

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y DE LA DURACION DEL DIA EN EL DESARROLLO MORFOLOGICO DE ALGUNOS TRIGOS ¹

POR ROBERTO RISSO PATRON ²

Durante el estudio de ciertos trigos norteamericanos, en comparación con las más importantes variedades de trigo cultivadas en la Argentina, el autor observó diferentes reacciones de los dos tipos a la duración del día. El comportamiento de dichos trigos reveló cambios en algunas de las características fisiológicas que se utilizan en la clasificación y diferenciación de los trigos.

Este trabajo experimental fué planeado con el propósito de determinar en detalle la influencia que tienen las distintas temperaturas y duraciones del día sobre las diferentes fases del desarrollo y morfología externa de ciertas variedades de trigo.

Los resultados que se presentan en este trabajo incluyen el comportamiento con respecto a esos factores de tres variedades de trigo, dos que se siembran extensamente en la Argentina y una tercera que

¹ Traducción de la tesis presentada a la Escuela de Graduados de la Universidad de Wisconsin (EE. UU.), en junio de 1942, completando los requisitos para optar al título de « Master of Science ».

Investigación realizada durante la tenencia de becas de la Comisión Nacional de Cultura y de la Fundación Rockefeller.

² Ingeniero Agrónomo y « Master of Science »; de la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires y Jefe Sección Biología Vegetal del Instituto Nacional de la Nutrición. El autor deja expresa constancia de su aprecio y gratitud al doctor James G. Dickson, profesor de Patología Vegetal y Agente del Ministerio de Agricultura de los EE. UU., por su continuo aliento y por las sugerencias de él recibidas durante el curso de la investigación y en la preparación del manuscrito.

Trabajo recibido para su publicación el 16 de octubre de 1944. El texto original cuenta con mayor número de figuras y cuadros que los que aquí se publican.

si bien se cultiva en pequeño en los Estados Unidos, ha sido estudiada intensamente por McKinney y otros.

Las dos variedades argentinas que se han estudiado han sido la « 38 M. A PO4-27 »¹, *T. aestivum* L. (*T. vulgare* Vill.) var. *erythropermum* Körn., el trigo de primavera más importante de la Argentina, y la « Lin Calel M. A. » *T. aestivum* L. (*T. vulgare* Vill.) var. *ferrugineum* Alef., un trigo de invierno extensamente sembrado; la variedad norteamericana que se ha usado ha sido la « Harvest Queen » *T. aestivum* L. (*T. vulgare* Vill.) var. *lutescens* Alef., un trigo de invierno, blando².

La investigación se llevó a cabo durante el período 1941-42 en los invernáculos del Departamento de Patología Vegetal de la Universidad de Wisconsin.

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Ya en 1863 Sachs (29)³ había notado el efecto de la duración del día sobre la reproducción de las plantas. Sin embargo, no se dió ninguna explicación de este fenómeno con anterioridad al año 1920, que es cuando Garner y Allard (11) explican la relación que existe entre la duración diaria de la exposición de las plantas a la luz solar y la faz reproductiva.

Ellos fueron los primeros en usar el término fotoperiodicidad (Photoperiodism)⁴. Estos dos investigadores han estudiado la influencia de la duración del período de luz solar sobre el comportamiento de las diferentes especies de plantas y las han clasificado en plantas « de día-corto » y plantas « de día-largo », agregando un tercer grupo de las plantas no susceptibles. Desde ese entonces han aparecido numerosos trabajos sobre este particular. Si se desea una revista bibliográfica más completa y general pueden consultarse los trabajos de Maximov (18), Kellerman (16), Garner (12) y Murneek (19).

¹ Línea pura de « 38 M. A » (Barleta × Chino) aislada en la Estación Experimental de Pergamino en el año 1927.

² Véase RISSO PATRÓN, R. (26, págs. 173, 207 y 220) y CLARK, J. A. and BAYLES, B. B. (8, págs. 40 y 58).

³ Los números entre paréntesis se refieren a la bibliografía citada, pág. 180.

⁴ « The term *photoperiod* is suggested to designate the favorable length of day for each organism, and *photoperiodism* is suggested to designate the response of organism to the relative length of day and night » (*Op. cit.*, pág. 603).

En 1860 Sachs (28) fué el primero en demostrar la influencia de la temperatura del suelo en el desarrollo de las plantas.

Dickson, en 1923 (9), dice: « El trigo es una planta de temperaturas bajas y se desarrolla mejor a bajas temperaturas en todas sus fases »; el mismo autor observa diferencias entre plántulas criadas en suelos mantenidos a diferentes temperaturas constantes.

Taylor y McCall, en 1936 (31), estudiaron la marcada influencia de la temperatura sobre las plántulas de trigo y descubrieron un aumento en el largo del coleoptilo y de la corona internodal cuando se hace la siembra a temperaturas de 24°C y de 20°C comparadas con plántulas desarrolladas a 16°C y 12°C. Los mismos autores demostraron la influencia de la temperatura en el macollaje y en el número de raíces seminales.

La descripción de las estructuras y del desarrollo de las plantas de trigo, cultivadas en condiciones normales, las da en detalle Percival en su clásica monografía del año 1921 (24), y más recientemente, en 1937, Van de Sande-Bakhuyzen (32) en su estudio sobre plantas cultivadas en condiciones artificiales constantes. En otras investigaciones, como ser aquellas de Kiesselbach (17), Bonnett (6) y Risso Patrón (26), se ha descrito el desarrollo de las diferentes partes de la planta y el efecto que tienen algunos factores ambientales sobre diversas características de los tallos, espigas, espiguillas y granos.

Estudios llevados a cabo por Wanser en 1922 (33) sobre diversas variedades de trigo, han demostrado que una determinada fotoperiodicidad puede provocar el encañe, mientras que otra puede producir espigazón. Ese autor establece diferencias en los trigos de acuerdo a la proporción fotoperiódica y declara que « la fotoperiodicidad constituye la distinción que existe entre los trigos de invierno y de primavera ».

Maximov, en 1925 (18), ha demostrado que cuando la floración del trigo es anulada o retardada, su crecimiento vegetativo continúa. Arthur y otros, en 1930 (3), estudian el efecto de la temperatura, de la duración del día y de la absorción de dióxido de carbono sobre algunas variedades de trigo y llegan a la conclusión que el trigo de invierno Turkey, bajo condiciones de iluminación continua no produce espigas, pero sí forma muy densas matas de tallos, mientras que los trigos primaverales espigan.

Posteriormente, en 1936, Arthur (4) establece que el ritmo de desarrollo de las plantas se acelera con el aumento en la duración del día. Este autor cree que muchas plantas son dañadas por la luz arti-

ficial continua, recalcando que la luz solar es mejor que cualquier fuente de luz artificial. Por último, indica que las plantas usadas en esa investigación requieren un período mínimo de oscuridad (de 5 a 7 horas) dentro de cada 24 horas.

Cajlachjan, en 1933 (7), llama la atención sobre el hecho de que las plantas reaccionan a los cambios fotoperiódicos tan pronto como aparecen las primeras hojas verdes.

En 1932, Forster y otros (10), al realizar investigaciones con variedades de trigo australianas cultivadas en Inglaterra, observaron en dicho ambiente un desarrollo muy pobre y características indeseables, las cuales se deben principalmente a cambios en la duración del día. Estos autores hallan una gran diferencia en la reacción fotoperiódica entre trigos invernales y primaverales, notando que una retardación en la floración va siempre acompañada por un gran vigor vegetativo, demostrado principalmente por el número de tallos. Las condiciones de « día-corto », durante la primer parte del desenvolvimiento de los trigos de invierno, favorecen la floración.

Adams (1, 2) fué el primer autor que puso en evidencia la importancia de la temperatura en las reacciones fotoperiódicas de las plantas. En 1930, Hurd-Karrer (13) descubrió que, en trigos cultivados a temperatura baja favorable, el hábito de roseta o erecto de la planta depende de la fotoperiodicidad; las diferencias observadas en ese sentido se deben a la duración del día sin consideración alguna de la intensidad de la luz. Sin embargo, la misma autora observó que, en plantas sembradas a campo, las altas temperaturas ocasionales en invierno impiden el estado de roseta, sea cual fuere la duración del día. En un trabajo más reciente (14) realizado con diversas variedades de trigo descubrió diferencias varietales en la reacción fotoperiódica y anotó, dentro de cada variedad, modificaciones morfológicas para distintas fotoperiodicidades.

En 1931, Bayles y Martin (5) demostraron que las fases del desarrollo del trigo no son controladas por un factor ambiental específico, como ser la temperatura, sino por la combinación de la temperatura y de la fotoperiodicidad. En 1930 McKinney y Sando (20) presentaron datos acerca del efecto de la temperatura y de la duración del día sobre la precocidad de trigos invernales. Posteriormente, en 1933 (21), establecen que el ciclo vital de la planta de trigo se puede dividir en dos fases principales de desarrollo; en ellas, en lo concerniente a precocidad, la óptima de los trigos primaverales la constituye temperatura elevada y « día-largo » durante todo el ciclo, mientras que

la óptima de los trigos invernales es baja temperatura y « día-corto » durante el período inicial y relativamente alta temperatura y « día-largo » en el subsiguiente estado, concluyendo que el hábito de desarrollo estacional típico es una fase de la precocidad o tardanza. En 1935, los mismos autores (22) confirman este tipo de reacción; para mayor precocidad en trigo de invierno sugieren las siguientes condiciones: de « día-corto » a « día-largo » y de « baja temperatura » a « alta temperatura ». Ellos demuestran que el número reducido de internodios y de hojas en los tallos está asociado con precocidad. Purvis (25) obtuvo resultados semejantes.

En 1938, Roberts y Struckmeyer (27) observaron que « las especies y variedades dan distintas reacciones fotoperiódicas a diferentes temperaturas. La fotoperiodicidad puede ser un requerimiento dominante para inducir la floración, pero para algunas plantas no parece ser un factor esencial ».

En 1937, Weatherwax (34) observó, al estudiar las condiciones de la reproducción, que las Gramíneas no tienen un comportamiento uniforme en cuanto a reacción fotoperiódica; según él, muchas especies responden a condiciones de « día-corto », unas pocas a condiciones de « día-largo » y otras no demuestran reacción fotoperiódica alguna. Wort en 1939 (35) notó que en los trigos primaverales, al aumentar la fotoperiodicidad desde la normal hasta iluminación continua, el período vegetativo se reduce y que variando las temperaturas del suelo de 22°C a 34°C se induce una floración más precoz. En un trabajo más reciente (36), al estudiar la influencia de la temperatura del suelo en el desarrollo del trigo primaveral « Marquis », observa que la espigazón es acelerada cuando las temperaturas aumentan de 22°C a 34°C y es retardada a temperaturas mayores. Ciertas diferencias morfológicas, como ser la altura de la planta y el número de tallos, disminuyen al aumentar la temperatura del suelo en la forma indicada; la longitud de las hojas fué mayor a 22°C.

MÉTODOS Y MATERIALES

El experimento se realizó en los « Tanques de Temperatura de Suelo Wisconsin », en tres diferentes invernáculos con atmósfera regulada a baja (16°C), media (20°C) y alta (24°C) temperatura. Las temperaturas del suelo fueron mantenidas a 8°C y 12°C en el invernáculo de baja temperatura, a 12°C y 20°C en el invernáculo de

temperatura media y a 16°C y 24°C en el invernáculo de alta temperatura.

La descripción y manipulación de esos tanques ha sido explicada por Dickson (9) y por Jones, Dickson y Johnson (15). Se han obtenido condiciones de « día-corto » usando cámaras oscuras ventiladas, hechas de papel alquitranado clavado a marcos de madera liviana; el armazón va emplazado sobre los tanques, dándoles una exposición diaria de 8 horas.

Los días largos, de iluminación continua, fueron mantenidos por lámparas Mazda de 150 watts.

Se sembraron tres repeticiones de las tres variedades mencionadas en cada una de las combinaciones resultantes, cultivándose en cada cilindro de chapa metálica — de 14 cm de diámetro por 24 cm de profundidad — 5 plantas.

La humedad del suelo en los recipientes fué mantenida tan cerca de la óptima como mejor lo permitió la observación continua, teniendo cuidado de regar las plantas con agua a la misma temperatura que la del suelo.

Las determinaciones de las características estudiadas se realizaron sobre cada una de las plantas en forma individual; en los cuadros y gráficos se dan los valores promedios así obtenidos.

Las características observadas son las que a continuación se definen:

Germinación : total de las plantas germinadas.

Altura de las plántulas : distancia desde la superficie del suelo al ápice de las hojas.

Tiempo de germinación a espigazón : número de días entre la germinación y la total aparición de la espiga fuera de la vaina.

Altura de las plantas : distancia desde la superficie del suelo hasta la base de la espiga.

Longitud y anchura de las hojas : en plantas individuales de cada repetición, la longitud de la lámina se toma en cada una de las hojas en el momento de su máximo desarrollo.

Longitud de los internodios, anchura de los nudos e internodios : la longitud de cada internodio fué medida desde la parte inferior del tallo. La suma de los internodios da la altura de las plantas, como se ve en los cuadros IV, V, VI, X, XI y XII. El diámetro de los internodios y nudos ha sido determinado en la misma forma.

Forma de las espigas : la distribución particular de las espiguillas sobre el raquis determina la forma de la espiga. Han sido tenidos en cuenta cuatro tipos diferentes : 1, elíptica, cuando la densidad de la

espiga es mayor en la parte media; 2, clavada, cuando la espiga es más densa en la parte superior; 3, paralelepípeda, cuando la espiga es de densidad uniforme; y 4, piramidal, cuando la densidad de la espiga es menor en el ápice.

Densidad de la espiga: Schröder (30) ha demostrado que a la espiguilla basal también le corresponde un internodio del raquis de la espiga, por lo cual la siguiente fórmula ha sido empleada:

$$\frac{\text{Número de espiguillas} - 1 \times 100}{\text{Longitud de raquis en mm}} = D.$$

Espiguillas abortadas: incluye las espiguillas en la base y en el ápice incompletamente desarrolladas y aquellas en la parte media completamente desarrolladas, pero que no han producido granos.

Anormalidades: cualquier espiguilla o parte de la espiga que ha tenido desarrollo anormal.

Forma de la gluma: tres tipos han sido tenidos en cuenta: 1, elíptica, cuando la relación entre longitud y anchura es 2 ó menos; 2, extendida, cuando la relación es mayor de 2; y 3, en saco, cuando la relación es mayor de 2 y la gluma asume esa forma particular.

Dimensiones de la gluma: la longitud se refiere a la distancia desde la base al hombro; la anchura, a la máxima de la gluma.

Relación: la que existe entre la longitud y la anchura de la gluma.

Diente o pico de la gluma: la prolongación de la quilla de la gluma puede asumir, en relación al hombro de la misma, tres posiciones: 1, recta; 2, levemente inclinada; y 3, completamente inclinada.

Hombro de la gluma: 1, faltante; 2, oblicuo; 3, redondeado; 4, horizontal; 5, elevado; y 6, apiculado; en cuanto a la anchura: 1, angosto; 2, mediano; y 3, ancho.

PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos sobre la influencia de la longitud del día y de la temperatura sobre las características morfológicas y fisiológicas de las variedades de trigo estudiadas, son presentadas en cuadros y gráficos.

Los datos acerca de la variedad 38 M. A. son dados en los cuadros I, IV, VII y X; aquellos de la variedad Lin Calel M. A. en los cuadros II, V, VIII y XI; y los de la variedad Harvest Queen en los cuadros III, VI, IX y XII, estando todos ellos dispuestos en orden paralelo para las tres variedades.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica revela que la mayoría de los investigadores han encontrado diferencias en el comportamiento de los trigos invernales comparado con el de los trigos primaverales.

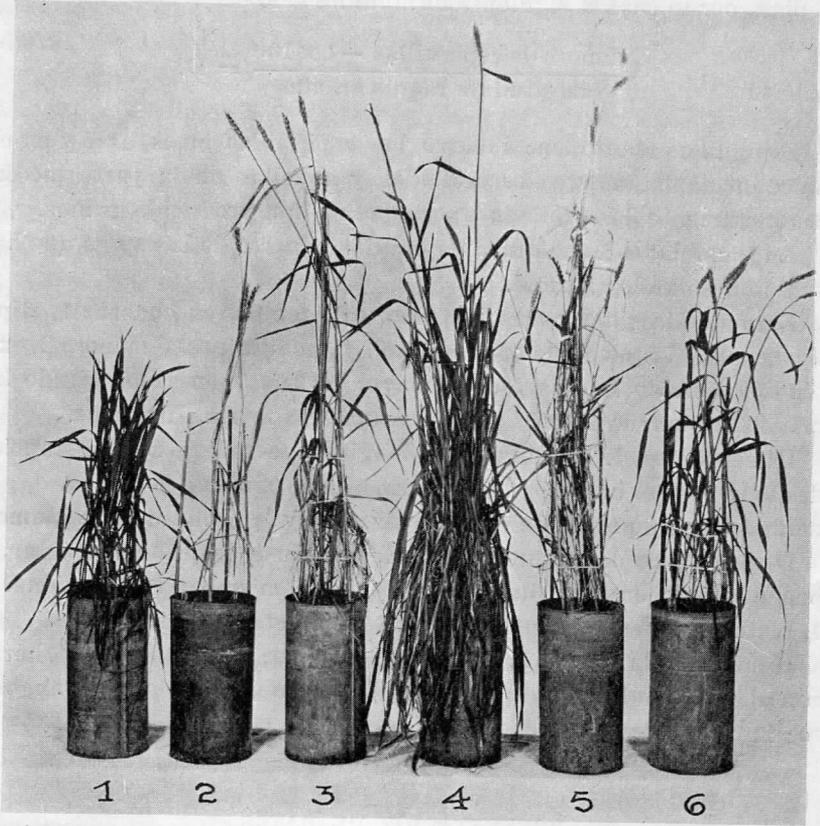


Fig. 1. — Influencia de la temperatura del suelo y de la duración del día sobre el desarrollo de un trigo de primavera (38 M. A.) y de dos trigos de invierno (Lin Calel M. A. y Harvest Queen) cultivados a 16°C de temperatura en la atmósfera. 1, Lin Calel M. A., suelo a 12°C día-corto; 2, Lin Calel M. A., suelo a 8°C iluminación continua; 3, Harvest Queen, suelo a 8°C iluminación continua; 4, Harvest Queen, suelo a 12°C iluminación continua; 5, 38 M. A., suelo a 12°C iluminación continua; 6, 38 M. A., suelo a 8°C, iluminación continua. Fotografía tomada 131 días después de sembradas.

En los experimentos presentados en este trabajo, se estudian dos trigos típicos de invierno y uno de primavera bajo diferentes condiciones de duración del día y de temperatura. La reacción a la combi-

nación de esos dos factores ha sido diferente para cada una de las variedades experimentadas. Sin embargo, en las tres variedades de trigo algunas características generales manifiestan su reacción en forma similar. Bajo iluminación continua las plantas requieren un

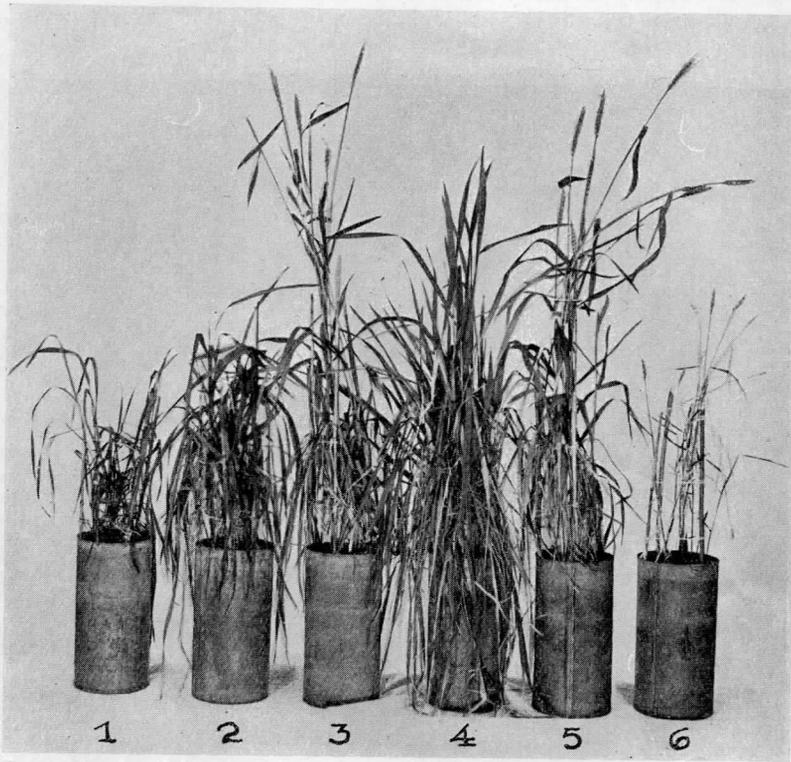


Fig. 2. — Influencia de la temperatura del suelo y de la duración del día sobre el desarrollo de un trigo de primavera (38 M. A.) y de dos trigos de invierno (Lin Calel M. A. y Harvest Queen) cultivadas a 20°C de temperatura en la atmósfera. 1, Lin Calel M. A., suelo a 12°C, día-corto; 2, Lin Calel M. A., suelo a 20°C, día-corto; 3, Harvest Queen, suelo a 12°C, iluminación continua; 4, Harvest Queen, suelo a 20°C, iluminación continua; 5, 38 M. A., suelo a 20°C, iluminación continua; 6, 38 M. A., suelo a 12°C, iluminación continua. Fotografía tomada 131 días después de sembradas.

período más reducido para llegar al estado de reproducción (gráfico 1). Dichos resultados concuerdan con los de los otros investigadores que también han trabajado con esta especie.

Considerando las variedades individualmente, la reacción de la variedad de primavera ha sido diferente de la de los trigos invernales. El trigo primaveral « 38 M. A. » espiga bajo todas las condiciones

del experimento (figs. 1, 2, 3 y 4) y produce, en general, un buen tipo de planta con pocas espiguillas estériles (cuadro VII).

El número de espiguillas abortadas en la base y en el ápice de la espiga, en plantas desarrolladas bajo condiciones de « día-corto » y

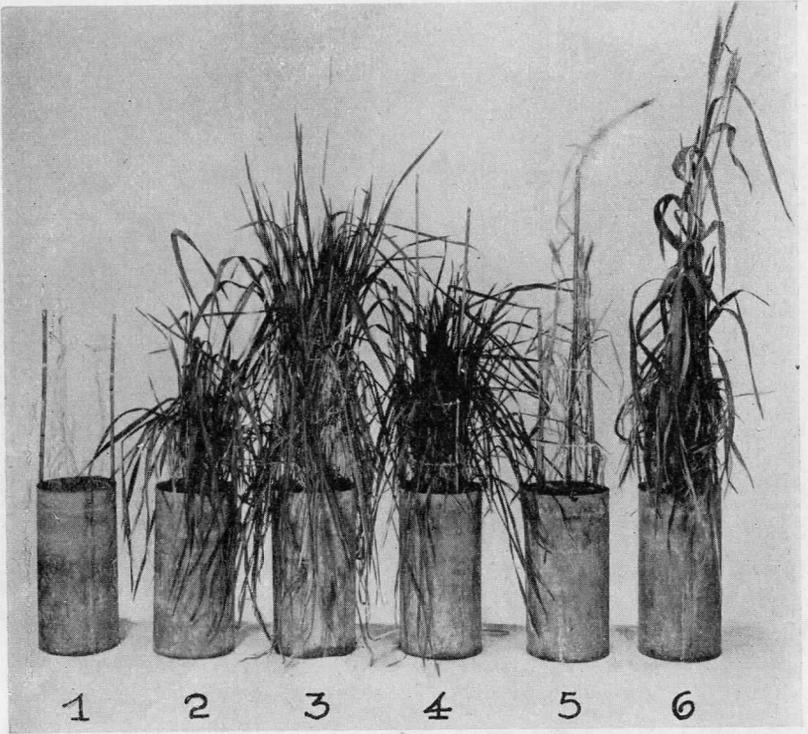


Fig. 3. — Influencia de la temperatura del suelo y de la duración del día sobre el desarrollo de un trigo de primavera (38 M. A.) y de dos trigos de invierno (Lin Calel M. A. y Harvest Queen) cultivadas a 24°C de temperatura en la atmósfera : 1, Lin Calel M. A., suelo a 24°C iluminación continua ; 2, Lin Calel M. A., suelo a 16°C día-corto ; 3, Harvest Queen, suelo a 16°C, iluminación continua ; 4, Harvest Queen, suelo a 16°C, día-corto ; 5, 38 M. A. suelo a 16°C, iluminación continua ; 6, 38 M. A., suelo a 24°C, iluminación continua. Fotografía tomada 131 días después de sembradas.

de alta temperatura, es quizás más elevado que el número normal. Los granos producidos fueron normales. A pesar de una amplia diferencia en el número de días requeridos para llegar a la espigazón — según sea el tratamiento usado — no hubo ningún tipo anormal de desarrollo ni ninguna manifestación teratológica en la espiga o parte alguna de la planta. Esta variedad demuestra tener gran amplitud de adaptación frente a los diferentes tratamientos.

El tipo o hábito vegetativo ha sido el mismo en las distintas condiciones de temperatura del suelo, tanto bajo iluminación continua como bajo «día-corto». La diferente reacción de las plántulas al «día-corto» y a la iluminación continua, a los treinta días de germinada, confirma las observaciones de Cajlachjan: las plantas se desarrollan más rápidamente bajo iluminación continua (cuadro X).

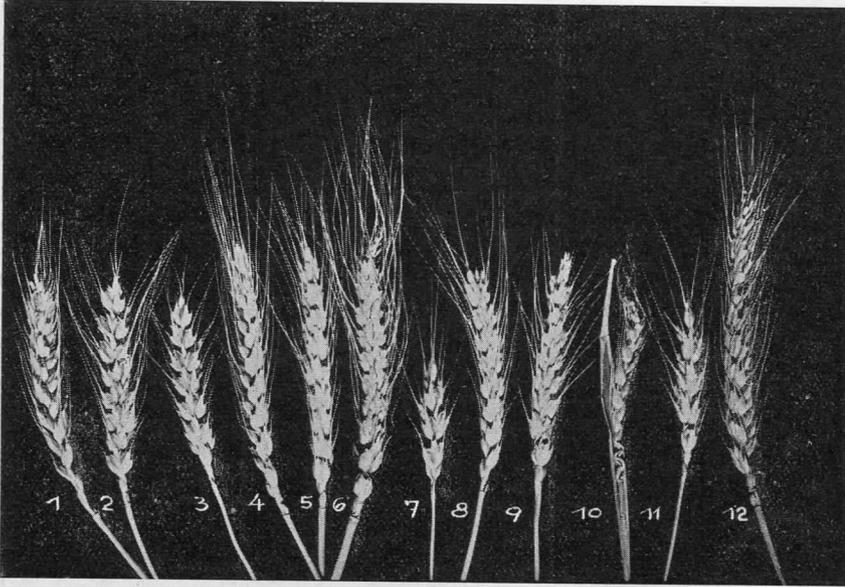


Fig. 4. — Espigas representativas de un trigo de primavera (38 M. A.) cultivado a diferentes combinaciones de temperaturas y fotoperiodicidades. En atmósfera a baja temperatura: 1, suelo a 12°C, día-corto; 2, suelo a 12°C, iluminación continua; 3, suelo a 8°C, iluminación continua; 4, suelo a 8°C, día-corto. En atmósfera a temperatura media: 5, suelo a 20°C, iluminación continua; 6, suelo a 20°C, día-corto; 7, suelo a 12°C, iluminación continua; 8, suelo a 12°C, día-corto. En atmósfera a alta temperatura: 9, suelo a 24°C, iluminación continua; 10, suelo a 20°C, día-corto; 11, suelo a 16°C, iluminación continua; 12, suelo a 16°C, día-corto.

Las variaciones en la duración del día tienen mayor influencia sobre el número de hojas e internodios que las variaciones en la temperatura. A altas temperaturas, el número de hojas e internodios ha sido mayor que en los tratamientos de media y baja temperatura (cuadros I y IV).

El número de tallos por planta aumenta con la elevación de las temperaturas; a media y alta temperatura su número es mayor bajo condiciones de «día-corto», pero el número de tallos con espigas completamente desarrolladas ha sido mayor a baja temperatura e iluminación continua (cuadro X).

El aumento en el número de tallos bajo condiciones de « día-corto » ha sido ya demostrado por otros investigadores.

En el caso del trigo « Harvest Queen », un típico trigo de invierno, la reacción ha sido completamente diferente a la descripta para el « 38 M. A. » (gráfico 1). Con iluminación continua las plantas espigan a baja, media y alta temperatura, mientras que bajo condiciones de

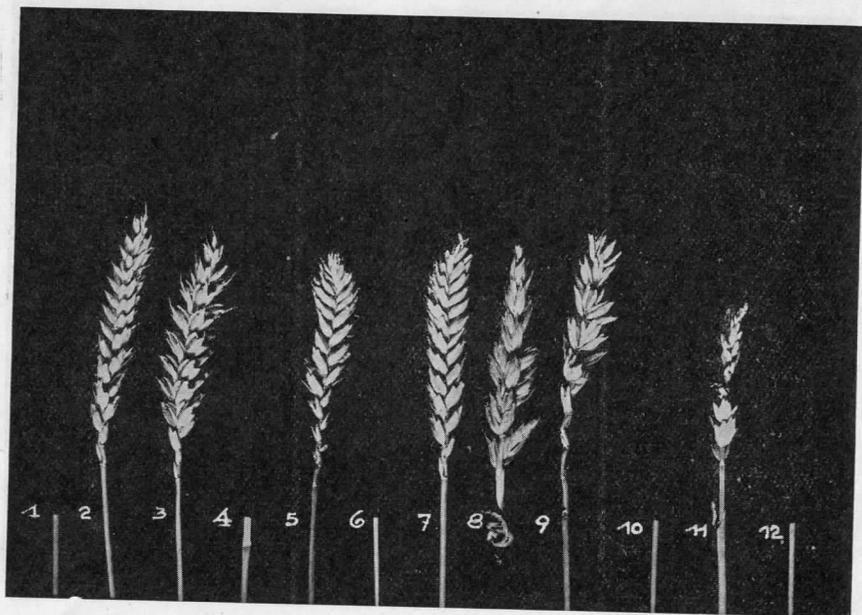


Fig. 5. — Espigas representativas de un trigo de invierno (Harvest Queen) cultivado a diferentes combinaciones de temperaturas y fotoperiodicidades. En atmósfera a baja temperatura : 1, suelo a 12°C, día-corto ; no espigó ; 2, suelo a 12°C, iluminación continua ; 3, suelo a 8°C, iluminación continua ; 4, suelo a 8°C, día-corto, no espigó. En atmósfera a temperatura media : 5, suelo a 20°C, iluminación continua ; 6, suelo a 20°C, día-corto, no espigó ; 7, suelo a 12°C, iluminación continua ; 8, suelo a 12°C, día-corto. En atmósfera a alta temperatura : 9, suelo a 24°C, iluminación continua ; 10, suelo a 24°C, día-corto, no espigó ; 11, suelo a 16°C, iluminación continua ; 12, suelo a 16°C, día-corto, no espigó.

« día-corto » la espigazón sólo ocurre a temperaturas de la atmósfera intermedias.

McKinney y Sando (22) han demostrado que esta variedad de trigo de invierno puede ser considerada como un tipo de « baja temperatura » hacia « alta temperatura » y de « día-corto » hacia « día-largo ».

Su comportamiento en nuestros experimentos con temperaturas constantes fué bien diferente. Durante su primer estado de desarrollo

las condiciones de « día-largo » favorecen la elongación de las plántulas (cuadro XII) y temperaturas más altas también favorecen la rápida elongación de las mismas. A 16°C en la atmósfera y a 8°C y a 12°C en el suelo el hábito de desarrollo fué semipostrado, ligeramente diferente al manifestado bajo los demás tratamientos. A 20°C y a 24°C en la atmósfera, los cambios de temperaturas en el suelo o de exposi-



Fig. 6. — Espigas representativas de un trigo de invierno (Lin Calel M. A) cultivado a diferentes combinaciones de temperaturas y fotoperiodicidades. En atmósfera a baja temperatura : 1, suelo a 12°C, día-corto ; 2, suelo a 12°C, iluminación continua ; 3, suelo a 8°C, iluminación continua ; 4, suelo a 8°C, día-corto. En atmósfera a temperatura media : 5, suelo a 20°C, iluminación continua ; 6, suelo a 20°C, día-corto ; 7, suelo a 12°C, iluminación continua ; 8, suelo a 12°C, día-corto. En atmósfera a alta temperatura : 9, suelo a 24°C, iluminación continua ; 10, suelo a 24°C, día-corto ; 11, suelo a 16°C, iluminación continua ; 12, suelo a 16°C, día-corto.

ción a la luz, casi no afectan su hábito de desarrollo ; las plantas exhiben un desarrollo típicamente erecto.

Hurd-Karrer (13) ha demostrado que a bajas temperaturas, la duración del día es una condición necesaria para la iniciación del estado de roseta o hábito postrado de desarrollo. Los resultados obtenidos en estos ensayos no están enteramente de acuerdo con los de esa investigadora.

Hurd-Karrer (14) y McKinney y Sando (22) han indicado que en la plántula existe correlación entre las condiciones de « día-corto » durante la primera parte de la vida de la planta y la precocidad ; pero

en el presente experimento el « día-largo » durante el ciclo completo de desarrollo de la planta aumenta la precocidad. Bajo condiciones de « día-corto » con atmósfera a 20°C y suelo a 12°C, la variedad

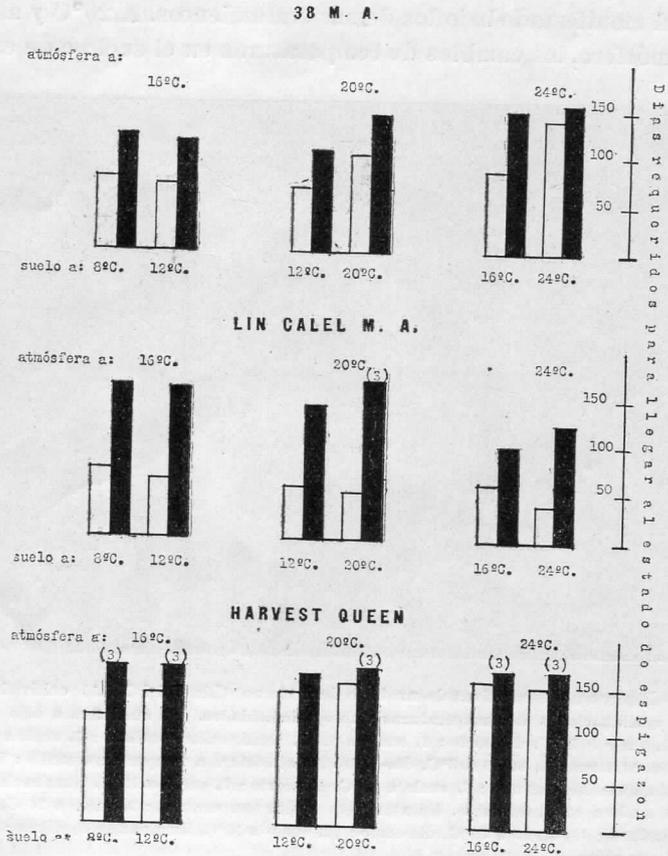


Gráfico 1. — Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la espigazón de un trigo primaveral (38 M. A.) y de dos trigos invernales (Lin Calel M. A. y Harvest Queen): 1, Las columnas sombreadas se refieren a plantas cultivadas bajo condiciones de « día-corto »; las sin sombreadar a plantas cultivadas bajo condiciones de « día-largo »; 2, Valores promedios de las plantas completamente desarrolladas en cada repetición; 3, Sin espigar cuando el experimento fué dado por finalizado a los 167 días de sembrado.

« Harvest Queen » se desarrolla hasta llegar al estado de espigazón (gráfico 1). Pero en tales condiciones el desarrollo de las espigas fué anormal y algunas aparecieron ramificadas (cuadro IX).

En las combinaciones de « día-corto » con otras temperaturas las plantas quedaron en su faz vegetativa de roseta. Con atmósfera a

baja temperatura, « Harvest Queen » reacciona en la forma claramente manifiesta en la figura 5, en donde los números 2 y 3 corresponden a espigas de plantas cultivadas bajo iluminación continua a 12°C y a 8°C de temperatura en el suelo.

Con alta temperatura en la atmósfera, 24°C, se desarrollan muy pocas espigas y se forman sólo muy pocos granos (fig. 5). El desarrollo vegetativo fué vigoroso en todos los casos (figs. 1, 2 y 3).

En conclusión, las condiciones de « día-corto » fueron desfavorables para esta variedad, tanto para su crecimiento como para completar las diferentes fases de desarrollo de las plantas.

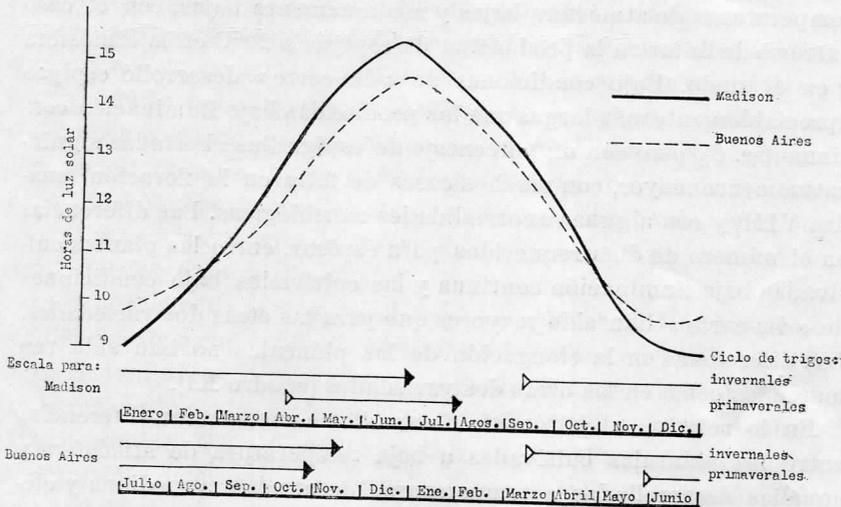


Gráfico 2. — Variaciones estacionales de la fotoperiodicidad en Madison Wisconsin, E.E. UU., y en Buenos Aires, Argentina

En el « Lin Calel M. A. », bajo las distintas combinaciones de temperaturas de atmósfera y de suelo, la iluminación continua induce el estado de espigazón mucho más rápidamente que en cualquiera de las otras dos variedades (gráfico 1).

La reacción del « Lin Calel M. A. » no concuerda con los resultados obtenidos por diversos investigadores que han estudiado trigos de invierno; esta variedad reacciona más bien como el trigo « primaveral » que como el trigo « invernal » de Norte América.

Diversos caracteres asociados con precocidad en la maduración, como ser el reducido número de hojas e internodios, caracterizan su reacción a la iluminación continua (cuadros II y V). Bajo condiciones de iluminación continua el tipo de espigas obtenido (fig. 6) ha

sido morfológicamente constante, caracterizándose principalmente por el reducido número de espiguillas y de espiguillas abortadas (cuadro VIII). La única excepción posible se encuentra en plantas cultivadas con día-corto y a 20°C de temperatura en la atmósfera y en el suelo, en cuyo caso no se produjo espigazón.

Bajo las condiciones de « día-corto », el comportamiento del « Lin Calel M. A. » ha sido normal comparado con los trigos de invierno de Norte América. Con atmósfera a alta temperatura y con el suelo a 16°C y 24°C, el número de días requeridos para llegar a espigazón ha sido significativamente menor que el de las plantas cultivadas a temperaturas de atmósfera bajas y medianamente bajas, con el caso extremo de fallar en la producción de espigas a 20°C en la atmósfera y en el suelo. Bajo condiciones de « día-corto » desarrolló espigas apreciablemente más largas que las producidas bajo iluminación continua (fig. 6), pero con un porcentaje de espiguillas abortadas significativamente mayor, con muchos casos de falla en la floración (cuadro VIII) y con algunas anormalidades morfológicas. Las diferencias en el número de días requeridos para espigar, entre las plantas cultivadas bajo iluminación continua y las cultivadas bajo condiciones de « día-corto » han sido mayores que para las otras dos variedades. Las diferencias en la elongación de las plántulas no han sido tan marcadas como en las otras dos variedades (cuadro XI).

En lo relativo al hábito de desarrollo se encontraron diferencias entre las plántulas cultivadas a baja temperatura de atmósfera y aquellas desarrolladas a temperaturas de atmósfera mediana y elevada. Esta diferencia en el porte vegetativo no se manifiesta bajo ninguna otra condición del experimento. Este tipo de reacción es similar al de la variedad « Harvest Queen » a baja temperatura de atmósfera.

Durante las diferentes fases de crecimiento, el tipo de desarrollo de las plantas de la variedad « Lin Calel M. A. » es generalmente más débil que el de las otras variedades (figs. 1, 2 y 3). En los cuadros II y V, en donde se dan los datos acerca del largo y ancho de las hojas e internodios y diámetros de los nudos, esas diferencias son notables. La relación entre el número total de tallos por planta y el número de tallos con espigas completamente desarrolladas es más estrecha que en los casos de las otras dos variedades.

La falla de esta variedad, cuando se la cultiva en condiciones de « día-corto » y a 20°C de temperatura en el aire y en el suelo estriba en su comportamiento completamente peculiar y difícil de explicar,

desde que ha espigado bajo las demás condiciones de « día-corto ». Existe la posibilidad de que otros factores compliquen el problema ; los resultados no pueden ser considerados como una evidencia final sin previa repetición de experimento.

Como se ha dicho más arriba, las variedades « 38 M. A. » y « Lin Calel M. A. » se cultivan ampliamente en la Argentina. La primera puede considerarse un trigo de primavera, y la segunda un trigo invernal. Esas dos variedades fueron sembradas en la primavera de 1941, en el campo « Hill Farm », de la Universidad de Wisconsin, en los alrededores de la ciudad de Madison. La así llamada variedad primaveral (« 38 M. A. ») no dió espigas durante el tiempo en que se desarrollaron, espigaron y maduraron los trigos primaverales norteamericanos. Esta variedad produjo un vigoroso desarrollo vegetativo y permaneció en ese estado hasta avanzado el verano, en cuya oportunidad unas pocas espigas pequeñas emergieron. Bajo las mismas condiciones, al término de 60 días de germinado, el trigo de invierno « Lin Calel M. A. » había llegado al estado de espigazón, pero sus plantas fueron de un tipo de desarrollo muy pobre y en general de comportamiento no satisfactorio.

La explicación de la reacción de esas variedades en Madison, bajo condiciones de campo, puede ofrecerse a lo menos en parte, por los datos comparativos presentados en el gráfico 2, en donde están dadas las horas de luz solar en las diversas estaciones del año en Madison (Wisconsin, EE. UU.) y en Buenos Aires (Argentina) y los períodos de desarrollo de los trigos invernales y primaverales en cada una de esas localidades.

En la Argentina, ambos tipos pasan al estado de plántulas y fase vegetativa en el período de « día-corto ». Los trigos de invierno se siembran más temprano que la variedades primaverales. Si comparamos el cultivo de trigos norteamericanos con los trigos argentinos hallamos que los argentinos son casi más de tipo invernal o invernal intermediario adaptados para desarrollarse durante el período de « día-corto » con reacción a la temperatura como factor dominante en la diferenciación de los dos tipos, especialmente en lo concerniente al período latente de la plántula y al desarrollo vegetativo.

Por su parte, los trigos invernales norteamericanos tienen su desarrollo de plántula y vegetativo bajo « día-corto » determinando la temperatura el período de latencia invernal. En contraste, los trigos primaverales se siembran en abril y mayo, durante el período de días más largos, desarrollándose vegetativamente durante el período de

« día-largo », siendo básicamente diferentes a cualquiera de los grupos de trigos argentinos.

Esa diferencia de adaptación a la duración del día y la temperatura, quedó en evidencia en los experimentos de campo e invernáculo presentados en este trabajo.

La variedad « Lin Calel M. A. » en ambas clases de experimentos ha sido estrictamente intermediaria entre los tipos invernales y primaverales norteamericanos. Cultivada a campo en Madison, bajo condiciones de 3 horas más de luz solar que en Buenos Aires, reacciona como un trigo de primavera norteamericano, llegando al estado de espigazón 12 días más tarde que el trigo primaveral norteamericano « Thatcher ». « Lin Calel M. A. » no se adaptó particularmente bien a la fotoperiodicidad y a la temperatura de primavera de Madison, lo cual quedó evidenciado por su deficiente desarrollo agronómico.

El trigo primaveral argentino « 38 M. A. » sembrado en Madison en la primavera reaccionó intermediariamente, pero con mayor semejanza con los trigos invernales norteamericanos. Durante la primavera y el verano predominó el desarrollo vegetativo y sólo unas pocas espigas se desarrollaron en la última parte del verano.

RESUMEN

Tres variedades de trigo han sido estudiadas bajo condiciones de « día-corto » y de iluminación continua en distintas condiciones de temperatura en la atmósfera y en el suelo. Las variedades de trigo experimentadas han sido : « 38 M. A. », un trigo argentino de primavera; « Lin Calel M. A. », un trigo argentino de invierno, y « Harvest Queen », un trigo blando de invierno, ampliamente estudiado en experimentos fotoperiódicos.

La iluminación de « día-corto » consistía en exposición de ocho horas a la luz solar, cubriendo las plantas con una cámara oscura ventilada durante el resto de las veinticuatro horas del día. El « día-largo » consistía en iluminación continua; el período de luz natural era aumentado con el uso de lámparas Mazda de 150 Watts colocadas sobre cada uno de los « Tanques de Temperatura de Suelo Wisconsin ».

Las dos series han sido cultivadas en invernáculos con atmósfera controlada a baja (16°C), media (20°C) y alta (24°C) temperaturas. Las temperaturas del suelo fueron mantenidas a 8°C y 12°C, en el

invernáculo de baja temperatura, a 12°C y 20°C, en el invernáculo de la temperatura intermedia, y a 16°C y 24°C, en el invernáculo de alta temperatura.

Se estudia la germinación y el desarrollo de las plántulas, el desenvolvimiento vegetativo, la espigazón y la maduración de las variedades experimentadas y las reacciones fisiológicas y morfológicas, siendo las observaciones presentadas en cuadros y gráficos.

Las reacciones de las tres variedades a las condiciones de los ambientes descriptos han sido diferentes.

La reacción del trigo «38 M. A.» ha sido intermedia entre la de «Lin Calel M. A.» y la del «Harvest Queen». Las condiciones de iluminación continua anticipan su madurez, en contraste con las condiciones de «día-corto». Las temperaturas altas retardan su maduración, tanto en condiciones de «día-corto» como de «día-largo».

«Lin Calel M. A.» manifestó la más notable sensibilidad a la diferencia entre las condiciones de «día-corto» y las de iluminación continua, siendo menor el efecto de las distintas temperaturas; con una excepción, sin embargo, en la combinación de «día-corto» con 20°C, temperatura con la cual la espigazón se atrasó considerablemente.

El «Harvest Queen» manifestó la reacción de los trigos invernales mencionados en la bibliografía. La espigazón ocurrió bajo iluminación continua en todas las combinaciones de temperaturas. Las temperaturas bajas apresuran algo el ritmo de espigazón, pero bajo ninguna combinación la espigazón ha sido más precoz que en las otras dos variedades. En esta variedad las condiciones de «día-corto» han conducido a un prolongado desarrollo vegetativo, con poca influencia apreciable de la temperatura, excepto quizás la del caso de la combinación 20°C de temperatura en la atmósfera y 12°C de temperatura en el suelo, en cuyo caso la espigazón ocurrió al cabo de 165 días más o menos.

La disparidad en las reacciones de los que se llaman trigo invernal y primaveral de la Argentina, comparados con el trigo de invierno norteamericano («Harvest Queen») sugieren básicas diferencias con respecto a la fotoperiodicidad y a la temperatura. Los trigos argentinos parecen ser de reacción intermedia entre los trigos de invierno y de primavera de Norte América.

En Norte América el llamado trigo invernal «Lin Calel M. A.» se asemeja más marcadamente a los trigos primaverales que la variedad «38 M. A.».

La comparación de la variación fotoperiódica en las estaciones del año y entre períodos de siembra, desarrollo y madurez de los trigos cultivados en Madison (Wisconsin), y en Buenos Aires (Argentina), explica, en parte, las diferentes reacciones en ambas localidades. En la principal región triguera de los Estados Unidos, los trigos de invierno y primavera están adaptados a dos diferentes combinaciones de temperatura y fotoperiodicidad. En contraste, las regiones de cultivo en la Argentina y los períodos de su desarrollo son muy semejantes para ambos tipos de trigo, realizándose el cultivo de los trigos de primavera como los de invierno, bajo condiciones de « día-corto », siendo las diferencias de temperaturas mayores que las de duración del día.

CUADRO I
Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud y anchura de las hojas de un trigo primaveral (+ 38 M. A. >) (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C					
Temperatura de suelo				Temperatura de suelo				Temperatura de suelo					
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C			
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto		
						(2)							
<i>Longitud en milímetros</i>													
195 190 184	210 224 219	213 175 183	340 245 256	100 127 150	214 242 221	186 230 110	301 225 270	120 120 122	114 235 295	267 375 290	240 260		
293 160 251	240 289 273	286 250 246	320 290 320	162 187 170	292 286 283	230 284 220	359 319 282	131 160 144	164 293 303	362 450 360	246 240		
289 302 250	283 319 286	310 322 326	351 341 340	198 216 230	302 264 280	298 318 270	400 353 325	225 210 217	172 252 293	363 360 365	330 310		
260 261 252	335 322 262	344 385 364	340 350 320	278 337 293	307 348 274	354 370 320	421 390 360	284 301 305	260 380 288	366 390 361	443 380		
245 280 201	300 303 241	344 345 362	323 332 310	290 257 360	332 362 370	416 323 400	426 425 405	380 360 400	418 430 329	371 372 360	510 470		
189 165 170	200 213 193	290 333 324	270 230 241	260 253 273	213 330 325	458 401 470	425 451 421	361 350 370	413 422 299	333 330 370	495 450		
89 82 60	160 162	260 240	240 206 191	136	120 227 248	425 75 320	370 386 375	330 300 350	417 384 250	369 420 374	390 400		
	72 138		171 121 150		60 166 170	327 380	356 361 330	300 310	345 332 273	352 353 350	352 330		
	85		160 74			325 300	420 332 321	250	286 120	300	260 290		
							210 322 290		273		75 150		
							50 290 274		270		60		
							257		150				
<i>Anchura en milímetros</i>													
96 100 90	144 148 124	120 120 130	160 160 170	50 50 50	105 142 112	160 140 160	142 175 140	70 61 64	64 160 124	124 120 160	140 150		
90 90 90	130 134 113	110 100 110	150 133 150	46 44 40	86 124 100	152 113 161	118 174 120	61 53 58	54 142 88	136 120 160	110 140		
70 80 80	130 116 88	90 100 100	123 120 120	52 46 52	74 94 80	150 100 161	90 146 100	54 52 57	54 125 88	117 110 130	110 130		
63 70 65	100 88 72	70 80 80	110 101 90	50 40 57	70 78 72	128 87 153	106 128 90	53 51 55	60 110 80	107 100 100	100 134		
43 60 50	100 68 52	60 70 70	70 70 60	50 26 33	50 48 65	112 70 140	80 106 70	51 46 52	58 84 80	84 90 80	80 130		
30 40 28	92 51 42	53 60 50	60 40 40	30 27 30	37 30 46	94 50 134	62 96 83	50 31 42	52 72 60	72 95 80	70 91		
13 13 18	50 29	21 30	40 30 30	30	27 25 35	60 20 60	58 82 72	39 24 37	42 58 40	70 80 70	60 63		
	42 26		31 20 26		30 12 25	40 51	47 62 40	30 35	28 44 39	67 80 60	60 50		
	15		21 12			35 40	30 57 31	25	22 20	60	50 41		
							25 53 28		22		30 32		
							20 40 25		10		30		

(1) Valores promedios de las hojas de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la hoja superior hacia la inferior.
 (2) Tallo principal seco. (3) Estos valores se refieren a una planta solamente. (4) Esta repetición no se desarrolló completamente.

CUADRO II

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud y anchura de las hojas de un trigo invernal (« Lin Calel M. A. ») (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
	(2)		(3)				(3)				(2)
<i>Longitud en milímetros</i>											
173 195 202	242 180 330	210 250 300	262 241	180 195 190	209 243 236	183 186 190	240 260	145 184 120	186 190 172	148 105 132	300 280 181
261 254 238	290 270 330	266 270 320	280 275	250 232 202	249 278 207	233 236 220	320 374	150 277 164	236 240 200	147 154 156	330 262 224
293 238 221	285 270 340	301 220 280	350 370	267 188 240	263 334 287	220 253 230	310 385	261 230 212	267 281 236	230 185 214	336 320 299
295 284 217	300 325 365	254 210 250	340 352	260 240 234	242 317 250	226 256 180	217 341	252 260 204	237 270 200	250 202 268	353 314 337
244 274 132	320 340 280	130 160	320 292	254 216 201	323 250 200	203 240 200	240 305	205 176 190	234 245 193	234 255 245	380 350 383
180 186 70	110 320 330		290 260	200 140 136	321 217	180 210 170	131	186 86 176	240 221 176	185 245 190	510 290 348
107 55	340 250		270 331		210				180 128 124	76 160	375 240 285
			220 310						114 110		330 204 231
			180 215								160 192 178
			100 171								170 118
<i>Anchura en milímetros</i>											
72 82 74	140 90 80	82 90 90	81 79	60 66 70	87 117 120	50 46 45	100 100	46 44 50	46 44 45	75 59 64	150 120, 97
58 78 60	110 110 120	74 80 81	125 130	44 56 61	110 93 100	50 44 40	95 100	46 46 48	44 44 50	65 59 65	100 112 83
53 70 42	100 140 100	60 75 74	120 130	42 40 45	80 83 92	38 40 40	92 90	40 39 33	40 38 42	52 50 60	94 90 77
44 55 30	77 96 70	46 60 52	110 100	40 32 42	73 63 70	34 32 30	70 82	40 30 30	32 39 40	45 40 55	81 84 73
35 40 19	70 60 70	45 48	71 60	30 30 31	60 43 60	24 24 20	60 61	31 15 29	23 30 36	22 30 35	70 73 73
22 25 15	15 75 60		54 50	17 16 19	47 33	14 15 16	55	20 12 26	30 29 30	16 18 29	70 70 60
14 12	50 30		50 40		30				20 24 25	15 26	51 62 53
	32 30		32 30						20 22		40 55 43
			20 20								23 34 30
			20 20								30 25

(1) Valores promedios de las hojas de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la hoja superior hacia la inferior.
 (2) Tallo principal seco. (3) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

CUADRO II

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud y anchura de las hojas de un trigo invernal (« Lin Calel M. A. ») (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
(2)		(3)				(3)				(2)	
<i>Longitud en milímetros</i>											
173 195 202	242 180 330	210 250 300	262 241	180 195 190	209 243 236	183 186 190	240 260	145 184 120	186 190 172	148 105 132	300 280 181
261 254 238	290 270 330	266 270 320	280 275	250 232 202	249 278 207	233 236 220	320 374	150 277 164	236 240 200	147 154 156	330 262 224
293 238 221	285 270 340	301 220 280	350 370	267 188 240	263 334 287	220 253 230	310 385	261 230 212	267 281 236	230 185 214	336 320 299
295 284 217	300 325 365	254 210 250	340 352	260 240 234	242 317 250	226 256 180	217 341	252 260 204	237 270 200	250 202 268	353 314 337
244 274 132	320 340 280	130 160	320 292	254 216 201	323 250 200	203 240 200	240 305	205 176 190	234 245 193	234 255 245	380 350 383
180 186 70	110 320 330		290 260	200 140 136	321 217	180 210 170	131	186 86 176	240 221 176	185 245 190	510 290 348
107 55	340 250		270 331		210				180 128 124	76 160	375 240 285
			220 310						114 110		330 204 231
			180 215								160 192 178
			100 171								170 118
<i>Anchura en milímetros</i>											
72 82 74	140 90 80	82 90 90	81 79	60 66 70	87 117 120	50 46 45	100 100	46 44 50	46 44 45	75 59 64	150 120 97
58 78 60	110 110 120	74 80 81	125 130	44 56 61	110 93 100	50 44 40	95 100	46 46 48	44 44 50	65 59 65	100 112 83
53 70 42	100 140 100	60 75 74	120 130	42 40 45	80 83 92	38 40 40	92 90	40 39 33	40 38 42	52 50 60	94 90 77
44 55 30	77 96 70	46 60 52	110 100	40 32 42	73 63 70	34 32 30	70 82	40 30 30	32 39 40	45 40 55	81 84 73
35 40 19	70 60 70	45 48	71 60	30 30 31	60 43 60	24 24 20	60 61	31 15 29	23 30 36	22 30 35	70 73 73
22 25 15	15 75 60		54 50	17 16 19	47 33	14 15 16	55	20 12 26	30 29 30	16 18 29	70 70 60
14 12	50 30		50 40		30				20 24 25	15 26	51 62 53
	32 30		32 30						20 22		40 55 43
			20 20								23 34 30
			20 20								30 25

(1) Valores promedios de las hojas de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la hoja superior hacia la inferior.

(2) Tallo principal seco. (3) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

CUADRO III
Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud y anchura de las hojas de un trigo invernal (< Harvest Queen >) (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
	(2)		(2)		(3) (4)		(4) (2)		(2) (4)	(3)	(4) (2)
<i>Longitud en milímetros</i>											
218 126 170	215 220 240	90 114 87	270 301 281	138 149 128	210 246	175 96 162	361 380	130 171 170	410 440	120 225 310	450 380
282 183 255	270 308 320	125 146 124	332 340 320	161 163 159	372 280	277 180 287	434 440	217 215 181	475 480	175 250 351	480 440
330 229 300	283 345 362	175 212 155	313 354 380	189 196 206	318 308	357 284 345	440 460	338 358 216	500 540	225 430 384	520 460
365 305 336	301 340 321	290 334 328	255 336 410	323 305 324	298 306	415 412 450	490 430	450 467 390	520 560	380 510 400	540 490
340 317 330	285 300 300	425 435 390	360 402 420	397 375 422	316 325	447 550 512	453 400	487 437 483	452 500	445 485 453	500 520
350 302 298	205 180 280	340 425 438	270 361 380	425 460 478	190 345	514 545 485	400 404	515 471 465	440 480	510 460 373	500 560
280 280 221	78 43 220	360 419 447	380 350 360	481 435 498	210 350	522 530 505	430 390	495 503 450	400 420	540 470 196	450 400
200 222 196	160	320 401 445	120 200 300	390 305 373	342	513 485 526	200 330	525 474 520	445 350	520 470	430 410
188 148		412 408 385	280 210 260	367 305	345	449 430 405	460 250	483 490 470	440 320	500 495	420 440
155 110		380 410 360	260 190 200	346 228	255	425 180	280 220	466 379	360 300	300 360	350 390
		270 290 350	230 160 190	307 276		350		500	260	250 300	280 390
				210						300 320	
										360 200	
<i>Anchura en milímetros</i>											
140 126 124	130 140 150	112 112 115	150 150 160	120 105 122	180 100	127 90 110	150 150	115 106 90	160 170	100 110 80	160 170
130 120 122	120 130 150	100 106 110	150 150 150	118 95 112	160 160	132 110 125	130 140	125 116 100	150 160	100 110 100	160 160
130 120 118	110 120 140	120 120 125	140 150 140	122 100 122	140 140	128 127 125	120 140	120 112 100	140 160	100 100 90	140 160
100 106 110	80 60 140	131 124 130	100 140 140	122 95 122	120 130	120 120 110	90 130	120 106 100	130 150	100 90 80	140 150
60 88 74	60 50 120	130 116 130	70 140 140	112 95 116	110 130	107 100 105	80 90	110 96 80	80 100	90 80 70	130 130
50 69 50	40 30 70	100 96 125	60 120 130	98 75 130	60 80	95 100 95	80 90	100 92 80	70 80	80 90 50	120 120
40 56 36	20 20 60	73 70 95	70 110 120	86 55 122	50 70	85 100 85	70 80	95 80 70	70 80	80 90 40	110 120
30 47 30	40	60 66 85	50 100 110	80 45 63	60	67 100 67	60 60	95 74 60	70 70	80 80	100 90
43 30		50 56 75	50 60 90	72 35	50	50 50 65	50 50	75 66 50	70 60	70 80	90 80
40 30		54 45 55	40 50 70	48 30	30	40 41	40 50	55 50	50 50	60 60	80 70
		45 40 50	30 40 50	37 20		40		50	50	60 60	70 70
				20						60 60	
										40 40	

(1) Valores promedios de las hojas de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la hoja superior hacia la inferior.
 (2) Tallo principal seco. (3) Estos valores se refieren a una planta solamente. (4) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

CUADRO IV

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud de los internodios, anchura de los nudos e internodios de un trigo primaveral («38 M. A.») (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
<i>Longitud en milímetros</i>											
290 310 304	221 259 218	300 260 265	197 332 244	150 142 106	232 234 262	258 241 208	177 170 105	120 160 188	178 181 166	243 174 187	150 116
109 173 165	115 113 155	220 180 256	136 117 113	127 126 100	134 126 119	178 170 174	127 140 115	140 144 134	140 116 150	111 145 128	100 140
134 142 128	96 119 96	157 150 162	105 91 93	115 114 110	99 82 142	144 140 119	105 121 94	100 112 102	120 100 109	95 86 84	114 120
99 114 120	100 76 87	150 140 146	90 100 87	105 116 118	85 72 85	130 130 103	113 124 108	80 118 110	116 92 105	90 81 81	96 100
37 75 35	76 65 76	141 120 146	75 84 74	87 106 111	61 68 75	100 110 65	102 86 82	60 102 98	118 93 69	75 90 79	82 75
	55 27 39	98 90 74	35 25		45 59	78 90 60	39 61 15	55 50	50 37	55 85 69	54 62
						46 60	12 25			20 70 47	16 36
						37 50				10 38 23	

Anchura de los nudos en décimas de milímetros

23 24 23	45 46 38	42 35 36	45 45 44	20 20 23	31 42 31	47 45 37	36 48 31	20 20 22	25 41 38	50 50 51	32 33
23 22 20	44 42 36	41 33 35	44 41 39	20 21 23	31 38 30	48 50 37	37 49 32	16 19 22	27 40 36	46 48 49	32 33
24 21 21	39 39 35	40 33 36	43 41 39	30 19 21	29 36 32	46 50 38	36 45 37	19 19 21	28 39 32	42 45 44	31 32
23 23 21	36 37 33	37 32 35	39 40 36	20 19 20	27 31 32	45 47 35	34 41 35	17 19 20	27 38 32	38 42 41	30 31
	35 35 34	37 30 31	36 37		31 31	44 49 37	32 41 32	19 19	29 41	34 35 38	30 32
						44 50	31 46			31 40 39	35 35
						45 41				(3) r r 23	
										r r 23	
										r r 20	
										r	

Anchura de los internodios en décimas de milímetros

21 22 20	29 28 29	28 28 28	32 31 30	16 17 19	21 30 25	35 41 32	28 32 31	19 20 21	19 31 27	28 21 30	28 30
24 23 21	31 34 33	31 32 31	35 34 32	17 17 18	28 29 28	40 39 35	35 39 25	16 19 21	19 34 29	33 36 36	26 30
20 21 17	31 31 32	32 31 34	34 31 32	16 16 16	24 30 29	41 43 35	35 38 33	17 17 19	19 34 29	34 38 35	25 28
20 20 18	29 30 29	32 30 33	33 31 30	18 17 16	24 27 26	39 41 32	36 36 32	16 16 17	21 32 28	32 33 32	26 27
17 17 12	28 29 27	32 30 31	29 29 29	17 17 16	23 23 24	36 39 28	33 33 31	15 15 18	21 30 24	30 31 30	25 26
	23 24 22	30 26 30	20 22		20 20	31 35 27	30 31 29	13 14	21 26	23 30 27	25 26
						31 30	26 30			22 29 26	22 21
						27 24				22 23 24	
										21 21 20	
										20 20	

(1) Valores promedios de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la parte superior a la inferior del tallo. La suma de los internodios da la altura de las plantas (Cuadro X).

(2) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

(3) Raicillas.

24 20 26	36 29 48	20 20 21	36 36 39	22 23 20	32 33 30	18 18 17	25 23	17 15 16	19 20 20	15 12 16	33 30 28
27 25 24	34 28 37	21 19 20	37 38 38	21 20 21	31 31 28	17 19 19	25 22	16 14 14	19 21 21	12 12 16	32 30 28
25 24 19	31 27 36	20 19 20	32 37 33	20 19 20	27 28 28	17 15 19	23 22	16 15 15	18 20 20	16 17 17	29 31 27
24 23 19	28 26 31	19 19 20	30 32 31	17 19 20	26 25 27	15 16 19	23 21	15 15 14	17 18 19	13 9 18	30 31 27
	30 29 31	18	29 30 30		23 24	18			17 16		28 30 27
	26 27		27 26 28								31 29 30

Anchura de los internodios en décimas de milímetros

20 21 18	29 24 27	18 19 18	31 30 32	17 18 19	25 22 25	14 13 16	16 15	14 13 14	14 13 14	11 9 12	25 26 22
24 20 21	30 25 29	19 19 19	25 29 25	14 18 17	26 25 21	13 13 17	15 15	13 12 13	17 14 16	11 9 11	26 26 23
21 18 17	29 23 30	19 18 19	28 29 28	17 16 17	21 24 21	15 13 16	15 14	12 13 13	16 17 16	10 10 10	28 26 23
22 18 15	21 22 30	19 17 18	27 27 26	15 16 16	23 21 21	13 13 14	14 14	12 13 12	16 16 15	10 9 9	28 24 23
21 15 13	25 24 27	17 15 17	25 25 24	13 14 14	21 20 20	12 13 12	13 13	11 10 12	15 12 16	10 8 10	25 24 25
	22 19 28		24 23 25		18 20	11			12 12 15		22 26 21
	21 20										21 24 20

(1) Valores promedios de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la parte superior a la inferior del tallo. La suma de los internodios da la altura de las plantas (Cuadro XI).

(2) Estos valores se refieren a una planta solamente.

(3) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

CUADRO VI

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre la longitud de los internodios, anchura de los nudos e internodios de un trigo invernal (« Harvest Queen ») (1)

Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
	(2)		(2)		(3)		(3) (2)		(3) (2)		(3) (2)

Longitud en milímetros

225 208 232	216 300 280	193 184 241	211 240 240	277 327 224	132 163	112 171 210	135 190	195 214 243	110 130	150 130 180	205 150
150 149 176	250 255 302	240 197 228	205 220 255	192 285 200	143 130	130 210 140	120 182	235 260 246	115 100	230 165 230	180 170
136 145 156	150 150 201	200 180 213	130 160 200	166 178 165	120 100	180 180 154	79 150	185 226 197	152 170	212 183 190	164 142
156 157 171	124 144 153	190 212 200	130 130 174	197 184 166	141 120	185 167 175	104	270 228 210	130 120	200 153 201	
182 138 161	113 121 134	215 201 195	145 120 182	161 160 161	52 92	81 121 133		210 177 166	120 100	125 80 67	
132 138 161	113 121 134	215 201 195	145 120 182	161 160 161	52 92	81 121 133		210 177 166	120 100	125 80 67	

34 33 38	32 37 39	38 38 38	37 38 37	38 30 38	41 44	40 44 39	39 40	28 35 39	36 38	34 38 33	38 39
36 34 37	33 36 37	42 45 39	38 38 37	37 28 36	41 40	41 40 39	39	27 34 40	42 40	32 32 31	37 38
35 35 37	32 35 36	41 44 39	38 36 36	36 31 37	39 34	40 39 38		32 38 42	43 40	31 30 30	
r(4) 39	31 36 35	39 40 37	35 32 35	41 38 42	32	40 37 40		36 35 35	42 40	28 30 30	
	31	40 38 42	25 30 30			39 37		31 31	r	31 31	
						r r		29		r	

Anchura de los internodios en décimas de milímetros

27 24 28	29 29 30	30 30 28	32 32 32	28 27 30	35 35	21 29 26	26 25	24 28 22	35 38	22 28 27	33 34
29 28 31	28 32 30	31 31 31	31 31 31	31 29 33	33 32	29 35 31	24 28	25 29 28	40 39	25 32 28	33 34
29 28 30	26 30 29	30 31 32	32 31 30	29 31 33	38 31	34 36 32	30 30	31 32 30	40 40	24 29 28	32 31
30 28 30	35 31 30	31 31 32	35 30 31	31 29 33	32 30	36 35 32	40	29 32 32	32 40	31 26 28	
32 29 33	32 31 29	32 32 33	32 30 30	31 30 35	31 25	32 31 28		30 31 31	31 35	28 26 26	
26 28 28	29 29 28	31 32 33	25 29 28	32 25 37	26	31 30 29		30 30 32		28 24	
	28	30 33 30	30 28 26			25 27 25		23			
						20 26 20					

(1) Valores promedios de las cinco plantas de cada repetición. El orden de los datos es desde la parte superior a la inferior del tallo. La suma de los internodios da la altura de las plantas. (Cuadro IX).

(2) Estos valores se refieren a una sola planta.

(3) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

(4) Raicillas.

CUADRO VII

Efecto de la duración del día y de la temperatura sobre algunas características de las espigas, espiguillas y glumas del tallo principal de un trigo de primavera (« 38 M. A. ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Temperatura del suelo	Condición de desarrollo	Espigas					Espiguillas				Glumas																		
		Forma			Longitud del raquis	Densidad	Número total	Abortadas			Anormales	Forma elíptica	Long. (2) (3)	Anchura (2) (3)	Rel. Long. Anchura (4)	Diente			Hombro										
		Clavada	Paralelepípeda	Piramidal				Base	Medio	Apice						Posición (5) (6)	Long. (6)	Posición (5) (6)											
					1	2	3				1	2	3	4	5			6	1	2	3								
día	%	%	%	cm						%	mm	mm			%	%	%	mm	mm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Atmósfera a baja temperatura 16°C

8°C	Largo.	20	—	50	4.8	28.1	14	3.3	.6	2.0	—	100	6.3	6.2	3.6	3.0	1.7	2.0	85	15	—	2.1	2.7	—	—	—	20	80	—	20	80	—
»	Corto.	—	80	20	8.0	24.1	19	2.7	—	.9	—	100	6.8	6.8	3.8	3.6	1.8	1.9	74	26	—	2.7	2.9	—	—	—	80	20	—	26	74	—
12°C	Largo.	—	15	85	6.5	26.1	18	3.4	.6	1.0	—	100	6.2	6.4	3.7	3.7	1.5	1.6	85	15	—	1.8	2.2	—	—	—	38	62	—	—	85	15

12°C	Largo.	—	15	85	6.5	26	18	3.4	1.8	—	100	6.5	6.7	3.4	3.5	1.9	1.9	85	15	—	2.3	3.1	—	—	—	100	—	100	—			
»	Corto.	—	60	40	6.9	25.1	18	2.1	—	1.8	—	100	6.6	6.7	3.4	3.5	1.9	1.9	46	54	—	2.8	3.1	—	—	—	66	34	—	13	80	7
20°C	Largo.	—	—	100	8.3	26.1	23	2.9	—	5.7	2	100	7.0	7.1	4.0	4.0	1.7	1.8	100	—	—	2.2	2.4	7	—	—	70	23	—	14	86	—
»	Corto.	15	30	55	7.3	30.1	23	2.7	1.2	6.0	1	100	6.2	6.5	3.2	3.2	1.9	2.0	100	—	—	—	—	—	—	—	33	60	7	—	86	14
																			30	30	40	3.3	3.3	—	—	7	30	49	14	70	30	—
																			30	24	46	—	—	—	—	30	38	32	54	46	—	

Atmósfera a alta temperatura 24°C

16°C	Largo.	—	—	100	5.2	27.1	15	5.3	.4	.3	—	100	6.2	6.4	3.1	3.1	2.0	2.1	55	45	—	2.3	2.6	—	—	—	11	89	—	—	89	11	
»	Corto.	—	80	20	8.0	25.0	21	1.4	todas	2.8	2	100	6.7	6.7	3.1	3.2	2.2	2.1	42	58	—	3.7	4.0	12	24	16	14	24	—	24	42	34	
																			40	60	—	—	—	—	—	12	73	15	—	—	42	42	16
24°C	Largo.	—	—	100	7.2	25.0	19	2.3	.9	3.0	2	100	7.3	7.4	3.8	3.6	1.9	2.0	44	22	34	3.9	3.7	25	12	25	38	—	—	50	37	13	
»	Corto.	—	—	100	6.1	26.0	17	3.0	todas	4.0	—	100	6.3	6.2	2.8	2.9	2.3	2.1	55	45	—	—	—	—	—	—	37	63	—	—	73	27	
																			—	100	—	3.8	4.5	—	—	—	—	100	—	—	100	—	

(1) Valores promedios de las 15 plantas de las 3 repeticiones.

(2) Valores que se refieren a la segunda gluma de la cuarta espiguilla completamente desarrollada, contando desde la base hacia el ápice de la espiga.

(3) Valores que se refieren a la segunda gluma de la séptima espiguilla completamente desarrollada, contando de la base hacia el ápice de la espiga.

(4) Relación entre la longitud y la anchura de la segunda gluma de las cuartas y séptimas espiguillas respectivamente.

(5) Según escala indicada en página 147.

(6) Valores que se refieren a las glumas de las cuartas y séptimas espiguillas respectivamente.

CUADRO VIII

Efecto de la duración del día y de la temperatura sobre algunas características de las espigas, espiguillas y glumas del tallo principal de un trigo de invierno (« Lin Calel M. A. ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Temperatura del suelo	Condición de desarrollo	Espigas				Espiguillas				Glumas																
		Forma		Longitud del raquis	Densidad	Número total	Abortadas			Anormales	Forma		Long. (2) (3)	Anchura (2) (3)	Rel. Anchura (4)	Diente			Hombro							
		Paralelepípeda	Piramidal				Base	Medio	Apice		Extendida	Saco				Posición			Posición							
				1	2	3				(5) (6)			(5) (6)		Anchura (5) (6)											
día	%	%	cm						%	%	mm	mm		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Atmósfera a baja temperatura 16°C

8°C	largo .	—	100	4.8	22	11	2.1	—	.3	—	100	—	7.0	7	2.8	2.6	2.5	24	38	38	5.3	7.4	7	7	33	46	7	—	46	54	—
»	corto .	(7)	100	9.1	18	17	—	todas	5	12	88	7.6	6.2	2.7	2.7	2.7	2.1	15	54	31	—	—	7	7	60	21	5	—	60	40	—
12°C	largo .	—	100	5.4	24	12	2.4	—	.4	—	100	—	7.2	7	2.8	2.6	2.5	—	100	—	11.8	17.2	12	—	—	—	66	22	100	—	—
»	corto .	(7)	100	9.1	18	17	—	todas	5	12	88	7.6	6.2	2.7	2.7	2.7	2.1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16°C	largo .	—	100	5.4	24	12	2.4	—	.4	—	100	—	7.2	7	2.8	2.6	2.5	20	30	30	5.3	7.8	15	25	30	20	12	—	50	50	—
»	corto .	(7)	100	9.1	18	17	—	todas	5	12	88	7.6	6.2	2.7	2.7	2.7	2.1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

CUADRO IX

Efecto de la duración del día y de la temperatura sobre algunas características de las espigas, espiguillas y glumas del tallo principal de un trigo de invierno (« Harvest Queen ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Temperatura del suelo	Condición de desarrollo	Espigas						Espiguillas						Glumas																	
		Forma				Longitud del raquis	Densidad	Número total	Abortadas				Forma		Longitud (2) (3)	Anchura (2) (3)	Rel. Long. Anchura	Diente			Hombro										
		Elíptica	Clavada	Paralelepípeda	Piramidal				Base	Medio	Apice	Anormales	Extendida	Saco				Posición (5) (6)			Posición (5) (6)						Anchura (5) (6)				
						1	2	3							1	2	3	4	5	6	1	2	3								
día	%	%	%	%	cm							%	%	cm	mm		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Atmósfera a baja temperatura 16°C

8°C	Largo.	(7)	—	40	60	7.1	25	19	2.9	3.0	2.3	3	100	—	8.1	8.1	3.6	3.5	2.2	2.3	100	—	—	—	—	33	67	—	—	—	39	61
12°C	Corto.	No llegó a espigar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	13	80	—	—	—	46	54

12°C	Largo.	13	—	—	87	8.3	27	24	2.5	1.0	5.4	—	100	—	8.5	8.5	4.2	5.0	2.2	2.5	100	—	—	—	—	7	53	49	—	—	7	60	33
------	--------	----	---	---	----	-----	----	----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	----	----

»	Corto.	—	—	—	100	10.0	10	12	2.0	—	1.0	—	100	—	12.2	12.5	4.6	4.0	2.5	3.1	100	—	—	14	86	—	—	100	—	—	
»	Largo.	—	—	50	50	8.4	25	22	2.5	—	3.5	5	100	—	8.9	9.0	3.7	3.4	2.5	2.6	100	—	—	50	50	—	—	100	—	—	
»	Corto.	No llegó a espigar																			100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																					100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Atmósfera a alta temperatura 24°C

16°C	Largo.	20	20	10	50	6.3	33	22	3.0	6.0	1.5	3	50	50	8.5	8.5	2.9	2.9	2.8	2.8	50	50	—	—	33	67	—	—	—	—	58	42	—		
»	Corto.	No llegó a espigar																				50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24°C	Largo.	63	10	23	—	6.7	30	21	6.3	2.0	4.8	2	23	77	8.7	8.9	3.2	3.1	2.7	2.9	50	50	—	—	22	22	44	12	—	—	—	—	100	—	—
»	Corto.	No llegó a espigar																																	

- (1) Valores promedios de las 15 plantas de las 3 repeticiones.
- (2) Valores que se refieren a la segunda gluma de la cuarta espiguilla completamente desarrollada, contando desde la base hacia el ápice de la espiga.
- (3) Valores que se refieren a la segunda gluma de la séptima espiguilla completamente desarrollada, contando de la base hacia el ápice de la espiga.
- (4) Relación entre la longitud y la anchura de la segunda gluma de las cuartas y séptimas espiguillas respectivamente.
- (5) Según escala indicada en página 147.
- (6) Valores que se refieren a las glumas de las cuartas y séptimas espiguillas respectivamente.
- (7) Una sola repetición.

CUADRO X

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre algunas características de un trigo primaveral (« 38 M. A. ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Características	Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C				
	Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				
	8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C		
	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto (2)	
1. Germinación, en días.....	7	7	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5	
Altura de las plántulas a los	10 días, en cm..	12.0	6.0	12.6	11.8	14.0	15.7	17.9	15.5	10.7	12.1	12.1	14.8
	20 días, en cm..	18.5	10.0	20.4	15.0	22.1	18.0	30.0	28.0	32.0	14.3	30.3	23.7
	30 días, en cm..	24.9	14.7	38.4	22.8	37.1	23.8	41.3	32.2	40.6	33.5	38.7	33.0
Hábito de desarrollo.....	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	
Tiempo de germinación a espigazón, en días.....	74	119	69	116	66	105	95	145	85	147	143	160 (3)	
Altura de las plantas en cm.....	73.4	65.7	91.0	62.2	56.8	64.1	84.1	81.2	68.5	66.1	71.3	61.2	
Número de tallos por planta.....	2.6	1.8	3.0	2.0	2.3	2.4	3.8	4.1	3.5	4.9	4.2	5.5	
Número de tallos con espigas completamente desarrolladas.....	2.0	1.0	3.0	1.4	2.1	1.3	2.0	1.4	1.6	1.3	1.6	1.0	
Número de nudos en los tallos.....	4.8	4.8	4.5	4.9	4.3	4.5	5.7	5.9	5.2	4.9	5.4	5.0	

(1) Valores promedios de las 15 plantas de las 3 repeticiones.

(2) Una repetición no se desarrolló completamente.

(3) Estos valores se refieren a una sola repetición.

CUADRO XI

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre algunas características de un trigo invernal (« Lin Calel M. A. ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Características	Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C				
	Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				
	8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C		
	Día largo	Día corto (2)	Día largo	Día corto (2)	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	
Germinación, en días.....	7	7	6	6	6	6	6	6	5	5	4	4	
Altura de las plántulas a los {	10 días, en cm..	5.2	5.3	10.1	6.0	9.4	8.0	15.5	13.9	13.2	12.1	18.3	15.3
	20 días, en cm..	10.0	10.1	25.2	7.0	18.9	12.0	28.1	32.1	21.2	21.8	33.1	24.1
	30 días, en cm..	26.2	22.5	28.0	23.0	21.2	20.4	32.0	35.0	34.0	26.5	38.6	36.6
Hábito de desarrollo.....	semi-postr.	semi-postr.	semi-postr.	semi-postr.	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	
Tiempo de germinación a espigazón, en días.....	72	160	58	158	57	141	50	— (3)	58	102	42	119	
Altura de las plantas en cm.....	69.8	71.7	71.0	68.0	56.0	50.9	50.8	50.7	47.8	46.6	40.5	55.9	
Número de tallos por planta.....	2.0	2.4	2.7	3.0	1.7	2.4	2.3	5.0	2.4	1.2	1.2	5.4	
Número de tallos con espigas completamente desarrolladas.....	1.8	2.0	2.6	2.0	1.6	1.2	2.2	—	1.0	1.2	1.2	1.1	
Número de nudos en los tallos.....	4.0	5.6	4.0	6.0	4.0	4.6	3.7	3.7	4.0	4.0	4.0	6.0	

(1) Valores promedios de las 15 plantas de las 3 repeticiones. (2) Tallo principal seco. (3) No espigó.

CUADRO XII

Efecto de la fotoperiodicidad y de la temperatura sobre algunas características de un trigo invernal (« Harvest Queen ») sembrado en diciembre de 1941 (1)

Características	Atmósfera a baja temperatura 16°C				Atmósfera a media temperatura 20°C				Atmósfera a alta temperatura 24°C			
	Temperatura del suelo				Temperatura del suelo				Temperatura del suelo			
	8°C		12°C		12°C		20°C		16°C		24°C	
	Día largo	Día corto (2)	Día largo	Día corto (2)	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto	Día largo	Día corto
Germinación, en días.....	8	8	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6
Altura de las plántulas a los	10 días, en cm..	5.0	5.4	6.0	7.0	8.6	7.8	7	6	6	6	6
	20 días, en cm..	12.0	11.0	14.0	15.4	20.0	18.0	9.0	7.5	11.4	11.6	13.9
	30 días, en cm..	22.4	26.0	33.7	22.7	28.3	25.4	25.3	18.0	26.0	25.0	28.7
Hábito de desarrollo.....	semi-erecto	semi-erecto	semi-erecto	semi-erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto	erecto
Tiempo de germinación a espigazón, en días.....	114	— (3)	142	— (3)	142	160	142	— (3)	156	— (3)	151	— (3)
Altura de las plantas en cm.....	86.5	95.0 (4)	117.2	98.0 (4)	102.0	64.5	96.0	53.0 (4)	107.5	62.0 (4)	104.0	50.5 (4)
Número de tallos por planta.....	10.4	4.0	10.1	6.5	6.8	6.5	10.6	9.0	5.6	9.0	5.0	8.6
Número de tallos con espigas completamente desarrolladas.....	1.4	—	1.2	—	3.5	1.0	1.3	—	4.0	—	2.0	—
Número de nudos en los tallos.....	4.1	5.0	5.6	6.0	5.0	6.0	6.0	5.0	5.3	6.0	5.1	6.0

(1) Valores promedios de las 15 plantas de las 3 repeticiones.

(2) La tercera repetición no se desarrolló completamente.

(3) No espigó.

(4) Estos valores se refieren a una sola repetición.

Summary. — Three wheat varieties were studied under short-day and long-day illumination and at various combinations of air and soil temperatures. The wheat varieties used were: «38 M.A.», an Argentine spring wheat, «Lin Calel M.A.», an Argentine winter wheat and «Harvest Queen», a North American soft red winter wheat, studied extensively in photoperiod experiments. The short-day illumination consisted of an 8 hour exposure to natural daylight, the plants were covered by a ventilated dark cage during the balance of the 24 hour interval. The long-day consisted of continuous illumination, the natural daylight period was lengthened by the use of 150 watt Mazda lamps over each temperature tank. The two sets of plants were grown in temperature controlled greenhouses at low (16°C), medium (20°C) and high (24°C) temperatures. Soil temperatures were maintained at 8°C and 12°C in the low, 12°C and 20°C in the medium and 16°C and 24°C in the high temperature house.

Emergence of seedling, seedling growth, vegetative development, heading and maturation of the wheat varieties were studied and morphological and physiological differences in responses recorded in tables and graphs.

The responses of three wheat varieties to the environmental conditions summarized previously were different. The response of «38 M.A.» was intermediate between «Lin Calel M. A.» and «Harvest Queen». The continuous illumination hastened maturity in contrast with the short-day. The high temperature retarded rate of maturity in both the short-day and long-day. «Lin Calel M.A.» showed the greatest response between the short-day and the continuous illumination with less effect of temperature except in the short-day and high temperature combination, where rate of heading was greatly hastened.

«Harvest Queen» was the typical winter wheat response reported in the literature. Heading occurred in the continuous illumination at all temperature combinations, the lower temperature hastened the rate of heading somewhat, but in no combination was heading as rapid as in the former two varieties. The short-day was conducive to prolonged vegetative development of this variety with apparently little influence of temperature except possible at 20°C air and 12°C soil temperature where heading occurred in about 160 days. Morphological development in this case was abnormal.

The difference in response of both the so-called winter and spring wheats from Argentina when compared with the North American winter wheat, «Harvest Queen», suggest basic differences in both photoperiodic and temperature responses. The Argentine wheats appear to be intermediate in response between the spring and winter wheats of North America. The so-called winter wheat «Lin Calel M.A.» resembling more nearly the spring type than the «38 M.A.» spring type.

The comparison of the seasonal change in hours of sunlight and periods of wheat sowing, growth and maturity in Madison (Wisconsin, U.S.A) and

Buenos Aires (Argentina) explain in part the differences in responses of wheat grown at these two localities. The winter and spring wheats of the main wheat area of the United States are adapted to two distinctly photoperiodic and temperature combinations. In contrast the Argentine spring and winter areas and periods of plant growth are relatively similar both being in the short-day period with temperature differences showing the greater range.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, J., *Does light determine the date of heading out in winter wheat and rye?* *Amer. Journ. Bot.*, **11** : 535-539, 1924.
2. — *Some further experiments on the relation of light to growth.* *Amer. Journ. Bot.*, **12** : 398-412, 1925.
3. ARTHUR, J. M., CUTHRIE, J. D. and NEWELL, J. M., *The effects of artificial climates on the growth and chemical composition of plants.* *Amer. Journ. Bot.*, **17** : 416-482, 1930. (También en *Contr. Boyce Thomp. Inst.*, **2** : 445-511, 1930).
4. ARTHUR, J. M., *Plant growth in continuous illumination*, II : 715-725 ; DUGGAR, B. M., *Biological effects of radiation*, McGraw-Hill, 1936.
5. BAYLES, B. B. and MARTIN, J. F., *Growth habit and yield in wheat as influenced by time of seeding.* *Journ. Agr. Res.*, **42** : 483-500, 1931.
6. BONNETT, O. T., *The development of the wheat spike.* *Journ. Agr. Res.*, **53** : 445-451, 1936.
7. CAJLACHJAN, M. H., *Age of plants and photoperiodic reaction.* *Comptes Rendus (Doklady) Acad. Sci. U. S. S. R.*, **6** : 306-314, 1933.
8. CLARK, J. A. and BAYLES, B. B., *Classification of wheat varieties grown in the United States.* *U. S. Dept. Agr. Tech. Bull.*, 459, 164 pp., 1935.
9. DICKSON, J. G., *Influence of soil temperatures and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn caused by « Gibberella Saubineti ».* *Journ. Agr. Res.*, **23** : 837-870, 1923.
10. FORSTER, H. C., et al., *Experiments in England, Wales and Australia on the effect of the length of day on various cultivated varieties of wheat.* *Ann. Appl. Biol.*, **19** : 378-412, 1932.
11. GARNER, W. W. and ALLARD, H. A., *Effects of the relative length of the day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants.* *Journ. Agr. Res.*, **18** : 553-606, 1920.
12. GARNER, W. W., *Photoperiodism*, II : 677-713 ; DUGGAR, B. M., *Biological effects of radiation*, McGraw-Hill, 1936.
13. HURD-KARRER, A. M., *The formative effect of day length on wheat seedling.* *Journ. Md. Acad. Sci.*, **1** : 115-126, 1930.
14. — *Comparative responses of a spring and a winter wheat to day length and temperatures.* *Journ. Agr. Res.*, **46** : 867-888, 1933.
15. JONES, L. R., DICKSON, J. G. and JOHNSON, J., *Wisconsin studies upon the relation of soil temperatures to plant diseases.* *Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bul.*, **71** : 144 pp., 1926.
16. KELLERMAN, K. F., *A review of the discovery of photoperiodism. The influence of*

- the length of daily light periods upon the growth of plants. Quart. Rev. Biol.*, **1** : 87-94, 1926.
17. KIESELBACH, T. A. and SPRAGUE, H. B., *Relation of the development of the wheat spike to environmental factors. Journ. Amer. Soc. Agron.*, **18** : 40-60, 1926.
 18. MAXIMOV, N. A., *Photoperiodism : Significance of the relative length of day and night for plant growth. Bull. Appl. Bot. Gen. and Pl. Breed*, **14** : 69-90, 1925.
 19. MURNEEK, A. E., *Biochemical Studies of photoperiodism in plants. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, **268**, 1937.
 20. MCKINNEY, H. H. and SANDO, W. J., *The behavior of winter wheat in artificial environments. Science (n. s.)*, **71** : 668-670, 1930.
 21. — *Earliness and seasonal growth habit in wheat, as influenced by temperatures and photoperiodism. Journ. Hered.*, **24** : 169-179, 1933.
 22. — *Earliness of sexual reproduction in wheat as influenced by temperature and light in relation to growth phases. Journ. Agr. Res.*, **51** : 621-641, 1935.
 23. MACKINNEY, H. H., *Vernalization and the growth-phase concept. Bot. Rev.*, **6** : 25-47, 1940.
 24. PERCIVAL, J., *The wheat plant. A monograph*, London, 1921.
 25. PURVIS, O. N., *An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. Ann. Bot.*, **48** : 919-955, 1934.
 26. RISSO PATRÓN, R., *Descripción de 35 variedades de trigo del país con observaciones sobre la constancia de algunos caracteres morfológicos. Revista Facultad de Agronomía, La Plata*, **24** : 57-234, 1939. (También en *Est. Exp. Pergamino*, Publ. n° 1, 1939).
 27. ROBERTS, R. H. and STRUCKMEYER, B. E., *The effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic response of some of the higher plants. Journ. Agr. Res.*, **56** : 633-677, 1938.
 28. SACHS, J., *Beiträge zur Lehre von der Transpiration der Gewächse. Bot. Zeit.*, **18** : 121-126, 1860.
 29. — *Wirkung des Lichts auf die Blütenbildung unter Vermittlung der Laubbätter. Bot. Zeit.*, **22** : 353-358, 1863.
 30. SCHRÖDER, E., *Ein neues Verfahren zur Gewinnung «typischer Ähren» für Ähren-analysen und dessen Anwendungsmöglichkeiten in Praxis und Theorie. Landw. Jahrbücher*, Bd. 83, H. 2, Berlín, 1934.
 31. TAYLOR, J. W. and MCCALL, M. A., *Influence of temperature and other factors on the morphology of the wheat seedling. Journ. Agr. Res.*, **52** : 557-568, 1936.
 32. VAN DE SANDE-BAKHUYZEN, H. L., *Studies of wheat growth under constant conditions. A monograph on growth. Food Res. Inst.*, 1937.
 33. WANSER, H. M., *Photoperiodism in wheat : a determining factor in acclimatization. Science*, **56** : 313-315, 1922.
 34. WEATHERWAX, P., *Some effects of modified illuminations on the flowering of Gramineae. Amer. Journ. Bot.* **24** : 731, 1937.
 35. WORT, D. J., *Vernalization of Marquis Wheat and other spring cereals. Bot. Gaz.*, **101** : 457-481, 1939.
 36. — *Soil temperature and growth of Marquis Wheat. Pl. Physiol.*, **15** : 335-342, 1940.