

ESTUDIO PRELIMINAR DEL DESARROLLO FÁSICO EN NABO

(« BRASSICA RAPA » L.)

VARIEDAD COMERCIAL MEDIO LARGO DE « VERTUS »

CON RELACIÓN A LOS FACTORES

QUE AFECTAN LA FORMACIÓN RADICULAR CARNOSA ¹

POR RICARDO TIZIO ²

El cultivo eficiente de las especies hortícolas depende en gran parte de la acción e interacción de los diversos factores ambientales. Por ello, adquiere particular importancia el conocimiento de las condiciones requeridas para la manifestación de ciertos fenómenos fisiológicos — favorables o desfavorables desde el punto de vista económico, — tales como floración, fructificación, engrosamiento radicular, tuberización, crecimiento vegetativo, etc.

Muchos de ellos se producen como consecuencia de la acción de la temperatura sobre las diversas etapas del crecimiento o del desarrollo. Gutzeit (1908), citado por Thompson (11), estableció que una temperatura de 4°C durante la germinación y comienzos del crecimiento en colrábano y remolacha, provocaba floración precoz. Gassner (1918) observó un fenómeno semejante en espinaca, repollo y rutabaga. Pero es a partir de 1920 que se prestó particular atención a la influencia de aquel factor, especialmente sobre floración precoz de especies bienales.

Thompson (10), investigando las causas del entallamiento prematuro en apio, comprobó que una temperatura de 45-50°F durante 30 días, provocaba aquel fenómeno en las jóvenes plantas, mientras que

¹ Trabajo de adscripción a la cátedra de Botánica Agrícola (Iª parte). Recibido para su publicación el 13 de agosto de 1952.

² Jefe de Trabajos prácticos de la misma cátedra.

los testigos, expuestos a 60-70°F manteníanse vegetativos. Más tarde (12) estableció que exposiciones menores eran igualmente efectivas; por ejemplo: con 45-50°F por dos días obtuvo un 50 % de plantas entalladas. No obstante, el efecto inductivo de las bajas temperaturas parecía anularse si con posterioridad al tratamiento, las plantas se exponían a temperaturas superiores a los 70-80°F.

Otras especies muestran un comportamiento semejante al observado por Thompson en apio. Según Chroboczek (1), la remolacha florece el año de la siembra si en los primeros estados se la somete a temperaturas inferiores a los 15°C; inversamente, vegeta indefinidamente si las mismas se mantienen por arriba de los 17°C.

En forma análoga reacciona el repollo chino (*Brassica pekinensis* L.). De acuerdo a Lorenz (3), plantas expuestas en estado cotiledonar a 50-60°F por 3 a 6 semanas, florecen con sólo dos hojas verdaderas si posteriormente se colocan a días largos.

La manifestación del «bolting» o estallamiento prematuro, particularmente en especies de raíces suculentas, se produce como consecuencia de la acción de las bajas temperaturas, seguidas de fotoperíodos largos. En nabo, Peto (5) indujo «bolting», 41 días después de tratar plántulas con temperaturas inferiores a los 50°F, durante 30 días. El fenómeno, caracterizado por un rápido alargamiento de los internodios y detenimiento del desarrollo radicular, se inhibe a temperaturas superiores a los 70°F. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sakr El Sayed (7), quien estableció además que los tratamientos de baja temperatura ejercen su efecto tanto en estado cotiledonar como sobre plantas de un mes de edad.

La acción de las bajas temperaturas es igualmente efectiva cuando tiene lugar sobre órganos vegetativos almacenados para su ulterior siembra. Thompson y Smith (14), y Heath (2) observaron que en cebolla, el mayor porcentaje de plantas entalladas resulta de bulbos almacenados a bajas temperaturas. Inversamente, temperaturas más altas seguidas de días largos en el cultivo, estimulan un mayor crecimiento de los bulbos y una maduración precoz de los mismos. Análoga observación efectuó Sakr El Sayed (8) en zanahoria.

En general se ha observado que la mayoría de aquellas especies hortícolas florecen, si con posterioridad al cumplimiento de la termofase, se las somete a fotoperíodos largos; en caso contrario, sufren un compás de espera, un retardo en el desarrollo hasta tanto no se cumpla aquella condición. Un fenómeno semejante ha sido observado por Sívori y Claver (9) en trigo, variedad Lin Calel; ésta requiere

para florecer, un corto período de frío seguido de fotoperíodos largos. En siembras tempranas, la primera condición se cumple rápidamente, pero debe esperar hasta que la longitud del día alcance cierto límite para que se produzca la inducción floral. En siembras tardías, ambos factores actúan sucesivamente, por lo que la variedad citada se manifiesta como precoz.

El presente trabajo tuvo por objeto establecer las condiciones generales que gobiernan el desarrollo fásico en nabo, con relación a los factores que afectan la formación radicular carnosa.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO — A los fines anteriormente citados se efectuaron ocho siembras a campo, a intervalos de 20 días, desde el mes de abril a setiembre de 1950. De ellas, cinco llegaron a florecer perdiéndose la primera y última.

Aquella operación se llevó a cabo en parcelas de un metro de ancho por dos de largo, constituídas por 10 surcos, en los que se depositó la semilla a « chorrillo ». Cuando las plantas poseían un tamaño adecuado, se efectuaron uno o dos raleos con el objeto de dejar 12 a 15 plantas por surco, separadas a distancias aproximadamente iguales.

Quincenalmente, se efectuaron mediciones del diámetro radicular de las plantas, promediándose los resultados arrojados por los surcos de cada parcela, con excepción de los extremos. La operación se realizó descalzando las plantas para medir el diámetro en la zona de mayor grosor. Posteriormente, se efectuaron observaciones sobre porte, entallamiento y floración.

Con el mismo objeto anterior, se confeccionaron dos lotes, B y C de 10 macetas cada uno, los que se sembraron también cada 20 días en invernáculo, a temperatura natural. Ambos fueron expuestos a igual período de frío en cámara fría a día natural; el primero, B, en estado cotiledonar y el segundo, C, cuando las plantas emitieron la quinta hoja. El objeto fué establecer la existencia de una fase de vernalización y su ubicación dentro del ciclo vegetativo. La exposición duró 45 días para todos los casos, pasados los cuales se los trasladó a invernáculo de temperatura controlada (20-26°C) y día natural, donde se siguió tomando periódicamente el diámetro radicular, fechas de entallamiento (comienzo del alargamiento del tallo florífero) y floración. Como testigos se colocaron idénticos lotes (3, 4 y 5 D) sembrados y crecidos en invernáculo a alta temperatura.

TABLA N° 1. Epoca de siembra, tratamientos y diámetros radiculares

| Grupo | Siembra (fecha) | A cám. fría (7,3° C) | | A invern. (fecha) | Diámetro radicular (en mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------|----------------------|------|-------------------|----------------------------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|-------|----|--------|----|--|--|
| | | Fecha | días | | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | Fecha | mm | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1A | 3/IV/50 | — | — | — | — | — | 6/VI | 14 | 21/VI | 17 | 10/VII | 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 1B | 4/IV/50 | 7/IV | 46 | 22/V | — | — | 6/VI | 2 | 21/VI | 5 | 10/VII | 18 | 21/VII | 19 | 11/VIII | 23 | 24/VIII | 24 | 18/IX | 24 | 7/X | 24 | | |
| 1C | 4/IV/50 | 8/V | 45 | 22/VI | — | — | 6/VI | 5 | 21/VI | 6 | 10/VII | 24 | 21/VII | 30 | 11/VIII | 42 | 24/VIII | 44 | 18/IX | 44 | 11/X | 44 | | |
| 2A | 26/IV/50 | — | — | — | — | — | 10/VII | 12 | 31/VII | 21 | 22/VIII | 31 | 12/IX | 37 | 7/X | 40 | 7/XI | 40 | — | — | — | — | | |
| 2B | 27/IV/50 | 8/V | 45 | 22/VI | — | — | 10/VII | 2 | 21/VII | 8 | 11/VIII | 16 | 24/VIII | 18 | 18/IX | 19 | 11/X | 19 | 7/XI | 19 | — | — | | |
| 2C | 27/IV/50 | 7/VI | 46 | 24/VII | — | — | 10/VII | 6 | 21/VII | 8 | 11/VIII | 18 | 24/VIII | 27 | 18/IX | 29 | 11/X | 30 | 7/XI | 30 | — | — | | |
| 3A | 19/V/50 | — | — | — | — | — | 31/VII | 13 | 22/VIII | 19 | 12/IX | 32 | 7/X | 40 | 7/XI | 43 | 7/XII | 43 | — | — | — | — | | |
| 3B | 19/V/50 | 1/VI | 45 | 16/VII | — | — | 17/VII | 2 | 31/VII | 3 | 11/VIII | 6 | 24/VIII | 10 | 18/IX | 11 | 11/X | 11 | 7/XI | 11 | — | — | | |
| 3C | 19/V/50 | 3/VII | 46 | 18/VIII | — | — | 22/VIII | 7 | 18/IX | 22 | 11/X | 28 | 7/XI | 28 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 3D | 19/V/50 | — | — | — | — | — | 17/VII | 14 | 31/VII | 18 | 28/VIII | 29 | 18/IX | 33 | 11/X | 38 | 7/XI | 44 | 21/XI | 46 | 21/XII | 47 | | |
| 4A | 10/VI/50 | — | — | — | 22/VIII | 16 | 12/IX | 24 | 7/X | 45 | 7/XI | 49 | 7/XII | 50 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 4B | 10/VI/50 | 3/VII | 46 | 18/VIII | — | — | 22/VIII | 2 | 18/IX | 5 | 11/X | 10 | 7/XI | 10 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 4C | 10/VI/50 | 5/VIII | 45 | 19/IX | 19/IX | 8 | 11/X | 18 | 7/XI | 18 | 7/XII | 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 4D | 10/VI/50 | — | — | — | 22/VIII | 18 | 18/IX | 29 | 11/X | 33 | 7/XI | 38 | 30/XI | 42 | 21/XII | 45 | 5/I | 47 | — | — | — | — | | |
| 5A | 2/VII/50 | — | — | — | 12/IX | 18 | 7/X | 35 | 7/IX | 45 | 7/XII | 46 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 5B | 2/VII/50 | 13/VII | 46 | 28/VIII | 18/IX | 3 | 11/X | 7 | 7/IX | 7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 5C | 2/VII/50 | 31/VIII | 45 | 15/X | 15/X | 11 | 23/X | 18 | 15/IX | 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 5D | 2/VII/50 | — | — | — | 18/IX | 17 | 11/X | 30 | 30/IX | 42 | 5/I | 51 | 5/II | 52 | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 6A | 24/VII/50 | — | — | — | 7/X | 29 | 14/XI | 44 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 7A | 16/VIII/50 | — | — | — | 28/X | 22 | 28/XI | 33 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 8A | 11/IX/50 | — | — | — | 28/X | 19 | 28/XI | 31 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |

Referencias : Grupos A, siembras naturales, a campo ; grupos B, vernalizados en estado cotiledonar ; grupos C, vernalizados en estado de 5ª hoja ; grupos D, permanentemente en invernáculo, a alta temperatura.

RESULTADOS: *Grupos A.* — De todas las parcelas que compusieron este grupo, sólo llegaron a florecer totalmente las 2, 3, 4 y 5 A sembradas respectivamente, el 26 IV, 19-V, 10-VI y 2-VII-50. La parcela 1 A, sembrada el 4-IV-50 vegetó normalmente hasta fines de junio; luego las plantas comenzaron a amarillar, detuvieron el crecimiento y finalmente murieron. Las causas de tal anomalía, manifestada posteriormente en los grupos 7 y 8 A, no pudieron establecerse debidamente, pues no obedecían a hongos, parásitos o deficiencias minerales.

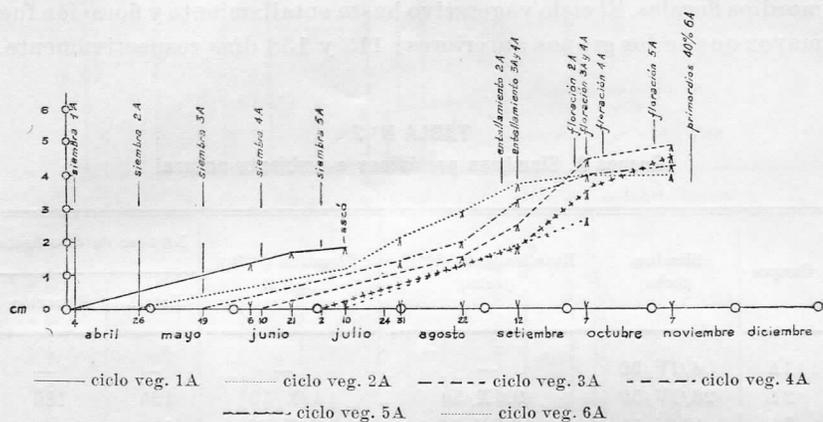


Fig. 1. — Grupos A. Sembrados en condiciones naturales (gráfico del diámetro radicular durante el ciclo vegetativo)

Los grupos 2, 3 y 4 A vegetaron normalmente, entallaron y florecieron en la misma época, con un diámetro radicular semejante (40-45 mm). Los datos de siembra, diámetro radicular periódico, entallamiento, floración y duración de los respectivos ciclos figuran en las tablas n^{os} 1 y 2 (fig. 1).

El ciclo vegetativo del grupo 2 A fué de 135 días hasta entallamiento, y de 160 hasta floración; los diámetros radiculares alcanzados en aquellos momentos fueron 37 y 40 mm, respectivamente. Los grupos 3, 4 y 5 A acortaron progresivamente sus ciclos con respecto al anterior. Así, el de 3 A fué de 115 días hasta entallamiento y 141 hasta floración, con un diámetro radicular de 32 y 40 mm respectivamente. Los grupos 4 y 5 A poseen los ciclos vegetativos menores, aunque el último entalló y floreció 20 a 25 días después. Para el alargamiento de los tallos floríferos necesitaron sólo 94 y 97 días, y para floración 125 y 123 respectivamente. Los valores absolutos de sus diámetros radiculares son ligeramente mayores que los de los grupos

anteriores: 49 y 45 mm, respectivamente. La mayor diferencia observable corresponde al grosor radicular alcanzado en entallamiento: 24 mm para el primer caso y 35 mm para el segundo.

El porte y vigor de las plantas, como así el tamaño y forma de las raíces fué aproximadamente igual en todos los casos.

El grupo 6 A, aunque vegetó en la misma forma que los anteriores, sólo entalló y floreció en un 40 %, haciéndolo en forma muy despareja. El diámetro radicular alcanzado fué de 44 mm. El posterior análisis de sus puntos vegetativos demostró ausencia total de primordios florales. El ciclo vegetativo hasta entallamiento y floración fué mayor que en los grupos anteriores: 113 y 138 días respectivamente.

TABLA N° 2
Grupos A. Siembras periódicas a ambiente natural

| Grupos | Siembra (fecha) | Entallamiento (50 %) (fecha) | Floración (50 %) (fecha) | Número de días hasta | |
|--------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------|
| | | | | Entall. | Floración |
| 1A | 4/IV/50 | — | — | — | — |
| 2A | 26/IV/50 | 9/IX/50 | 4/X/50 | 135 | 160 |
| 3A | 19/V/50 | 12/IX/50 | 7/X/50 | 116 | 141 |
| 4A | 10/VI/50 | 12/IX/50 | 13/X/50 | 94 | 125 |
| 5A | 2/VII/50 | 7/X/50 | 2/XI/50 | 97 | 123 |
| 6A | 24/VII/50 | 14/XI/50 (40 %) | 9/XII/50 (40 %) | 113 | 138 |
| 7A | 16/VIII/50 | — | — | — | — |
| 8A | 11/IX/50 | — | — | — | — |

Los dos últimos grupos, 7 y 8 A comenzaron a vegetar bien, pero luego detuvieron el crecimiento en forma análoga al grupo 1 A. No obstante, hasta ese momento demostraron un ritmo de engrosamiento radicular elevado.

Grupos B. — Los cinco lotes que compusieron este grupo, mostraron un crecimiento vegetativo y radicular muy lento mientras estuvieron expuestos a baja temperatura (7, 3°C) durante 45 días. Luego del tratamiento, al introducirlos en invernáculo de temperatura controlada (20-26°C), las plantitas habían emitido la segunda o tercera hoja, con un diámetro radicular de 1 a 2 mm.

El grupo 1 B, sembrado el 4-IV-50, a los 30 días de introducido en invernáculo, comenzó a alargar los tallos floríferos, cuando el diáme-

tro radicular era sólo de 4,5 mm. De este momento hasta floración aquel alargamiento fué muy lento, permitiendo que las plantas obtuvieran un aspecto vegetativo bastante parecido al de las sembradas en condiciones naturales. Este proceso fué acompañado por un engrosamiento radicular progresivo, que alcanzó en floración, un valor de 20 mm. Asimismo, el grupo 1 B muestra el ciclo vegetativo mayor: 74 días hasta entallamiento y 107 hasta floración.

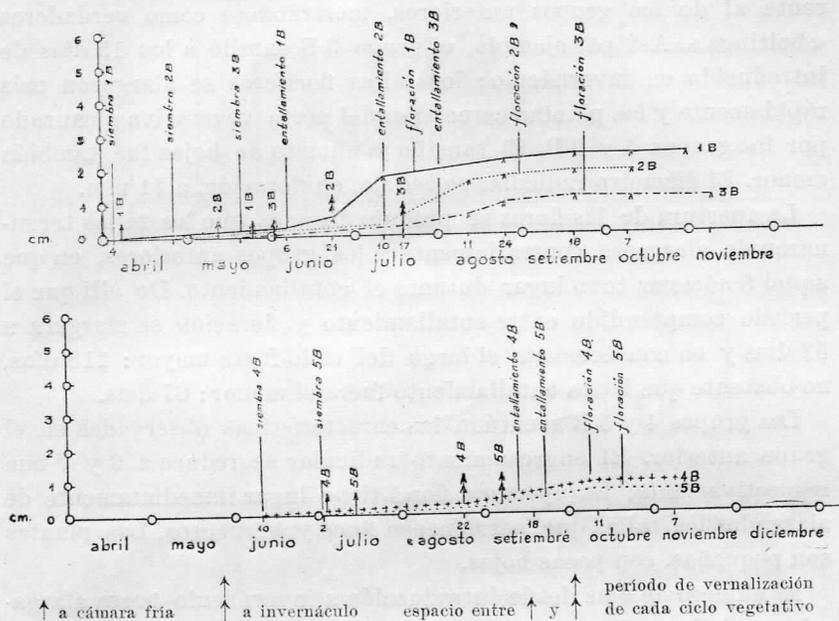


Fig. 2. — Grupos B. Vernalizadas en estado cotiledonar (gráficos del aumento del diámetro radicular durante el ciclo vegetativo)

TABLA N° 3

Grupos B. Vernalizados en estado cotiledonar; luego, a alta temperatura en invernáculo

| Grupos | Siembra (fecha) | A cámara fría | | N° de días de siembra a cámara a cámara fría | A inver. (fecha) | Entall. 50 % (fecha) | Floración 50 % (fecha) | N° de días | |
|--------|-----------------|---------------|------|--|------------------|----------------------|------------------------|------------|-------|
| | | Fecha | Días | | | | | Entall. | Flor. |
| 1B | 4 IV/50 | 7 IV | 46 | 3 | 22/V | 20/VI | 23/VII | 74 | 107 |
| 2B | 27/IV/50 | 8/V | 45 | 11 | 22/VI | 11/VII | 23/VIII | 64 | 107 |
| 3B | 19/V/50 | 1/VI | 45 | 11 | 16/VII | 31/VII | 21/IX | 67 | 118 |
| 4B | 10/VI/50 | 3/VII | 46 | 23 | 19/VIII | 12/IX | 8/X | 71 | 97 |
| 5B | 2/VII/50 | 13/VII | 46 | 11 | 28/VIII | 24/IX | 18/X | 75 | 85 |

Debe destacarse que los ciclos vegetativos se midieron desde la aparición en maceta de las plantitas (50 %) hasta floración, 50 %.

Aquel proceso se repitió, aunque con menor intensidad en el grupo 2 B, sembrado el 27-IV-50. El período comprendido entre introducción a invernáculo y entallamiento se redujo a 18 días; no obstante, el ciclo vegetativo fué semejante al anterior: 107 días hasta floración.

Los grupos restantes 3, 4 y 5 B tuvieron un comportamiento diferente al de los grupos anteriores, mostrándose como verdaderos « boltings ». Así por ejemplo, el grupo 3 B entalló a los 15 días de introducido en invernáculo; los tallos floríferos se alargaron más rápidamente y las plantas carecieron del porte vegetativo alcanzado por los grupos 1 y 2 B. El tamaño y número de hojas fué también menor. El diámetro radicular se redujo, en floración, a 11 mm.

La apertura de las flores se produjo después que los tallos terminaron de alargarse, contrariamente a los grupos anteriores, en que aquel fenómeno tuvo lugar durante el entallamiento. De allí que el período comprendido entre entallamiento y floración se alargara a 52 días y en consecuencia el largo del ciclo fuera mayor: 118 días, no obstante que hasta entallamiento fuera el menor: 67 días.

Los grupos 4 y 5 B acentúan las características observadas en el grupo anterior. El engrosamiento radicular se reduce a 9 y 7 mm respectivamente. La apertura floral tiene lugar inmediatamente de alargados los tallos que permanecen finos y herbáceos. Las plantas son pequeñas, con pocas hojas.

El número de días desde introducción a invernáculo hasta alargamiento de los tallos aumenta a 24 en el grupo 4 B y 27 en el 5 B. Los ciclos vegetativos fueron menores que en los casos anteriores: 97 días para 4 B y 85 en el 5 B (Tablas n^{os} 1 y 3; fig. 2).

Grupos C. — En líneas generales, estos grupos, vernalizados en estado de quinta hoja, muestran un comportamiento análogo al operado en los B.

La primera diferencia que se anota es el aumento progresivo del número de días necesarios para que las plantas adquieran la quinta hoja, en condiciones naturales de invernáculo. Mientras que los grupos 1 y 2 C tardaron 34 y 40 días, los 3, 4 y 5 B lo hicieron en 45, 55 y 60 días respectivamente. (Tablas n^{os} 1 y 4).

Durante la exposición a baja temperatura, el engrosamiento radicular fué muy lento (fig. 3). No obstante, el tamaño de las hojas aumentó considerablemente. Luego de introducidas a invernáculo, las plantas de los grupos 1, 2 y 3 C, paralelamente a un intenso

desarrollo radicular (fig. 3) adquirieron un tamaño y porte vegetativo semejantes o mayores que las plantas sembradas en condiciones naturales. El entallamiento se produce, en todos los casos, en una etapa avanzada del desarrollo radicular. Los tallos gruesos y vigorosos crecen lentamente produciendo abundante cantidad de hojas.

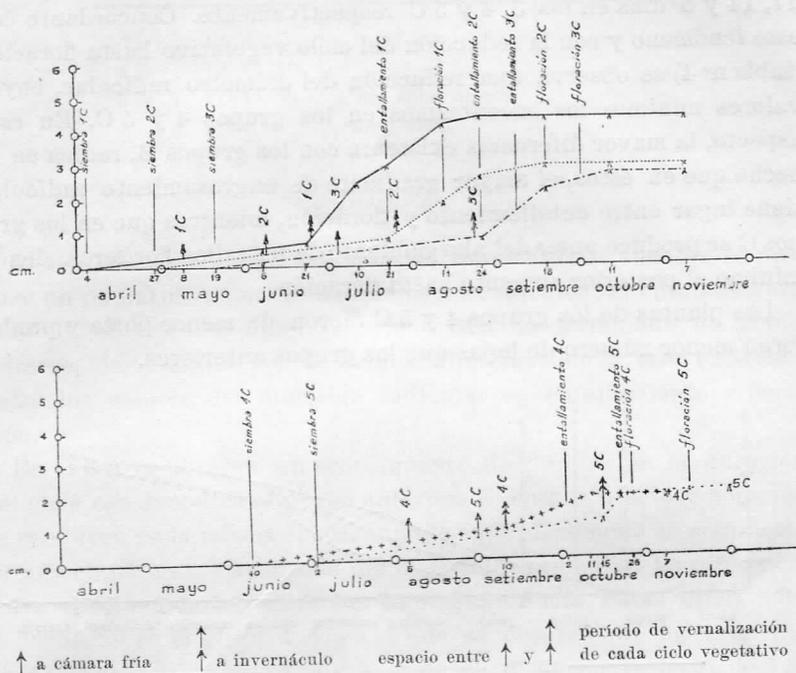


Fig. 3. — Grupos C. Vernalizados en estado de 5ª hoja (gráficos del aumento del diámetro radicular durante el ciclo vegetativo)

TABLA N° 4

Grupos C. Vernalizados en estado de 5ª hoja; luego a alta temperatura en invernáculo

| Grupos | Siembra (fecha) | A cámara fría | | N° de días de siembra a cámara fría | A inver. (fecha) | Entall. 50 °/o (fecha) | Floración 50 °/o (fecha) | N° de días | |
|--------|-----------------|---------------|------|-------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------|-------|
| | | Fecha | Días | | | | | Entall. | Flor. |
| 1C | 4/IV/50 | 8/V | 45 | 34 | 22/VI | 24/VII | 11/VIII | 109 | 127 |
| 2C | 27/IV/50 | 7/VI | 46 | 40 | 24/VII | 24/VIII | 18/IX | 109 | 134 |
| 3C | 19/V/50 | 3/VII | 46 | 45 | 19/VIII | 5/IX | 1/X | 109 | 134 |
| 4C | 10/VI/50 | 5/VIII | 45 | 55 | 19/IX | 2/X | 26/X | 93 | 117 |
| 5C | 2/VII/50 | 31/VIII | 45 | 60 | 15/X | 23/X | 15/11 | 103 | 126 |

La apertura floral tiene lugar durante las últimas etapas del alargamiento.

En todos los gráficos puede comprobarse una reducción progresiva del número de días necesarios para entallar, luego de introducidos en invernáculo. De 30 y 31 días en los grupos 1 y 2 C, se reduce a 17, 14 y 8 días en los 3, 4 y 5 C respectivamente. Concordante con este fenómeno y con la reducción del ciclo vegetativo hasta floración (tabla nº 4) se observa una reducción del diámetro radicular, cuyos valores mínimos los encontramos en los grupos 4 y 5 C. En este aspecto, la mayor diferencia existente con los grupos B, radica en el hecho que en éstos, el mayor gradiente de engrosamiento radicular tiene lugar entre entallamiento y floración, mientras que en los grupos C se produce antes del alargamiento de los tallos floríferos, siendo mínimo el posterior aumento hasta floración.

Las plantas de los grupos 4 y 5 C fueron de menor porte y produjeron menor número de hojas que los grupos anteriores.

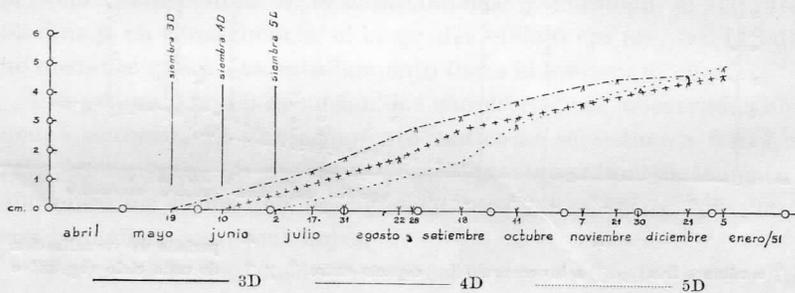


Fig. 4. — Sembrados y crecidos a alta temperatura (gráficos del aumento del diámetro durante el ciclo vegetativo)

Grupos D. — Fueron éstos los testigos que se sembraron y crecieron continuamente a alta temperatura (20-26°C), y que vegetaron sin entallar y florecer. El diámetro radicular aumentó paulatinamente hasta alcanzar los valores más altos aproximadamente a los 180 días (3 D : 47 mm ; 4 D : 47 mm ; 5 D : 51 mm) (tablas nºs 1 y 5). Del grupo 5 D una sola planta entalló muy débilmente el 5/I/51, sin llegar a florecer.

El curso del desarrollo fásico y crecimiento radicular de todos los grupos, puede verse en los gráficos adjuntos (fig. 4).

TABLA N° 5

Grupos D. Crecidos continuamente a alta temperatura, en invernáculo

| Grupos | Siembra (fecha) | Entallamiento (50 ‰) | Floración (50 ‰) |
|--------|--------------------|-------------------------------|---------------------|
| 3 D | 19/V/50 | — | — |
| 4 D | 10/VI/50 | — | — |
| 5 D | 2/VII/50 | Una sola planta, muy débil | — |

Discusión

Grupos A. — El grupo 2 A muestra que desde la siembra se produce un paulatino aumento del diámetro radicular; el entallamiento tiene lugar cuando aquel fenómeno casi ha terminado de manifestarse, demostrado por la exigua diferencia de 3 mm existente entre los valores del diámetro radicular en entallamiento y floración.

En el 3 A se observa un acortamiento de 20 días en la duración del ciclo con respecto al grupo anterior. El entallamiento y floración se producen en la misma época, aunque aquel fenómeno se manifiesta en una etapa menos avanzada del desarrollo radicular. La diferencia entre entallamiento y floración aumenta a 8 mm. Estas diferencias se acentúan en el grupo 4 A, en el que se observa un acortamiento de 41 días con respecto a 2 A y de 20 días con respecto a 3 A. Las plantas de aquel grupo entallan con un diámetro mínimo de 24 mm.

El entallamiento y floración se ha producido dentro de los tres grupos, en la misma época, lo que significa que las plantas reaccionan simultáneamente al fotoperíodo, aunque poseyendo distinta edad. El hecho que los dos primeros grupos tengan un ciclo vegetativo más largo, sugiere la existencia de un compás de espera, después de cumplida la termofase, hasta que las plantas sean susceptibles a fotoperíodos adecuados. El ciclo mínimo de desarrollo en época está expresado por el grupo 4 A, ya que, aunque el grupo 5 A posea un ciclo de desarrollo semejante, entalla y florece un mes después, manifestándose el primero de los fenómenos en una etapa avanzada del desarrollo radicular. Sucede que, aunque las plantas están expuestas a fotoperíodos adecuados para florecer, no pueden hacerlo pues no

han cumplido íntegramente la fase de vernalización; que ésta se cumple todavía a temperaturas adecuadas, lo demuestra el largo del ciclo vegetativo, muy semejante al 4 A.

El grupo 6 A sólo entalló y floreció un 40 %, lo que significa que las temperaturas de vernalización están en el límite crítico. El período entre siembra y entallamiento es de 113 días, es decir, 19 y 16 días mayor que los grupos 4 y 5 A. Se observa también que en los grupos de menor ciclo vegetativo en los que el entallamiento se produce en una etapa menos avanzada del desarrollo radicular, éste se acrecienta grandemente desde aquel fenómeno hasta floración, aunque al finalizar los ciclos los valores son más o menos iguales. De todo ello se deduce que las condiciones que gobiernan el entallamiento son independientes de las que rigen el desarrollo radicular. No obstante, se observa que la floración detiene el crecimiento radicular.

Grupos B. — El 100 % de floración de los grupos B sugiere que una temperatura de 7,3°C durante 45 días es suficiente para asegurar el cumplimiento de la fase de vernalización, la que tiene lugar en la planta en estado cotiledonar. Una vez cumplida aquella fase, las plantas son susceptibles a fotoperíodos cortos, insuficientes para los grupos A, expuestos en condiciones naturales. La diferencia estriba en la acción de las altas temperaturas de invernáculo (20-26°C) que acortan las necesidades del fotoperíodo. Por ejemplo, los grupos 1 y 2 B florecieron con un fotoperíodo de 9 a 10 horas. En todos los casos las plantas entallan no bien son expuestas a alta temperatura, luego del tratamiento de frío.

A través de los diversos grupos se observa una paulatina disminución del diámetro radicular, que llega a la menor expresión en el grupo 5 B. Como las condiciones hasta entallamiento son semejantes (igual período de vernalización desarrollo radicular semejante) se sugiere que aquella disminución progresiva pueda deberse a la acción — posterior a la vernalización — de las altas temperaturas y días largos que provocarían una disminución de la capacidad vegetativa, coincidente con un acortamiento de los ciclos vegetativos hasta floración.

Grupos C. — Comparando los grupos C con los B, la mayor diferencia observable corresponde al diámetro radicular alcanzado por aquéllos en comparación con éstos. Tal diferencia podría atribuirse a las condiciones de temperatura o alternancia de temperatura que imperan en los grupos C desde que se siembran hasta que adquieren

la quinta hoja, lo que condicionaría luego, una mayor aptitud para el crecimiento vegetativo.

TABLA N° 6

Promedios de temperaturas registradas en invernáculo en condiciones naturales, para los grupos B y C desde siembra hasta introducción en cámara fría

| Grupos | Siembra (fecha) | A cámara fría (fecha) | Temperaturas, promedio | |
|--------|--------------------|--------------------------|------------------------|--------|
| | | | Mínima | Máxima |
| 1B | 4/IV/50 | 7/IV/50 | 13°C | 27°C |
| 2B | 27/IV/50 | 8/V/50 | 10,5°C | 24°C |
| 3B | 19/V/50 | 1/VI/50 | 9,5°C | 22°C |
| 4B | 10/VI/50 | 3/VII/50 | 8,5°C | 17°C |
| 5B | 2/VI/50 | 13/VII/50 | 6°C | 19°C |
| 1C | 4/IV/50 | 8/V/50 | 11°C | 25°C |
| 2C | 27/IV/50 | 7/VI/50 | 10°C | 24°C |
| 3C | 19/V/50 | 3/VII/50 | 8°C | 18°C |
| 4C | 10/VI/50 | 5/VIII/50 | 6°C | 18°C |
| 5C | 2/VII/50 | 31/VIII/50 | 8°C | 22°C |

La acción de aquella alternancia se ejerce sobre un período variable; en el primer grupo hasta adquisición de la quinta hoja transcurren 34 días; en el 2 C, 41; 3 C, 45; 4 C, 56 y 5 C, 60 días.

La mayor intensidad de crecimiento en el diámetro radicular se observa desde la introducción en invernáculo hasta entallamiento, es decir desde el momento en que las plantas se exponen a temperaturas apropiadas, luego del tratamiento de frío. De entallamiento a floración el aumento es mínimo. Se observa también una disminución paulatina del diámetro radicular semejante a la operada en los grupos B. Este fenómeno coincide estrechamente con una reducción del número de días comprendido entre introducción a invernáculo y floración; de 50 y 56 días en los grupos 1 y 2 C, se reduce a 43 en los 3 C, 38 en el 4 C y 31 en el 5 C. El fenómeno observado puede atribuirse a la acción de fotoperíodos mayores y más altas temperaturas que provocarían un desarrollo más rápido (ciclos vegetativos paulatinamente menores) y por ende un menor crecimiento vegetativo.

Grupos D. — Los gráficos de estos grupos demuestran que la planta de nabo debe cumplir una fase de vernalización a baja temperatu-

ra para entallar y florecer, a pesar que las plantas están expuestas a fotoperíodos adecuados para tales fenómenos. Los tres grupos manifiestan un crecimiento radicular semejante. Los valores más altos se alcanzan aproximadamente a los 180 días, es decir, el tercio o más del tiempo necesario para igual manifestación en los grupos A. Estos resultados robustecen la hipótesis de la necesidad de una alternancia de temperaturas para la rapidez del engrosamiento radicular (tabla n° 1).

Los resultados arrojados por los grupos D demuestran que no ha habido vernalización en planta, de las semillas utilizadas en el ensayo. De haberla, los grupos 3, 4 y 5D hubieran florecido conjuntamente con los grupos B y C.

Comparando los grupos A entre sí y con los tratados en condiciones experimentales, se observa que a pesar del máximo acortamiento producido en 4A, en el momento de la floración el diámetro radicular alcanza expresiones iguales o mayores que los demás grupos, especialmente los A restantes, C y D. Todo induce a pensar que la alternancia de temperaturas, antes, durante y después de la termofase sería el factor más importante en la manifestación del fenómeno radicular y la rapidez con que el mismo tiene lugar.

De los grupos experimentales es el C el que está sujeto a una mayor alternancia de temperaturas (desde siembra a 5ª hoja). El factor limitante en el caso de los grupos C sería el acortamiento del ciclo vegetativo y la manifestación de la floración. En el caso de los B podría ser la alta temperatura y días largos después de la vernalización.

Agradezco al ingeniero agrónomo Emilio J. Ringuelet las oportunas indicaciones dadas en su carácter de director del trabajo, y al ingeniero agrónomo Enrique M. Sívori por sus valiosos consejos, como así también al ingeniero agrónomo Modesto Wolter por la confección de los gráficos proyectados.

Sumario. — 1. Con el objeto de estudiar el desarrollo fásico en nabo (*Brassica Rapa* L.) con relación a los factores que afectan la formación radicular carnosa, se realizó el presente ensayo preliminar.

2. El engrosamiento radicular es independiente del entallamiento (desarrollo) aunque se detiene con la floración. Es asimismo independiente del fotoperíodo, dentro de los límites de la zona.

3. La manifestación normal del engrosamiento radicular parecería requerir cierto período de calor o alternancia de temperaturas, antes de la floración.

4. La planta necesita un período de bajas temperaturas en los primeros estados de desarrollo y de fotoperíodos largos con posterioridad a aquella acción para entallecer y florecer.

5. En las siembras naturales tempranas (2 y 3 A), se observa un período de espera entre el término de la vernalización y la reacción a fotoperíodos adecuados, fenómeno que se traduce en una mayor duración de los ciclos vegetativos.

6. En condiciones de invernáculo, las altas temperaturas acortan la necesidad fotoperiódica para florecer (grupos 1 y 2B y C).

7. En ninguno de los grupos existió vernalización natural en planta de la semilla empleada, demostrado por el continuo crecimiento vegetativo de los grupos D.

8. Los casos 3, 4 y 5 B son «boltings» artificiales, plantas de floración prematura.

Summary. — 1. A preliminary experiment was made in the study of the effect on the phasic development in turnip, of environment factors which influence root formation.

2. The growth in width of the root is independent from shooting although it stops with flowering. It is also independent from photoperiod within the limits of the natural conditions of the zone.

3. It seems that the normal growth in width of the root requires a certain warm period or alternating temperatures before flowering.

4. A cold period at the beginning of development and a long photoperiod afterwards are necessary for shooting and flowering.

5. In early sowings (2 and 3A) a period of rest between the end of vernalization and the reaction to the right photoperiod is observed. This phenomenon results in longer vegetative cycles.

6. In the greenhouse, high temperatures shorten the photoperiod required for flowering (groups 1 and 2B, and C).

7. The continuous vegetative growth in groups D demonstrates that there was not vernalization in plant of the seed used in the experiments.

8. In 3, 4 and 5B artificial bolting appeared.

BIBLIOGRAFIA

1. CHROBOCZEK, E. 1934. *A study of some ecological factors influencing seedstalk development in beets («Beta vulgaris» L.). — Cornell Univ. Memoir 134.*
2. HEATH, O. V. S. 1943. *Studies in the physiology of the onion plant. — Ann. appl. Biol. 30 : 208-220.*
3. LORENZ, O. A. 1946. *Response of Chinese cabbage to temperature and photoperiod. — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 47 : 309.*

4. MILTHORPE, F. L. ; HOROWITZ, B. 1943. *The effect of length of day and temperature on the flowering, seed production and growth of vegetables.* — *Agric. Gaz. N. S. W.* 54 : 537.
5. PETO, F. H. 1934. *The cause of bolting in Sweede turnips. (« Brassica napus » var. « napobrassica » L.).* — *Can. Jour. Res.* 11 : 733-750.
6. SAROJINI, S. ; THOMPSON, H. C. 1950, *The effect of age and size of plant at the time of exposure to low temperature on reproductive growth of celery.* — *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55 : 367.
7. SAKR EL SAYED, M. 1944. *Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in turnips.* — *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44 : 473-478.
8. SAKR EL SAYED, M. ; THOMPSON, H. C., 1942. *Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in carrots.* — *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 41 : 343-346.
9. SÍVORI, E. M. ; CLAVER, F. K., 1950. *Estudio de la reacción al fotoperíodo y temperaturas de tres variedades de trigo.* — *Rev. Fac. de Agron. La Plata.* Tomo XXVII, entrega 2ª, págs. 129-139.
10. THOMPSON, H. C. 1929. *Premature seeding in celery.* — *Cornell Exp. Sta. Bull.* 480.
11. — 1940. *Temperature in relation to vegetative and reproductive development.* — *Proc Amer. Soc. Hort. Sci.*, 37 : 672.
12. — 1944. *Further studies on the effect of temperature on initiation of flowering in celery.* — *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 45 : 425-430.
13. — 1949. *Vegetable crops.* Mc. Graw Hill. N. York.
14. THOMPSON, H. C. ; SMITH, O., 1938. *Seedstalk and bulb development in the onion (« Allium cepa » L.).* — *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 708.