

ESTUDIO DE LA REACCION AL FOTOPERIODO

Y TEMPERATURAS DE TRES VARIEDADES DE TRIGO ¹POR FRANCISCO K. CLAVER Y ENRIQUE M. SIVORI ²

Con objeto de contribuir al estudio de algunos trigos cultivados en la República Argentina, respecto a sus necesidades de bajas temperaturas durante la termofase (período de vernalización) y su reacción fotoperiódica, especialmente aquellas variedades de comportamiento vegetativo indefinido, se realizó el ensayo que se describe a continuación.

Antecedentes sobre el tema existen muy pocos en el país. Prácticamente se desconoce el comportamiento de las variedades más difundidas, excepto los trigos introducidos, cuyo estudio se ha realizado en el extranjero, o aquellos cuya reacción es tan definida, que se les puede clasificar aproximadamente como invernizos o primaverales, aunque estas deducciones pueden conducir a errores.

Manuel Canel (1938) realizó un ensayo en que intervienen tres variedades: Larrañaga, 38 MA y Black Hull. Los dos últimos se cultivan en la Argentina, siendo el Black Hull un trigo introducido, típico invernizo. Determinó que los períodos de vernalización son, para las condiciones en que se realizó el ensayo, de 10, 30 y 70 días respectivamente.

El 38 MA (Risso Patrón, 1948) cultivado en Estados Unidos de Norte América no llega a florecer con siembras primaverales; con siembras otoñales madura dificultosamente, por lo que se deduce que se aproxima a un tipo intermedio.

¹ Trabajo realizado en la Cátedra de Botánica agrícola, II parte (Fisiología y Fitogeografía).

² Ingenieros agrónomos, Jefe de trabajos prácticos y Profesor titular respectivamente.

En un ensayo de época de siembra (Belmonte J. y G. J. Fisher, 1935), se observa que el trigo Lin Calel, por su período vegetativo en siembras tempranas, se comporta como invernizo, mientras que en siembras tardías se puede considerar un trigo típico primaveral. Analizando estos resultados (Sívori, 1949) con relación a las condiciones imperantes en las distintas épocas de siembra, especialmente las temperaturas y longitud del día, se llega a la presunción que se trata de un trigo primaveral, porque florece en siembras tardías con un período vegetativo similar a los trigos de este tipo; su largo período en siembras tempranas no se debería a exigencias en frío (característica fundamental de los invernizos) sino a exigencias en la longitud del día para inducir el desarrollo de la espiga, lo que recién sería satisfecho, en la región del ensayo, durante el mes de noviembre. Por lo tanto, cualquier adelanto de las siembras más allá de cierta época crítica, no incidirá mayormente sobre la fecha de espigazón. Ésta debe esperar la longitud de día adecuada, que recién se registraría a mediados de primavera (noviembre). Se presume, en consecuencia, que entre la terminación del breve período de vernalización y el comienzo de la inducción fotoperiódica, transcurre un período inactivo, de espera, hasta que los días sean suficientemente largos. En el presente ensayo se ha incluido esta variedad con objeto de confirmar la presunción descripta.

MÉTODO

El ensayo comprendía tres variedades: Kanhard, Klein 31 y Lin Calel. El Kanhard posee un largo período de vernalización, ya conocido, comportándose en la región triguera del país como un trigo invernizo. El Klein 31 es un típico trigo primaveral, muy precoz. El Lin Calel se manifiesta en la forma descripta anteriormente.

Las semillas se hicieron germinar en caja de Petri mantenidas en estufa a 25°C. Cuando comenzaron a romper el pericarpio, se pasaron a una refrigeradora cuya temperatura oscilaba entre 3 y 5°C. Los diversos tratamientos de frío o períodos de vernalización de 46, 42, 36, 30, 24, 16 y 6 días a las temperaturas mencionadas, comenzaron en distintas fechas, en tal forma que todos concluyeron el mismo día. El testigo se hizo germinar con tres días de anticipación para que en la fecha de siembra se encuentre aproximadamente en el mismo estado de crecimiento, sin haber sido sometido a frío.

Concluido los tratamientos, las semillas correspondientes a cada

uno de ellos se sembraron en tres condiciones distintas: 1) en invernáculo (alta temperatura) bajo luz continua; 2) en invernáculo (alta temperatura), bajo período de luz natural y 3) al aire libre, bajo períodos de luz natural.

Las temperaturas registradas en el invernáculo y al aire libre fueron las siguientes:

	Exterior	Invernáculo
Promedio máximas.....	22,4	31,1
Promedio mínimas.....	19,3	21,9

La luz continua se obtuvo iluminando las plantas desde la puesta hasta la salida del sol con dos tubos fluorescentes de 100 w. cada uno¹. Las plantas se observaron diariamente determinando para cada tratamiento el tiempo transcurrido entre las siembras y la aparición de las espigas, considerando esta última como el promedio de las fechas correspondientes a las plantas de cada serie.

Los resultados obtenidos se detallan en el cuadro I. Los valores expresan los días transcurridos entre la siembra y la aparición de las espigas. Como los trigos correspondientes a todos los tratamientos de las tres variedades fueron sembrados el mismo día, las condiciones a que estuvieron sometidos fueron las mismas, excepto aquellas que se hacían variar para estudiar sus efectos (longitud del día y temperaturas) en el período posterior a la fase de vernalización.

VERNALIZACIÓN

Para determinar aproximadamente los días necesarios en que se cumple la termofase, bajo las condiciones en que fueron tratados (obscuridad y 3-5°C de temperatura), tomaremos en cuenta las siembras en invernáculo, desde que las altas temperaturas registradas disminuyen la rapidez de la vernalización natural. Consideramos como lapso óptimo de vernalización, el número de días fríos del tratamiento en que la planta alcanza a florecer en el tiempo más breve, a contar desde el día de la siembra. Estos valores, extraídos del cuadro anterior, son:

Variedad	Período de frío (días)	Período vegetativo mínimo (días)
Klein 31.....	24-30	34
Lin Calel.....	16-24	45
Kanhard	42, o más	40

¹ Las plantas recibieron aproximadamente 10 f. c. de intensidad de luz suplementaria.

CUADRO I

Período vegetativo (siembra-espigazón) de los trigos Kanhard, Klein 31, y Lin Calel, sometidos a diversos tratamientos de vernalización y tres condiciones de temperatura y longitud del día, después de las siembras.

	Tratamiento anterior a la siembra	Tratamiento posterior a la siembra		
	Vernalización (temp. 3-5°C) Días	Luz continua (invernáculo) Temp. máx. 31,1 Temp. mín. 21,9 °C	Días naturales (invernáculo) Temp. máx. 31,1 Temp. mín. 21,9 °C	Días naturales (intemperie) Temp. máx. 22,4 Temp. mín. 19,3 °C
Klein 31	46	—	—	52
	42	40	37	51
	36	—	—	52
	30	40	34	52
	24	42	40	56
	16	47	47	59
	6	55	71	71
	0	57	69	74
Lin Calel	46	—	—	67
	42	44	58	66
	36	—	—	66
	30	45	55	68
	24	45	56	71
	16	48	55	74
	6	48	69	74
	0	51	68	73
Kanhard	46	—	—	65
	42	40	49	65
	36	—	—	66
	30	47	—	68
	24	48	56	71
	16	50	—	71
	6	57	73	71
	0	51	70	72

Las temperaturas expresan el promedio de las máximas y mínimas diarias durante la realización de ensayo. Los valores del cuadro expresan los días transcurridos entre la siembra y la aparición de la primer espiga.

El Kanhard, como se preveía, resultó el trigo más exigente en frío. Como 42 días de frío fué el tratamiento mayor para la siembra en invernáculo, queda la posibilidad que a mayor número de días fríos, hubiera acortado su período vegetativo aun más.

El Klein 31, que es precoz y se comporta como primaveral en el cultivo, ha manifestado una exigencia de 24-30 días de frío.

El Lin Calel resultó la variedad menos exigente de las tres estudiadas, requiriendo 16-24 días de frío, o sea aproximadamente 7 días menos que el Klein 31, que como hemos manifestado, es una típica variedad primaveral.

Puede observarse inclusive que el acortamiento del período vegetativo entre el testigo y el vernalizado es sólo de 6 días en el Lin Calel, mientras que en el Klein 31 es de 17 y en el Kanhard de 12 ó más; estas diferencias corroboran, en cierta forma, la menor necesidad de frío del Lin Calel con respecto a las otras dos variedades.

FOTOPERIODISMO

Para determinar la influencia de la longitud del día sobre las tres variedades en estudio, y su interacción con las temperaturas, en los períodos posteriores al de vernalización, extraemos del cuadro I los valores de los tres tratamientos (alta temperatura-luz continua; alta temperatura-días naturales; temperaturas naturales-días naturales), seleccionando aquellos correspondientes al período de vernalización óptimo para cada variedad en las condiciones del ensayo.

Variedad	Luz continua	Días naturales	Días naturales
	Alta temperatura	Alta temperatura	Temperaturas naturales
Klein 31.....	40	34	52
Lin Calel.....	45	55	66
Kanhard.....	40	49	65

En general, las tres variedades acortaron el período vegetativo a altas temperaturas, como puede observarse comparando los resultados obtenidos a la longitud natural de los días en el invernáculo y al aire libre. Este acortamiento fué aproximadamente muy similar en las tres variedades (18, 16 y 16 días para Klein 31, Lin Calel y Kanhard respectivamente).

Comparando el tratamiento de luz continua con el de días naturales, ambos a altas temperaturas, se observa que el Klein 31 se ha comportado como más precoz en días naturales que en luz continua,

mientras que el Lin Calel y el Kanhard se han comportado en forma diferente, acortando el período vegetativo bajo luz continua. Este hecho indica que las variedades de trigo poseen distintas óptimas en su reacción fotoperiódica (A. M. Hurd-Karrer, 1933; H. H. McKinney y W. J. Sando, 1935; Puhalskii A. V., 1947).

La influencia del aumento de la longitud del día en el Lin Calel y en el Kanhard es aproximadamente igual, dentro de las dos variantes ensayadas. El Lin Calel acorta el período en 10 días bajo luz continua y el Kanhard en 9 días. El Klein 31 alarga dicho período en 6 días.

Bajo las tres condiciones del ensayo, el Lin Calel se manifestó como el de mayor período entre la terminación del lapso de vernalización y la espigazón (45, 55 y 66 días) superando al Kanhard en 5 y 6 días en altas temperaturas. El Klein 31, por otra parte, fué el más precoz en lo que respecta al período estudiado (40, 34 y 52 días).

FOTOPERIODISMO DEL LIN CALEL

Con objeto de estudiar el efecto de la longitud del día sobre el período vegetativo del Lin Calel, actuando en fases posteriores al período de vernalización, se realizó el ensayo que se describe. Se eligió la variedad Lin Calel por su comportamiento curioso ya descrito anteriormente.

Semillas germinadas y vernalizadas de esta variedad, fueron sembradas en maceta, en invernáculo¹ donde permanecieron bajo las siguientes longitudes del día: 24 (luz continua), 12, 10, 8 y 6 horas diarias de luz. Los valores correspondientes al tratamiento de luz continua se tomaron del ensayo anterior, donde se obtuvieron colocando las plantas bajo luz de tubos fluorescentes. Como los días eran de una duración mayor de 12 horas, para someter las plantas a los tratamientos restantes se cubrieron con género negro opaco. Este ensayo se llevó en forma paralela con el de vernalización, en el mismo invernáculo y las siembras se realizaron en la misma fecha (11 de septiembre).

Los resultados que se exponen en el cuadro siguiente y gráfico I, expresan los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de las espigas.

¹ Temperaturas promedio máximas y mínimas: 31,1 y 21,9°C respectivamente.

Fotoperíodo (Horas diarias de luz)	Fecha de aparición de las espigas	Días hasta aparición de las espigas
24.....	25-X-1949	44
12.....	19-XII-1949	99
10.....	13-II-1950	155
8.....	—	—
6.....	—	—

Las plantas bajo fotoperíodos de 8 horas produjeron espigas, pero éstas no emergieron normalmente (aparición por la parte superior de la vaina), sino abrieron la vaina saliendo en forma lateral. Este comportamiento impidió tomar las fechas de emergencia en forma comparativa con los otros tratamientos.

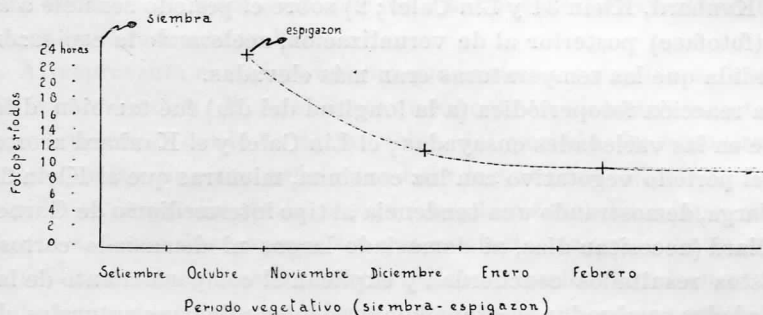


Gráfico I. — Variación del período siembra-espigazón del trigo Lin Calel vernalizado con relación a la longitud del día

Las plantas bajo fotoperíodos de 6 horas fueron disecadas a fines de febrero, estando ya formadas las espigas de aproximadamente 2 mm con primordios florales.

La manifestación morfológica de la inducción floral puede dividirse en dos estados bien diferenciados, uno de ellos es la aparición del primordio floral y el otro el desarrollo de dicho primordio. Con relativa frecuencia (Eguchi, T, 1937, según R. O. Whyte, 1946, Gregory F. G., 1948) las condiciones que favorecen un proceso no favorecen el otro, quedando los primordios en estado latente. Esta última condición se ha producido bajo fotoperíodos de 6 horas, donde si bien se formaron los primordios florales, éstos permanecieron en ese estado por tiempo indefinido.

Debe considerarse que sobre la longitud del período vegetativo no interviene solamente la longitud del día, sino también las temperaturas. Esta no fué constante durante todo el ensayo, sino que aumentó

gradualmente; en consecuencia, los tratamientos cuyos fotoperíodos inducían un retardo de la espigación, hacían que parte del período vegetativo transcurriera a temperaturas superiores que aquellas registradas en el tratamiento anterior, interfiriendo por lo tanto los resultados.

DISCUSIÓN

Considerando en conjunto los resultados obtenidos en todos los ensayos, se destaca la acción de las temperaturas en dos formas 1) durante la termofase, vernalizando las plantas, donde las necesidades de bajas temperaturas en orden decreciente fueron las siguientes: Kanhard, Klein 31 y Lin Calel; 2) sobre el período sensible a la luz (fotofase) posterior al de vernalización, acelerando la espigación a medida que las temperaturas eran más elevadas.

La reacción fotoperiódica (a la longitud del día) fué también diferente en las variedades ensayadas; el Lin Calel y el Kanhard acortaron el período vegetativo con luz continua, mientras que el Klein 31 lo alarga, demostrando una tendencia al tipo intermediario de Garner y Allard (necesitan días, ni demasiado largos ni demasiado cortos).

Estos resultados concuerdan y explican el comportamiento de las variedades sembradas escalonadamente en condiciones naturales, de acuerdo con una hipótesis sugerida con anterioridad, en la siguiente forma:

1. El Kanhard necesita un largo período de frío, seguido por otro de días largos, comportamiento típico de los trigos invernizos. En caso que no se cumplan estas condiciones por siembras demasiado tardías, no logra florecer.

2. El Klein 31 necesita un breve período de frío y días no demasiado largos. Se comporta como precoz porque ambas condiciones (temperatura y longitud del día) son satisfechas con relativa rapidez, por lo cual florece en época temprana.

3. El Lin Calel necesita menos frío aún que el Klein 31 (carácter típico de los primaverales), pero a diferencia de este trigo, requiere días más largos, semejantes al Kanhard. En siembras tempranas se cumplen fácilmente sus necesidades de frío, pero debe esperar hasta que la longitud del día alcance cierto límite para que induzca la floración con rapidez, por lo cual manifiesta un largo período vegetativo semejante a los invernizos. En siembras tardías los requerimientos de bajas temperaturas se cumplen en igual forma que en los tri-

gos primaverales; a continuación se satisfacen las necesidades de días largos, desde que, por lo avanzado de la época, ya se registran fotoperíodos suficientemente largos para inducir la floración con rapidez. En consecuencia, el período vegetativo es muy breve y se comporta en igual forma que los primaverales.

Queda confirmado así que el Lin Calel pertenece al tipo de los primaverales, pero se acomoda también a las siembras tempranas (plasticidad), porque su fotoperiodismo impide que florezca anticipadamente, en épocas inoportunas por las bajas temperaturas, malogrando las cosechas.

Las variaciones del período vegetativo del Lin Calel fueron esquematizadas con el siguiente gráfico (Sívori, E. M., 1949) que exponemos ahora, algo modificado por los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo.

A) representa el tiempo óptimo que tarda en vernalizarse después de la germinación; B) es el lapso de espera, en siembras tempranas, que transcurre desde la terminación del período de vernalización hasta que los días son suficientemente largos para inducir en forma rápida el desarrollo de la espiga (encañamiento). Este lapso puede acortarse hasta desaparecer, sin que se afecte mayormente la época de espigazón. La inducción fotoperiódica no comienza en forma repentina, sino paulatinamente y luego progresa en proporción geométrica a medida que la longitud de los días y las temperaturas aumentan (ver gráfico I); C) representa el tiempo más corto en que se realiza la inducción fotoperiódica cuando se registran las temperaturas y longitudes del día óptimos de la época; C') representa el acortamiento paulatino de la fase de foto-inducción desde que ésta comienza a producirse hasta que alcanza las condiciones óptimas (C); A') es la prolongación de la fase de vernalización debido a un aumento de las temperaturas.

A medida que las siembras se atrasan, la longitud del período vegetativo se acorta, prácticamente en igual medida, hasta mediados o fines de julio¹, por desaparición del período de espera. Cuando éste desaparece completamente, el acortamiento del período vegetativo disminuye, en base a un acortamiento de la fotofase por el aumento de la longitud de los días y las temperaturas; de mediados de octu-

¹ El 15 de julio, desde la salida a la puesta del sol, transcurren 10,03 horas, a lo que hay que agregar aproximadamente 30' de amanecer y crepúsculo. Entre 10,30 y 11 hs. comienza el desarrollo rápido de las espigas (ver gráfico I).

bre en adelante, el alargamiento del período de vernalización (A') es mayor que el acortamiento de la fotofase (C'), de lo que resulta una prolongación del período vegetativo.

Calculando por interpolación el período vegetativo de la siembra del 11 de septiembre en el ensayo analizado por Belmonte y Fisher (ver gráfico II), éste sería de 87-88 días. La siembra al aire libre de

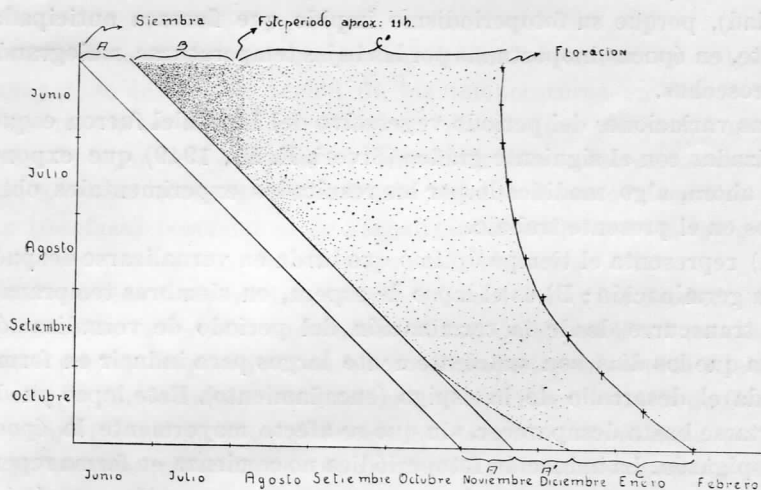


Gráfico II

la misma fecha en nuestro ensayo, dió un período de 74 días para 16 de vernalización (pág. 186) o sea un total de 90 días. La coincidencia es bastante exacta, teniendo en cuenta que el primer ensayo se realizó en el sur donde los trigos presentan un período vegetativo menor.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. Se han determinado las necesidades de frío y la reacción fotoperiódica de tres trigos cultivados en la República Argentina, el Klein 31, el Kanhard y el Lin Calel.

2. Las exigencias en frío (período de vernalización) decrecieron en el siguiente orden, Kanhard, Klein 31 y Lin Calel, con 42 o más, 24-30 y 16-24 días respectivamente.

3. Respecto a la reacción fotoperiódica, el Kanhard y Lin Calel fueron muy exigentes en días largos, abreviando el período vegeta-

tivo bajo luz continua. El Klein 31, por otra parte, alarga el período vegetativo bajo luz continua.

4. Se compara el comportamiento del Lin Calel en siembras escalonadas con los resultados anteriores, llegando a la conclusión que es un trigo primaveral con exigencias de días largos.

Summary. — 1. The cold necessities and the photoperiodic reactions have been determined in three wheats cultivated in Argentina : Klein 31, Kanhard and Lin Calel.

2. The cold requirement (vernalization period) decreased in the following order : Kanhard, Klein 31, and Lin Calel with 42 or more, 24-30 and 16-24 days respectively.

3. In respect with the photoperiodic reaction, Kanhard and Lin Calel wheats were very needy of long days, abbreviating the vegetative period under continuous light. On the other hand Klein 31, lengthens its vegetative period under continuous light.

4. The behaviour of Lin Calel in periodical sowing is compared with former studies, arriving at the conclusion that it is a Spring wheat with very long day requirements.

BIBLIOGRAFIA

- BECKMAN, I., *Sobre la variação do ciclo vegetativo em trigo.* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. I, Entrega 3, pp. 283-307. La Estanzuela, Uruguay, 1935-36.
- BELMONTE, J. Y G. J. FISHER, *La capacidad del trigo Lin Calel para mejorar las harinas uruguayas.* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. I, Entrega 1, pp. 100-134. La Estanzuela, Uruguay, 1935-36.
- BOERGER, A., *La influencia del factor « época de siembra » sobre el rendimiento, la calidad comercial y la calidad industrial de los nuevos trigos de La Estanzuela.* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. I, Entrega 2, pp. 192-202, La Estanzuela, Uruguay, 1935-38
- *El problema de las siembras tardías.* — *Publicac. Min. de Gan. y Agr.*, n° 15, Montevideo, Uruguay, 1936.
- *Orientación de la selección triguera de « La Estanzuela ».* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. II, pp. 1-84, La Estanzuela, Uruguay, 1937.
- *Adaptación de variedades uruguayas de Triticum vulgare (Vill) a las exigencias ecológicas de un período de siembra dilatada.* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. III, Entrega 1, pp. 55-68, La Estanzuela, Uruguay, 1938.
- *Las perspectivas del cultivo triguero en el Brasil.* — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. III, Entrega 3, pp. 239-261, La Estanzuela, Uruguay, 1940-41.

- CANEL, M., *Las modernas teorías del desarrollo en los vegetales y su aplicación en la fitotecnica*. — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. II, pp. 169-181.
- *Las teorías de Lysenko y su aplicación en el Uruguay*. — *Rev. Asoc. Ing. Agr.*, Año X, n° 1, pp. 8-16, Montevideo, Uruguay, 1938.
- COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAUX, *Vernalization and development of plants* (Joint Publications, 1935).
- DE FINA, A. L., *La posibilidad de reducir la inseguridad de las cosechas*. — *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, vol. III, Entrega 1, pp. 1-8, La Estanzuela, Uruguay, 1938.
- GREGORY, F. G., *The control of flowering in plants*. — *Symposia Soc. Expl. Biol.*, n° 2, pp. 75-103. Cambridge, 1948.
- GRIEBEN, H., LAMAS, P. J., y M. E. SANGUINETI DE FERROVÍA, *Resultados en ensayos comparativos de rendimiento «standard» con trigo realizados durante el año agrícola 1941-42*. — *Min. Agr. Nac., Rep. Arg.*, 1943.
- HURD-KARRER, A. M., *Comparative response of a spring and winter wheat to day length and temperature*. — *Jour. of Agr. Res.*, vol. 46, pp. 867-888, Año 1933.
- MC KINNEY, H. H. AND W. J. SANDO, *Earliness of sexual reproduction in wheat as influenced by temperature and light in relation to growth phases*. — *Jour. of Agr. Res.*, vol. 51, pp. 621-641, Año 1935.
- MURNEEK, A. E. AND R. O. WHYTE, *Vernalization and Photoperiodism*. — *Chron. Bot. Com. USA*, 1948.
- POST, K., *Effects of Daylength and temperature in growth and flowering of some florist crops*. — *Cor. Univ. Agr. Exper. Stat. Bull.* 787. Ithaca, N. Y. November, 1942.
- PUHALJSKII, A. V., *The phasic development of spring wheats from world sources*. — *Plant Breeding Abstracts*, vol. XIX, n° 2 (Abstracts n° 910), 1949.
- RISSE PATRON, R., *Influencia de la temperatura y de la duración del día en el desarrollo morfológico de algunos trigos*. — *Rev. Fac. Agr. de la Plata*, tomo XXIV, Entrega 2ª, La Plata, Rep. Arg. Año 1948.
- RUDOLF, W., *Condiciones ecológicas del cultivo del trigo en la Argentina*. — *Rev. de la Fac. de Agr. de La Plata* (3ª época), tomo XXIII (1938), pp. 119-166.
- SÍVORI, E. M., *Epoca de siembra y período vegetativo*. Trabajo presentado en el Congreso Sud Americano de investigaciones agronómicas, La Estanzuela, Uruguay, 1949.
- *Fisiología del desarrollo en los vegetales*. — *Bol. Soc. Arg. Bot.*, vol. I, n° 2, pp. 81-118, La Plata, República Argentina, 1948.
- WHYTE, R. O., *Crop production and environment*. Faber and Faber Limited, London, 1946.
- WILLIAMSON, J., *El trigo Lin Calel M. A.* — *Granos*, Año III, n° 2, p. 3, Buenos Aires, República Argentina, 1939.
- *Estadísticas Climatológicas*. — *Valores promedios y absolutos registrados en el período 1928-1937*. Serie B. Publicación n° 1. Ministerio de Agricultura, Direc. de Meteorología, Geofísica e Hidrología. Buenos Aires, República Argentina.