

# VARIACIONES BIOQUIMICAS RELACIONADAS CON EL DESARROLLO EN TRIGO<sup>1</sup>

POR CLARA P. RUMI Y ORLANDO R. RIVOIR<sup>2</sup>

## INTRODUCCION

El presente estudio se realizó por un contrato suscripto entre el Servicio Meteorológico Nacional y la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. Los trabajos se llevaron a cabo en la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía, bajo la dirección del profesor de la misma Ing. Agrón. Enrique M. Sívori.

A través del desarrollo manifestado en las plantas anuales se producen variaciones y cambios en el metabolismo de sus tejidos, todos los cuales determinan, directa o indirectamente, el paso del ápice del estado vegetativo al reproductivo. Una profundización del conocimiento de estos cambios y de los factores internos y externos que lo determinan contribuirá a facilitar el control de los mismos, con todas las derivaciones económicas que ello permita. Es de importancia agronómica, en consecuencia, intensificar los estudios que se realizan en este aspecto.

## REVISION BIBLIOGRAFICA

Numerosos autores han estudiado la relación que existe entre la nutrición mineral, el metabolismo y la reproducción de las plantas. Estos trabajos se pueden dividir en dos grandes grupos: aquellos que se refieren a la síntesis, destrucción o acción de sustancias hormonales y aquellos que relacionan la concentración de metabolitos, especialmente hidratos de carbono y nitrógeno, con la floración. El estado actual del primer aspecto puede resumirse de la

<sup>1</sup> Trabajo recibido para su publicación el 10 de marzo de 1959.

<sup>2</sup> Estudiantes de la Facultad de Agronomía.

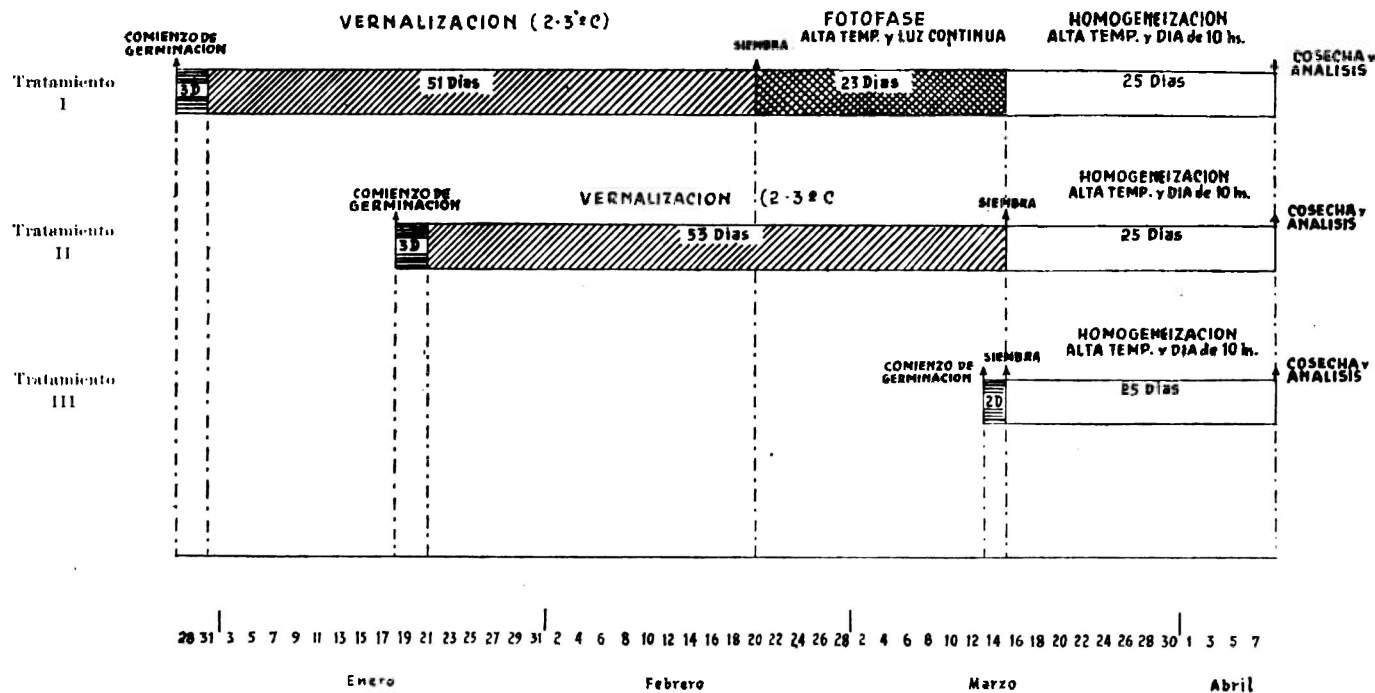
siguiente manera: 1º, la existencia de una hormona inductora de la floración formada en las hojas bajo una fotoperiodicidad adecuada; 2º, una hipotética hormona (vernalina), producida durante el proceso de vernalización, y 3º, la influencia de las auxinas. (Cholodnj, 1936; Thimann y Lane, 1938; Cajlachjan y Zdanova, 1938; Whyte, 1946; Murneek y Whyte, 1948; Bonner y Thurlow, 1949; Lona, 1950; Rice, 1950; Livermann y Bonner, 1953; Klein y Leopold, 1953; Lochart y Hammer, 1954; Thakurta, 1954; Hammer y Nanda, 1956).

En el segundo aspecto algunos autores han estudiado la relación entre los nutrientes y la floración, pero los trabajos que han tenido mayor proyección son aquellos que se refieren a la influencia de la relación "hidratos de carbono/nitrógeno". Esta línea de trabajo se inició con las investigaciones de Klebs en *Sempervivum funkii*, quien postuló que la reproducción estaba determinada por un alto contenido de hidratos de carbono con relación a las sustancias nitrogenadas. Parker y Borthwick (1940) encontraron que la ausencia de anhídrido carbónico impide la floración. Murneek (1948) demostró con toda claridad, en soja Biloxi, que la reproducción sexual precede a la elevación de la relación mencionada. Otros trabajos también han llegado a la misma conclusión, que si bien existe cierto paralelismo entre la acumulación de hidratos de carbono y la inducción floral, esta relación no es causal.

#### MÉTODOS DE TRABAJO

El objeto inmediato de este trabajo es determinar algunas diferencias bioquímicas en plantas de trigo antes del período de vernalización, cumplido el período de vernalización y luego de cumplida la inducción fotoperiódica. Para que los resultados sean comparativos y expresen diferencias inherentes al estado de desarrollo de la planta y no diferencias circunstanciales debidas a un efecto inmediato y pasajero de cambios ecológicos, se planearon los tratamientos de tal manera que todos ellos terminaran en una misma fecha, dejando luego un período de homogeneización en condiciones ambientales iguales. Para poder cumplir con este propósito y obtener plantas en los tres estados, se hicieron siembras periódicas, calculando el tiempo que necesitarían para cumplir las respectivas fases. Las semillas se hicieron germinar en cajas de Petri, en el laboratorio, hasta que las más adelantadas alcanzaran un tamaño in-

**TRATAMIENTOS (I, II y III) DE VERNALIZACION, FOTOPERIODISMO Y HOMOGENEIZACION EN TRIGO KANRED**



ferior a un centímetro. En este estado, de acuerdo a lo programado, se llevaron a vernalización o a homogeneización. Como la vernalización se cumple a bajas temperaturas, el crecimiento sufrido durante este proceso fué mínimo, de tal manera que cuando las semillas germinadas se sembraron, los coleoptilos mayores habían alcanzado 2 cm. Las siembras se realizaron en cajas de madera, en línea y tanto durante el tratamiento fotoperiódico como en el de homogeneización se mantuvieron en invernáculo.

El tratamiento fotoperiódico consistió en someter las plantas a luz continua, durante los días calculados. Con este objeto se preparó un sistema de luz fluorescente, compuesto de tubos "luz de día", que alternaban con tubos de luz con longitud de onda menor, los cuales se colocaron aproximadamente a 60 cm sobre las plantas. Las luces se encendían al atardecer, antes de la puesta del sol, y se apagaban al día siguiente, después de la salida del sol. Para los tratamientos de días cortos se preparó un sistema que cubría las plantas desde las 17 horas hasta las 9 horas del día siguiente.

#### PRIMER ENSAYO

##### *Tratamiento I:*

Se colocaron a germinar granos de trigo invernal Kanred el 28-XII-1957, con aproximadamente un 35 % de agua. Se mantuvieron hasta el 31-XII-57, cuando se llevaron a frío con temperaturas entre 2-3°C, para su vernalización durante 51 días. El 19-II-58 se sembraron en cajas de madera, sometiendo las plantas a luz continua durante 23 días. El 14-III-58 se llevaron a homogeneización, junto con las plantas pertenecientes a los otros tratamientos.

##### *Tratamiento II:*

Las semillas se colocaron a germinar el 17-I-58 y el 20-I-58 se llevaron a frío en igualdad de condiciones que las anteriores, para que cumplieran el período de vernalización, que terminó el 14-III-58, pasando luego directamente a homogeneización.

##### *Tratamiento III:*

Comenzó su germinación el 12-III-58, pasando el segundo día a homogeneización sin haber recibido, en consecuencia, frío ni luz continua.

Durante el período de homogeneización las plantas pertenecientes a los tres tratamientos se mantuvieron bajo condiciones de día corto (8 horas diarias de luz) y altas temperaturas durante 25 días. Al cabo de este lapso se disecaron varias plantas correspondientes a los tres tratamientos, extraídas al azar, observándose el primordio apical. Se comprobó que en todos los casos, inclusive aquellas sometidas a luz continua, se encontraban en estado vegetativo, lo cual indica que el número de fotoperíodos largos había sido insuficiente.

#### DETERMINACIONES

Las plantas se cortaron al nivel del suelo, se eliminaron las hojas secas y partes necrosadas y se cortaron en secciones de aproximadamente 2 mm. Este material se dividió en tres porciones, una de ellas para determinar "peso seco", otra para determinar proteínas y la tercera para la extracción auxínica. El "peso seco" se determinó en estufa a 100°C hasta peso constante, sobre una cantidad inicial de aproximadamente 5 gr. Proteínas se analizaron por el método de Kjeldahl-Gunning-Arnold<sup>1</sup>, expresando los resultados como proteína bruta. Para la determinación de la actividad auxínica se siguió el procedimiento detallado a continuación: las secciones de plantas fueron extraídas con exceso de éter sulfúrico libre de sustancias oxidantes, durante una hora a 2-3°C. El éter se evaporó a baño maría a temperaturas aproximadas a 40°C sobre agua destilada, extrayendo las últimas porciones al vacío. La solución se filtró sobre papel mojado para separar los compuestos insolubles (grasas, resinas, pigmentos, etc.), obteniendo en esta forma el extracto hormonal cuya actividad se ensayó. El extracto acuoso se diluyó hasta obtener una concentración que correspondía a 900 cc por cada 100 gr de proteína. La actividad auxínica se midió por el método de crecimiento recto de secciones de coleótilos de avena (Bonner, 1933) sobre diluciones obtenidas a partir del extracto madre, realizándose en total dos ensayos, con cuatro diluciones y el testigo de agua destilada. Se hicieron las correspondientes curvas con soluciones de la sal sódica del ácido indol-acético puro, para expresar los resultados en base a este ácido. Durante el tiempo transcurrido entre los ensayos las soluciones se conservaron congeladas a temperaturas inferiores a 0°C.

<sup>1</sup> Se agradecer a la Cátedra de Fitoquímica las facilidades prestadas.

## RESULTADOS

## CUADRO I

## PESO SECO Y PROTEÍNA

Tratamiento	Peso fresco gr	Peso seco total	Proteína total	Peso seco %	Proteína %	Relac. « Sust. no proteicas, proteín. »
I.....	118,5	83,4	35,1	14,0	21,1	3,7
II.....	73,2	50,1	23,1	11,0	28,9	2,5
III.....	108,2	72,6	35,6	11,2	29,3	2,4

Valores de peso fresco, peso seco y proteína de trigo con el período de vernalización completo y 23 días de luz continua (I); de trigo que sólo ha completado el período de vernalización (II); y de trigo que no ha recibido frío ni días largos (III). Los tratamientos terminaron al mismo tiempo.

## CUADRO II

## ACTIVIDAD AUXÍNICA

Tratamiento	Dilución			Longitud de las secciones en mm
	Extracción cc	Agua cc	Total cc	
I.....	—	10,0	10	8,23
	0,20	9,8	10	7,66
	0,40	9,6	10	7,76
	0,60	9,4	10	7,90
	0,80	9,2	10	9,30
II.....	—	10,0	10	7,28
	0,20	9,8	10	7,62
	0,40	9,6	10	7,50
	0,60	9,4	10	7,43
	0,80	9,2	10	7,37
III.....	—	10,0	10	7,28
	0,20	9,8	10	7,50
	0,40	9,6	10	7,76
	0,60	9,4	10	7,48
	0,80	9,2	10	7,61

Los resultados se expresan en longitud total de las secciones de coleoptilos en mm a las 24 hs. La columna "extracción" se refiere a la solución madre obtenida de acuerdo al texto. Los tratamientos I, II y III están explicados en las referencias del cuadro I.

## DISCUSION

Debemos recordar que los días de luz continua han sido insuficientes para producir el primordio floral, por lo tanto el aspecto morfológico de los trigos de los distintos tratamientos, excepto el tamaño, era muy similar. Los valores correspondientes al peso fresco y al peso seco, expresados en porcentaje, indican que los trigos que sólo habían recibido el tratamiento de bajas temperaturas (vernalizados) acumularon menos masa vegetativa que aquellos que no habían recibido ningún tratamiento y que los que habían recibido bajas temperaturas y parte del tratamiento de luz continua. Debe observarse que las plantas del grupo III tienen el mismo número de días de crecimiento activo en el internódulo que las del grupo II; en consecuencia la mayor acumulación de masa vegetativa puede explicarse por un metabolismo de síntesis más activo. De este resultado se infiere que los tres estados de desarrollo (sin vernalizar, vernalizado y vernalizado con fotofase en transcurso) presentan distinta capacidad de síntesis, que se manifiesta respectivamente en un rápido crecimiento, una disminución y nuevamente un crecimiento muy activo. Este comportamiento coincide con las observaciones de campo.

El estudio del porcentaje de proteína revela que no hay una diferencia importante entre los tratamientos II y III (vernalizado y no vernalizado), pero que estos valores son superiores a los del tratamiento I. Si se calcula la relación "sustancias no proteicas/proteínas", se obtienen en los tratamientos I, II y III los siguientes valores: 3,7, 2,5 y 2,4, respectivamente. Estas relaciones indican que el equilibrio entre la síntesis de sustancias no proteicas y proteínas, que se mantiene durante el metabolismo correspondiente al período anterior y posterior a la vernalización, pero previo a los días largos, cambia recién durante los procesos fotoperiódicos. Debe observarse que en los tres tratamientos el primordio terminal estaba en estado vegetativo y que hubo un lapso de homogeneización de 25 días cortos posteriores al tratamiento de luz continua, no obstante las plantas no volvieron a la relación anterior. Este comportamiento indica que la disminución del porcentaje de proteína de la parte vegetativa no se debe al desplazamiento de ésta hacia los granos, como habría ocurrido si el trigo estuviera espigando, ni a una acción pasajera debida a una mayor fotosíntesis por la luz

continua. Se debe presumiblemente a una diferencia permanente del metabolismo determinada por los días largos.

Generalmente se considera que los trigos luego de vernalizados adquieren la capacidad de realizar una activa síntesis de hidratos de carbono, que cambia rápidamente su relación con el nitrógeno. Considerando que el peso correspondiente a sustancias no proteicas está determinado especialmente por hidratos de carbono, los resultados obtenidos en los ensayos descriptos revelan precisamente lo contrario. El crecimiento general (acumulación de sustancia seca) fué mayor en los no vernalizados, mientras que los que habían sido sometidos previamente a frío, parecían prácticamente paralizados en su crecimiento y mantenían constante la relación "sustancias no proteicas/proteínas". La acumulación de sustancias no proteicas y la rápida elevación de la relación mencionada (de 2.5 a 3.7) sólo se produjo en las plantas que habían recibido 20 días de luz continua, aún cuando la yema apical no llegó a formar el primordio floral, índice de que la inducción fotoperiódica hubiera estado completa.

Estos resultados tampoco concuerdan, en lo que se refiere a plantas longidiurnas, con la conclusión a que llega Murneck (1948) en una brevidiurna, quien establece que la iniciación de la reproducción sexual en soja Biloxi precede al aumento de la relación "hidratos de carbono/nitrógeno". De acuerdo al autor, la elevación de la relación mencionada sólo se manifiesta recién después de la formación del primordio floral. Debe notarse que en este caso el estado reproductivo se logra por la acción de días cortos.

Los valores de la actividad auxínica se refieren a la parte aérea total y no se circunscriben al ápice. El método utilizado en la determinación da cifras que expresan una interacción entre el efecto de las auxinas libres, inhibidores y antiauxinas naturales. Un análisis de los resultados no revela una significancia mayor tanto con relación al control de cada tratamiento, como entre los tratamientos. Es posible que la actividad de la hormona de crecimiento del ápice haya sido diferente en los distintos tratamientos. Que no lo haya sido en la masa vegetativa total, indica que las diferencias metabólicas descriptas anteriormente no tienen una relación directa con la actividad auxínica, si bien ésta podría ejercer una acción indirecta a través de los meristemas que producen los tejidos.



## SEGUNDO ENSAYO

El ensayo descrito anteriormente se repitió utilizando la variedad invernal Guatraché. Se realizaron también tres tratamientos en forma similar pero haciendo variar la longitud de los distintos períodos. En el primer ensayo los tratamientos de vernalización, luz continua y homogeneización fueron de 51, 23 y 25 días; en éste de 51, 30 y 27. Se aumentaron los días largos para asegurar la inducción floral, que no se había producido en el primer ensayo.

En esta circunstancia las plantas correspondientes al tratamiento I florecieron, encontrándose en el momento del corte en plena espigazón. Los tratamientos I y II fueron disecados y los primordios de las yemas apicales eran vegetativos. Los procedimientos analíticos fueron iguales a los descritos, excepto la preparación de las plantas correspondientes al tratamiento I de las cuales se eliminó la espiga y parte del último entrenudo, en consecuencia los resultados se refieren también a la parte vegetativa de la planta (hojas y tallos).

## RESULTADOS

CUADRO III  
PESO SECO Y PROTEÍNA

Tratamiento	Peso seco	Proteína	Relac. «sust. no proteicas/proteinas»
I.....	20,2	16,7	5,0
II.....	12,1	32,0	2,1
III.....	13,9	28,0	2,6

Valores de peso seco y proteína total de trigos con vernalización y fotofase completas (I); de trigos que sólo han completado el período de vernalización (II) y de trigos que no han recibido frío ni días largos (III). Los tratamientos terminaron al mismo tiempo y las plantas fueron cortadas 27 días después.

**CUADRO IV**  
ACTIVIDAD AUXÍNICA

Tratamiento	Dilución			Longitud de las secciones en mm
	Extracción cc	Agua cc	Total cc	
I.....	—	10,0	10	7,16
	0,20	9,8	10	8,36
	0,40	9,6	10	7,02
	0,60	9,4	10	6,84
	0,80	9,2	10	7,52
II.....	—	10,0	10	7,16
	0,20	9,8	10	7,56
	0,40	9,6	10	6,46
	0,60	9,4	10	7,28
	0,80	9,2	10	6,32
III.....	—	10,0	10	7,16
	0,20	9,8	10	5,68
	0,40	9,6	10	6,56
	0,60	9,4	10	6,27
	0,80	9,2	10	5,90

Los resultados se expresan en longitud total de las secciones de coleoptilos, en mm., a las 24 horas. La columna "extracción" se refiere a la solución madre obtenida de acuerdo al texto. Los tratamientos I, II y III están explicados en las referencias del cuadro III.

#### DISCUSION

Consideramos, como en el caso anterior, que 51 días de frío a 2-3°C son suficientes para cumplir la vernalización, lo que quedó demostrado con el desarrollo floral del tratamiento I. Treinta días de luz continua superaron las necesidades de la planta en lo que respecta a la inducción fotoperiódica, por lo cual no sólo se obtuvo la formación del primordio floral, sino el desarrollo de éste hasta pasada la antesis. Este comportamiento indica que el Guatraché es una variedad de menores requerimientos fotoperiódicos que el Kan-red, el cual si bien recibió siete días largos menos, dicho lapso no explica la gran diferencia entre el estado vegetativo del primero y la plena espigazón del segundo.

**CUADRO V**  
**ACTIVIDAD AUXÍNICA**

Tratamiento	Dilución			Longitud de las secciones en mm
	Extracción cc	Agua cc	Total cc	
I.....	—	10,00	10	7,06
	0,04	9,96	10	7,38
	0,08	9,92	10	7,24
	0,12	9,88	10	7,32
	0,18	9,82	10	7,36
	0,22	9,78	10	7,32
II.....	—	10,00	10	7,06
	0,04	9,96	10	7,44
	0,08	9,92	10	7,40
	0,12	9,88	10	7,04
	0,18	9,82	10	7,34
	0,22	9,78	10	7,24
III.....	—	10,00	10	7,06
	0,04	9,96	10	7,16
	0,08	9,92	10	7,17
	0,12	9,88	10	7,20
	0,18	9,82	10	7,20
	0,22	9,78	10	7,20

Los resultados se expresan en longitud total de las secciones de coleoptilos, en mm, a las 24 horas. La columna "Extracción" se refiere a la solución madre obtenida de acuerdo al texto. Los tratamientos I, II y III están explicados en las referencias del cuadro III.

La variación del peso seco es similar a aquella sufrida por el Kanred, excepto que las diferencias entre el tratamiento I y los tratamientos II y III son mucho mayores. Esta diferencia cuantitativa, entre ambos trigos, puede atribuirse al estado de desarrollo mucho más avanzado (plena espigazón) del trigo Guatraché.

La variación en el porcentaje de proteína también confirma los resultados del ensayo anterior al variar en igual sentido. Las diferencias entre el tratamiento I con relación a los tratamientos II y III son mucho más acentuadas, lo cual puede atribuirse nuevamente al desarrollo más avanzado del trigo Guatraché y al comien-

zo del desplazamiento de parte de las sustancias proteicas hacia las espigas. La relación "sustancia no proteica/proteína" muestra la misma variación, pero más acentuada que en el trigo Kanred.

La similitud de los resultados obtenidos confirman la evolución de peso seco y proteínas a través del desarrollo y sugiere los mismos procesos causales que en el primer ensayo.

El análisis de los resultados obtenidos en las determinaciones de la actividad auxínica de la masa vegetativa no revela una variación relacionada con los procesos de desarrollo del trigo.

**Sumario.**—1) Dos variedades de trigos invernales, Kanred y Guatraché, fueron divididos en tres grupos. Uno de ellos fué vernalizado y luego recibió luz continua (I); el segundo sólo fué vernalizado (II); el tercero no recibió ningún tratamiento (III). Todos los tratamientos terminaron el mismo día. Luego de un período de homogeneización a días cortos y altas temperaturas se observaron los primordios apicales que fueron vegetativos en los tres grupos de Kanred. El grupo I del Guatraché, espigó, mientras que los II y III permanecieron vegetativos. Se determinó peso seco, proteínas y actividad auxínica, en la masa vegetativa aérea de todos ellos.

2) El peso seco, expresado en %, fué superior en el grupo I y no varió significativamente en los grupos II y III.

3) Las proteínas fueron proporcionalmente inferiores en el grupo I y no hubo diferencias importantes entre los grupos II y III. La relación "sustancias no proteicas/proteínas" fué respectivamente de 3,7, 2,5 y 2,1 para el Kanred y 5,0, 2,1 y 2,6 para el Guatraché.

4) Puede observarse que la relación mencionada aumentó inclusive en el trigo Kanred, donde la inducción fotoperiódica no había sido completada, como lo demuestran los primordios vegetativos.

5) No hubo diferencias de importancia en la actividad auxínica de la masa vegetativa aérea.

6) Se discuten las posibles interpretaciones de las variaciones de peso seco y proteínas con relación al desarrollo y se llega a la siguiente conclusión: durante el período previo a la vernalización las plantas presentan un activo metabolismo de síntesis que determina un rápido crecimiento; en el período posterior a la vernalización, pero anterior a la fotofase, presentan un metabolismo reducido que determina una disminución del crecimiento; bajo la influencia de luz continua aumenta marcadamente la síntesis no proteica y disminuye la proteica elevando la relación entre estos dos grupos de sustancias. Esta relación se mantuvo constante antes y después de la vernalización en las plantas mantenidas en días cortos.

**Summary.**—1) Winter wheat varieties Kanred and Guatraché were divided into three groups: I, was vernalized and then exposed to continuous light; II, was vernalized; III, received no treatment. All treatments were ended on the same date. After an equalization period under short days and high temperatures, the apical primordia were examined. They were vegetative in all three

groups of the Kanred variety and in groups II and III of the Guatraché variety; only group I of the latter flowered. Dry weight, protein and auxin activity were determined on the tops of the plants.

2) Dry weight, in percent, was higher in I, but II did not differ significantly from III.

3) Proteins were lower in I, but II did not differ significantly from III. The ratio "non-proteins/protein" was 3.7, 2.5 and 2.4 for Kanred, and 5.0, 2.1 and 2.6 for Guatraché, respectively

4) The above mentioned ratio showed an increase for group I even in the Kanred variety in which, as shown by the vegetative primordia, photoperiodic induction had not been completed.

5) No significant differences were observed in the auxin activity of the tops.

6) Possible interpretations of the variations in dry weight and protein in relation to development are discussed and the following conclusion is drawn: during the period preceding vernalization, the plants have an active synthetic metabolism which results in rapid growth; in the period after vernalization but before the photophase, the metabolic activity is reduced, resulting in slower growth; under the influence of continuous illumination non-protein synthesis predominates over protein synthesis, the net effect being an increase in the ratio between these two types of substances. This ratio remained constant both before and after vernalization in plants maintained under short days.

#### BIBLIOGRAFIA

- BONNER, J. AND THURLOW, J. *Inhibition of photoperiodic induction in Xanthium by applied auxin.* — Bot. Gaz. 110 : 613-624. 1949.
- CAJLACHJAN, M. C. AND ZDANOVA. *Photoperiodism and creation of growth hormones.* — Comp. Rend. Acad. Sci. U. R. S. S. 19 : 107-111. 1938.
- CARR, D. J. *On the nature of photoperiodic induction. IV. Preliminary experiments on the effect of following the inductive long dark period in Xanthium pennsylvanicum.* — Phys. Plast. 10 : 249-265. 1957.
- CHOLODNJ, N. G. *Hormonization of grains.* — Compt. Rend. Acad. Sci. URSS 3-9 : 439-442. 1936.
- CHINOV, J. J. AND NANDA, K. K. *Effect of vernalization and photoperiodic treatments on growth and development of crop plants. IV Uptake of nitrogen, phosphorus, and potassium by wheat plant under varying photoinductive and post-photoinductive treatments.* — Phys. Plant. 5 : 11-32. 1952.
- CLAVER, F. K. Y SÍVORI, E. M. *Estudio de la reacción al fotoperíodo.* — Rev. Fac. Agr. (Tercera época), t. XXVII (2) : 129-140. La Plata, 1950.
- HAMMER, K. C. AND NANDA, K. K. *A relationship between applications of indoleacetic acid and the high-intensity-light reaction of photoperiodism.* — Bot. Gaz. 118 : 13-18. 1956.
- HAY, J. R. *The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,3,5-triiodobenzoic acid on the transport of indoleacetic acid.* — Plant Phys. 31 : 118-120. 1956.

- KLEIN, W. H. AND LEOPOLD, A. C. *The effects of maleic hydrazide in flower initiation.*— *Plant Phys.* 28 : 293-299. 1953.
- LIVERMAN, J. L. AND BONNER, J. *Biochemistry of the photoperiodic response: the high intensity-light reaction.*— *Bot. Gaz.* 115 : 121-128. 1953.
- LOCKHART, J. A. AND HAMMER, K. C. *Effect of darkness and indol-acetic acid following exposure to short day on the floral response of Xanthium a short-day plant.*— *Bot. Gaz.* 116 : 133-142. 1954.
- LONA, F. *Il significato dei glucidi e del fattore antiflorigeno nel meccanismo di fioritura delle piante erbacee e in particolare delle brevidiurne.*— *Rend. Ist. Lombardo Sci. Pt. III* 83 : 1-22. 1950.
- MURNEEK, A. E. AND WHYTE, R. O. *Vernalization and photoperiodism.*— *Chronica Company.* 1948.
- PASCALÉ, J. A. *Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos argentinos.*— *Meteoros.* Año 3 : 97-112. 1953.
- RICE, L. E. *Effects of various plant growth-regulators on flowering in several crop plants.*— *Bot. Gaz.* 112 : 207-213. 1950.
- SEN GUPTA, J. C. AND GUHA TACURTA, P. *Effect of indol-acetic acid and triiodo-benzoic acid treatments on the induction of flowering in (1) short day plants: (a) Corchorus capsularis L., (b) C. olitorius L., (c) Sorghum roxburghii var. Hians Stapf, and (2) day neutral plant: Brassica juncea, Hock F. and Thoms. var. 72.*— *Congres. Intern. Bot. Rapports et Communications aux sections 11 et 12.* Pág. 332. 8th. Congres, Paris. 1954.
- SIVORI, E. M. *Epoca de siembra y periodo vegetativo del trigo. Interpretación según la teoría del desarrollo.*— *Rev. Arg. Agr., t. 24* : 144-156. 1957.
- THIMANN, K. V. AND LANE, R. H. *After effects of treatment of seed with auxin.*— *Amer. Jour. Bot.* 25 : 535-543. 1938.
- WHYTE, R. O. *Crops production and environment.*— *Faber und Faber Limited.* 1946.