

ENSAYO DE TOPOFISIS Y FOTOPERIODISMO EN MANDIOCA

Por I. MOGILNER, G. A. ORIOLI y C. M. BLETTIER

La formación de bulbos, tubérculos y raíces tuberosas frecuentemente es controlada por factores climáticos. Así algunas variedades de cebolla forman bulbos solamente cuando son sometidas a días largos y temperaturas nocturnas suficientemente elevadas (2), mientras que ciertas variedades de papas reaccionan de manera inversa a la cebolla, formando tubérculos solamente a días cortos y noches frías. Las condiciones ambientales serían la primera causa que desencadena la serie de reacciones que lleva a la formación de sustancias inductoras de la tuberización como la encontrada por Madeo (3). Pero no todos los vegetales responden, o lo hacen con la misma intensidad, a distintos tratamientos de longitud del día (7) y aquí la composición espectral de la luz juega un papel preponderante en las distintas respuestas fotoperiódicas (1, 6). Por ejemplo en rabanito se logran raíces reservantes tanto a días largos como a días cortos bajo irradiación suplementada predominante del rojo y en las que el infrarrojo se redujo al mínimo (8).

Estos factores, temperatura y longitud del día, pueden hacer que la naturaleza de los tejidos de un tallo florecido varíe a lo largo de su longitud, característica denominada por Molisch (4) "topófisis". Es posible entonces encontrar a lo largo de un tallo de una misma planta florecida, tejidos meristemáticos en distinto grado de desarrollo. Los cultivos que se reproducen vegetativamente, con el tiempo, al ir avanzando en su desarrollo, disminuyen su rinde; verbigracia papa y caña de azúcar. Para denominar este proceso de declinación se ha usado el término "degeneración del clon" (9).

De acuerdo con estos antecedentes se planearon dos ensayos con el objeto de observar la influencia del fotoperíodo en la formación de raíces reservantes y en el crecimiento en mandioca y tratar de determinar si las plantas de mandioca provenientes de estacas de distinta edad fisiológica, difieren en su capacidad de producción de raíces reservantes.

I. ENSAYO DE TOPOFISIS

Materiales y métodos. En la planta de mandioca el ápice de una rama florece y las dos o tres yemas inferiores producen dos o tres ramas; el ápice de cada una de éstas a su vez florece y las dos tres yemas anteriores nuevamente producen ramas y así sucesivamente. De estas ramas se tomaron tres clases de estacas que suponemos estaban en distinto estado desarrollo: la estaca "A" basal, la estaca "B" por debajo de la primera inflorescencia y la estaca "C" más arriba de la primera inflorescencia. A fin de uniformar el material de reserva, a cada estaca se la llevó al mismo peso fresco y además solo se dejaron dos o tres yemas.

Los dos primeros ensayos se realizaron durante el año 1963/64 en el Campo Experimental. Se plantaron estacas "A" y "B" provenientes de plantas reproducidas vegetativamente y que habían o no florecido. El diseño para ambos ensayos fue de Bloques Completos al Azar con seis repeticiones de por lo menos diez plantas cada una. El suelo era arenoso y muy pobre en elementos minerales y materia orgánica.

En el año 1964/65 se llevó a cabo otro ensayo en terrenos de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, en un suelo franco rico en elementos minerales y materia orgánica. Se plantaron estacas "A", "B" y "C" provenientes de plantas de semilla que habían florecido ese mismo año, con un diseño de Bloques Completos al Azar con 30 repeticiones de una planta cada una.

Durante el año 1965/66 se llevó a cabo el último ensayo. De las plantas de semilla que florecieron durante el año 1965 se eligieron, a fin de uniformar un poco el material genético, seis con un total de 30 ramas producidas desde la parte inferior. De estas ramas se tomaron estacas "A", "B" y "C" que se plantaron en el mismo terreno de ensayo anterior con un diseño de Bloques Completos al Azar con 39 repeticiones de una planta cada una.

Resultados. Durante el año 1963/64 solamente se tomaron los datos de número de raíces y peso de las mismas. Los resultados obtenidos se pueden observar en el Cuadro n° 1.

CUADRO 1

Número de raíces y peso fresco en %. Promedio de una planta

Plantas de estacas	Ensayo n°	N° de raíces	Peso raíces de reservas
« A »	1	6,2	100
	2	6,6	100
« B »	1	7,9	127
	2	7,4	122

En el ensayo llevado a cabo durante el año 1964/65 se tomaron los datos de fecha de floración, fecha de brotación, lapso entre brotación y floración, número y peso fresco de raíces de reserva. Los resultados se muestran en el Cuadro n° 2.

CUADRO 2

Fecha de brotación (1), fecha de floración (2), lapso entre brotación y floración (3).
N° de raíces (4), y peso de raíces de reserva en % (5). Promedio de una planta

Plantas de estacas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
« A »	16-IX-63	16-I-64	123	14,7	100
« B »	15-IX-63	4-I-64	111	15,3	111
« C »	10-IX-63	1-I-64	113	14,4	118

Los datos promedio de 39 plantas durante el ensayo del año 1965/66 están representados en los Cuadros n°s 3 y 4.

CUADRO 3

Fechas de brotación (1), y floración (2), días entre brotación (3), número de floraciones (4), y raíces de reserva (5). Los números entre paréntesis indican la columna correspondiente.

Plantas de estacas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
« A »	22-X-65	9-II-66	109	2,03	10,61
« B »	20-X-65	22-I-66	92	2,89	8,84
« C »	15-X-65	14-I-66	90	3,37	9,36

Los resultados indican que las estacas "C" brotan antes y las plantas provenientes de esas estacas florecen antes; el lapso entre brotación y floración es menor y el número de floraciones es mayor que en las plantas provenientes de estacas "B" y "A". Mientras que el número de raíces reservantes formadas es mayor en las plantas provenientes de estacas "A". En un ensayo realizado en condiciones de invernáculo, no se observó ninguna diferencia de fecha en la aparición de raíces reservantes.

Como puede observarse en los Cuadros n^{os} 2 y 4 la producción de materia fresca ha sido superior en las plantas provenientes de estacas "C", tanto en la parte aérea como en los órganos de reserva. Así, desde un punto de vista económico, las plantas de estacas "C" son superiores ya que producen de un 16 % a un 18 % más del material de reserva que las plantas de estacas "A" y si consideramos la reserva total acumulada, es decir el peso de las raíces de reserva más lo acumulado en la estaca plantada, la diferencia es del 50 % a favor de las plantas de estacas "C". Es posible que si las estacas "B" y "C" no hubieran sido plantadas tan largas con el objeto de uniformar su peso, los hidratos de carbono en vez de acumularse en ellas se hubieran acumulado en las raíces de reserva. Estos aumentos de la plantas "C" fueron logrados con la formación de un 25 % más de peso de parte aérea y un 43 % más de peso de hojas que las plantas provenientes de estacas "A", por lo que se presume que la mayor fotosíntesis, fue la causa del aumento de rendimiento.

CUADRO 4

Peso promedio expresado en porcentaje del peso fresco producido por las plantas provenientes de estacas « A »

Plantas de estacas	Hojas	Ramas	Parte aérea	Acumulac. estacas	Raíces reserva	Reserva total	Planta total
« A ».....	100	100	100	100	100	100	100
« B ».....	126	109	114	550	107	120	117
« C ».....	143	114	122	1430	116	150	138

II. FOTOPERIODISMO

Materiales y métodos. De una planta de mandioca proveniente de semillas se obtuvieron estacas de dos y tres yemas, las que fueron plantadas en macetas con tierra en condiciones de invernáculo y colo-

eadas a distintos fotoperíodos. Las variantes fueron las que se presentan en la Tabla I. La luz suplementaria que recibían las variantes para completar sus fotoperíodos provenían de dos focos de filamento de tungsteno de 25 W cada uno, colocados a 80 cm sobre la base de los tallos. El número de repeticiones por variante fue de diez. Las estacas se colocaron, al plantarse, en el fotoperíodo correspondiente a cada variante y las observaciones del sistema radicular se realizaron periódicamente. La experiencia se prolongó durante cuatro meses.

TABLA I

Horas de luz solar (8 a 14 hs.).....	6	6	6	6
Horas de luz artificial.....	--	4	6	8
Duración del fotoperíodo en hs.....	6	10	12	14

Resultados. Los resultados obtenidos demuestran que a los tres meses de plantadas, el 90 % de las plantas de la variante de 6 hs y sólo el 50 % de las de la variante de 10 hs. tenían raíces de reserva bien formadas.

En el Cuadro n° 5 se dan los resultados obtenidos a los cuatro meses. Se puede ver que las plantas de las variantes de 6 y 10 hs tienen el mismo número de raíces reservantes por planta, mientras que el número de hojas y nudos, altura de tallo y largo promedio de entrenudos es superior en las plantas de la variante de 14 hs y van en sentido decreciente hasta la variante de 6 hs. En ese mismo cuadro se observa que en la variante de 12 hs es menor el número de nudos sin hojas que en las otras variantes, por lo que aparece ese fotoperíodo como el más efectivo en demorar la abscisión foliar (1).

CUADRO 5

Número de raíces de reserva (1), nudos (2), hojas (3), nudos sin hojas (4), altura del tallo en cm (5) y largo promedio de un entrenudo en cm (6). (Los números entre paréntesis indican la columna correspondiente).

Variantes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
6 hs...	1,60	18,6	10,60	8,0	23,85	1,28
10 hs...	1,54	26,8	18,50	7,4	36,70	1,37
12 hs...	0,00	26,7	21,30	5,4	47,25	1,77
14 hs...	0,00	30,2	22,00	8,1	54,20	1,80

En el Cuadro n° 6 se pueden observar los pesos secos de las distintas partes de las plantas. Los pesos secos de la parte aérea de las va-

riantes de 10, 12 y 14 hs son similares entre sí, pero muy superiores al peso seco de la parte aérea de la variante de 6 hs. Este peso similar en las tres variantes no se distribuye uniformemente entre tallo y hojas ya que mientras el peso de las hojas va aumentando con el fotoperíodo, el peso del tallo va disminuyendo.

CUADRO 6

Peso seco de hojas, tallo y raíces de reserva y peso promedio de un cm de tallo a los cuatro meses de plantadas, expresados en gr.

Variantes	Hojas	Tallo	Parte aérea	Raíces reserva	Planta total	Un cm tallo
6 hs...	1,42	2,68	4,09	0,83	4,92	0,110
10 hs...	3,10	4,75	7,85	1,18	8,93	0,120
12 hs...	3,93	3,23	7,16	0,00	7,16	0,069
14 hs...	4,32	2,88	7,20	0,00	7,20	0,053

La longitud del tallo va aumentando con el fotoperíodo en una forma casi directamente proporcional. La correlación y la línea de regresión determinadas son altamente significativas.

La relación entre longitud del tallo y su peso seco como criterio para expresar su elongación, ha sido referida a peso promedio de un cm de tallo. Los resultados demuestran que en las variantes de 6 a 10 hs esta relación es de casi el doble que en las otras dos variantes, donde el tallo se ha elongado mucho sin acumular peso seco en forma proporcional. La diferencia es altamente significativa.

El peso de las raíces de reserva formadas en las variantes de 6 y 10 hs es muy similar, no siendo la diferencia estadísticamente significativa.

Discusión. El análisis estadístico de los resultados indica que la producción de raíces reservantes de las plantas provenientes de estacas "C" es superior significativamente al 0,05 de la producción de las plantas provenientes de estacas "B" y "A". Este resultado, como el adelanto en las fechas de brotación y floración, la disminución en casi un 20 % del lapso que media entre esas dos fechas y el aumento en un 65 % del número de floraciones, pueden ser debidas a que estas plantas provenían de estacas con tejidos fisiológicamente más desarrollados o a que esas estacas tuvieran una más adecuada concentración de minerales y sustancias orgánicas para que las plantas crecieran mejor desde un principio.

Al formar las plantas de mandioca raíces reservantes sólo cuando son sometidas a un fotoperíodo de hasta 10 hs y no a un fotoperíodo mayor de 12 hs, se puede decir que se comporta como una planta de días cortos. Sin embargo, por las condiciones del experimento no se puede afirmar que sólo tenga influencia la longitud del período luminoso como tal, sin considerar la composición espectral del período suplementario, que en este caso fue de luz incandescente con predominancia del rojo lejano.

La elongación del tallo, que es casi directamente proporcional a la duración del período lumínico, fue causa de un aumento en el número de nudos y en la longitud de los entrenudos. Teniendo en cuenta la predominancia del rojo lejano en las horas de luz suplementarias, los resultados de esta experiencia concuerdan con los resultados de otros autores (5).

El ensayo de topofisis se va a continuar, pero con un material genéticamente uniforme que provendrá de un solo "seedling", del cual se multiplicarán las estacas "A" hasta obtener un número suficiente de ramas para un ensayo comparativo.

El ensayo de fotoperiodismo se realizará con inclusión de variantes donde se expondrán las plantas a radiaciones de 660 y 750 milimicrones a fin de observar su influencia.

RESUMEN

Se plantaron estacas de mandioca en distinto estado de desarrollo, provenientes de plantas de semillas. Los resultados obtenidos muestran que las plantas provenientes de estacas que estaban en un estado de desarrollo avanzado producen un mayor peso de raíces reservantes.

Con el objeto de estudiar la influencia del fotoperíodo en la formación de raíces reservantes en mandioca se plantaron estacas en macetas con tierra en condiciones de invernáculo, sometidas a 6, 10, 12 y 14 hs de luz. Todas las variantes recibían 6 hs de luz solar, y las 4, 6 y 8 hs de luz suplementaria fueron dadas por focos incandescentes. Los resultados muestran que la mandioca es una planta de día corto en cuanto a la formación de raíces reservantes. Se realizaron mediciones de peso seco de raíces, hojas y tallos, número de hojas, nudos y raíces y longitud del tallo.

SUMMARY

Manioc stalks in different stages of developmen, proceeding from seedlings, were planted. The results demostrate that plants proceeding from stalk, that were in a very advanced development stage produced more weight of reserving roots.

To observed the influence of the photoperiod on reserving roots formation in manioc, stalks were planted in pots with soil in greenhouse condition receiving 6, 10, 12 and 14 light hours. All the variants received 6 hs of sunlight and the 4, 6 and 8 hs of supplementary light were given by icandescent lamps. The results shown that manioc is a short-day plant in respect to reserving-root formation. Roots, leaves and stems dry weight; leaves, nodes and roots number, and stems lenght were also determined.

BIBLIOGRAFIA

1. CARNS, H. 1966. Abscission and its control. Annual Review of Plant Phys. 17: 295.
2. HEATH, O. V. S. and HOLDSWORTH, M. 1948. Symposia Society of Experimental Biology 2: 326.
3. MADEC, P. 1961. Sur la présence et les possibilités d'extraction de substances inductrices de la tubérisation chez la pomme de terre. Annales de Physiologie Végétale 3: 209.
4. MOLISCH, H. 1945. Fisiología Vegetal. Edit. Labor S. A., Bs. As.
5. NAKATA, SH. and LOCKHART, J. A. 1966. Effects of red and far red radiation on cell division and elongation in the stem of Pinto Bean seedlings. Amer. Journ. of Bot. 53: 12.
6. PERRINGER, A. A.; DOWNS, R. J. and BORTHWICK, H. A. 1963. Photocontrol of growth and flowering of caryopteris. Amer. Journ. of Bot. 50: 86.
7. RAZUMOV, V. 1931. Influencia de la longitud del día en la formación de tubérculos. (En ruso). Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding 27: 3.
8. SHUL'GIN, I. A. 1964. On the effect of visual and infrared radiation on the growth and development of radish. Fiziol. Rastenii 11: 339.
9. TRIPPI, V. and MONTALDI, E. R. 1966. The aging of sugarcane clones. Phytom 14: 79.