

EXIGENCIAS DE VERNALIZACION Y FOTOPERIODICIDAD

EN VARIEDADES ARGENTINAS DE TRIGO *

POR ORLANDO RENE RIVOIR ¹

El presente trabajo se realizó durante el año 1960, en Santa Rosa, provincia de La Pampa, efectuando las siembras en el Vivero Provincial de dicha ciudad.

Nuestra región triguera está caracterizada por un período de siembras ininterrumpido, que comienza según la subregión, aproximadamente en la primer quincena de abril y termina a fines de julio.

Dentro de cada subregión las variedades recomendadas para su cultivo, presentan una época de siembra más o menos amplia y variable. También es muy diferente la fecha de floración de las distintas variedades para una misma fecha de siembra, todo lo cual está determinado por las exigencias térmicas y fotoperiódicas de cada una. Conocer tales exigencias térmicas y fotoperiódicas de las variedades argentinas de trigo, redundará en beneficio de los trabajos fitotécnicos, haciendo posible así cruzar formas de comportamientos diversos (en su termo y fotoestado) para obtener con más facilidad nuevas variedades de ciclo biológico adaptado a las condiciones ecológicas de cada región.

Hasta este momento la obtención de variedades de un ciclo biológico determinado se hace seleccionando padres en cierta

* Agradezco al ingeniero agrónomo Enrique M. Sívori su asesoramiento en la realización de este trabajo.

¹ Ingeniero agrónomo. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Plata.

medida al azar, descartándose formas valiosas por otros caracteres como resistencia a las enfermedades y rendimientos, con las cuales podrían obtenerse resultados similares y en mucho menor tiempo.

Desde el punto de vista teórico del desarrollo de trigo, diversos resultados sugieren que en algunos casos sólo el período de vernalización induce el cambio de primordio vegetativo a reproductivo (Claver y Sívori, 1950), sin necesidad de los días largos adecuados, que se suele considerar necesario para el entallecimiento y crecimiento de dichos primordios. Por otra parte los resultados de otros estudios indican lo contrario, o sea que además del período de frío, requieren un período determinado de días largos para dicho cambio (de primordio vegetativo a reproductivo) (Rumi y Rivoir, 1959). Posteriormente, como un proceso independiente, otro período de días largos para el entallecimiento y el crecimiento del primordio floral a espiga.

Resultados que hemos obtenido recientemente, aun en período de estudio, nos permiten adelantar que relacionados con el desarrollo, existen tres procesos morfológicos de relativa independencia, que manifiestan condiciones ecofisiológicas distintas para su cumplimiento y que serían las siguientes: 1º) el ya conocido cambio del primordio vegetativo a reproductivo "lomo doble"¹; 2º) encañamiento, o sea alargamiento de los entrenudos (sin necesidad de la presencia de primordios florales); 3º) formación y maduración de la espiga. Estos tres estados se han obtenido independientemente por medio de tratamientos de temperatura y longitud del día adecuados².

Conociendo los cambios morfológicos de desarrollo de los cereales y los requerimientos generales de temperatura y longitud del día que los determinan, si se siembra una variedad en una región de condiciones ecológicas conocidas, de acuerdo con las fechas de dichos cambios, podemos deducir las necesidades termofásicas y fotoperiódicas de esa variedad.

Todas estas circunstancias mencionadas, tanto de orden teórico como de aplicación práctica, indican la conveniencia de aclarar la

¹ Se ha traducido la expresión "double ridge", utilizada por los autores, como "lomo doble".

² Trabajo en ejecución. Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

modalidad fundamental del proceso de desarrollo (vernalización y fotoperiodicidad) de las distintas variedades de trigo cultivadas en el país.

METODO DE TRABAJO

El ensayo comprendía las siguientes variedades de trigo:

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1. Klein Lucero | 13. Buck Atlántico |
| 2. Klein 32 | 14. Bahiense F.C.S. |
| 3. Klein Petiso | 15. Eureka F.C.S. |
| 4. Klein 157 | 16. General Roca M.A.G. |
| 5. Klein Rendidor | 17. Guatraché Hucal M.A.G. |
| 6. Klein Orgullo | 18. Pergamino Gaboto |
| 7. Klein Crédito | 19. Sureño M.A. |
| 8. Klein Aniversario | 20. Vilela Sol |
| 9. Buck Quequén | 21. Benvenuto Inca |
| 10. Buck Necochea | 22. 38 M.A. |
| 11. Buck Pampero | 23. Lin Calel M.A. |
| 12. Buck Maipú | 24. Kanred |

La mayoría de ellas se siembran en la actualidad en la región tri-guera V Sur, dentro de la cual está situada la provincia de La Pampa.

El ensayo se realizó en un campo situado en las proximidades del observatorio del Servicio Meteorológico Nacional, Santa Rosa (latitud $36^{\circ}34'S$, longitud $64^{\circ}16'W$ de G.), en donde se registraron las temperaturas cuyos promedios se detallan en la planilla I. Las longitudes del día correspondientes al período germinación-antes de la publicación del ensayo, se calcularon en base a los gráficos de la publicación "Salida y puesta del sol y duración del crepúsculo civil en cualquier punto de la República Argentina", de la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, M.A., 1944; están representadas en el gráfico I.

Las variedades 38 M.A., Lin Calel M.A. y Kanred, se incluyeron por estar estudiados sus requerimientos con respecto a la vernalización y fotoperiodicidad, por lo cual pueden servir como términos de comparación (Risso Patrón, 1948; Claver y Sívori, 1950).

El trigo 38 M.A. es de comportamiento intermedio, el Kanred es un típico invernal y el Lin Calel M.A. es un trigo primaveral, muy exigente en días largos (plástico).

PLANILLA I

Temperaturas registradas en Santa Rosa, La Pampa, durante el año 1960

		Temperaturas mínimas medias	Temperaturas máximas medias	Temperaturas medias
<i>Junio</i>	del 1° al 10.....	7,0	19,0	
	del 11 al 20.....	5,1	13,4	8,0
	del 21 al 30.....	-0,4	7,8	
<i>Julio</i>	del 1° al 10.....	-0,2	10,4	
	del 11 al 20.....	-0,2	14,1	6,4
	del 21 al 31.....	1,4	15,8	
<i>Agosto</i>	del 1° al 10.....	-0,6	18,1	
	del 11 al 20.....	1,4	17,7	9,3
	del 21 al 31.....	3,9	18,6	
<i>Septiembre</i>	del 1° al 10.....	2,2	20,9	
	del 11 al 20.....	4,6	19,1	12,1
	del 21 al 30.....	6,4	19,5	
<i>Octubre</i>	del 1° al 10.....	8,2	22,8	
	del 11 al 20.....	7,9	23,2	15,2
	del 21 al 31.....	8,1	20,2	
<i>Noviembre</i>	del 1° al 10.....	11,8	28,8	
	del 11 al 20.....	7,9	25,7	21,2
	del 21 al 30.....	13,0	31,8	
<i>Diciembre</i>	del 1° al 10.....	14,6	32,1	
	del 11 al 20.....	12,6	28,6	23,3
	del 21 al 31.....	14,3	33,0	

Las pocas semillas conseguidas de la variedad Kanred (de colección) carecían de poder germinativo; por lo tanto, fue eliminada del ensayo.

Se efectuaron tres siembras (una temprana y dos tardías) en línea, en parcelas de $4 \times 0,60$ m, el 2 de junio, 22 de agosto y 6 de septiembre de 1950, respectivamente. En las tres siembras se efectuó un riego abundante al día siguiente de las mismas, pudiendo, por consiguiente, considerarse iniciada la germinación dos días después.

Las siembras tardías permiten separar las variedades netamente invernales de las primaverales y semiprimaverales, porque las primeras no alcanzan a florecer. Las características correspondientes a los requerimientos fotoperiódicos de los trigos primaverales y semiprimaverales, pueden deducirse comparando los ciclos bioló-

LONGITUD DEL DIA CORRESPONDIENTE AL PERIODO GERMINACION-ANTESIS DEL ENSAYO. SANTA ROSA, LA PAMPA

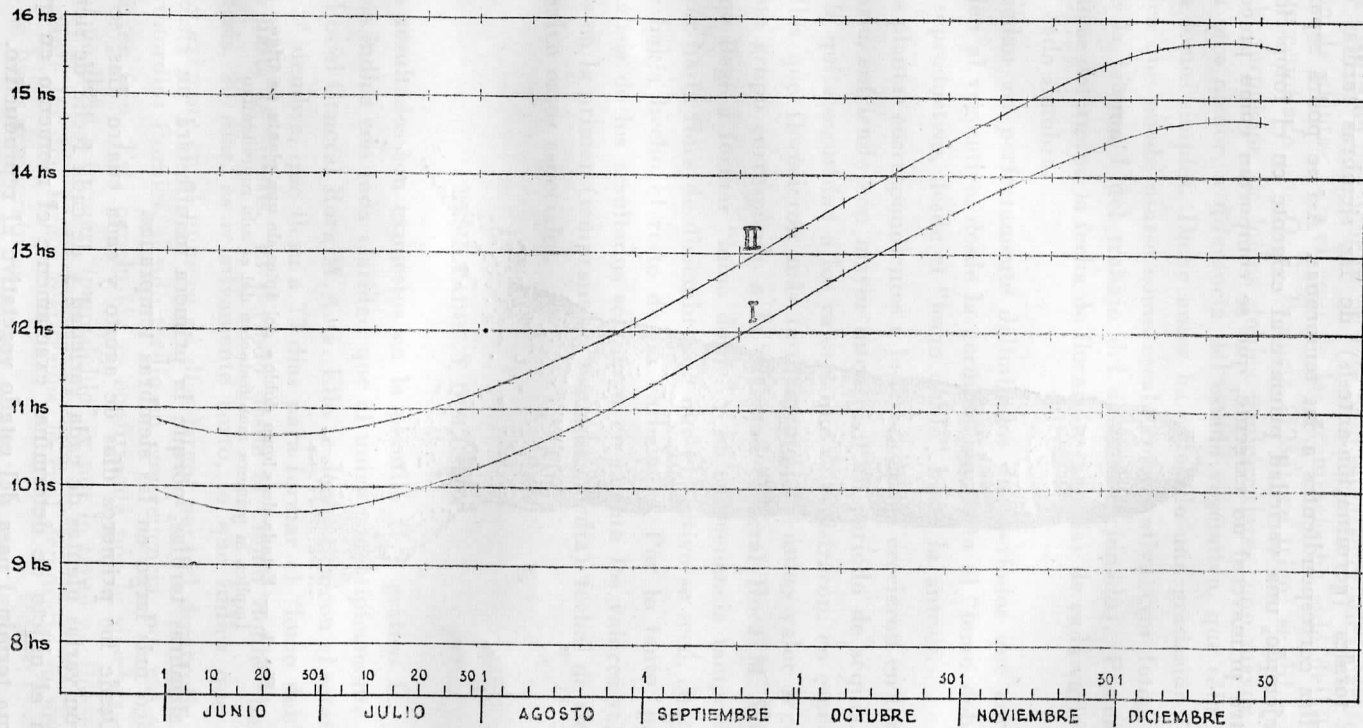


Gráfico 1. — I, Longitud del día entre salida y puesta de sol (limbo superior); II, Longitud del día incluidos los crepúsculos matutino y vespertino

gicos totales (germinación-antes) de las siembras tardías con aquellas correspondientes a las tempranas. Así se podrá separar, por ejemplo, una variedad primaveral exigente en el fotoperíodo, de otra primaveral no exigente, que se comportan como precoces

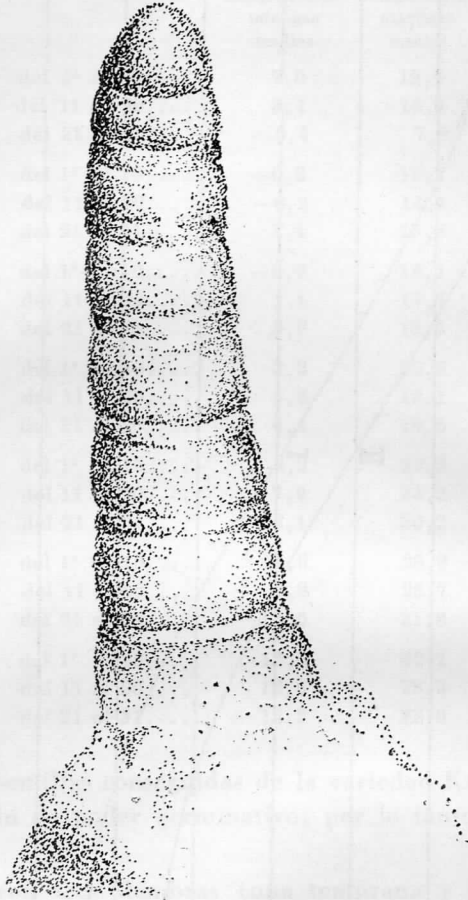


Fig. 1. — Estado de «lomo doble» del ápice de una planta de trigo.
Implica la primera manifestación del estado reproductivo

en siembras tardías, porque la primera manifestará un ciclo biológico más largo en las siembras tempranas.

Desde los primeros días de agosto y cada cuatro días, se diseccionaron varias plantas de cada variedad y de cada fecha de siembra, con el objeto de determinar exactamente el momento en que la yema terminal pasa del estado vegetativo al reproductivo.

La expresión morfológica de este paso es característica para cada grupo de plantas. En el caso de las gramíneas ha sido detalladamente estudiado por O. T. Bonnett (1936) en trigo; se diferencia por la formación de lomos dobles semicirculares, uno mayor que lleva otro menor, a diferencia del estado vegetativo, que sólo presenta lomos simples. Dicho autor ha obtenido una gradación fotográfica que puede usarse como escala comparativa (ver fotografía E de la lámina I del trabajo del autor mencionado). Posteriormente se determinó la fecha de floración (antesis) de cada variedad y de cada siembra.

Quedan así perfectamente delimitados dos períodos que corresponden al vegetativo, desde la germinación hasta el "lomo doble", y al reproductivo, desde el "lomo doble" hasta la antesis.

Las plantas correspondientes a la tercer época crecieron en forma precaria, sufriendo con mayor intensidad un período de sequía, lo cual le quita seguridad a los valores que se registraron, en especial aquellas que florecieron más tardíamente. El único valor seguro de este grupo corresponde a la variedad General Roca M.A.G., que no llegó a formar "lomo doble" y en consecuencia tampoco a florecer hasta fines de diciembre, en que el cultivo se secó, cuando ya lo había hecho el resto de las variedades. Por lo tanto, para el análisis de los resultados se toman en cuenta los valores registrados en la primer (temprana) y segunda (tardía) fechas de siembra, salvo casos especiales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados son expuestos en la planilla II y gráfico II. Su análisis indica con toda claridad que el único trigo típicamente invernal es el General Roca M.A.G. Ello se demuestra con el retardo en la 2ª siembra, que llega a 73 días para formar el "lomo doble" y 102 hasta la antesis. El período desde el "lomo doble" hasta la antesis, 20 días, es relativamente corto, lo que indica que no es muy exigente en el número de días largos para el desarrollo de los primordios florales, siendo tardío en consecuencia, por sus exigencias en frío. Esta conclusión es confirmada por la siembra, en la cual no llegó a formar "lomo doble", y por lo tanto no floreció, no obstante los días largos registrados, lo cual demuestra su necesidad de bajas temperaturas.

PLANILLA II

Períodos de desarrollo morfológico correspondientes a 23 variedades de trigo sembradas en Santa Rosa, La Pampa

Variedad	Siembra fecha	Periodo vegetativo	Periodo reproductivo	Ciclo total
1. Klein Lucero.....	1°	102	49	151
	2°	54	32	86
	3°	56	34	90
2. Klein 32.....	1°	85	51	136
	2°	51	29	80
	3°	58	29	87
3. Klein Petiso.....	1°	85	48	133
	2°	44	36	80
	3°	52	35	87
4. Klein 157.....	1°	95	60	155
	2°	51	36	87
	3°	42	34	76
5. Klein Rendidor.....	1°	83	50	133
	2°	59	30	89
	3°	59	26	85
6. Klein Orgullo.....	1°	96	49	145
	2°	54	32	86
	3°	49	30	79
7. Klein Crédito.....	1°	98	52	150
	2°	45	39	84
	3°	42	34	76
8. Klein Aniversario.....	1°	98	53	151
	2°	45	39	84
	3°	41	34	75
9. Buck Quequén.....	1°	96	59	155
	2°	55	36	91
	3°	59	41	100
10. Buck Necochea.....	1°	96	58	154
	2°	53	33	86
	3°	44	46	90
11. Buck Pampero.....	1°	95	54	149
	2°	53	29	82
	3°	46	42	88

REFERENCIAS : Siembra fecha : 1° : 2/VI/60 ; 2° : 22/VIII/60 ; 3° : 6/IX/60.

Periodo vegetativo : días transcurridos desde la siembra hasta la formación del « lomo doble ».

Periodo reproductivo : días desde el « lomo doble » hasta la antesis.

Ciclo total : días desde la siembra hasta la antesis.

PLANILLA II (conclusión)

Variedad	Siembra	Período	Período	Ciclo total
	fecha	vegetativo	reproductivo	
12. Buck Maipú.....	1º	96	59	155
	2º	51	34	85
	3º	41	50	91
13. Buck Atlántico.....	1º	87	56	143
	2º	45	39	84
	3º	46	31	77
14. Bahiense F. C. S.....	1º	102	49	151
	2º	45	37	82
	3º	41	35	76
15. Eureka F. C. S.....	1º	96	50	146
	2º	53	31	84
	3º	44	33	77
16. General Roca M. A. G.....	1º	96	55	151
	2º	73	29	102
	3º	—	—	—
17. Guatraché Hucal M. A. G.....	1º	96	58	154
	2º	61	43	104
	3º	60	35	95
18. Pergamino Gaboto M. A. G.....	1º	83	53	136
	2º	47	34	81
	3º	46	29	75
19. Sureño M. A.....	1º	94	49	143
	2º	53	28	81
	3º	42	32	74
20. Vilela Sol.....	1º	96	50	146
	2º	53	30	83
	3º	45	42	87
21. Benvenuto Inca.....	1º	91	45	136
	2º	45	36	81
	3º	46	27	73
22. 38 M. A.....	1º	102	56	158
	2º	56	34	90
	3º	46	44	90
23. Lin Calel M. A.....	1º	109	53	162
	2º	73	25	98
	3º	70	19	89

Si comparamos el comportamiento del General Roca M.A.G. con el del Kanred (típico invernal), cultivado en una región muy cercana (General Pico, La Pampa) años anteriores (Sívori E. M. 1957), vemos que se comporta en forma similar, excepto que demuestra ser un poco más precoz. Esta precocidad puede deberse a

PERIODOS DE DESARROLLO MORFOLOGICO CORRESPONDIENTE A 23 VARIETADES DE TRIGO
SEMBRADAS EN SANTA ROSA, LA PAMPA

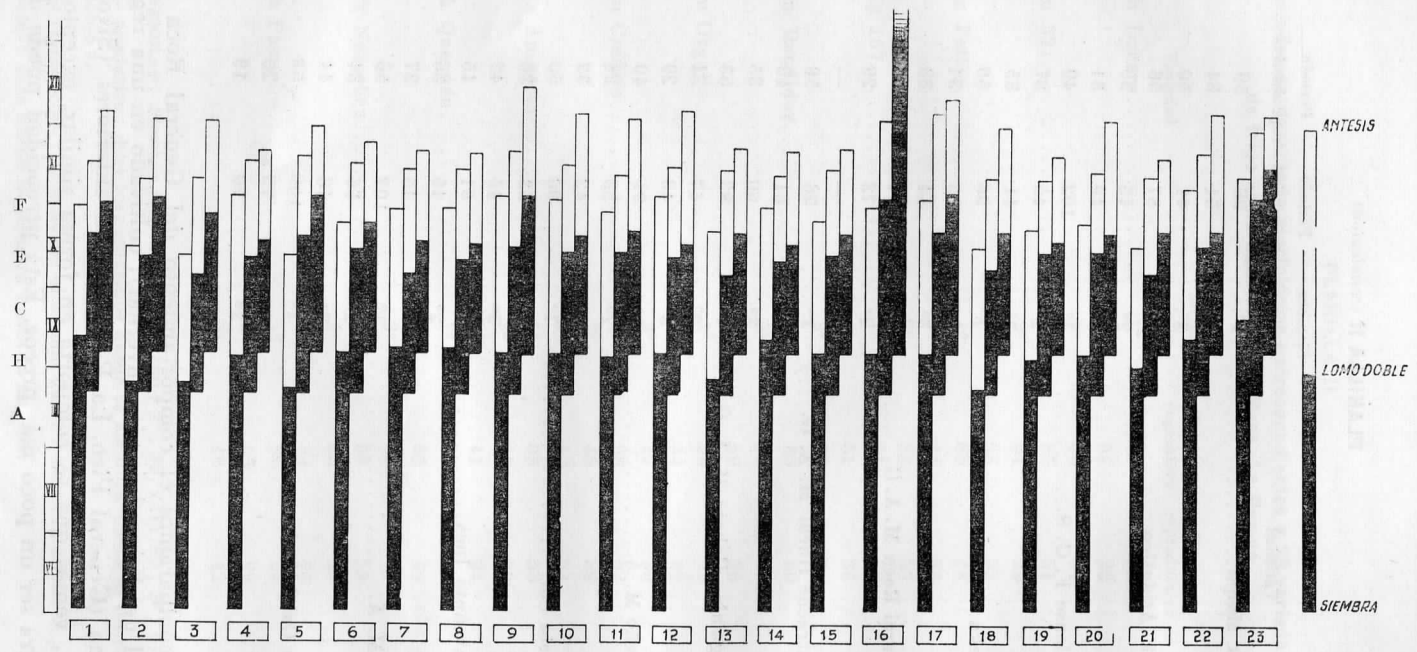


Gráfico 2. — Estado de « lomo doble » del ápice de una planta de trigo. Implica la primera manifestación del estado reproductivo

requerimientos fotoperiódicos menores. Las exigencias en frío parecen ser prácticamente iguales, desde que el General Roca M.A.G. no florece con la siembra del 6 de septiembre y el Kanred deja de florecer con siembras posteriores al 1º del mismo mes. Respecto a los trigos restantes, por haber florecido en las dos siembras tardías (22 de agosto y 6 de septiembre), deben considerarse como primaverales o semiprimaverales. En las siembras tempranas presentan un rango sin interrupción en lo que se refiere, tanto a los períodos transcurridos hasta el “lomo doble” como también hasta la antesis. Esa gama varía desde 155 días (Buck Maipú, Buck Quequén y Klein 157) período que se acerca al Lin Calel M.A., testigo muy exigente en el fotoperíodo con 162 días, hasta 133 días correspondiente al Klein Petiso y Klein Rendidor. Como las necesidades de frío han sido satisfechas en los primeros períodos de crecimiento, tal variación se atribuye a la distinta exigencia fotoperiódica, de la cual no se puede discriminar si corresponde a la longitud del fotoperíodo o al número de fotoperíodos largos.

RESUMEN. — Basados en la comparación de siembras tardías y tempranas, se ha determinado el comportamiento de algunas variedades de trigo, en su mayoría cultivadas en la región V Sur, con respecto a su carácter de invernal y primaverales o semiprimaverales y sus requerimientos de longitud del día (fotoperíodo).

Las conclusiones se han deducido considerando los períodos transcurridos desde la germinación hasta el “lomo doble” (double ridge) y desde el “lomo doble” hasta la antesis, teniendo en cuenta que en siembras tardías un trigo típicamente invernal no forma “lomo doble”, y uno primaverales no exigente en fotoperíodo forma “lomo doble” y se comporta como muy precoz. En siembras tempranas uno primaverales exigente en fotoperíodo forma “lomo doble” y se comporta como tardío.

Como control se utilizaron las tres siguientes variedades ya estudiadas: Kanred (típico invernal)¹, Lin Calel M. A. (primaverales exigente en fotoperíodo) y 38 M.A. (semiprimaverales).

Los resultados obtenidos demuestran que sólo una de las variedades estudiadas y perteneciente a esta región se comporta como un típico invernal: es el General Roca M.A.G.

Todos los demás se han comportado como primaverales o semiprimaverales.

Dentro de los primaverales y semiprimaverales se presenta una gama en lo que respecta a su período vegetativo en siembras tempranas, lo que se atribuye a distintas exigencias fotoperiódicas.

Esa gama varía desde 155 días (Buck Maipú, Buck Quequén y Klein 157), período que se acerca al Lin Calel M.A., testigo muy exigente en el fotoperíodo con 162 días, hasta 133 correspondiente al Klein Petiso y Klein Rendidor.

¹ El Kanred fue eliminado del ensayo por carecer de poder germinativo.

SUMMARY. — **Vernalization and photoperiodic requirement in Argentine wheat varieties**, by ORLANDO RENÉ RIVOIR.— Based on the comparison of late and early sowing, it has been determined the behavior of some varieties of wheat, which, most of them, are being cultivated in the V southern region (Argentine), with respect to their winter, spring or semi-spring character and to their day-length requirements (photoperiod).

The conclusions have been drawn by considering the periods elapsed from germination to the "double ridge" and from the "double ridge" to the anthesis, keeping in mind that in case of late sowings, a typical winter wheat does not form "double ridge" and that a spring one, not exacting in photoperiod, does form "double ridge", its behavior being very precocious. In early sowings, a spring wheat exacting in photoperiod forms "double ridge" and is rather late in its behavior.

As a control the three following varieties before studied have been used: Kanred (winter type), Lin Calel M.A. (spring type exacting in photoperiod) and 38 M.A. (semi-spring type).

The results obtained show that only one of the varieties studied and pertaining to that region behaves as a winter type, it is the General Roca M.A.G. All the remainders behaved as spring or half spring ones.

Among the spring and half spring ones a series is presented with respect to the vegetative period for early sowings, which is attributed to different photoperiodic exactings.

That series varies from 155 days (Buck Maipú, Buck Quequén and Klein 157), period approaching the Lin Calel M.A., control too much exacting in photoperiod with 162 days, to 133 days, which correspond both to Klein Petiso and Klein Rendidor.

BIBLIOGRAFIA

- BECKMAN, I., *Sobre la variación do ciclo vegetativo em trigo*. — Archivo Fitotécnico del Uruguay, vol. I, entrega 3, pp. 283-307. Montevideo, Uruguay, 1936.
- BELMONTE, J. y G. J. FISCHER, *La capacidad del trigo Lin Calel para mejorar las harinas uruguayas*. — Archivo Fitotécnico del Uruguay, 1935-36.
- BOERGER, A., *El problema de las siembras tardías*. — Publ. Min. de Gan. y Agr., n° 15, Montevideo, Uruguay, 1936.
- *Adaptación de variedades uruguayas de "Triticum vulgare" (Vill) a las exigencias ecológicas de un período de siembra dilatada*. — Archivo Fitotécnico del Uruguay, 3 (1): 55-63, La Estanzuela, Uruguay, 1938.
- BONNETT, O. T., *The development of the wheat spike*. — Jour. Agr. Res., 53, pp. 445-451, 1936.
- BURGOS, J. J., *El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales*. — Meteoros, 2 (3/4): 215-242, Buenos Aires, 1952.
- CANEL, M., *Las modernas teorías del desarrollo en los vegetales y su aplicación en la fitotecnia*. — Archivo Fitotécnico del Uruguay, 2: 167-181.

- CLAYER, F. K. y E. M. SÍVORI, *Estudio de la reacción al fotoperiodo y temperaturas de tres variedades de trigo*. — Rev. Fac. Agr. (tercera época), 27 (2): 129-140. La Plata, 1950.
- COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAUX, *Vernalization and development of plants* (Joint Publications), 1935.
- CHINOV, J. J. and K. K. NANDA, *Effect of vernalization and photoperiodic treatments en growth and development of crop plants. IV Uptake of nitrogen, phosphorus, and potassium by wheat plant under varying photoinductive and post-photoinductive treatments*. — Phis. Plant. 5: 11-32. 1952.
- DE FINA, A. L., *La posibilidad de reducir la inseguridad de las cosechas*. — Archivo Fitotécnico del Uruguay, 3 (1): 1-8, La Estanzuela, Uruguay, 1938.
- *Sumas de temperaturas y duraciones del día que determinan la floración del lino (Linum usitatissimum L.)*. — Physis 18: 291-315. Buenos Aires, 1939.
- *Las exigencias meteorológicas de los vegetales*. — Rev. Fac. Agr. (tercera época), 21: 187-193, La Plata, 1938.
- DELLAZOPA, J., *Cartilla de Agricultura*. — Fac. Agr. Enseñanza Extensiva. Uruguay, 1937.
- GREGORY, F. G., *The control of flowering in plants*. — Symposia Sec. Expl. Biol., nº 2, pp. 75-103, Cambridge, 1948.
- 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, 1953.
- MCKINNEY, 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, 1935.
- MURNEEK, A. E. and R. O. WHYTE, *Vernalization and photoperiodism*. — Chron. Bot. Co. U.S.A., 1948.
- PASCALE, A. J., *Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos argentinos*. — Meteoros, 3: 97-112, 1953.
- PASCALE, A. J. y F. A. DAMARCO, *Características bioclimáticas de las avenas, cebadas y centenos cultivados en la República Argentina*. — Rev. Fac. Agr. (tercera época), 36 (1): 9-31. La Plata, 1960.
- 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 wheat from world sources*. — Plant Breeding Abstracts, vol. XIX, nº 2 (Abstracts nº 910), 1949.
- RISSO PATRÓN, R., *Influencia de la temperatura y de la duración del día en el desarrollo morfológico de algunos trigos*. — Rev. Fac. Agr., 26 (2): 141-181. La Plata, 1948.
- RUDORF, W., *Condiciones ecológicas del cultivo del trigo en la Argentina*. — Rev. Fac. Agr. (3ª época), 23: 119-166. La Plata, 1939.
- RUMI, C. P. y O. R. RIVOIR, *Variaciones bioquímicas relacionadas con el desarrollo en trigo*. — Rev. Fac. Agr. (3ª época), 36 (1): 65-78. La Plata, 1959.

SÍVORI, E. M., *Epoca de siembra y período vegetativo*. — Trabajo presentado en el Congreso Sudamericano de Investigaciones Agronómicas, La Estanzuela, Uruguay, 1949.

— *Fisiología del desarrollo en los vegetales*. — Bol. Soc. Arg. de Bot., 1 (2) : 81-118. La Plata, Rep. Arg., 1948.

— *Epoca de siembra y período vegetativo del trigo. Interpretación según la teoría del desarrollo*. — Rev. Arg. Agr., 24: 144-156, 1957.

WHYTE, R. O., *Crops production and environment*. — Faber and Faber Limited, London, 1946.