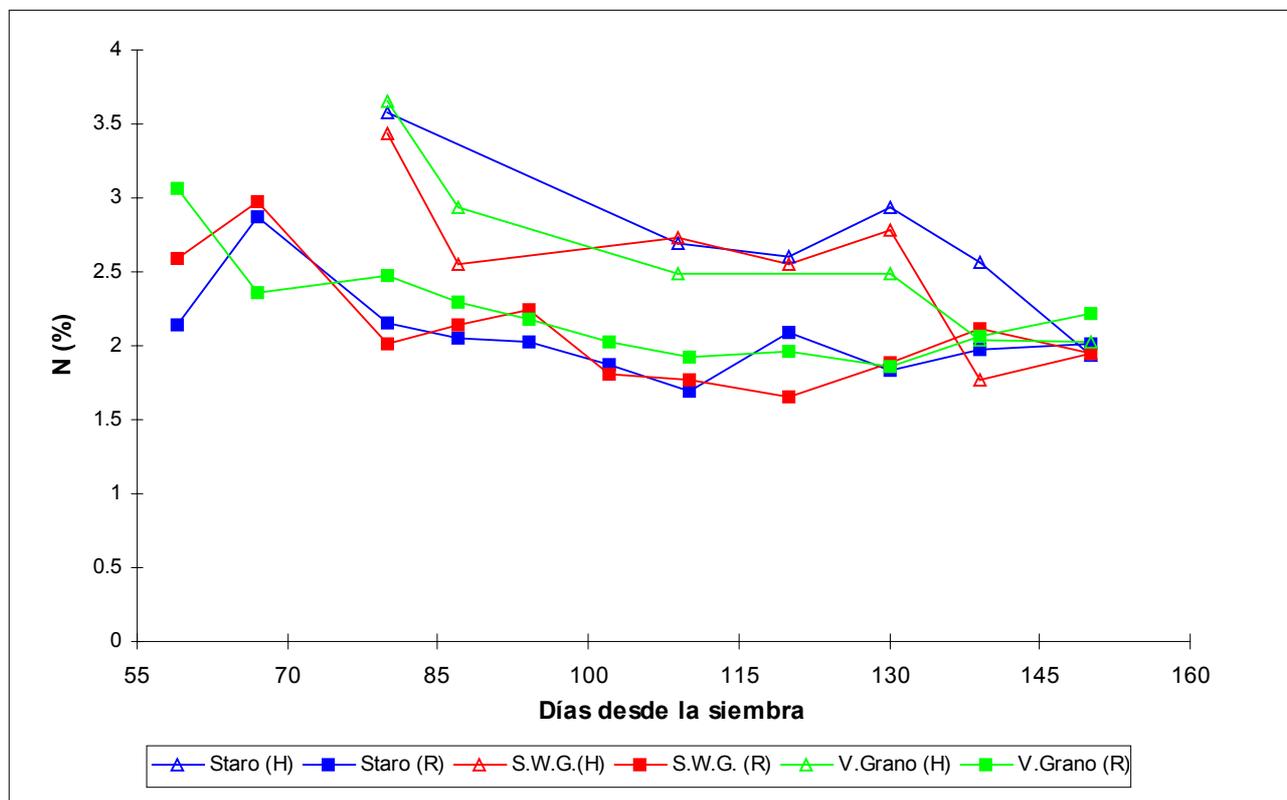
Las exportaciones de calcio duplican e incluso triplican a las de fósforo. Excepto para Albino, las extracciones de magnesio equivalen a una quinta parte de las de calcio. También Valenciana de Grano extrae mayor cantidad de calcio que los otros cultivares.

Las mayores extracciones de micronutrientes por unidad de peso corresponden al hierro y al zinc y en menor medida al manganeso y al cobre.

En Valenciana de Grano destacan los contenidos de sodio en bulbo que casi equivaldrían en peso a una décima parte de los contenidos de magnesio.

**4.4.2. Contenido de nitrógeno en el sistema radicular para distintos cultivares. (Experimento 4.2)**

En los tres cultivares analizados, V. de Grano, Staro y S.W.G., en cultivo fuera suelo (figura 4.21) el contenido de N en raíz oscila, en el periodo estudiado, entre 3,1 y 1,6 %, con valores máximos al inicio del ciclo, disminuyendo progresivamente al avanzar éste. A partir del inicio de la bulbificación (80 - 87 días desde la siembra), correspondiente al periodo entre 30 de junio y 7 de julio, los contenidos de N en raíz prácticamente se estabilizan alrededor del 2 %.



**Figura. 4.21. Evolución del contenido de nitrógeno en las raíces (R) y en la hoja (H) de los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.) y Valenciana de Grano (V. Grano).**

Los contenidos de nitrógeno en hoja presentan una evolución similar en los tres cultivares analizados (figura 4.21), de manera que tienden a disminuir al avanzar el ciclo. La disminución se acentúa al iniciarse la bulbificación (cuadro 3.2). Los contenidos de nitrógeno en hoja oscilan entre 3,65 y 1,76 %. El intervalo de contenidos en limbo es semejante para un mismo periodo vegetativo a los valores obtenidos en campo en condiciones de riego de alta frecuencia en el experimento 4.4 (figura 4.43).

La coincidencia en los contenidos en limbo entre los experimentos 4.2 y 4.4, se utilizará como garantía en la extrapolación de los contenidos de N obtenidos en las raíces en el presente experimento, a las condiciones del experimento 4.4. La extrapolación permitirá calcular las extracciones totales de N por las plantas de cebolla, en condiciones de campo, con plena disponibilidad hídrica.

**4.4.3. Balance de nitrógeno en Valenciana de Grano en condiciones de riego infrecuente. (Experimento 4.3)**

En este apartado se presentan en primer lugar los resultados correspondientes al crecimiento de la planta (figuras 4.22 a 4.29) y desarrollo (figuras 4.30 a 4.33) y posteriormente los resultados correspondientes a la evolución del contenido de nitrógeno en las plantas y del contenido en forma nítrica en el suelo (figuras 4.34 a 4.38). La producción de biomasa (figura 4.22) no se ha visto modificada por el fraccionamiento del abonado de cobertera. En los muestreos finales existe mayor variabilidad debido al secado de las hojas. Los valores máximos de peso seco foliar (figura 4.23) se obtienen el 12 de julio (159 días desde la siembra), cuando se empieza a observar plantas maduras (figura 4.33).

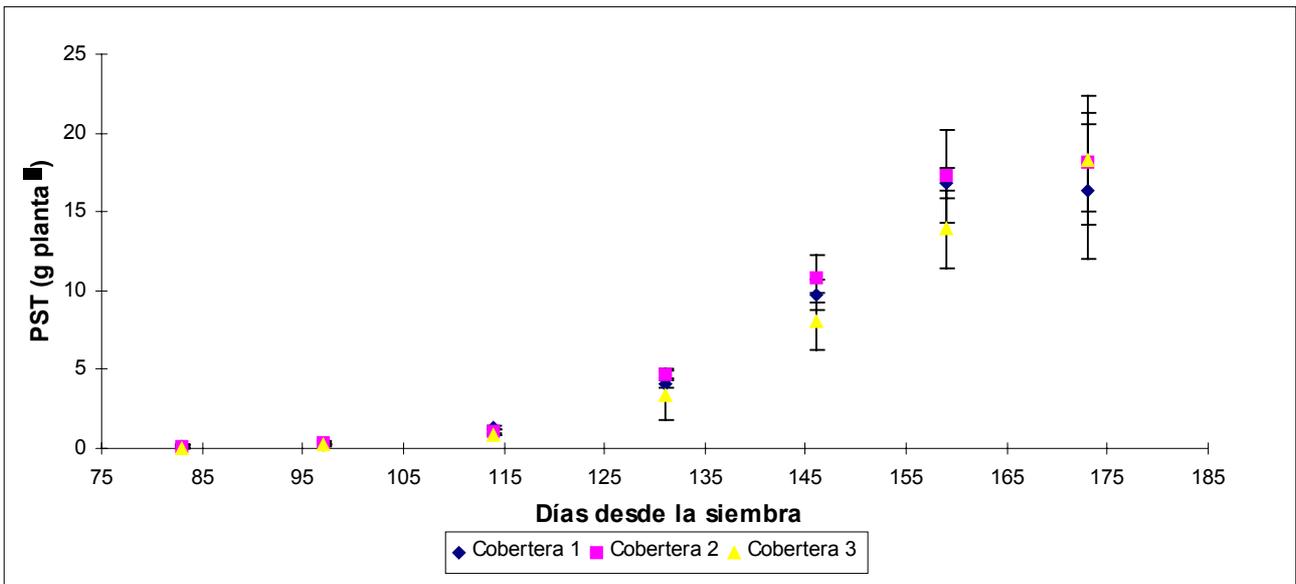


Figura 4.22. Evolución del peso seco total (PST) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

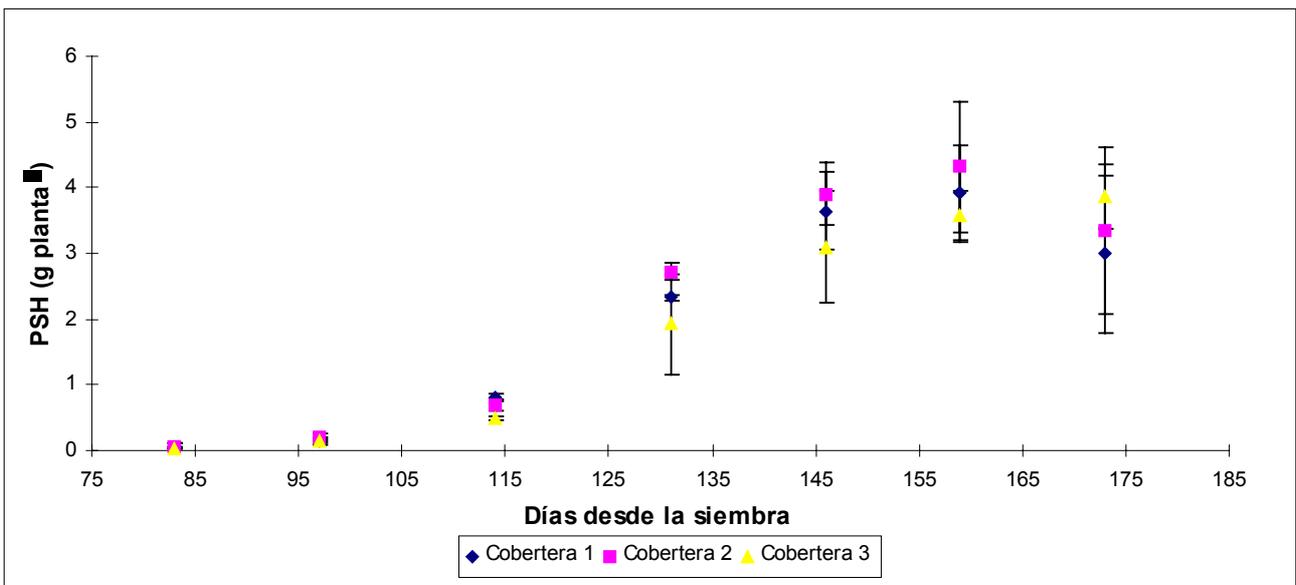


Figura 4.23. Evolución del peso seco foliar (PSH) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El rápido incremento del peso seco del bulbo (figura 4.24) tras el muestreo de 15 de junio (131 días desde la siembra) coincide con el inicio de la bulbificación (figuras 4.31 y 4.32).

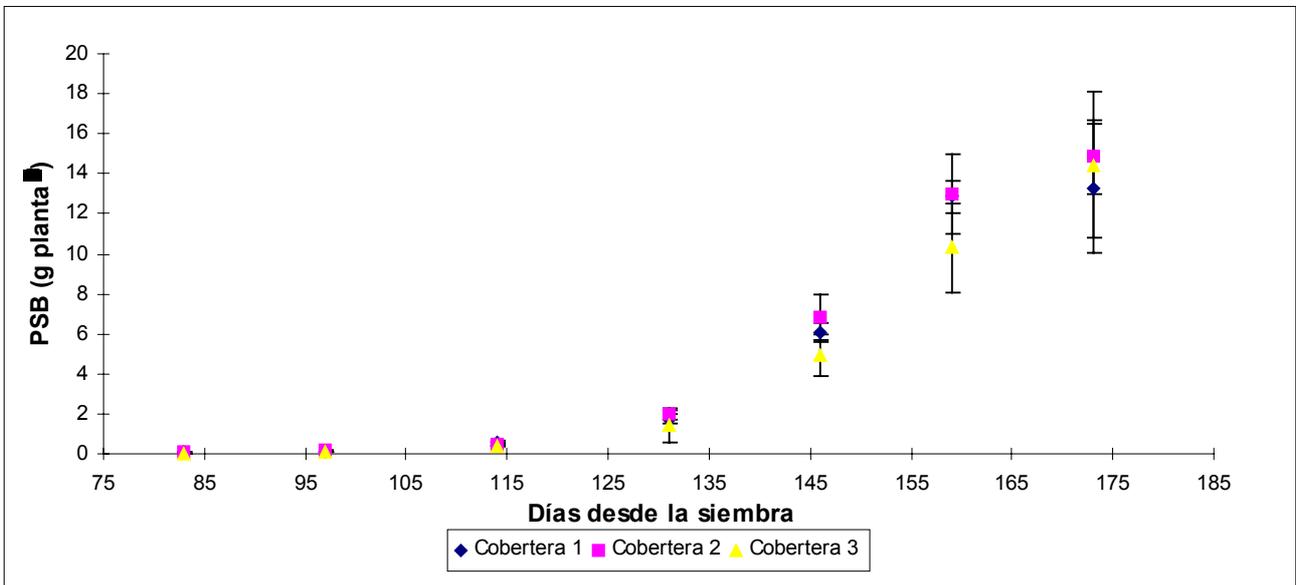


Figura 4.24. Evolución del peso seco del bulbo (PSB) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

En la evolución del peso fresco de la planta (figura 4.25), tampoco se observan diferencias significativas entre tratamientos. Los valores de PFT máximos alcanzados se aproximan a 300 g planta<sup>-1</sup>.

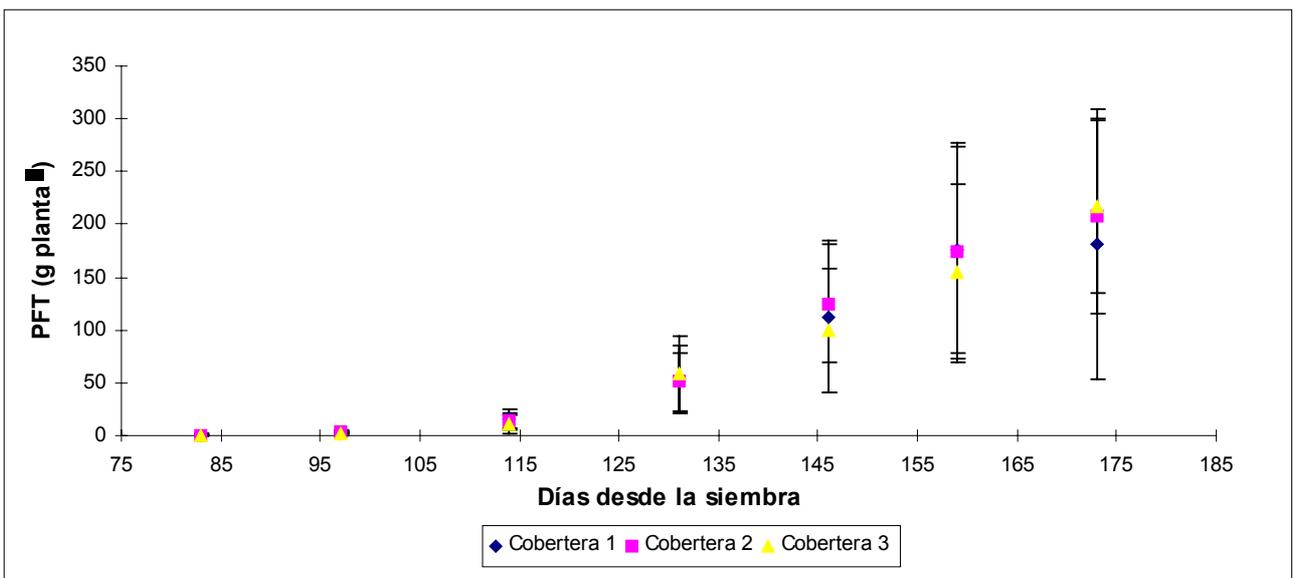


Figura 4.25. Evolución del peso fresco de la planta (PFT) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

Los valores medios máximos en PFB (figura 4.26) oscilan entre 150 y 170 g bulbo<sup>-1</sup>, lo que equivaldría a producciones medias de 96.000 kg ha<sup>-1</sup>. A lo largo del ciclo, para esta variable PFB tampoco existen diferencias significativas entre tratamientos.

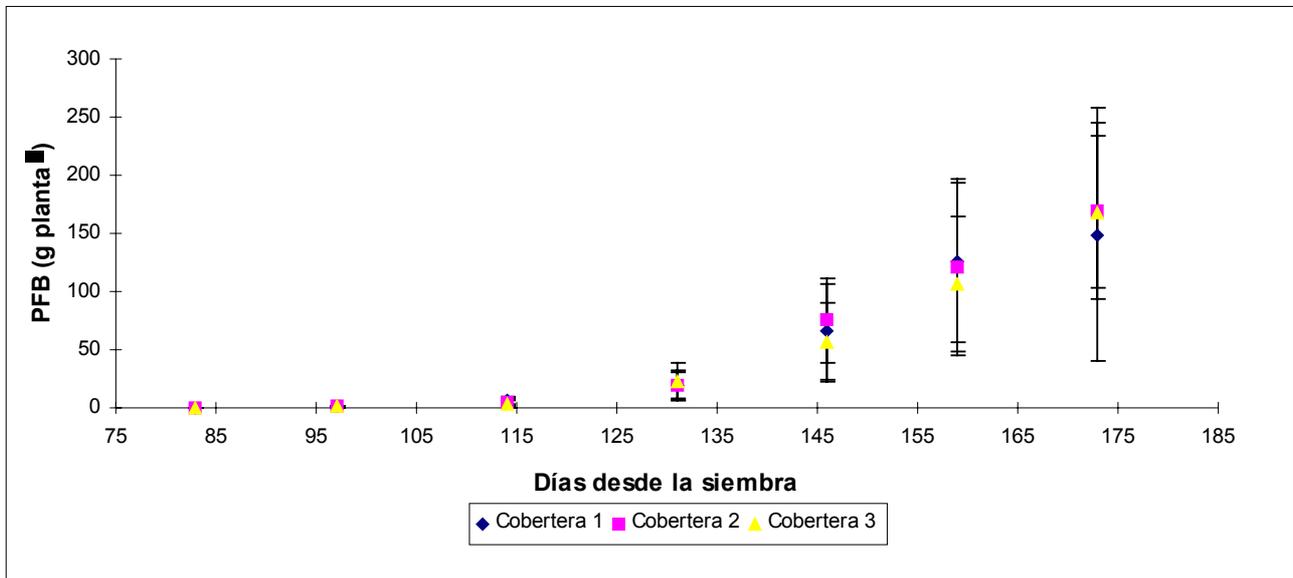


Figura 4.26. Evolución del peso fresco del bulbo (PFB) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

La evolución de la forma de la planta es también un indicador del inicio de la bulbificación. En base a este experimento, cuando la desviación típica de los valores de forma de la planta son inferiores a la unidad (figura 4.27) se inicia la bulbificación, debido a que cesa el rápido alargamiento del bulbo más el pseudotallo y, el bulbo, va adquiriendo una forma redondeada por engrosamiento de las vainas envolventes.

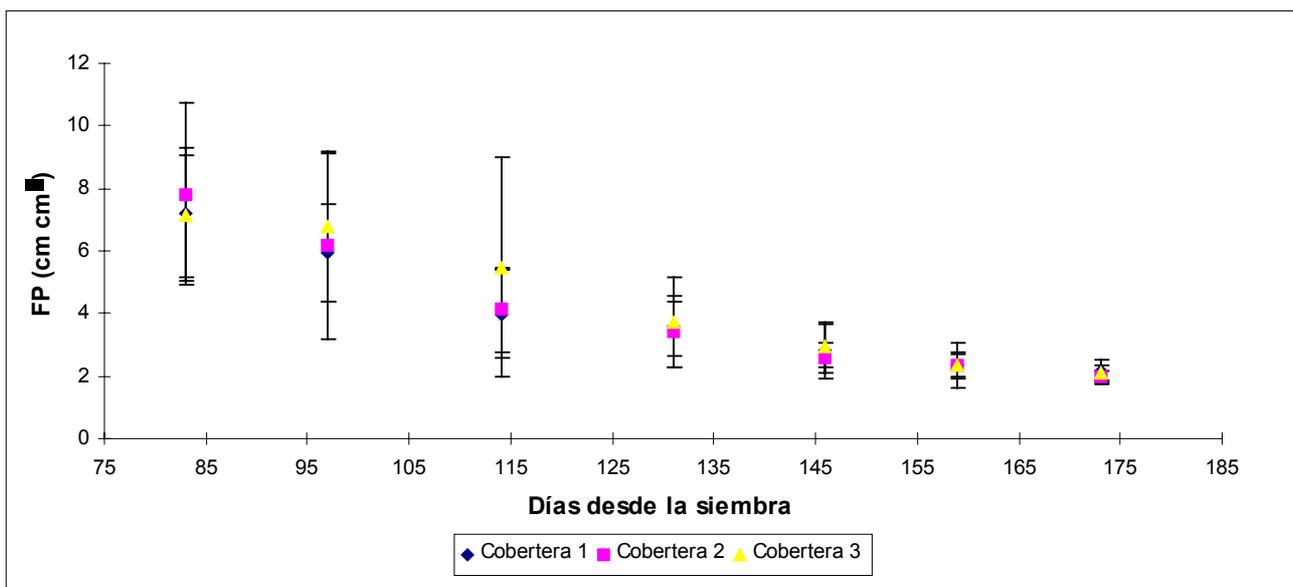


Figura 4.27. Evolución de la forma de la planta (FP) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

Las plantas incrementan su altura hasta el inicio de la bulbificación, periodo en que este parámetro se estabiliza (figura 4.28). El inicio de la madurez (figura 4.33) conlleva una disminución de la altura.

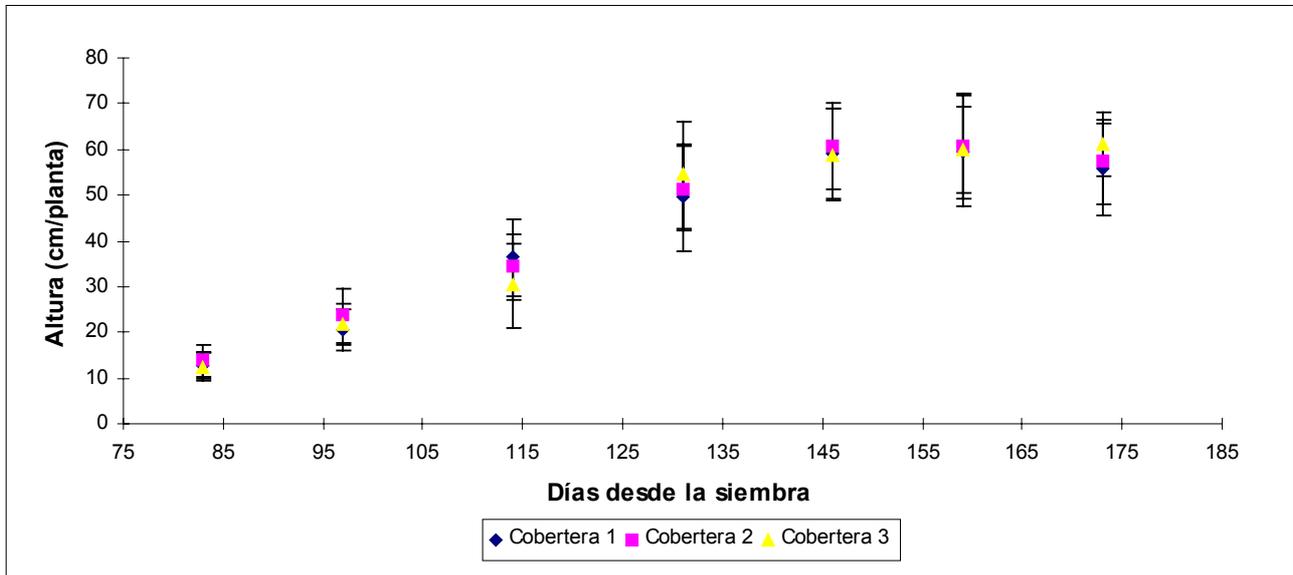


Figura 4.28. Evolución de la altura de la planta para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El diámetro del bulbo (figura 4.29), aunque aceptable para el mercado, ha sido inferior al potencial para este cultivar, aunque semejante al obtenido para esta densidad en fertirrigación (cuadro 7.30).

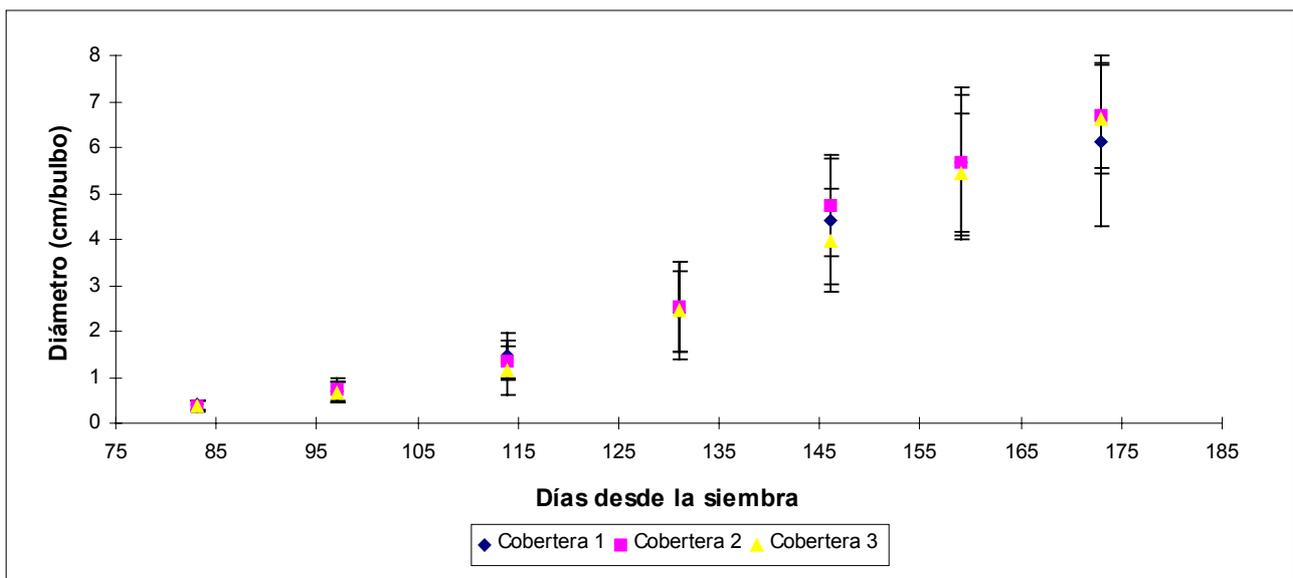


Figura 4.29. Evolución del diámetro del bulbo para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El desarrollo foliar (figura 4.30) no ha sido significativamente distinto para los tratamientos. El número máximo medio de hojas verdes visibles ha sido ocho.

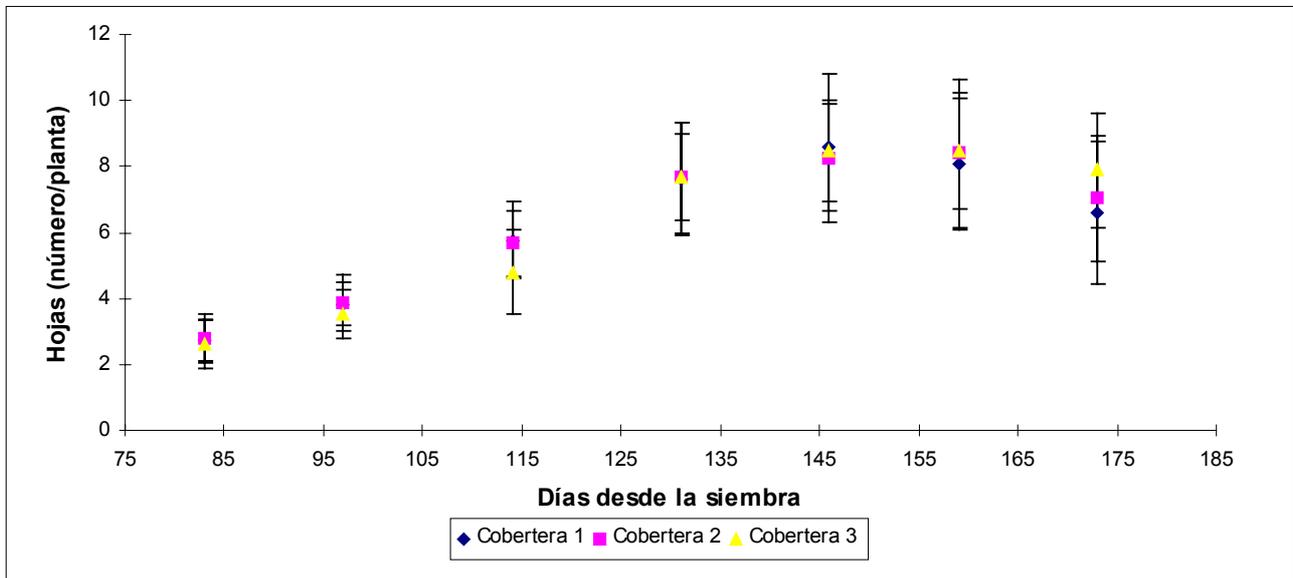


Figura 4.30. Evolución del número de hojas verdes visibles para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

En base a RB (figura 4.31), el inicio de la bulbificación se produce para todos los tratamientos el 15 de junio (131 días desde la siembra).

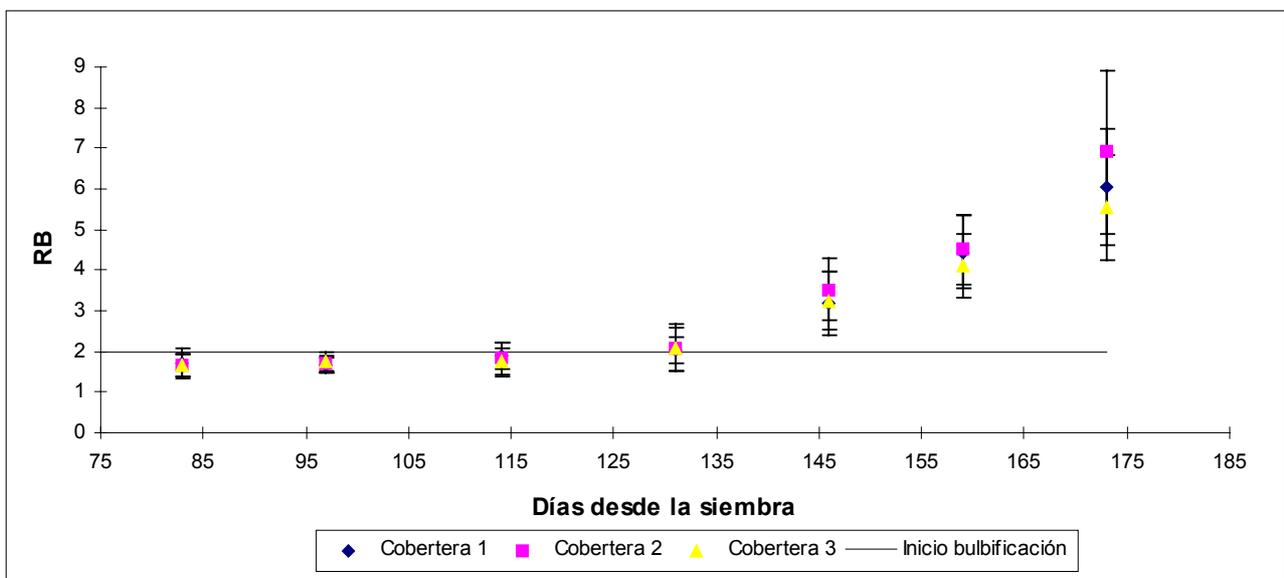


Figura 4.31. Evolución de la relación de bulbificación (RB) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El inicio de la bulbificación adoptando un valor de fba igual a 1.2 (figura 4.32) se produce entre el 15 y el 30 de junio. Como fecha media se puede considerar el 19 de junio (135 días desde la siembra), no existiendo diferencias significativas entre tratamientos y retrasándose el inicio de la bulbificación, respecto a la fecha obtenida mediante la RB, unos cuatro días.

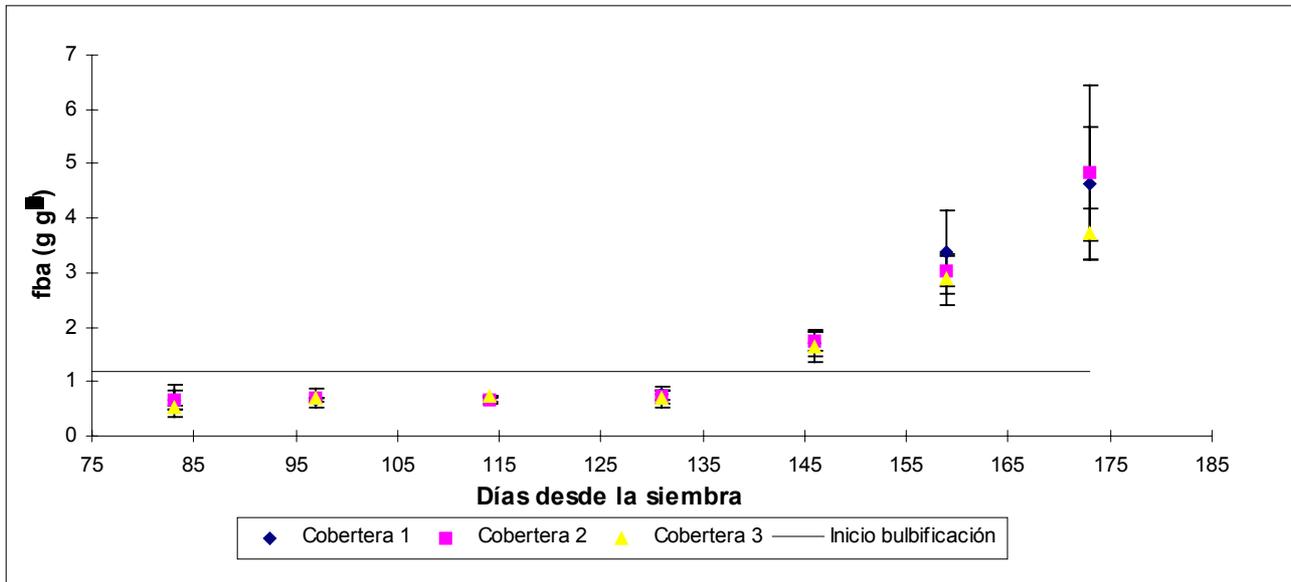


Figura 4.32. Evolución del fraccionamiento de la biomasa aérea (fba) para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El 23 de julio (170 días desde la siembra), en todos los tratamientos se alcanzó la madurez de las plantas (figura 4.33), no existiendo tampoco diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de plantas maduras durante esta etapa, en las distintas observaciones realizadas.

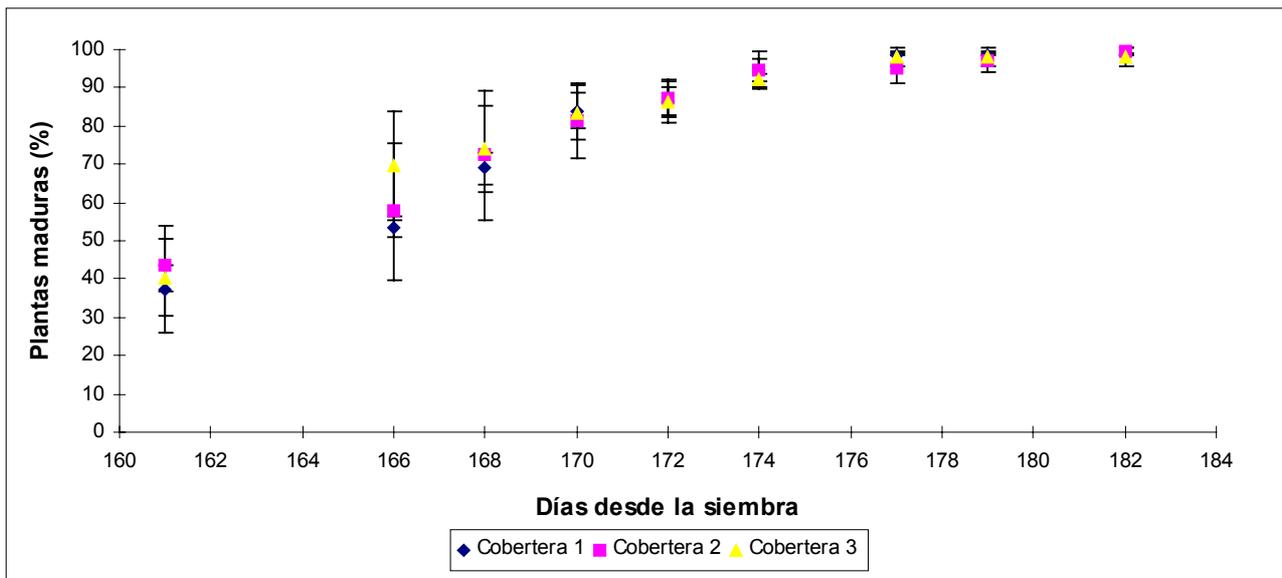
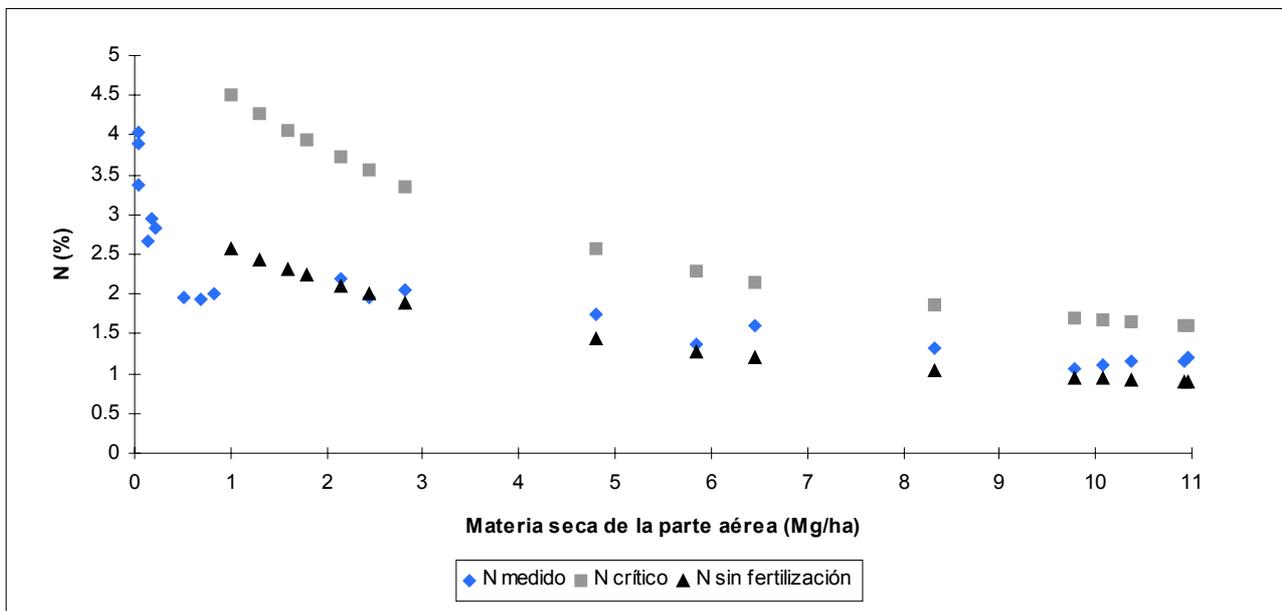


Figura 4.33. Evolución del porcentaje de plantas maduras para los distintos abonados de cobertera. Las líneas verticales corresponden a los valores de desviación típica.

El contenido de nitrógeno medido a lo largo del ciclo de cultivo en relación al peso seco de la parte aérea (PST) se compara (figura 4.34) con el definido por la curva  $N_c = 1,35 + 4,05 \cdot e^{(-0,26 \text{ PST})}$  (Ecuación 4.1). Esta curva (Greenwood *et al.*, 1992) se utiliza como ya se ha descrito anteriormente, para definir el contenido de nitrógeno crítico ( $N_c$ ) en la planta necesario para que el crecimiento no se vea limitado.

Los resultados obtenidos de producción de biomasa y contenido de nitrógeno también se comparan con la relación obtenida por Greenwood y Draycott (1989) entre las variables contenido de nitrógeno en planta ( $N_o$ ) y biomasa producida (PST) en ausencia de fertilización nitrogenada dada por la ecuación:  $N_o = 0,7673 + 2,3364 e^{(-0,26 \text{ PST})}$  (Ecuación 4.4).



**Figura 4.34. Relación entre el contenido de N orgánico medido en la parte aérea (N medido) y la producción de biomasa obtenida en el experimento 4.3, comparándose con el contenido de nitrógeno crítico en la planta necesario para que el crecimiento no se vea limitado (N crítico) para una determinada biomasa según Greenwood *et al.* (1992) y con el contenido de nitrógeno en la planta y la biomasa en ausencia de fertilización (N sin fertilización) según Greenwood y Draycott (1989).**

Se observa que los puntos obtenidos son inferiores a los propuestos por la ecuación 4.1, lo que indicaría que el crecimiento no sería el óptimo. Los valores obtenidos se asemejan a los de la curva obtenida en condiciones de no fertilización siendo coincidentes en el muestreo de 14 de junio, es decir, al inicio del proceso de bulbificación (figura 4.31) y tras la aplicación el 4 de junio del abonado de cobertera o del primer fraccionamiento según el tratamiento. En los dos primeros muestreos, los contenidos de N en la planta descienden rápidamente. En el muestreo de 28 de mayo, el anterior al abonado de cobertera, los contenidos de nitrógeno son inferiores al muestreo posterior del 14 de junio lo que indica que estaría limitada la disponibilidad de N por la planta según el principio de la curva de dilución.

El 28 de marzo, antes del 50 % de emergencia, en una muestra compuesta de cuatro sondeos en la zona dedicada al experimento, se obtuvo, para una profundidad de 0 a 20 cm,  $152,3 (\pm 36,4) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ ; de 20 a 40 cm,  $85,2 (\pm 10,7) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$  y de 40 a 60 cm,  $42,0 (\pm 3,5) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ .

El contenido inicial de  $\text{N-NO}_3^-$  antes del abonado de cobertera y en base al muestreo de 28 de mayo fue de  $69,7 (\pm 16,1) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$  de 0 a 20 cm, de  $82,3 (\pm 24,5) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$  de 20 a 40 cm, y de  $70,9 (\pm 28,2) \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$  de 40 a 60 cm. Se consideran nueve datos de muestra compuesta correspondientes a los tres tratamientos y tres repeticiones, para cada profundidad. Desde el 28 de marzo (23 días desde la siembra) al 28 de mayo, en los primeros 20 cm, la disponibilidad de nitrógeno en forma nítrica se redujo a la mitad, y en realidad esta reducción se produjo en un mes, ya que el 24 de abril los contenidos a esta profundidad prácticamente no se habían modificado (figuras 4.35 a 4.36). Durante este periodo los contenidos de  $\text{N-NO}_3^-$  de 20 a 40 cm (figura 4.37) se mantienen estables y sí que se observa un incremento muy importante de 40 a 60 cm (figura 4.38). Las variaciones de contenidos a esta profundidad dan una aproximación de la cantidad de nitrógeno lixiviado que entre el 24 de abril y el 28 de mayo (periodo que incluye el primer riego de 8 de mayo), se situaría alrededor de  $60 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ .

La evolución del nitrógeno mineral en forma nítrica en el suelo a distintas profundidades y para los distintos tratamientos (figuras 4.35 a 4.38) revelan los cambios en la disponibilidad de nitrógeno a lo largo del ciclo de cultivo para todos los tratamientos. No se observan diferencias significativas entre ellos, para las distintas profundidades y a lo largo del ciclo de cultivo, en cada muestreo.

Destaca en la evolución de  $\text{N-NO}_3^-$  en los primeros 10 cm (figura 4.35) la rápida disminución, casi a un tercio del contenido, entre los muestreos de 24 de abril y 11 de mayo (80 - 97 días desde la siembra), que no se corresponde con un incremento de los contenidos a mayores profundidades. Ello indica para el periodo considerado que se han movilizadado en estos primeros 10 cm entre  $50 - 60 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ , parte a consecuencia del riego de 8 de mayo, ya que las extracciones de N por la planta en este periodo son inferiores a  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$  (figura 4.39).

Antes del inicio de la bulbificación (131 días desde la siembra) los valores más bajos de contenido de  $\text{N-NO}_3^-$  en los primeros 10 cm se situarían entre  $26 \text{ y } 34 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ . En plena bulbificación se estabilizan alrededor de  $30 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ . El incremento de contenidos entre los dos periodos citados coincide con el abonado de cobertera realizado.

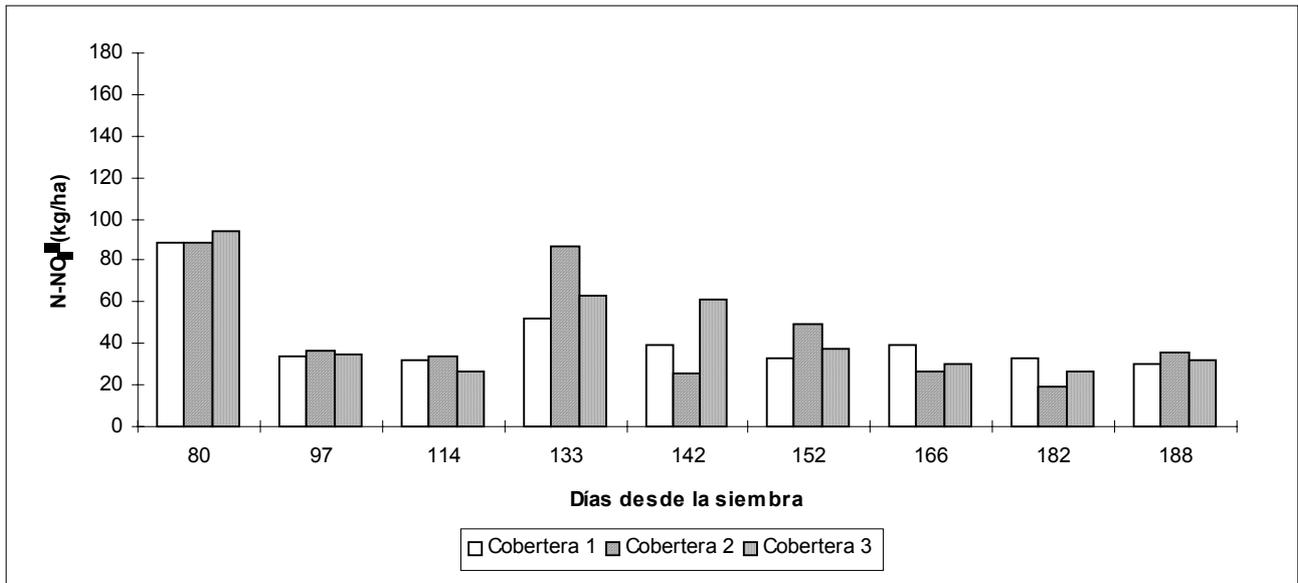


Figura 4.35. Evolución del contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo de 0 a 10 cm para las diferentes fechas de muestreo y coberteras.

Al igual que en la profundidad de 0-10 cm, existen grandes pérdidas de 10 a 20 cm tras el primer riego. Los contenidos se reducen prácticamente a la mitad y se mantienen alrededor de 45 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup>. Se observa una ligera tendencia a aumentar avanzado el ciclo (figura 4.36).

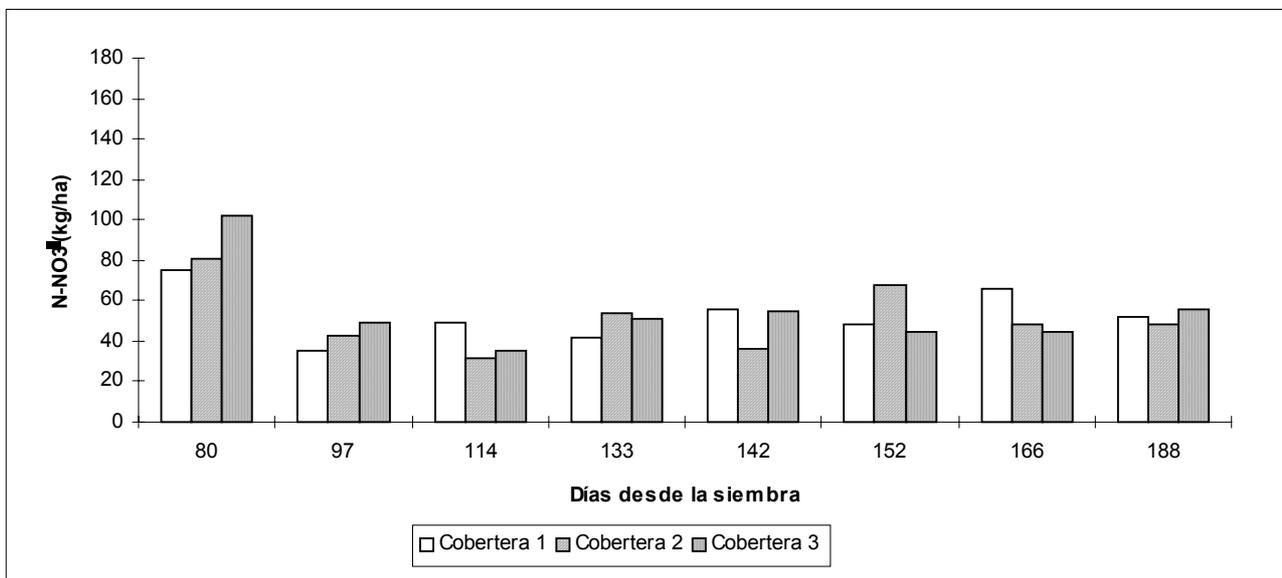


Figura 4.36. Evolución del contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo de 10 a 20 cm para las diferentes fechas de muestreo y coberteras.

En la profundidad de 20 a 40 cm (figura 4.37) los contenidos van disminuyendo prácticamente hasta la mitad del contenido inicial justo antes del inicio de la bulbificación (131 días desde la siembra), para incrementarse a partir del

inicio de los abonados de cobertera, de manera que se enriquece a partir del nitrógeno nítrico lixiviado en el horizonte superior, superando los  $100 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ .

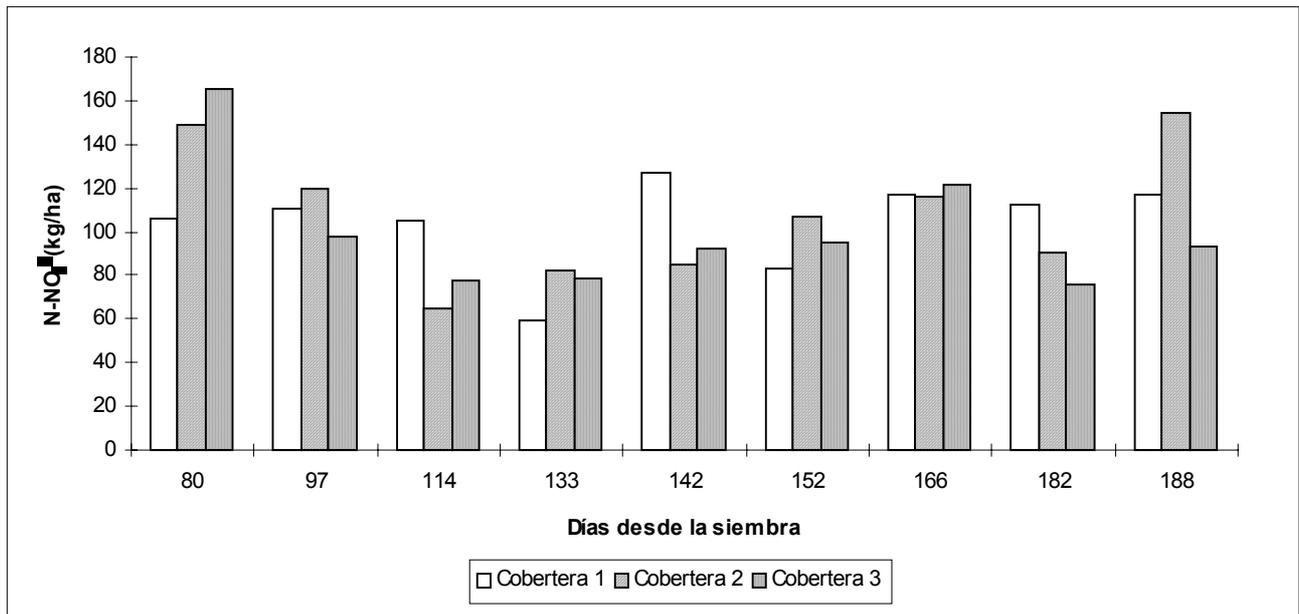


Figura 4.37. Evolución del contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo de 20 a 40 cm para las diferentes fechas de muestreo y coberteras.

La evolución de  $\text{N-NO}_3^-$  de 40 a 60 cm (figura 4.38) sigue miméticamente a la de la profundidad de 20 a 40 cm (figura 4.37) con contenidos ligeramente inferiores como valores medios aunque importantes, alrededor de  $80 \text{ kg N-NO}_3^- \text{ ha}^{-1}$ .

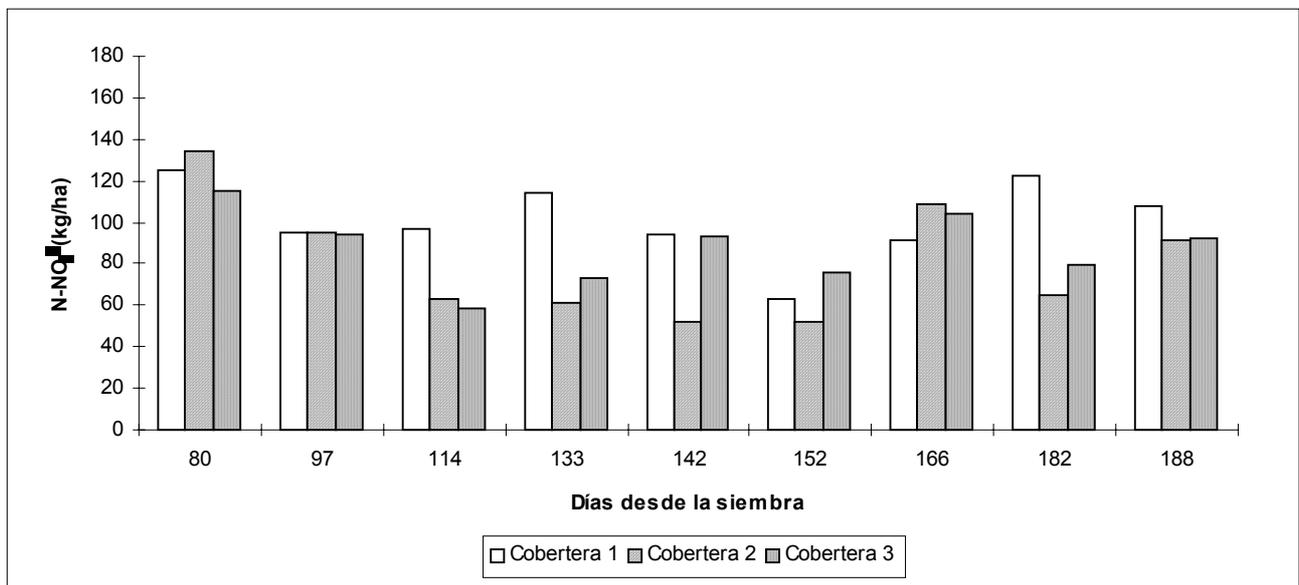


Figura 4.38. Evolución del contenido de nitrógeno en forma nítrica en el suelo de 40 a 60 cm para las diferentes fechas de muestreo y coberteras.

Al comparar contenidos de nitratos y extracciones de las plantas para una profundidad de 10 cm (figura 4.39) se observa que entre el 11 de mayo (97 días desde la siembra) y el 28 de mayo (114 días desde la siembra) se aceleran las

extracciones y entre el 28 de mayo y el 14 de junio (131 días desde la siembra) se extrae más de 30 kg N ha<sup>-1</sup>. Lo anteriormente expuesto indica que si no se hubiese realizado el abonado de cobertera el 4 de junio, la planta, con un sistema radicular superficial y poco desarrollado en el inicio del crecimiento exponencial (capítulo 3), hubiese visto aún más afectado su crecimiento.

Las necesidades máximas diarias de nitrógeno se sitúan como media en 3,2 kg N ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (figura 4.39), coincidiendo con los resultados obtenidos en el experimento 4.1 bajo condiciones de riego infrecuente (figura 4.11), para este mismo cultivar V. de Grano.

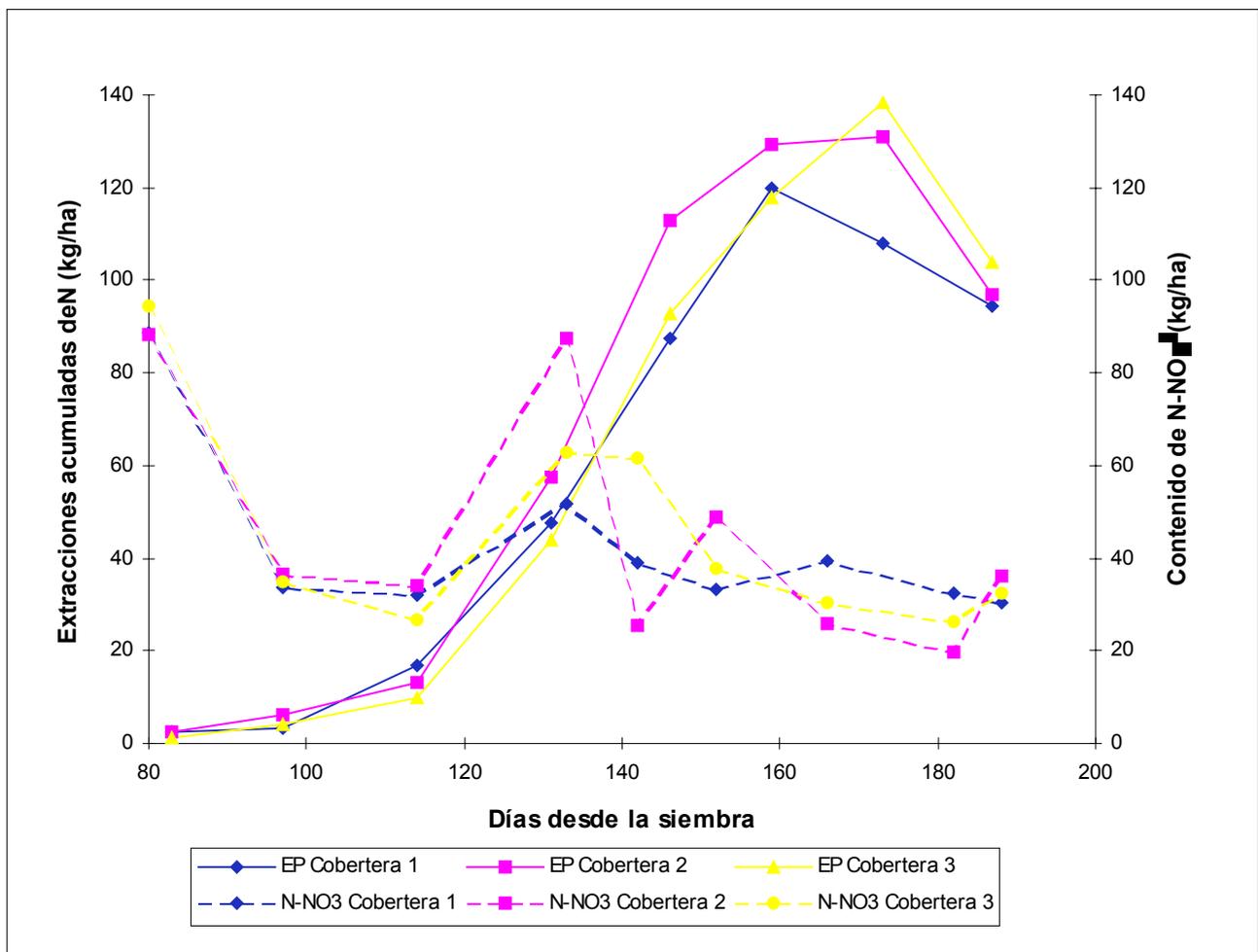


Figura 4.39. Evolución del contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el suelo (0-10 cm) y de las extracciones de nitrógeno por la planta (EP) a lo largo del ciclo para cada una de las diferentes coberteras. El último dato de las extracciones corresponde a las exportaciones.

La disminución progresiva de los contenidos de nitratos en los primeros 10 cm y las pequeñas oscilaciones entre 10 y 20 cm a partir de la realización de los abonados de cobertera (figuras 4.35 y 4.36) junto con la dinámica de extracciones (figura 4.39), avalarían que la mayoría del nitrógeno procediese de los primeros 20 cm (figura 4.40).

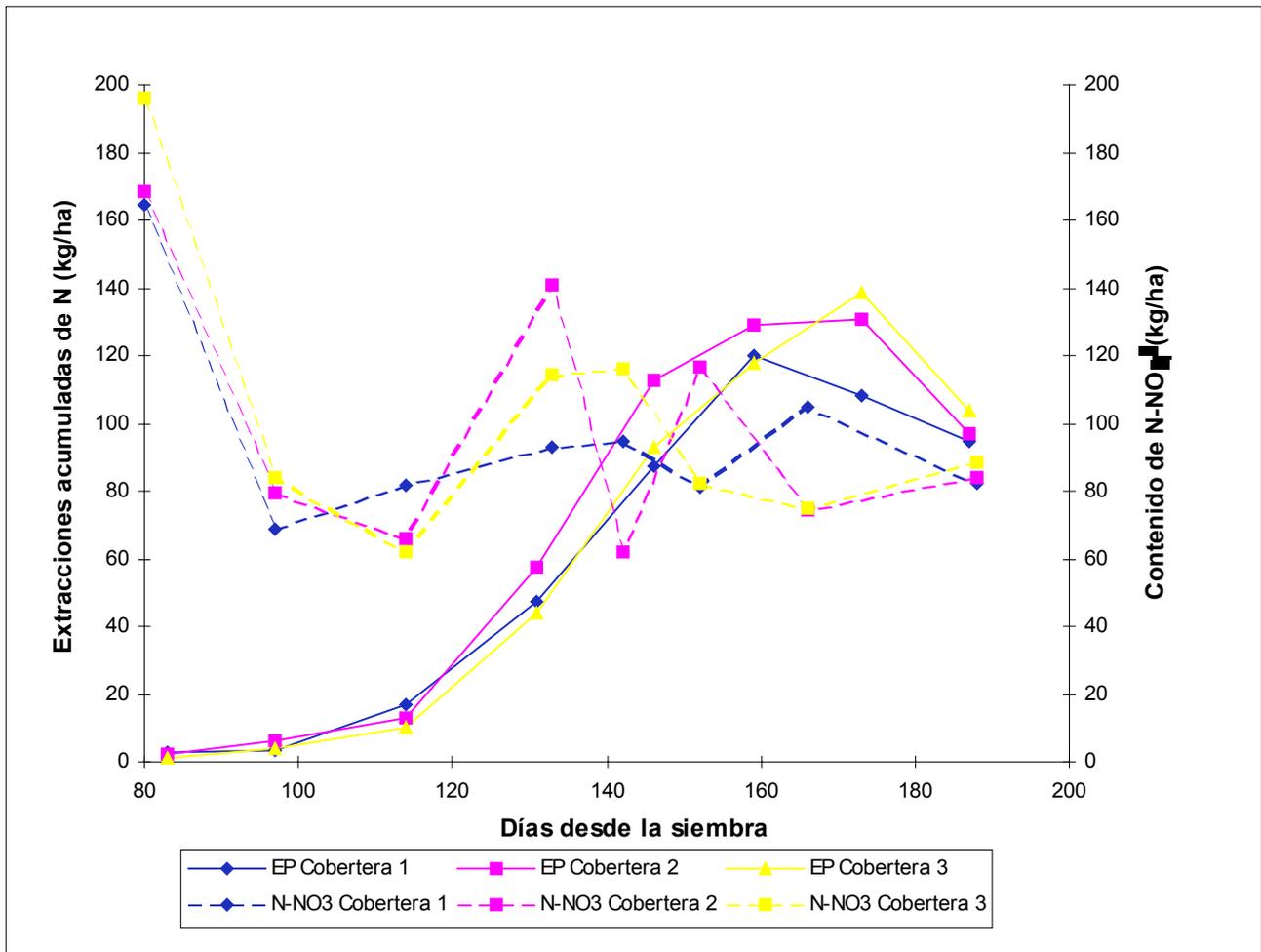


Figura 4.40. Evolución del contenido de  $\text{N-NO}_3^-$  en el suelo (0-20 cm) y de las extracciones de nitrógeno por la planta (EP) a lo largo del ciclo para cada una de las diferentes coberteras. El último dato de las extracciones corresponde a las exportaciones.

Las extracciones acumuladas de N por las plantas no se traducen en una disminución proporcional de los contenidos de  $\text{N-NO}_3^-$  en los primeros 40 cm (figura 4.41) ya que las extracciones máximas no superan en ningún tratamiento los 140  $\text{kg N ha}^{-1}$  y las exportaciones en recolección se sitúan en aproximadamente  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

En los estados iniciales, las exportaciones de las plantas son bajas, inferiores a  $20 \text{ kg N/ha}$  y posteriormente se van cubriendo dichas exportaciones con el abonado de cobertera.

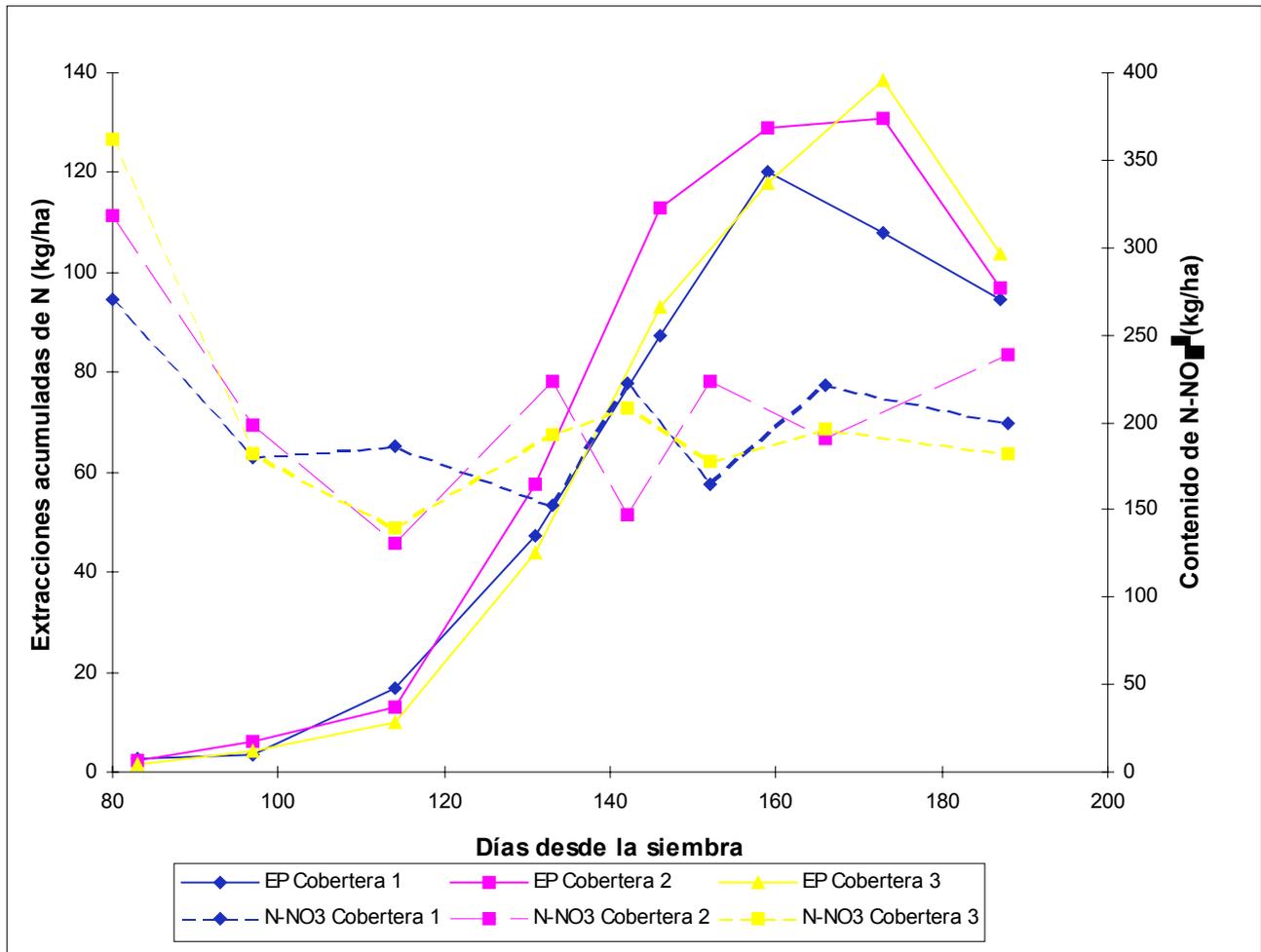


Figura 4.41. Evolución del contenido de  $\text{N-NO}_3^-$  en el suelo (0-40 cm) y de las extracciones de nitrógeno por la planta (EP) a lo largo del ciclo para cada una de las diferentes coberteras. El último dato de las extracciones corresponde a las exportaciones.

También los contenidos de  $N-NO_3^-$  hasta 60 cm (figura 4.42) y a partir del primer riego, se mantienen más o menos estables alrededor de 80 kg  $N-NO_3^-$  y, por tanto, se mantendrían insensibles a las extracciones y exportaciones del cultivo.

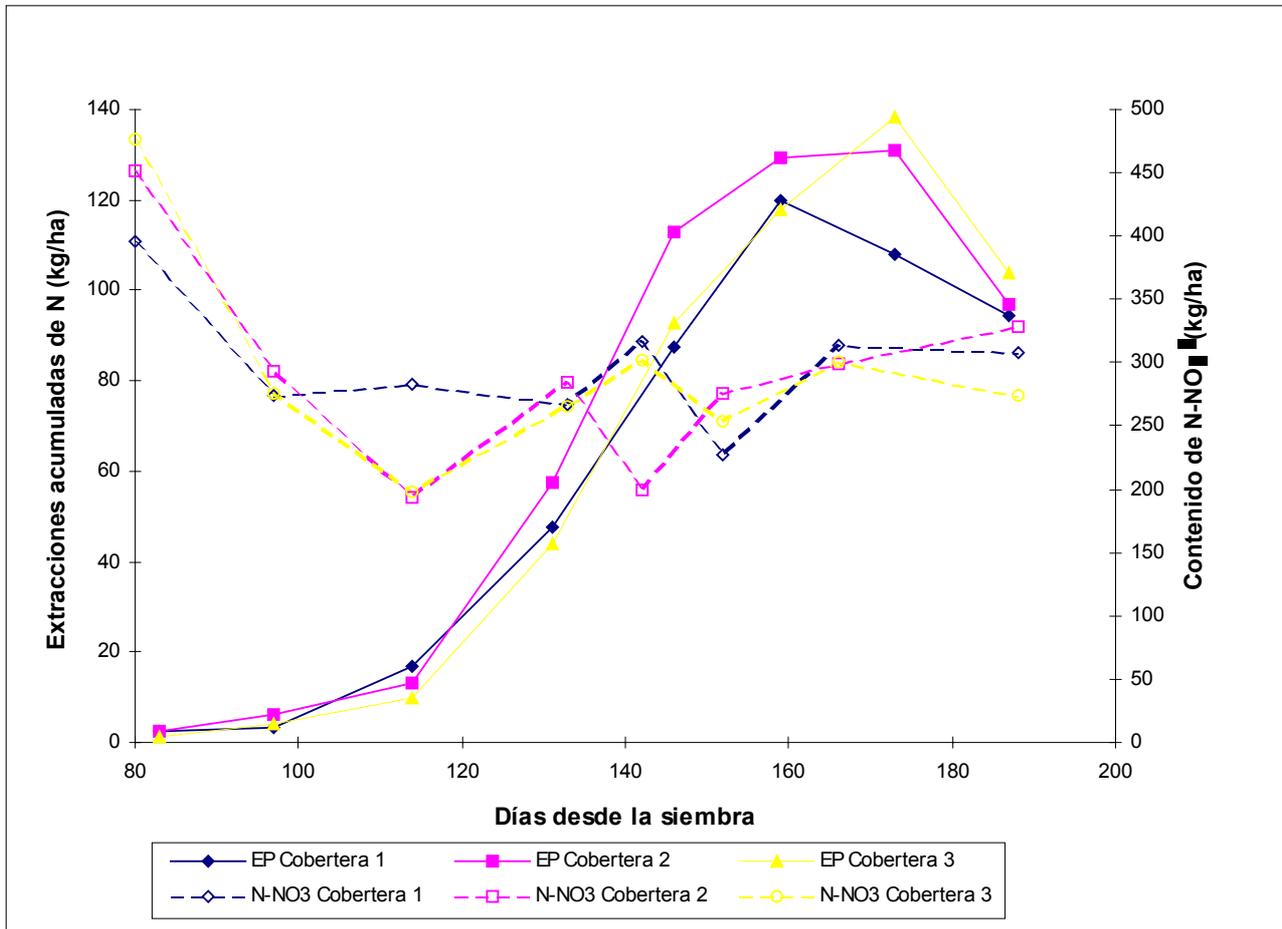


Figura 4.42. Evolución del contenido de  $N-NO_3^-$  en el suelo (0-60 cm) y de las extracciones de nitrógeno por la planta (EP) a lo largo del ciclo para cada una de las diferentes coberteras. El último dato de las extracciones corresponde a las exportaciones.

Cabe destacar que a final de ciclo, los contenidos de  $N-NO_3^-$  en los primeros 60 cm duplican a las exportaciones realizadas en recolección.

La recuperación aparente de nitrógeno según la ecuación 4.3 sería de 0,31. Dentro de las limitaciones y por tanto variabilidad que las distintas condiciones dafo-climáticas establecen, lo anterior indicaría que en ausencia de fertilización se hubiesen podido exportar 61 kg  $N ha^{-1}$  y por tanto alcanzar producciones equivalentes a la mitad de las obtenidas.

**4.4.4. Extracción de nutrientes bajo condiciones de riego de alta frecuencia. (Experimento 4.4)**

Las concentraciones de los distintos nutrientes expresados sobre peso seco, de forma fraccionada o total y a lo largo del ciclo de los distintos cultivares y años se presentan en las figuras 4.43 a 4.52.

Al igual que en el experimento 4.1, en la presentación de resultados y discusión, en vez de utilizar el término vaina envolvente se usará el término bulbo, aunque no se haya iniciado propiamente el proceso de bulbificación.

Los valores extremos de contenido de nitrógeno en limbo (figura 4.43) oscilan entre 1,85 y 4,15 % . Todos los cultivares presentan unos contenidos semejantes a lo largo del ciclo, con valores máximos en estados iniciales y disminuyendo progresivamente.

En bulbo, los contenidos oscilan entre 1,27 y 2,32 %, con valores máximos al inicio del rápido crecimiento foliar y mínimos en el muestreo del 24 de junio (figura 4.43), al inicio de la bulbificación (figuras 2.22 y 6.22).

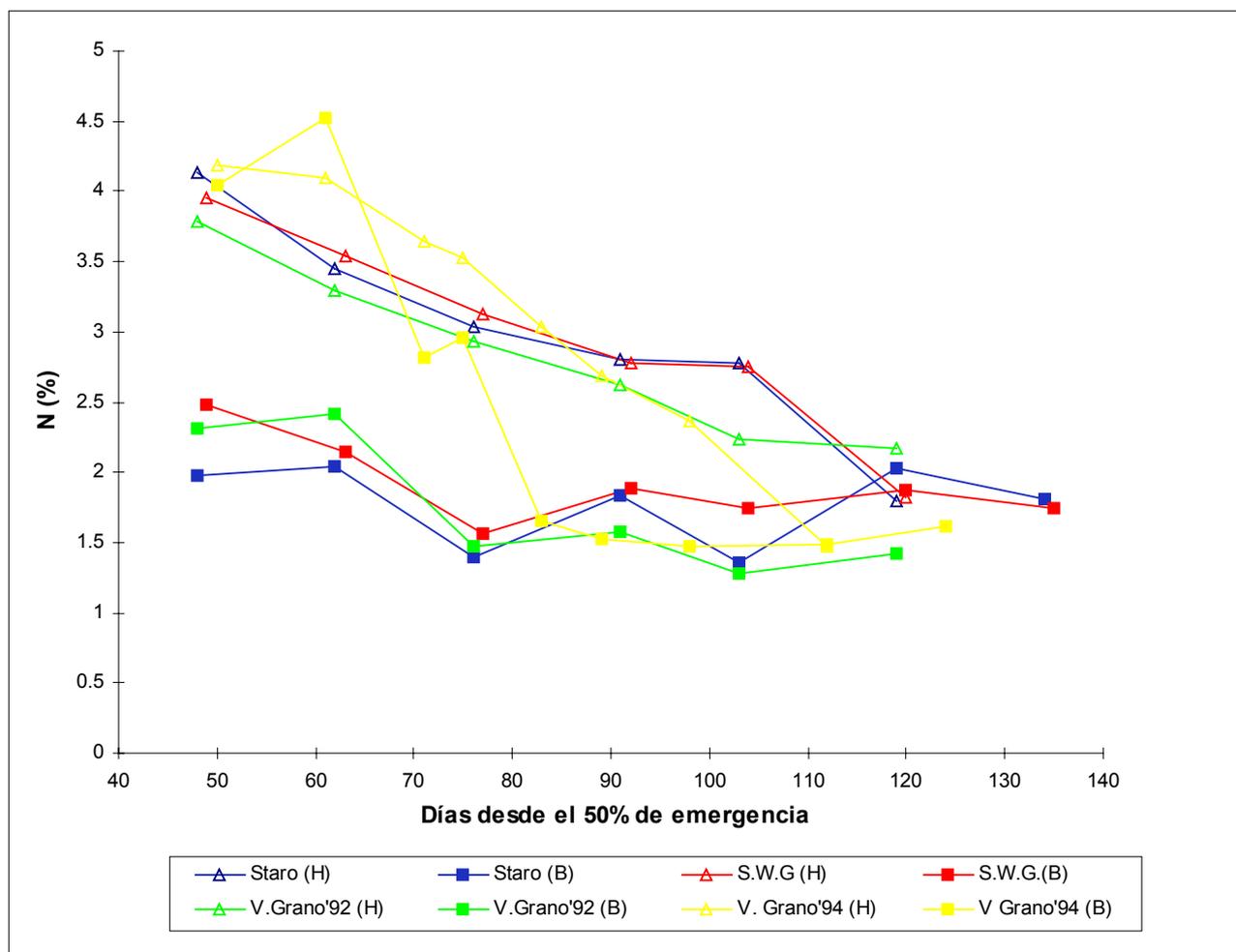
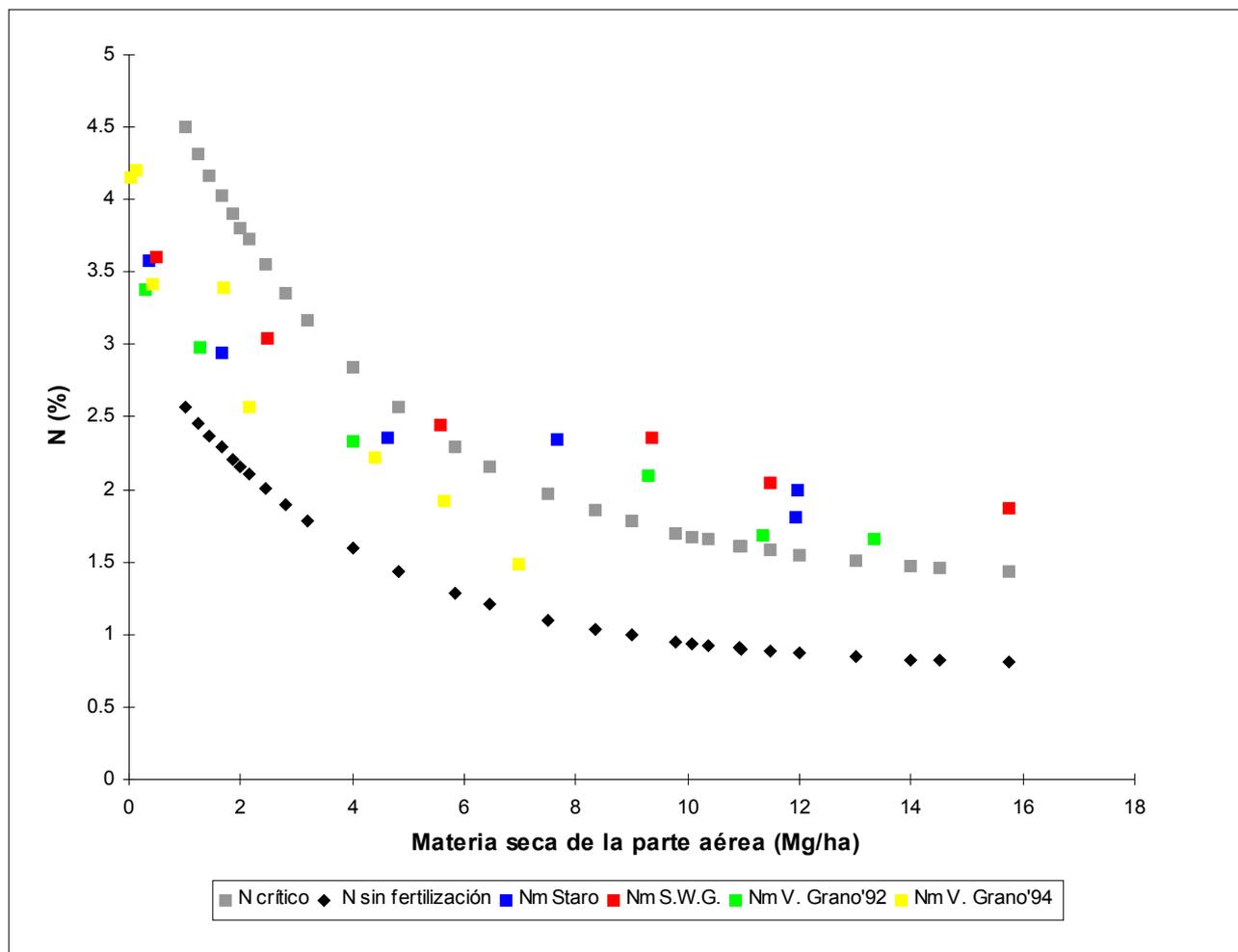


Figura 4.43. Evolución del contenido de nitrógeno sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

Estos contenidos de nitrógeno en planta en relación a la biomasa aérea se situarían para el experimento de 1994 y para valores de biomasa inferiores a 4 Mg ha<sup>-1</sup> en los cultivares de 1992 (figura 4.44), entre la curva de nitrógeno crítico y la curva de contenido en nitrógeno en ausencia de fertilización obtenidas por Greenwood *et al.* (1992) y Greenwood y Draycott (1989). A partir de 4 Mg ha<sup>-1</sup> y para el experimento de 1992, el contenido de N en la parte aérea en relación a la biomasa superaría a los niveles de N crítico.

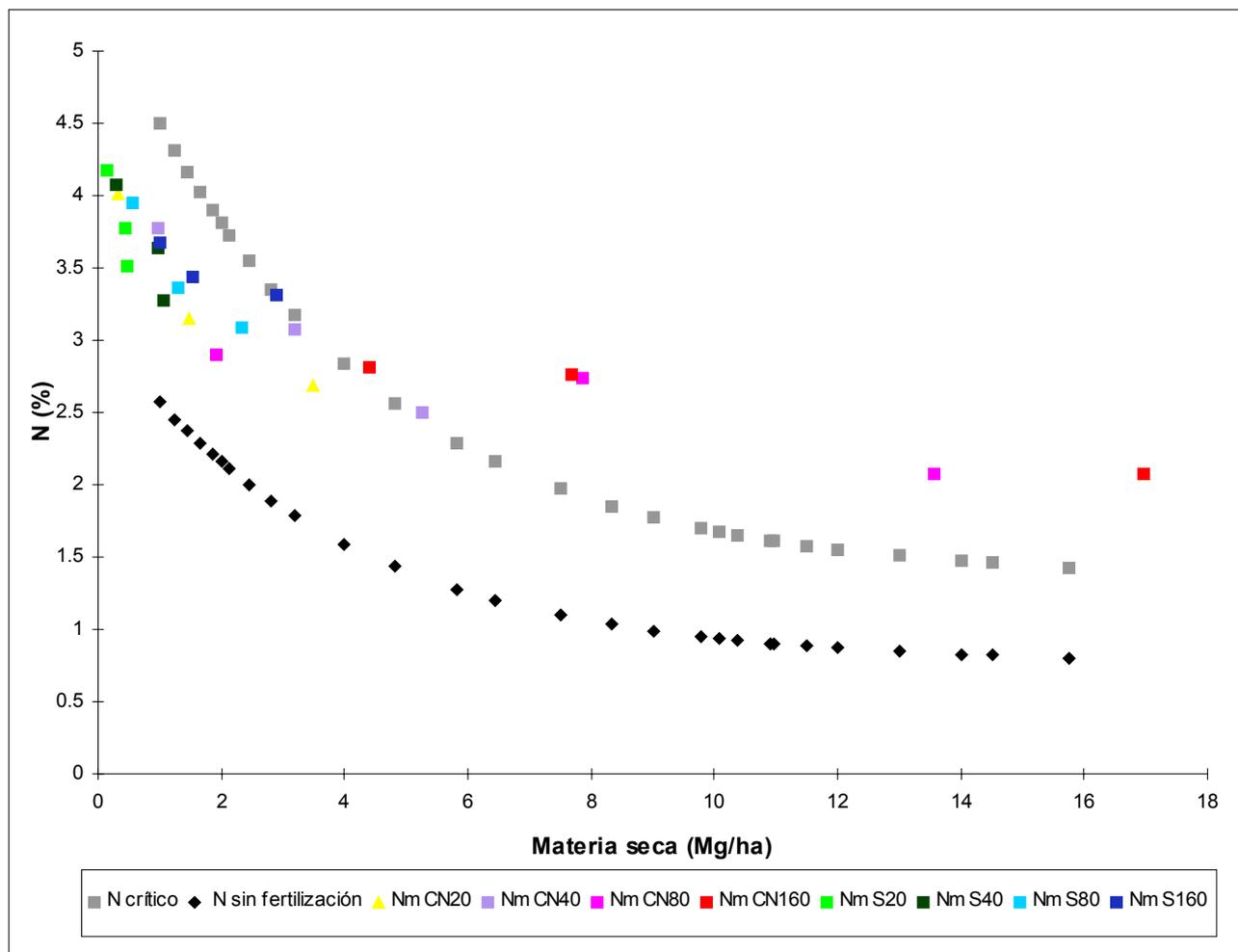


**Figura 4.44. Relación entre el contenido de nitrógeno medido (Nm) en la parte aérea de la planta y la producción de biomasa obtenida para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V.Grano'92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano durante el año 1994 (V.Grano'94), comparándose respecto al contenido de nitrógeno crítico en la planta necesario para que el crecimiento no se vea limitado (N crítico) para una determinada biomasa según Greenwood *et al.* (1992), y con el contenido de nitrógeno en la planta y la biomasa en ausencia de fertilización (N sin fertilización) según Greenwood y Draycott (1989).**

Si se representan también los contenidos de nitrógeno en relación a la biomasa aérea en un período (15 de junio a 15 de julio) de rápido crecimiento para la planta, para las distintas densidades y niveles de iluminación del experimento 6.1 (figura 4.45), se observa que en condiciones de iluminación normales, al incrementarse la densidad, más fácilmente se superan los valores de N crítico, o incluso para la densidad de 20 plantas m<sup>-2</sup> nunca llegan a superarse. En condiciones

de sombreadamiento se observa la misma tendencia, aunque solamente en el penúltimo muestreo se supera el valor de 1 Mg ha<sup>-1</sup> de biomasa y en el último muestreo y para una densidad de 160 plantas m<sup>-2</sup> se supera el valor de N crítico.

A partir de 4,0 Mg ha<sup>-1</sup> y al igual que en los otros cultivares de 1992 (figura 4.44) se supera el nivel de concentración de N crítico.



**Figura 4.45.** Relación entre el contenido de nitrógeno medido (Nm) en la parte aérea de la planta y la producción de biomasa obtenida para el cultivar Valenciana de Grano, en condiciones normales de iluminación (CN) o de sombreadamiento neutral (S) y para las densidades de 20, 40, 80 y 160 plantas m<sup>-2</sup>. Los valores anteriores se comparan con la curva de contenido de nitrógeno crítico en la planta necesario para que el crecimiento no se vea limitado (N crítico) para una determinada biomasa según Greenwood *et al.* (1992) y la curva de contenido de nitrógeno en la planta y la biomasa en ausencia de fertilización (N sin fertilización) según Greenwood y Draycott (1989).

Los valores extremos en limbo de fósforo (figura 4.46) oscilan entre 0,23 y 0,39 %, con valores máximos una vez iniciada la bulbificación (figuras 2.22 y 6.22), aunque el intervalo de valores indica poca oscilación. En bulbo existe un mayor rango de contenidos con valores máximos de fósforo en el primer muestreo (valor máximo 0,40 %), con disminución lenta al avanzar el ciclo, para volver a incrementarse ligeramente en recolección.

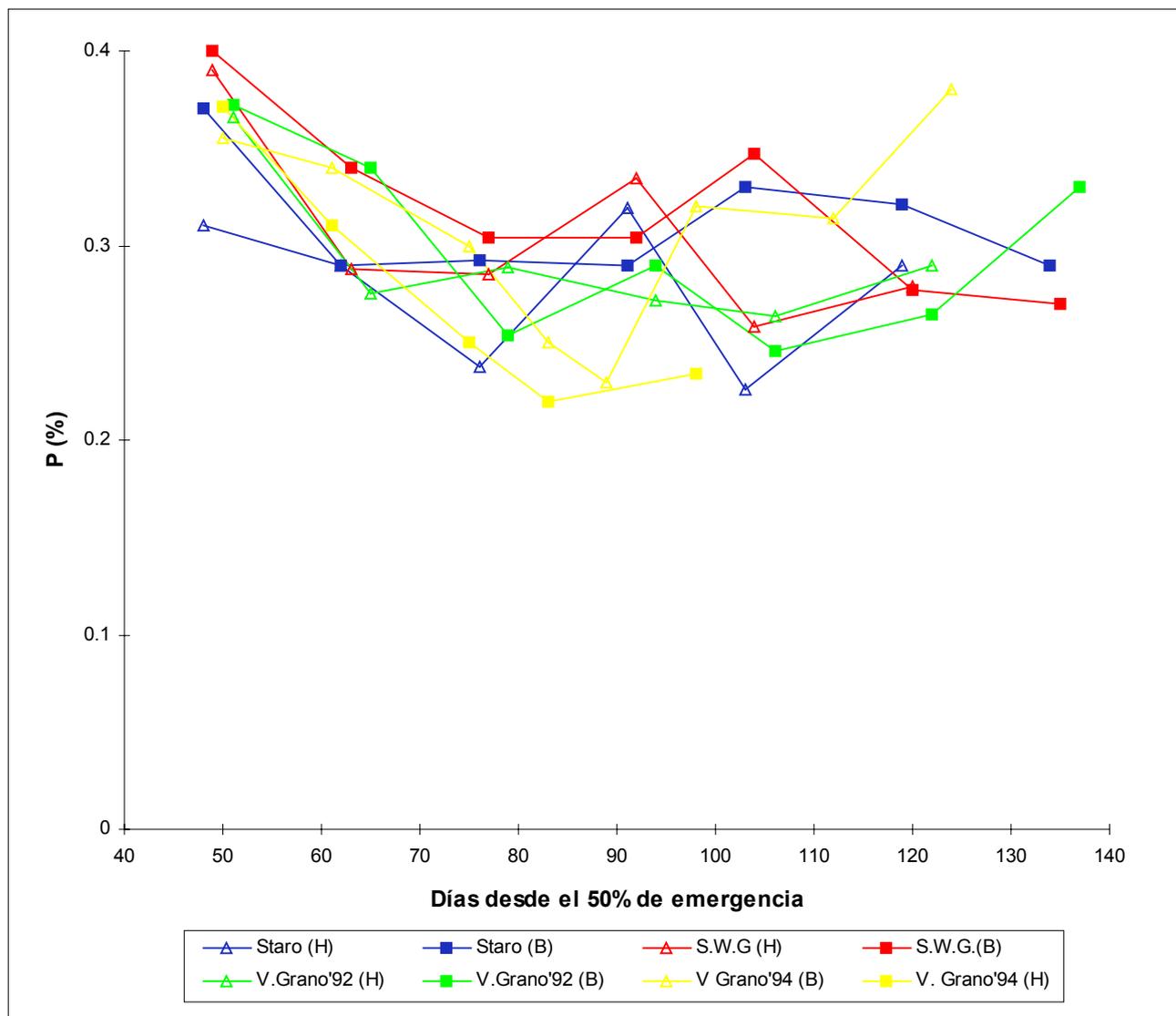
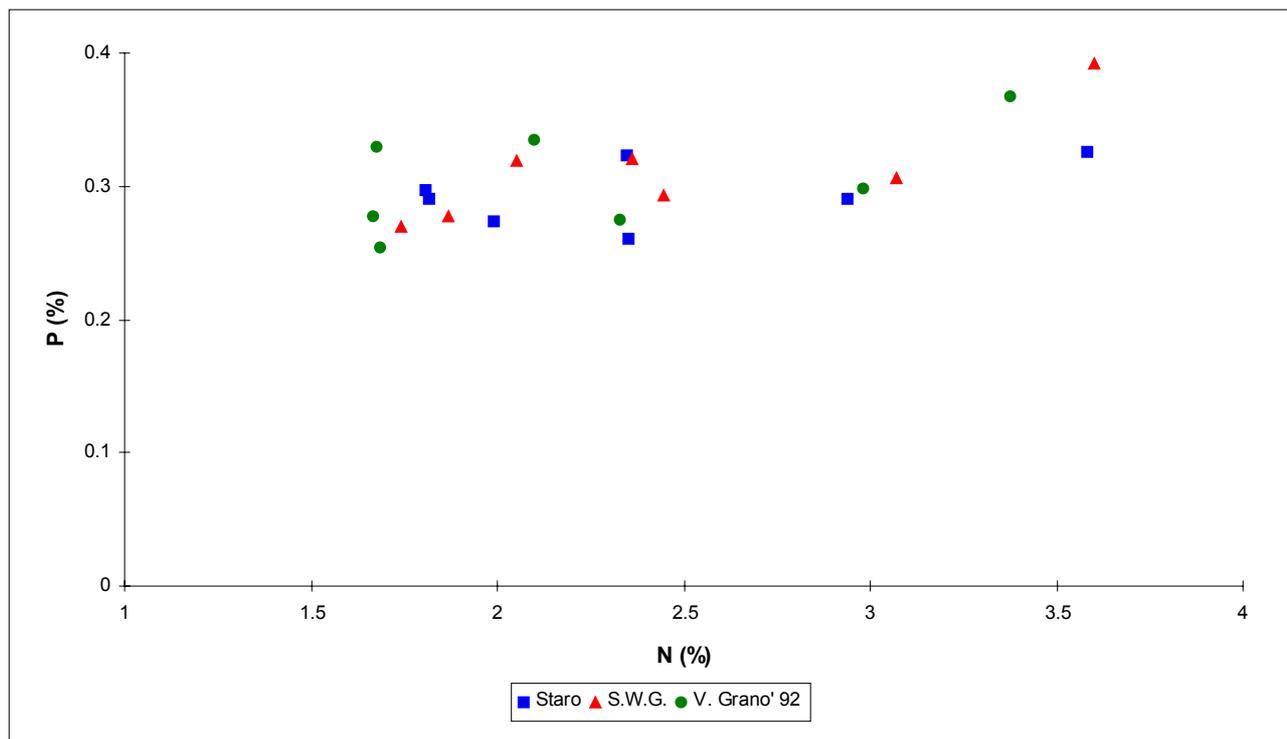


Figura 4.46. Evolución del contenido de fósforo sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

Si se relacionan los contenidos de fósforo y de nitrógeno en la planta a lo largo del ciclo en condiciones altamente productivas, concretamente para todos los cultivares de 1992, se observa (figura 4.47) que no es posible establecer una relación clara entre los contenidos de estos macronutrientes.



**Figura 4.47. Relación entre los contenidos de N y P en la biomasa de la parte aérea de la cebolla a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.) y Valenciana de Grano (V. Grano' 92), durante el año 1992.**

Las distintas regresiones que se han intentado obtener entre los contenidos de estos dos macronutrientes no permiten obtener un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) superior a 0,5, lo que podría indicar que para un mismo contenido de fósforo en la planta, puede existir una gran variabilidad en los contenidos de nitrógeno.

Los valores extremos de potasio sobre materia seca oscilan en limbo (figura 4.48), entre 2,46 y 5,04 %. Los valores máximos se alcanzan en 1992 antes del inicio del rápido crecimiento foliar de la planta (primer muestreo, 48 a 51 días tras la emergencia). El mínimo en V. de Grano se alcanza al inicio de la bulbificación y en los otros cultivares en madurez.

En bulbo, los contenidos mínimos (mínimo 1,11 %) se observan al inicio de la bulbificación y los máximos en la misma edad fisiológica que en los limbos (máximo 4,8 %).

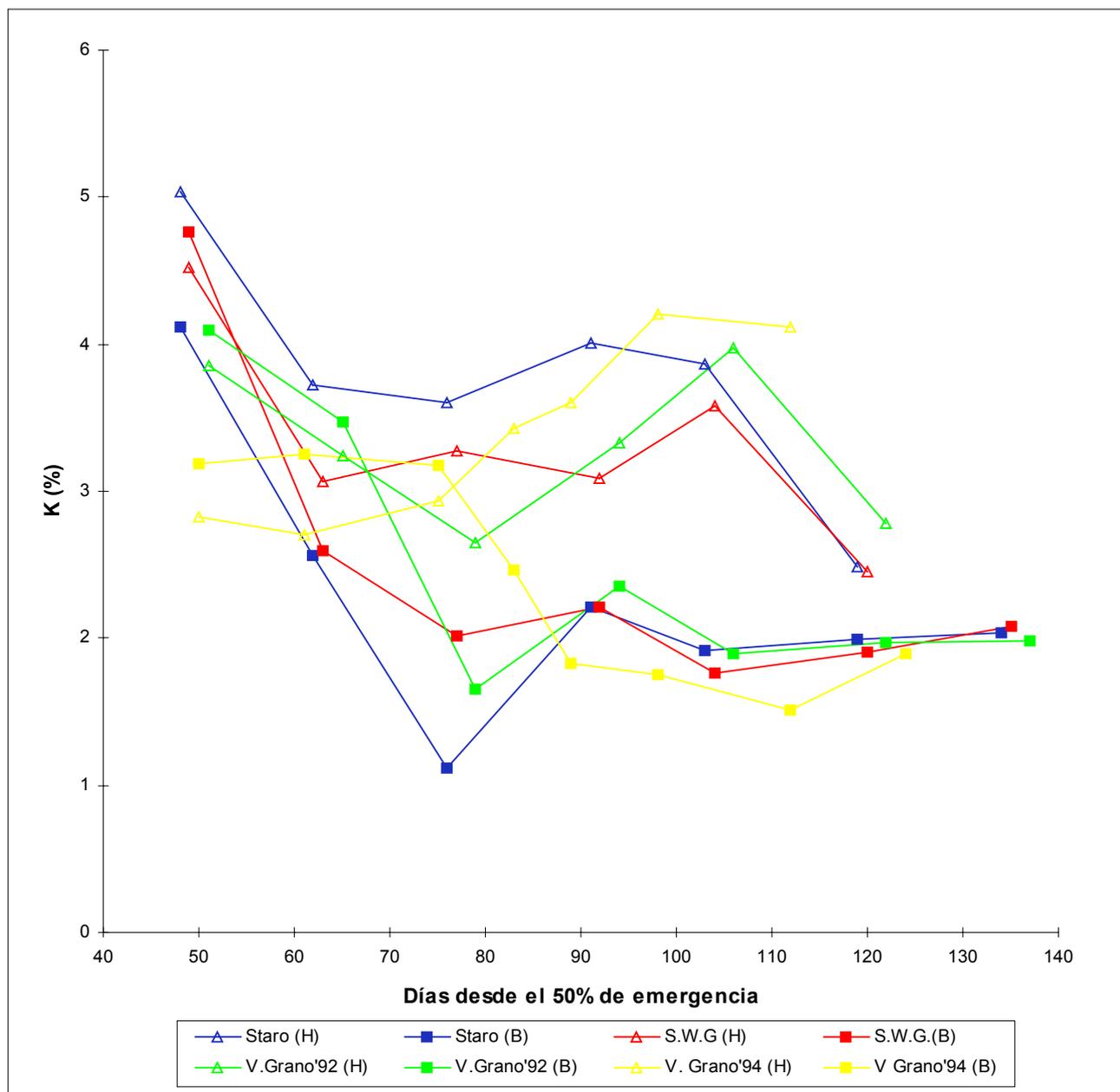


Figura 4.48. Evolución del contenido de potasio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

Al relacionar los contenidos de potasio en la planta entera respecto los contenidos de nitrógeno (figura 4.49) se obtiene una regresión lineal (cuadro 4.9) que mejora al eliminar dos puntos singulares (con contenidos de nitrógeno del 3,07 % y 1,68 %) en donde ha podido existir un error de procesado de la muestra.

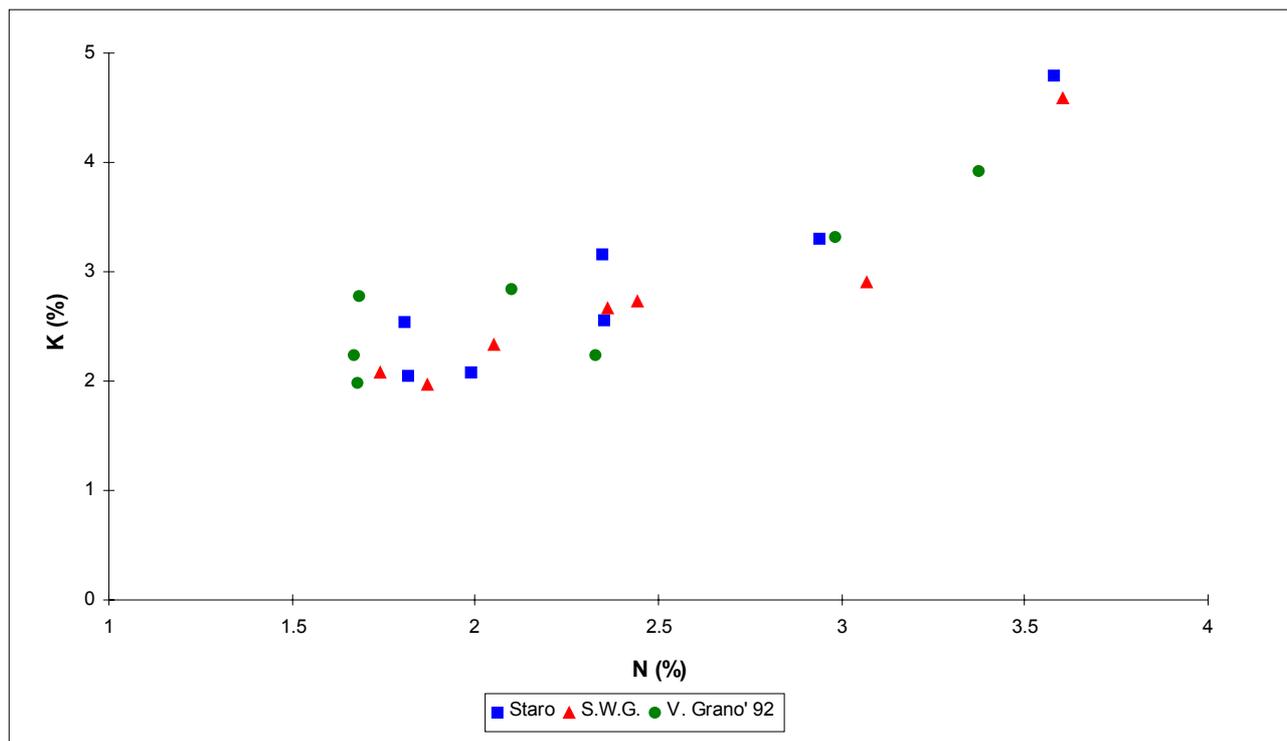


Figura 4.49. Relación entre los contenidos de N y K en la biomasa de la parte aérea de la cebolla a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.) y Valenciana de Grano (V. Grano' 92) , durante el año 1992.

En la relación entre contenidos de nitrógeno y potasio se han escogido los datos de 1992 al igual que en el fósforo por considerar que el crecimiento no se hallaba limitado.

Cuadro 4.9. Valores de los parámetros y errores estándar correspondientes a la relación  $K (%) = a + bN(%)$  para tres cultivares, Staro, S.W.G. y V.Grano' 92 conjuntamente. Año 1992.

$R^2$ (g.l. residuales)	a (e.s.)	b (e.s.)
0,79 (19)	0,14 (0,32)	1,12 (0,13)
0,89 (17)	-0,18 (0,27)	1,26 (0,11)

Estas relaciones no significan relaciones entre niveles críticos para un óptimo crecimiento, sino entre los contenidos de estos dos macronutrientes halladas en condiciones que permiten alcanzar elevados rendimientos.

El Ca en limbo (rango 1,13 - 2,58 %) alcanza el contenido más bajo al inicio de la bulbificación y el máximo en el inicio y al final de ciclo dentro del intervalo de los muestreos realizados (figura 4.50). Es decir, tras una disminución al inicio de la bulbificación, se acumula Ca en las hojas.

En bulbo, con un rango de variación en los contenidos de Ca entre 0,34 - 2,40 % , se observa que éstos disminuyen al avanzar el ciclo.

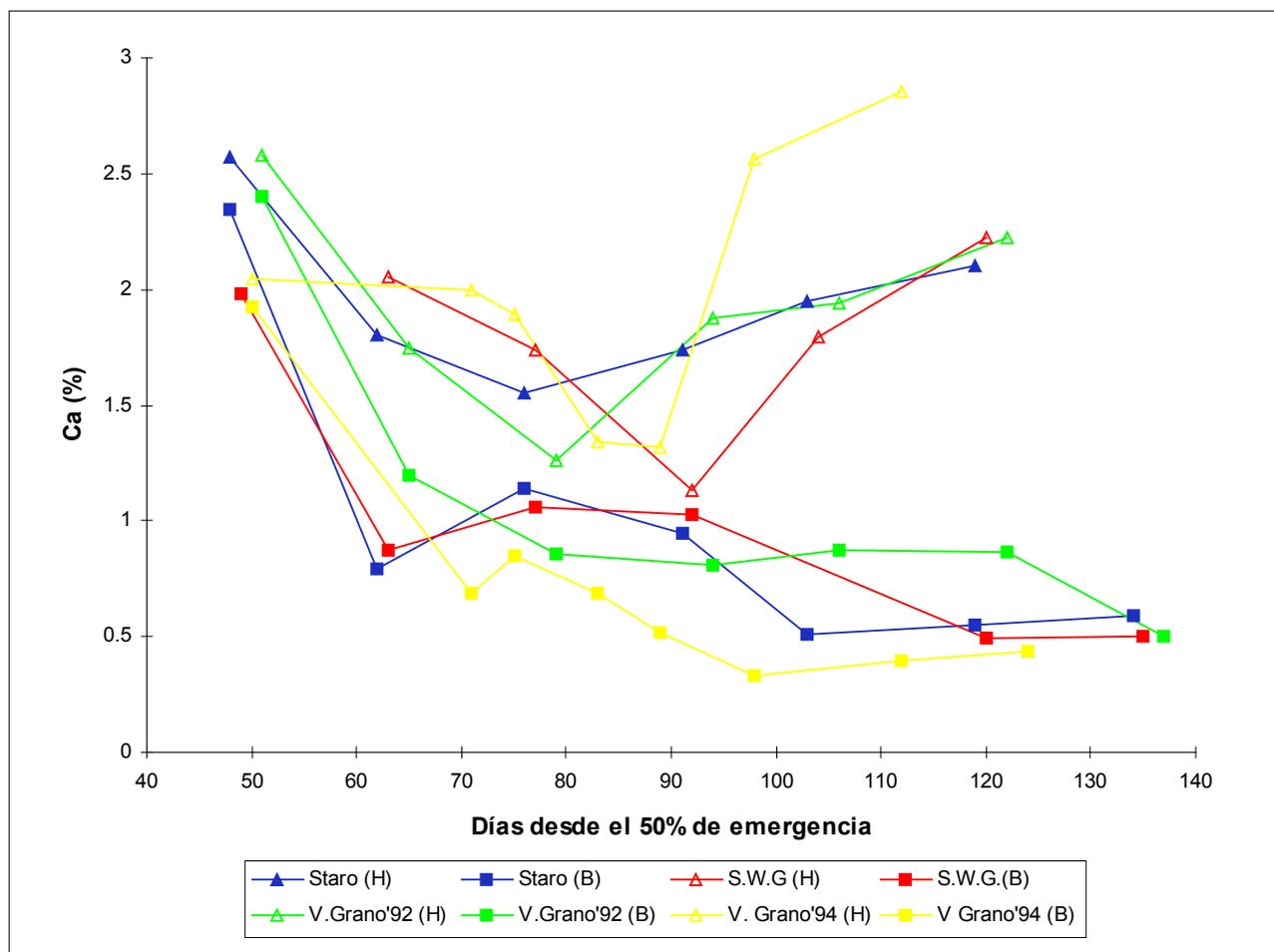


Figura 4.50. Evolución del contenido de calcio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

En relación a otro nutriente secundario, el magnesio, se observa en limbo que los tres cultivares presentan gran similitud, tanto en los contenidos de Mg como en su evolución (figura 4.51), disminuyendo al avanzar el ciclo. El valor máximo es de 0,59 % y el mínimo de 0,34 %. En bulbo también se observa esta similitud. El valor máximo (0,61 %) se alcanza en los estados iniciales, concretamente en el primer muestreo, para disminuir rápidamente hasta al inicio de bulbificación que se corresponde con el muestreo de 24 de junio en 1992 y de 22 de junio en 1994 (figuras 2.22 y 6.7). Posteriormente existe una cierta estabilización hasta recolección.

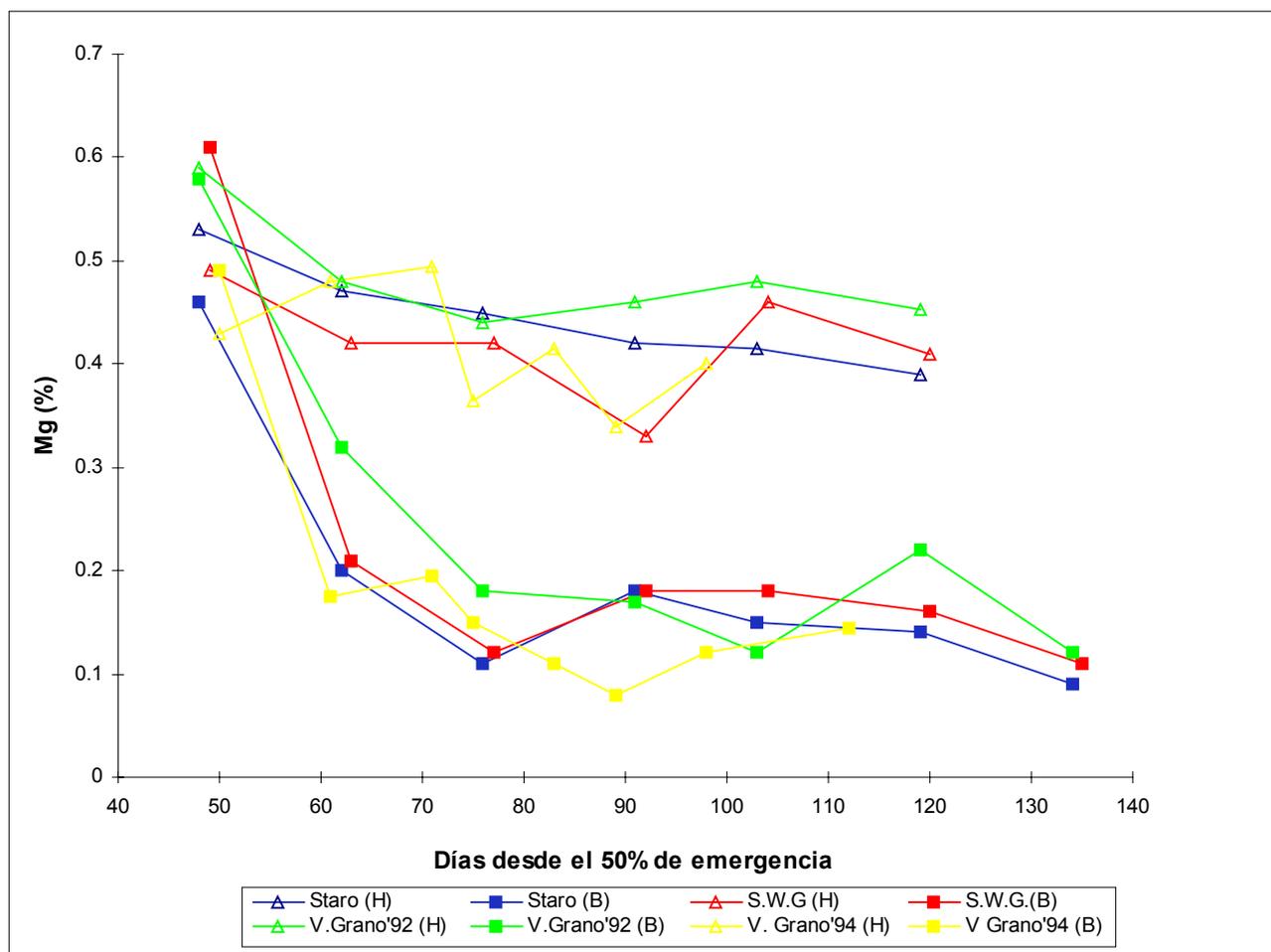


Figura 4.51. Evolución del contenido de magnesio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

En los resultados de los análisis para el micronutriente hierro en limbo (figura 4.52) se observa que éstos van disminuyendo rápidamente hasta bulbificación con tendencia a estabilizarse posteriormente, aunque existe una fluctuación puntual. Los contenidos en bulbo presentan una disminución de contenidos hasta plena bulbificación y un cierto aumento posterior, se podría también considerar estabilización de contenidos hasta recolección.

En recolección V. de Grano mantiene unos contenidos de Fe en bulbo superiores a los de los otros cultivares, Staro y S.W.G., aptos para deshidratación.

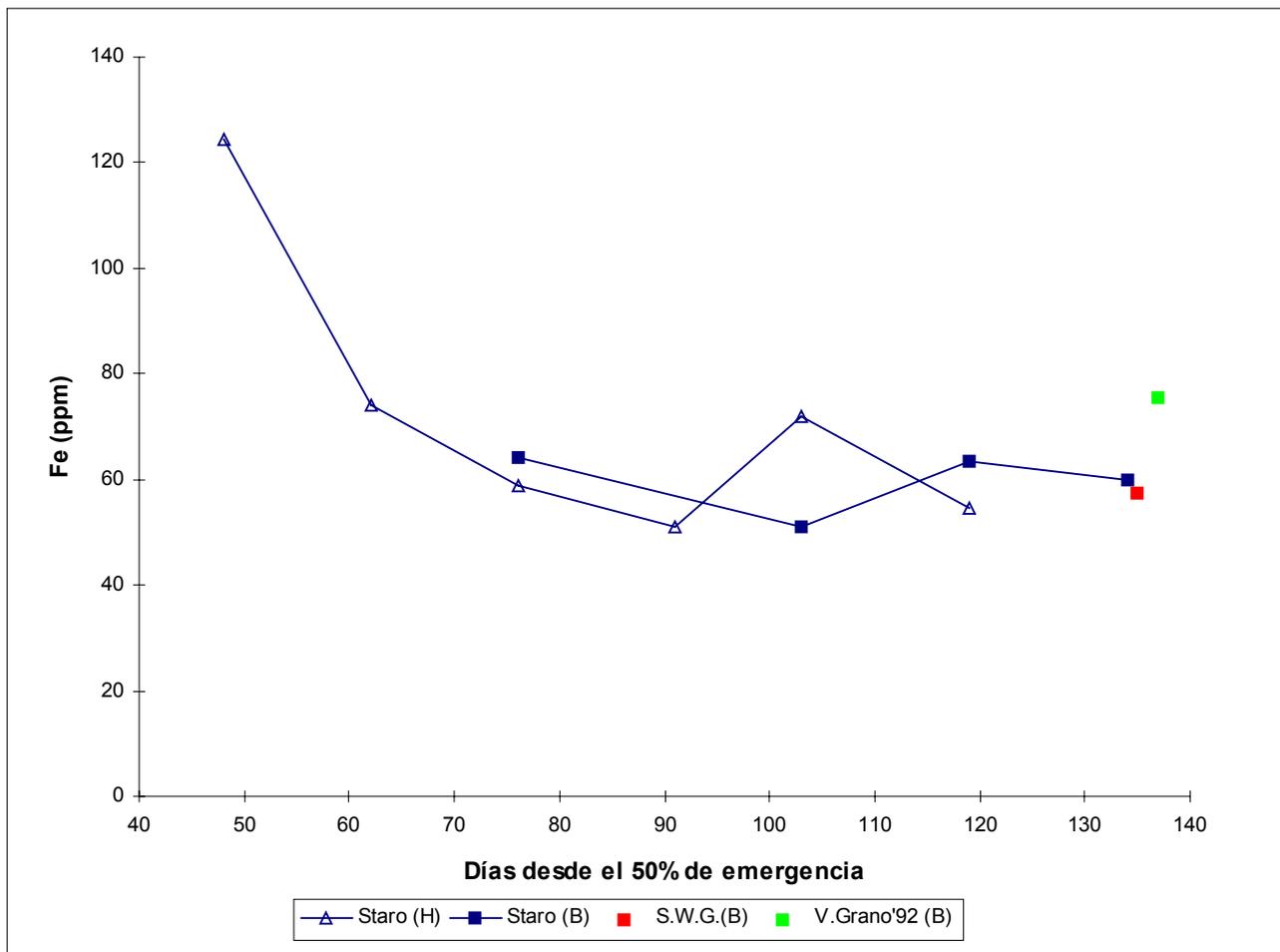


Figura 4.52. Evolución del contenido de hierro sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para el cultivar Staro, y en recolección para el cultivar Staro, Southport White Globe (S.W.G.) y Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992.

Para el manganeso, los valores extremos sobre materia seca en limbo oscilan entre 146,5 ppm y 53,5 ppm, con tendencia en el ensayo de 1992 a disminuir al avanzar el ciclo (figura 4.53). El comportamiento en los contenidos en limbo para V. de Grano en 1994 sería inverso al ensayo de 1992 aunque cabe resaltar que se parte de una situación inicial de contenidos inferiores respecto al experimento citado y que las diferencias iniciales se reducen al avanzar el ciclo. En bulbo los valores extremos de Mn oscilan entre 9 y 51,4 ppm con tendencia a disminuir a lo largo del ciclo y con una cierta estabilización durante el proceso de bulbificación, es decir, a partir de los muestreos desde 76 días tras la emergencia en 1992 y 89 días tras la emergencia en 1994.

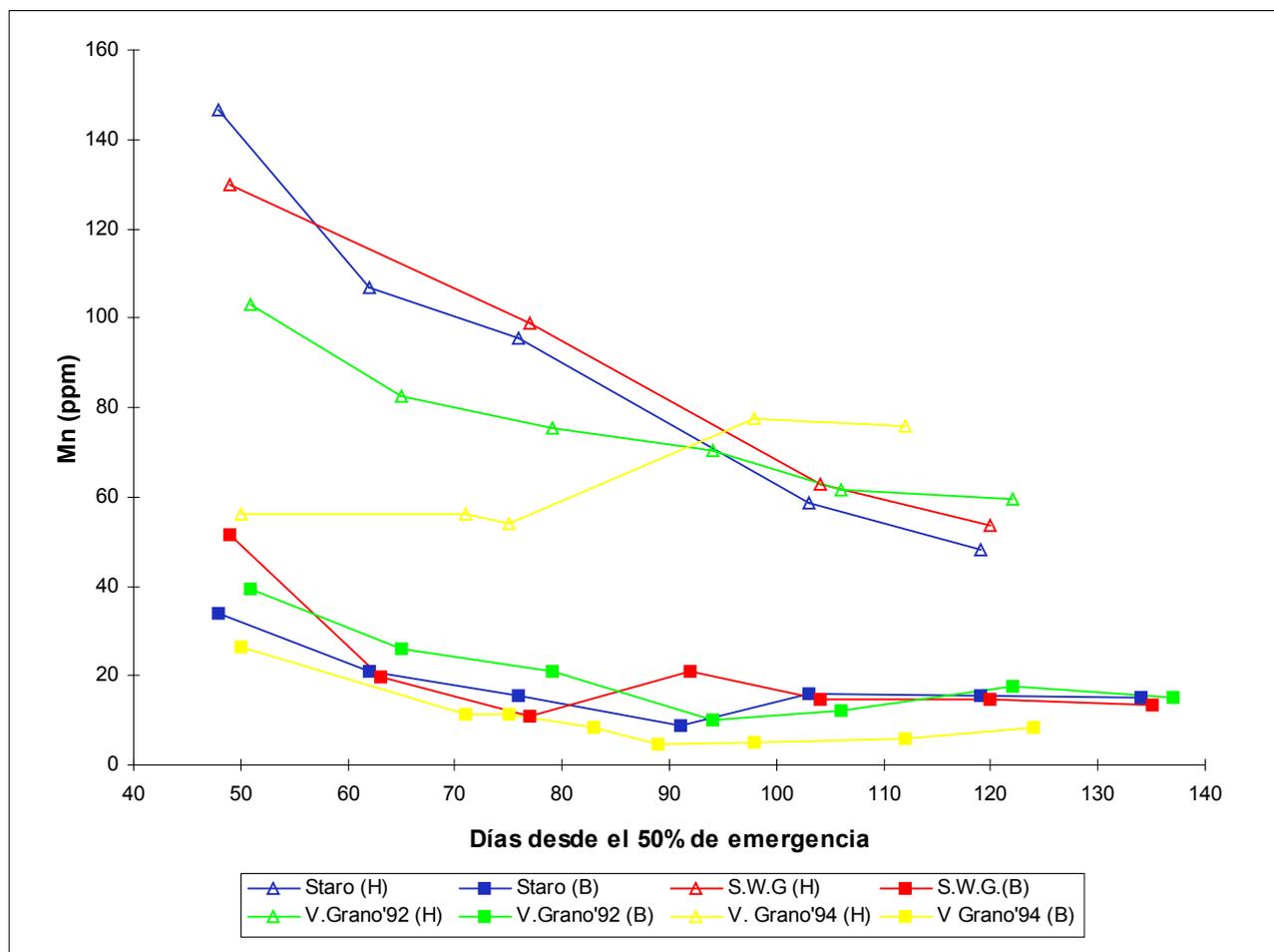


Figura 4.53. Evolución del contenido de manganeso sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

Como se ha mencionado, se han realizado tratamientos fitosanitarios con productos que contenían Zn y que pueden haber enmascarado alguno de los resultados obtenidos en relación a los contenidos de este micronutriente (figura 4.54). En Staro y S.W.G. los contenidos en limbo son fluctuantes con tendencia a disminuir al avanzar el ciclo. En V. de Grano la fluctuación es mayor y enmascara una tendendia en la evolución de contenidos. En bulbo los contenidos más bajos se presentan al inicio (Staro, S.W.G.) o en plena bulbificación (V. Grano).

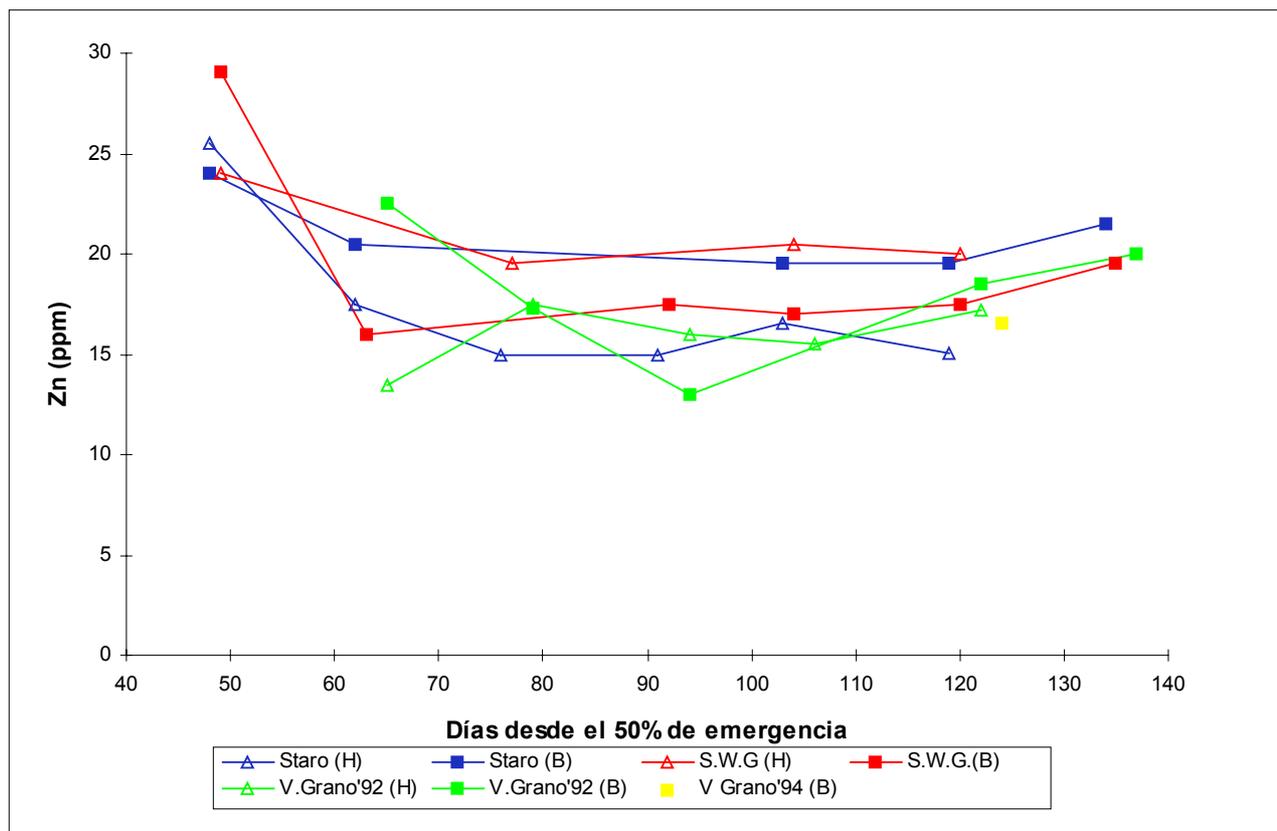


Figura 4.54. Evolución del contenido de zinc sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y contenido del bulbo en recolección en Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

En limbo, los contenidos de Na en V. de Grano, Staro y S.W.G. se incrementan al desarrollarse la planta, con valores mínimos de 320 ppm y máximos de 850 ppm. En los tres cultivares, la tendencia en los contenidos en bulbo es hacia su disminución al avanzar el ciclo, obteniéndose valores máximos de hasta 520 ppm y mínimos de 90 ppm (figura 4.55).

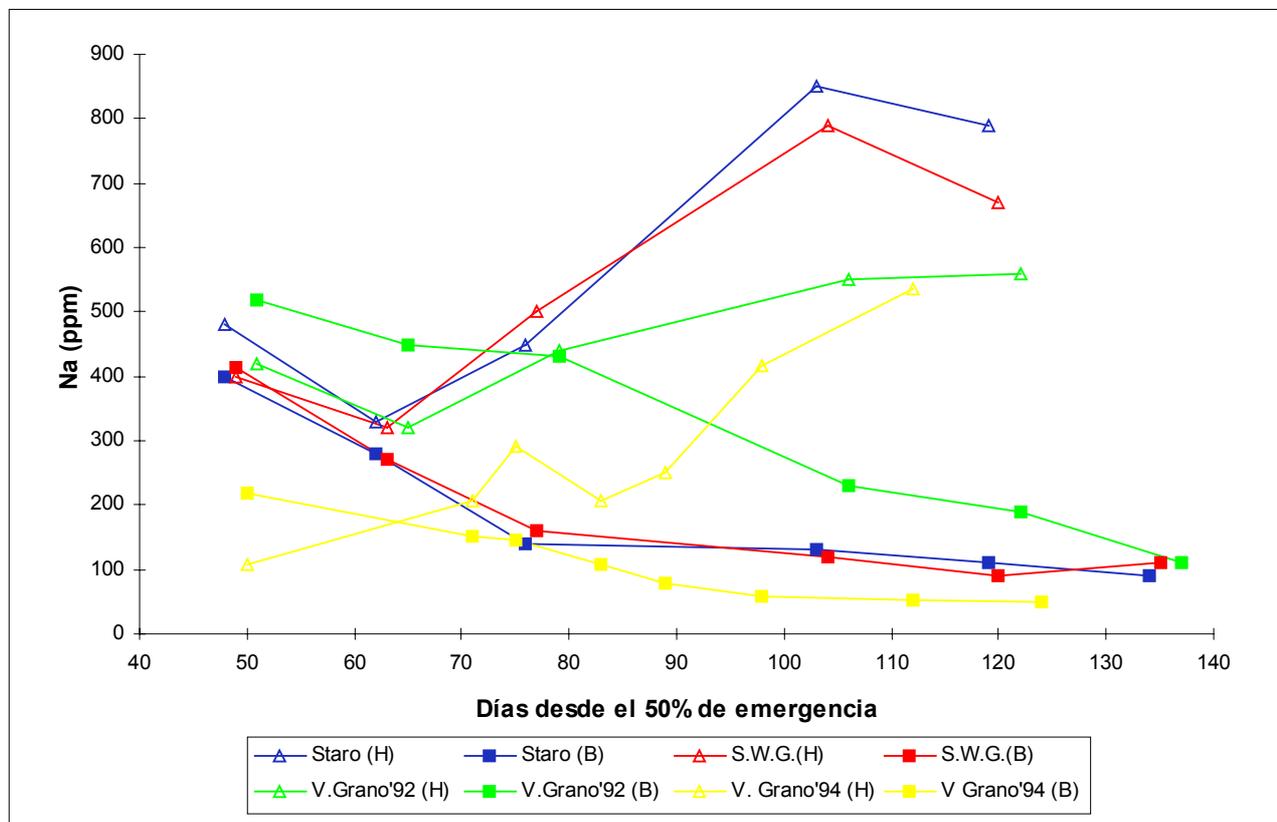


Figura 4.55. Evolución del contenido de sodio sobre materia seca en hoja (H) y bulbo (B) a lo largo del ciclo de cultivo para los cultivares Staro, Southport White Globe (S.W.G.), Valenciana de Grano (V. Grano '92) durante el año 1992 y Valenciana de Grano en 1994 (V. Grano '94).

Destaca en los resultados obtenidos la acumulación final de sodio en las hojas que no es traslocado al bulbo, por lo que a pesar de una mayor acumulación de sodio en las hojas de unos cultivares respecto a otros, los contenidos en bulbo para todos los cultivares ensayados son similares aunque ligeramente superiores, a los del experimento 4.1. Destacar la mayor acumulación de Na en limbo, al avanzar el ciclo, en los cultivares utilizados en 1992, aunque dichos contenidos se hallen dentro de valores encontrados en la bibliografía (cuadro 4.1) y no descritos como tóxicos.