REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA DE BUENOS AIRES
16 (Entrega 1): p. 95-128 Dic. 1964

CDU: 633:11:551.586 (816.5)

Aspecto bioclimático del cultivo de trigo en Río Grande Do Sul (Brasil)

POR

ANTONIO J. PASCALE Y FERNANDO SILVEIRA DA MOTA (*)

Introducción

Es bien sabido que el trigo es una planta de cultivo invernal y que su área de dispersión en el mundo se encuentra entre los trópicos y los círculos polares. Esto se debe a la necesidad de satisfacer su exigencia en bajas temperaturas durante la etapa del crecimiento, lo que consigue con los inviernos de las referidas regiones. En ciertas localizaciones de las áreas más frías de cultivo de trigo, no es posible efectuar siembras de variedades invernales, usándose entonces los trigos primaverales que no tienen aquella exigencia en bajas temperaturas, pero en cambio, necesitan un elevado umbral fotoperiódico para espigar.

La característica oceanidad del Hemisferio Sud ha determinado la siembra de trigos bioclimáticamente diferentes a los del Hemisferio Norte. No exigen dosis elevada de frío invernal y no necesitan grandes duraciones de día para la etapa reproductiva, ya que se siembran en latitudes donde nunca alcanza el fotoperíodo, en el momento de la espigazón, los valores elevados que se encuentran en el Hemisferio Norte. A los 40° de latitud sud ya prácticamente ha desaparecido el cultivo de trigo, en tanto que a esa latitud en el Hemisferio Norte recién comienzan las áreas trigueras más extensas.

(*) Ingenieros agrónomos, Profesor Asociado de Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires y Jefe de la Sección Climatología Agrícola del Instituto Agronómico do Sul, Pelotas, Brasil, respectivamente.

Esta modalidad del clima, similar en las áreas trigueras australianas, sudafricanas y sudamericanas, ha determinado la siembra de variedades que se acomodan a tales características climáticas. En poco más de cincuenta años se han ido delineando amplias regiones trigueras donde se utilizan variedades, que si bien tienen plasma de los antiguos trigos del Hemisferio Norte, debido a las selecciones e hibridaciones de las líneas más adaptadas al nuevo ambiente climático, poseen características bioclimáticas propias.

Dada esta diferencia con los trigos tradicionales del otro Hemisferio, se impone el estudio de las características bioclimáticas de las variedades sembradas en nuestras regiones trigueras. Este es uno de los principales objetivos de la Bioclimatología Agrícola, que además debe indicar a los fitotecnistas cuáles son las deficiencias climáticas que deben superarse en futuras realizaciones, cuando en un determinado clima no se puede efectuar un cultivo pues las variedades existentes no satisfacen sus exigencias climáticas.

En sucesivas experiencias se han podido estudiar las necesidades de los trigos argentinos, así como las características agroclimáticas fundamentales de la región triguera argentina, Pascale (1953, 1959), Pascale y Damario (1954, 1961). La región triguera del sud de Brasil se ha ido desarrollando sobre la base de la adaptación de variedades seleccionadas en el mismo ambiente climático, estando empeñado el Instituto Agronómico do Sul en el estudio de las características particulares de las mismas para utilizar tal conocimiento en las mejoras culturales que incrementen y aseguren el cultivo de trigo en la región. Varios trabajos se han efectuado poniendo de manifiesto algunas anomalías climáticas así como las consecuencias que se derivan, las que podrían ser causa de la disminución actual en el área sembrada por la inseguridad que generan en los rendimientos, Da Mota (1960 b, 1960 c).

Este trabajo tiene por finalidad estudiar cuáles son las características bioclimáticas de los trigos sembrados en Río Grande do Sul (Brasil), con el propósito de determinar cuáles son las variedades que más se adaptan a ese ambiente climático particular y comprobar si tales variedades son actualmente sembradas en las épocas adecuadas según sus exigencias y tolerancias climáticas. El conocimiento de los requerimientos climáticos varietales permitirá saber si esos trigos serían potencialmente útiles en ambientes particulares de la región triguera argentina.

Con ser las enumeradas dos finalidades muy importantes, debe

destacarse además, como muy alentador, el hecho de que este trabajo sea el fruto de la colaboración entre técnicos del referido Instituto y docentes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, con lo que puede considerase iniciado un intercambio de información experimental tendiente a resolver problemas agronómicos particulares o comunes a dos o más países del continente.

Material y método de trabajo

Se adoptó un método experimental que ha resultado eficaz en otras investigaciones de Bioclimatología Agrícola. Consiste en la realización de siembras continuadas con el material de características desconocidas, desde una época muy anterior hasta una muy posterior a la considerada normal para la especie. La finalidad es tener en un mismo terreno la reacción del vegetal ante los diferentes complejos ambientales resultantes de las diferentes épocas en que se realizan las siembras. Por lo tanto, se efectuaron siembras quincenales desde principios de abril a mediados de octubre. Se comprende perfectamente que la primera siembra estuvo sujeta, entre otras variables climáticas, a duraciones de día y a temperaturas en disminución hasta muy avanzado su crecimiento, en tanto que las últimas de la serie, a duraciones de día y temperaturas en continuo aumento. Las siembras restantes soportaron toda una gama de condiciones climáticas intermedias.

La combinación de elementos meteorológicos actuantes sobre el ensayo se duplicó, pues la experiencia se llevó paralelamente en dos ambientes climáticos diferentes, Buenos Aires (campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria: lat. 34°40', long. 58°39', alt. 22 m) y Pelotas (campo experimental del Instituto Agronómico de Río Grande do Sul: lat. 31°45', long. 52°21', alt. 7 m). De tal suerte, resultó un ensayo de siembras continuadas con carácter geográfico o ecológico, pues además del factor clima influyó también la diferencia de los suelos de las dos localizaciones. Sin embargo, la fuerza del clima es muy superior a la del suelo cuando se efectúa un análisis fenológico, por lo cual, las diferencias o semejanzas encontradas son casi exclusivamente del orden bioclimático.

Además, se agregaron al ensayo otras variantes tendientes a magnificar diferencias o comparaciones de comportamientos bioclimáticos. Tales fueron, la siembra de material vernalizado a partir de julio (Pelotas) y agosto (Buenos Aires), y la utilización simultánea en todas

las épocas de siembra de trigos argentinos cuyo comportamiento bioclimático es bien conocido.

Finalmente, la interpretación de los resultados se efectuó utilizando el Indice Heliotérmico de Geslin (GESLIN, 1944), que ha probado su utilidad como índice bioclimático por los resultados obtenidos en la clasificación de las variedades de trigo, avena, cebada y centeno argentinos (PASCALE Y DAMARIO, 1954, 1960).

Las cuatro variedades usadas como comparación fueron: Sinvalocho M.A., Bahiense F.C.S., Eureka F.C.S. y Klein Cometa, considerados trigos típicos de los cuatro grupos en que se han clasificado bioclimáticamente las variedades argentinas (PASCALE Y DAMARIO, 1954). Los trigos brasileños que se analizaron, fueron: Frontana, Prelúdio, Carazhino, I.A.S. 13, L.A.S. 14, São Borja, Colônias, Fortaleza, Piratiní, Trintani y Camacrânia. Además, en Pelotas, se sembraron: B.H. 546, Trapeano, Trintecinco y H. 40-33-23, que también entraron en el análisis bioclimático.

Como ya se mencionó, las siembras se efectuaron aproximadamente cada quince días, entre el 1º de abril y el 14 de octubre de 1960, consistiendo en una microparcela de dos surcos de 3 m de largo cada uno, separados a 0,20 m. Todas las variedades se sembraron apareadas, lo mismo que las siembras con material vernalizado, formándose un bloque con cada época de siembra. En Pelotas se efectuaron dos repeticiones, no así en Buenos Aires. Con relación a este punto es conveniente aclarar que las repeticiones son preferibles, pero no indispensables en los ensayos de siembras continuadas para observar comportamientos bioclimáticos por diferencias fenológicas, ya que en este tipo de análisis no se incluye rendimiento y porque las diferencias que se consiguen en la aparición de las fases de dos siembras consecutivas son mayores que las que pueden encontrarse en las repeticiones de las mismas. Por supuesto, que un estudio bioclimático es más completo si incluye la variación de los rendimientos además de las diferencias fenológicas.

En la vernalización se usó una técnica corriente (PASCALE, 1956), manteniéndose el material incipientemente germinado en heladera a 3-4°C durante los quince días anteriores a la siembra.

Las observaciones fenológicas registradas y necesarias para la aplicación del Indice Heliotérmico, fueron: nacimiento, encañazón (por la observación macroscópica del primordio floral o visualización de la yema floral por corte del macollo a ras del suelo) y espigazón.

El Indice Heliotérmico se calculó para los subperíodos nacimiento-

encañazón, encañazón-espigazón y nacimiento-espigazón, multiplicando la suma de temperaturas medias diarias, método directo, de cada subperíodo por el fotoperíodo medio del mismo lapso, dividido 100. Los valores se llevaron a gráficos y de la comparación de las curvas resultantes se obtuvieron las conclusiones que se incluyen en el trabajo.

Comportamiento bioclimático de los trigos brasileños

Primeramente debe puntualizarse que los trigos que se siembran en el sud de Brasil, son el producto del medio en que vegetan y si bien tienen algunos puntos de contacto con los argentinos usados como comparación, poseen características bioclimáticas propias.

Cuando comenzó a sembrarse trigo en Sudamérica, se usaron las variedades típicas del Hemisferio Norte, que se fueron seleccionando y cruzando hasta obtenerse las variedades adecuadas para cada tipo climático, generándose zonas trigueras que no lo hubieran sido de no mediar tal acomodamiento del vegetal al clima. Se delinearon verdaderos tipos agroclimáticos, no sólo de trigo, sino de los otros cultivos exóticos. Los trigos brasileños son el fruto del mencionado acomodamiento al clima y por ello las variedades usadas como comparación en el ensayo tuvieron en el sud de Brasil un comportamiento irregular, pues, en parte, no pudieron satisfacer sus exigencias bioclimáticas en el complejo ambiental actuante en las siembras de Pelotas. A la inversa, en Buenos Aires, en épocas de siembras extremas algunas variedades brasileñas no desarrollaron adecuadamente en comparación con las variedades argentinas.

Efectuado el análisis correspondiente con los trigos argentinos, por comparación de las curvas de Indices Heliotérmicos de las dos localizaciones del ensayo, se sacaron las conclusiones que a continuación se mencionan. No se incluyen las figuras respectivas pues la finalidad del trabajo es estudiar las características bioclimáticas de los trigos brasileños más que las de las variedades de comparación, cuyos comportamientos son conocidos, pero es conveniente dedicarle algunos párrafos pues en este estudio geográfico se confirmó lo que se conoce de las mismas.

De las cuatro variedades, Sinvalocho M.A. fue la que mejor se comportó, lo que era lógico esperar, pues es un trigo que exige poco frío y es tolerante a una amplia gama de duraciones de día. Las curvas de I.H. fueron similares en los dos lugares. Sólo debe mencionarse que

la disminución del crecimiento por el descenso térmico invernal se produjo en Pelotas más tarde que en Buenos Aires, determinando que las primeras siembras de la serie continuaran vegetando allá más tiempo y consiguieran una espigazón más precoz, indicado por valores más bajos de I.H. Esto se observó en mayor o menor grado en todas las variedades ensayadas según su tolerancia a los días cortos invernales para poder espigar.

Las variedades Bahiense F.C.S. y Eureka F.C.S. se comportaron irregularmente en Pelotas, pues son dos trigos que exigen días relativamente largos para espigar. La curva de I.H. para el subperíodo encañazón-espigazón comienza en un valor alto, debido a que con temperaturas relativamente elevadas las siembras otoñales consiguieron encañar, pero la espigazón no la lograron hasta que los días fueron decididamente largos. El umbral térmico para encañar es más alto en Eureka F.C.S. que en Bahiense F.C.S., denotado por la menor precocidad en la aparición del primordio floral en las primeras siembras de Buenos Aires. Se estima que estas dos variedades, que exigen días largos para espigar y cierta dosis de frío en el caso de Eureka F.C.S., al sembrarse en un ambiente climático como el de Río Grande do Sul, deben comportarse mal pues no satisfacen sus exigencias bioclimáticas y cada época de siembra se desarrollará irregularmente, determinando encañazones y espigazones que no se ajustan a una tendencia definida, lo que en definitiva redundará en una cosecha reducida e insegura.

En cuanto a la cuarta variedad de comparación, Klein Cometa, al ser más exigente en frío que la mayoría de los trigos sembrados en estos ambientes sudamericanos, tiene un desarrollo aceptable cuando satisface tal exigencia; caso contrario no desarrolla. La gran diferencia entre las curvas de I.H. del material testigo y vernalizado, así lo demuestran. Además, posee una manifiesta intolerancia a los días largos superiores a 15 horas de duración, lo que junto a su exigencia en temperaturas vernalizantes, la hace impropia para la siembra de épocas tardías.

Las variedades brasileñas usadas en el ensayo tuvieron un comportamiento que no se ajusta a ninguno de los trigos utilizados como testigo. Del conjunto de ellas pueden escogerse dos formas de reacciones diferentes que parecen responder a grandes rasgos al agrupamiento que se hiciera de los cuatro tipos de variedades argentinas a fin de simplificar la clasificación (Pascale y Damario, 1961).

En efecto, las variedades de los grupos I y IV (tipo Sinvalocho M.A. y Klein Cometa) cuando se las siembran en épocas adecuadas

desarrollan precozmente, por lo cual pueden agruparse bajo la denominación de semiprecoces. En cambio, las de los grupos II y III (tipo Bahiense F.C.S. y Eureka F.C.S.) por sus exigencias fotoperiódicas de duración de día largo, siempre son de espigazón más tardía, pudiendo denominarse trigos semitardíos. No se las designa como precoces ni como tardíos para no confundir con las denominaciones similares que reciben los trigos del Hemisferio Norte, también designados como primaverales e invernales, pues sus exigencias bioclimáticas y duraciones de ciclos vegetativos son diferentes. Los requerimientos de los trigos sudamericanos son intermedios y por eso no son tan precoces ni tan tardíos: son semiprecoces y semitardíos.

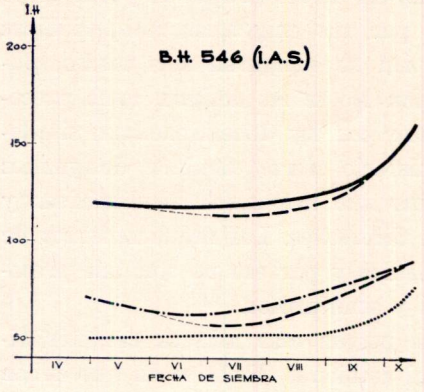
Los trigos brasileños estudiados poseen esas mismas características particulares, aunque adecuadas al ambiente climático en que deben desarrollar. Pueden clasificarse entonces en semiprecoces y semitardíos, con modalidades en algunos aspectos similares y en otros algo diferentes a los trigos argentinos.

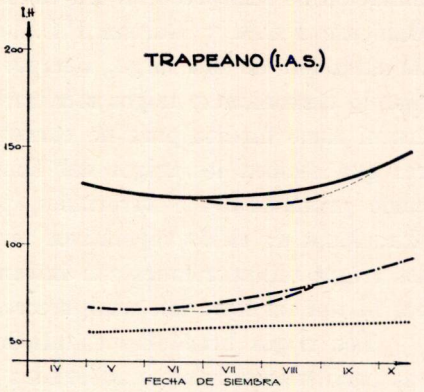
a) *Trigos brasileños semiprecoces*

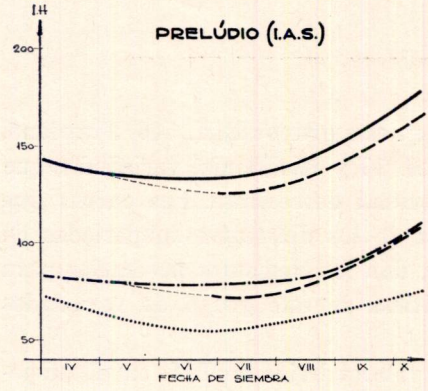
Del conjunto analizado, entran en este grupo: B.H. 546, Trapeano, Frontana, Prelúdio, Carazinho, I.A.S. 13 y São Borja, variedades que han sido ordenadas según su precocidad decreciente. Las curvas que generaron los Indices Heliotérmicos de los diferentes subperíodos de las siembras continuadas del ensayo, dan los elementos necesarios para caracterizar las exigencias bioclimáticas de este grupo de variedades (Fig. 1).

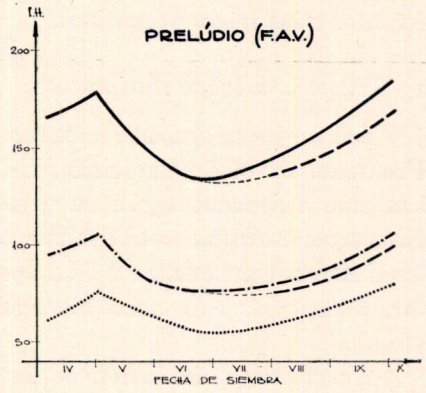
En efecto, la iniciación de los valores bajos de I.H. en el subperíodo nacimiento-espigazón para las siembras otoñales, está indicando una marcada precocidad pues el desarrollo se produce aun con los días cortos invernales y temperaturas en decrecimiento. Para el caso de Frontana, variedad que se va a considerar tipo (Fig. 2), las siembras de los meses de abril y mayo en Pelotas espigaron cuando todavía la duración del día no había llegado a las doce horas y con temperaturas medias de 13,5°C para el mes de espigazón. En Buenos Aires, las siembras del mes de abril de la misma variedad se comportaron de la misma manera, con temperaturas aún más bajas.

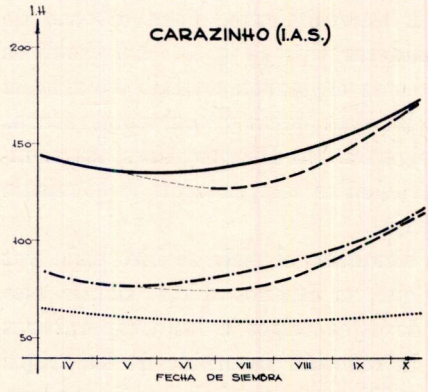
A medida que se avanzó en las siembras, el ciclo se hizo cada vez más corto, siempre más en Pelotas que en Buenos Aires, siendo esto un indicio evidente de la reacción de estos trigos a las temperaturas crecientes. Sin embargo, a pesar de la reacción favorable de los trigos de este grupo a las temperaturas, las diferentes variedades tienen una

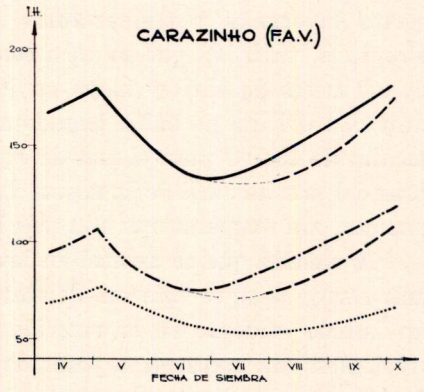

I.H.
200
150
100
50
B.H. 546 (I.A.S.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA


I.H.
200
150
100
50
TRAPEANO (I.A.S.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA


I.H.
200
150
100
50
PRELÚDIO (I.A.S.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA


I.H.
200
150
100
50
PRELÚDIO (F.A.V.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA


I.H.
200
150
100
50
CARAZINHO (I.A.S.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA


I.H.
200
150
100
50
CARAZINHO (F.A.V.)
IV V VI VII VIII IX X
FECHA DE SIEMBRA

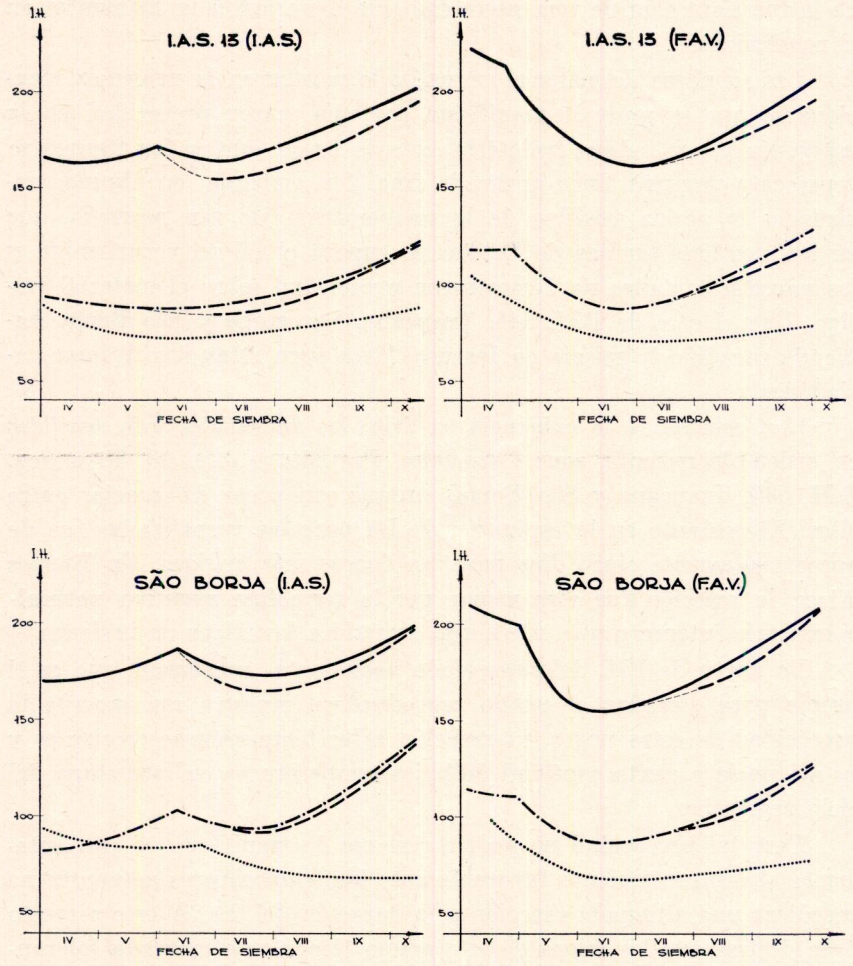


Fig. 1 — Curvas de Indices Heliotérmicos de los trigos semiprecoces brasileños en los dos lugares de siembras: I.A.S. (Pelotas) y F.A.V. (Buenos Aires). Línea llena: subperíodo nacimiento-espigazón; línea de rayas y puntos: subperíodo nacimiento-encañazón y línea de puntos subperíodo encañazón-espigazón .Línea de rayas, I.H. de parcelas vernalizadas.

exigencia en bajas temperaturas que debe tenerse muy en cuenta, pues su precocidad es aún mayor cuando satisfacen tal requerimiento y, principalmente, porque la falta de este factor bioclimático determinará la insatisfacción de una necesidad que tiene marcada influencia en el rendimiento.

Las siembras de material vernalizado mostraron la exigencia mencionada, que se puso de manifiesto por una mayor precocidad en la espigazón y por índices heliotérmicos más bajos, que en las figuras se representa por una línea quebrada fina. Sin embargo, en algunas variedades la acción positiva de la temperatura fue tan marcada, que en las siembras tardías de Pelotas se supera el efecto vernalizante y las parcelas tratadas no demostraron precocidad sobre el material testigo. Fue el caso de B.H. 546, Trapeano, Carazinho y São Borja, habiendo sucedido lo mismo en Buenos Aires para estas dos últimas variedades.

Con relación a la exigencia en frío, las variedades más sensibles en orden decreciente, son: Carazinho, Prelúdio, I.A.S. 13, Frontana, B.H. 546, Trapeano y São Borja, aunque con pocas diferencias entre ellas. El adelanto en la espigazón de las parcelas vernalizadas fue de aproximadamente cinco días para las épocas más críticas. En Buenos Aires, la reacción fue algo menor por la termofase negativa naturalmente más intensa a que estuvieron sometidos los trigos en invierno.

La curva de I.H. del subperíodo nacimiento- encañazón, que es el previo para alcanzar el estado reproductivo, muestra nuevamente la precocidad de estos trigos, su reacción a las temperaturas crecientes y su exigencia a cierta cantidad de bajas temperaturas en esta etapa del ciclo vegetativo.

Pero tal precocidad no podría ponerse de manifiesto, si conjuntamente al comportamiento favorable ante las temperaturas actuantes no sucediera una adecuada reacción a la duración del día. A este respecto debe decirse que los trigos de este grupo tienen una marcada tolerancia a cualquier fotoperíodo, que casi puede mencionarse como indiferencia. En efecto, cualquiera haya sido el momento en que se produjo la espigazón, días cortos invernales o largos de primavera avanzada, no se observó una deficiencia evidente en la expresión de la etapa reproductiva.

Esto se pone de manifiesto en la curva de I.H. del subperíodo encañazón-espigazón para Pelotas que tiene valores muy bajos y que en casi toda su extensión se asemeja a una recta paralela a las abscisas. Para algunas variedades, la curva se presenta algo curvada en los ex-

tremos que no debe interpretarse como intolerancia para el ambiente de Río Grande, pero si una reacción algo más marcada para las últimas siembras de Buenos Aires que tuvieron que desarrollar con días un poco más largos.

La precocidad de los trigos semiprecoces queda manifestada también en las curvas de I.H. de Buenos Aires, donde puede apreciarse que cuando las temperaturas otoñales son todavía favorables, las primeras siembras pueden desarrollar y los valores de I.H. son inferiores a otras épocas posteriores que deben soportar una termofase negativa más intensa que demora el crecimiento y el desarrollo. Esta es otra prueba que las temperaturas, más que el fotoperíodo, son las determinantes del desarrollo de estas variedades.

De las curvas de I.H. de la Fig. 1 se puede deducir además que B.H. 546, Trapeano, Frontana, Prelúdio y Carazinho, son bioclimáticamente idénticas, existiendo sólo una decreciente precocidad. Puede considerárselas a cualquiera de ellas como característica o típica en cualquier comparación que se haga. Es interesante consignar que del cruzamiento Colonista x Frontana se consideran en este análisis a tres trigos: Prelúdio, Carazinho y Fortaleza. Los dos primeros son bioclimáticamente indiferenciables, en tanto que Fortaleza posee características muy distintas, como se verá más adelante.

Las variedades I.A.S. 13 y São Borja, a pesar de pertenecer a este grupo de semiprecoces, tienen cierta particularidad diferente en el comportamiento ante la duración del día. Dentro de su tolerancia, requieren días algo más largos que las variedades anteriormente mencionadas, lo que se comprueba por los mayores valores de I.H. en el subperíodo encañazón-espigazón y por la inflexión de la curva del subperíodo nacimiento-espigazón, que las muestra algo distintas a la horizontalidad inicial manifestada en el comportamiento de las siembras otoño-invernales de las 5 variedades primeras.

El comportamiento de los trigos semiprecoces brasileños sembrados en Buenos Aires, mostró una reacción acorde a lo ocurrido en Pelotas, con las mismas características de igualdad para Frontana, Prelúdio y Carazinho (B.H. 546 y Trapeano no se sembraron en Buenos Aires) y ciertas diferencias en I.A.S. 13 y São Borja, en las que se nota una menor precocidad en las primeras épocas de siembras, como resultado de su necesidad en días relativamente más largos. Las curvas de I.H. respectivas ponen en evidencia esta afirmación.

Como conclusión, los trigos semiprecoces brasileños tienen las siguientes características bioclimáticas: corto ciclo vegetativo prove-

niente de una reacción favorable a las temperaturas en aumento e indiferencia a la duración del día. Sin embargo, requieren una cierta dosis de frío en las primeras etapas de crecimiento para desarrollar adecuadamente y poder expresar su capacidad productiva.

b) *Trigos brasileños semitardíos*

Se incluye en este análisis a las variedades: I.A.S. 14, Colônias, Trintecinco, H. 40-33-23, Fortaleza, Piratiní, Trintani y Camacrânia. Este ordenamiento responde aproximadamente a una exigencia fotoperiódica creciente para espigar, menos para Trintani y Camacrânia que tienen un comportamiento algo diferente en este aspecto, pero que por responder a la modalidad general de los trigos semitardíos se los incluye en este grupo.

El ordenamiento de precocidad decreciente efectuado para los trigos semiprecoces fue más evidente que el creciente de exigencia en días largos que se realiza ahora para los semitardíos. Esto se debe a que no existe tanta similitud bioclimática entre las variedades semitardías ya que cada una tiene una cierta particularidad, aunque todas una modalidad general que es la de poseer índices heliotérmicos altos al comienzo de la curva en el subperíodo encañazón-espigazón, debida a una necesidad en días relativamente más largos que las variedades semiprecoces para poder expresar la etapa reproductiva.

Que la exigencia se encuentra en la duración del día y no en otro factor bioclimático, lo prueba el hecho de que la encañazón se cumple precozmente, en algunas variedades tanto como en las semiprecoces, y por no reaccionar a la vernalización. Entonces, si exigen pocas sumas térmicas para encañar y esta fase no es acelerada por la vernalización, la expresión del desarrollo se atrasa por el otro factor bioclimático determinante, el fotoperíodo. Las curvas de I.H. para los distintos subperíodos y en los dos lugares de la experiencia así lo demostraron.

Por las causas apuntadas de mayor heterogeneidad bioclimática es más difícil escoger una variedad tipo, pero en base a la exigencia principal se debe elegir entre Colônias, Fortaleza y Piratiní. En este análisis se considerará a esta última como prototipo de variedad semitardía, dado que de las tres parece ser la de mayor umbral fotoperiódico (Fig. 2).

Analizando el comportamiento de Piratiní se encuentran todas las características de los trigos semitardíos brasileños. En primer lugar, tanto en Pelotas como en Buenos Aires, la encañazón se produce sin la necesidad de acumular bajas temperaturas, lo que se pone de

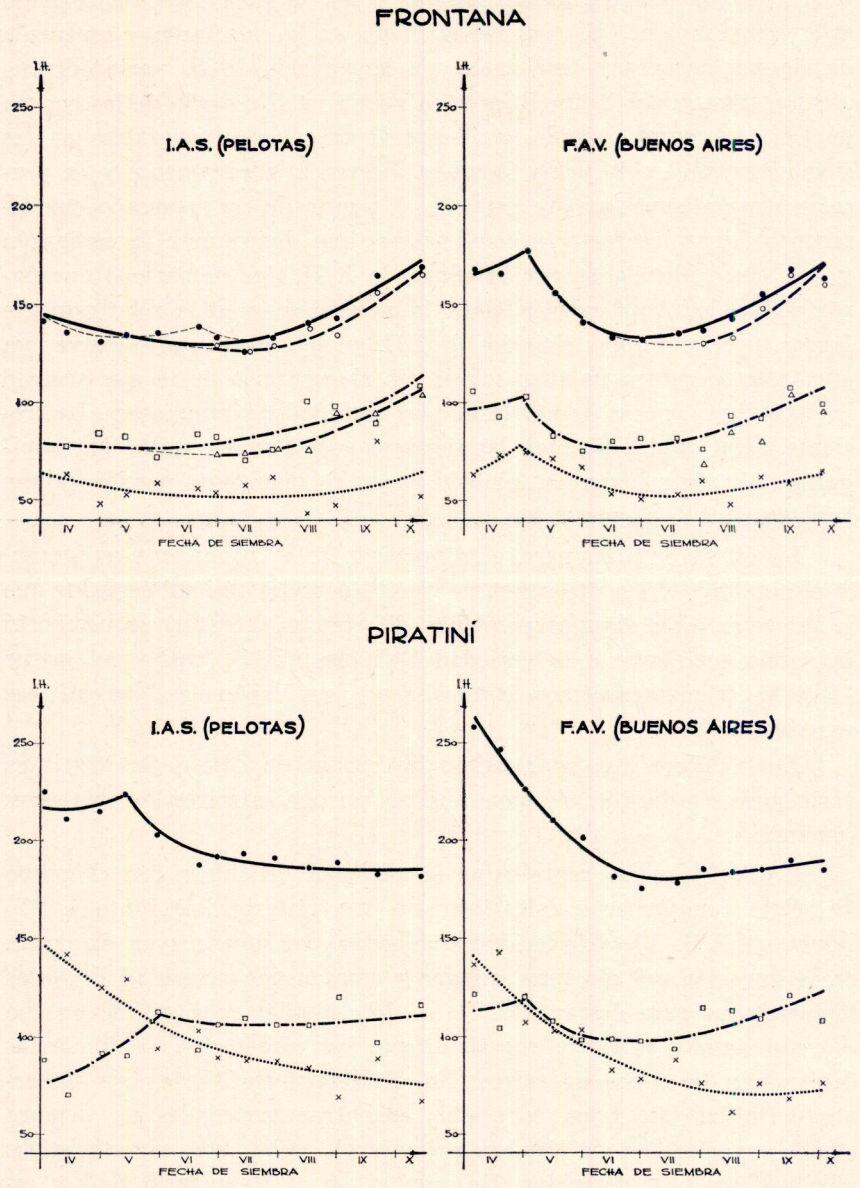


Fig. 2 — Curvas de Indices Heliotérmicos de las variedades Frontana y Piratiní típicas de los trigos semiprecoces y semitardíos brasileños, respectivamente, de las siembras continuadas de 1960 en el Instituto Agronómico do Sul (Pelotas) y Facultad de Agronomía y Veterinaria (Buenos Aires). —Referencias similares a las de Fig. 1—

manifiesto por la curva I.H. del subperíodo nacimiento-encañazón que mantiene una sensible horizontalidad y por la nula o escasa reacción a la vernalización. (El pequeño adelanto en la encañazón y espigazón de algunas siembras vernalizadas, en la mayoría de las variedades no alcanzó para graficar una diferencia visible en el trazado de las curvas de I.H.). Además, cuando las temperaturas fueron favorables en las siembras otoñales, la yema floral se diferenció rápidamente y la parcela estuvo dispuesta para espigar. A partir de ese momento comenzaron a jugar los factores bioclimáticos que determinan la espigazón y que son evidenciados por la curva de I. H. del subperíodo encañazón-espigazón. Aquí resulta clara la necesidad en días relativamente largos, por los valores elevados de I.H. en que comienza la curva, ya que la temperatura no tuvo influencia al contrario de lo que sucedió en las mismas épocas de siembra de las variedades semiprecoces. La creciente duración del día para las siembras sucesivas determinó una espigazón cada vez más precoz, también puesta de manifiesto por los índices heliotérmicos de menor valor.

La curva de I.H. para el subperíodo total nacimiento-espigazón, es el resultado de lo dicho anteriormente para los dos subperíodos que lo integran. Con algunas pequeñas diferencias, Piratiní se comportó en forma semejante a la variedad Bahiense F.C.S., típica del grupo II de los trigos argentinos. Naturalmente, sus exigencias bioclimáticas son comparables.

En la figura 3 se representan las curvas de I.H. de las distintas variedades semitardías, de cuyo análisis pueden inferirse las siguientes conclusiones.

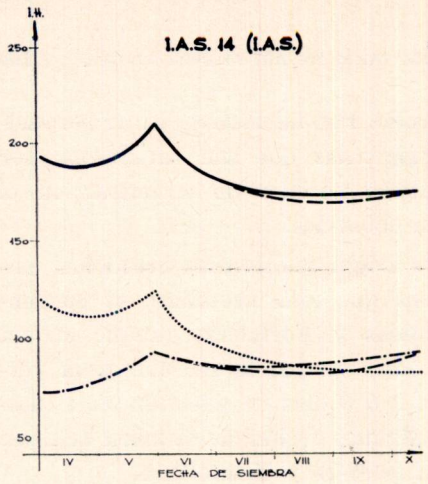
I.A.S. 14 puede representar la variedad de enlace con el grupo de trigos semiprecoces e integrar un tipo intermedio, junto a São Borja e I.A.S. 13, diferenciables de estos por una mayor exigencia en la duración del día para espigar y una menor necesidad de bajas temperaturas para desarrollar. No se debe olvidar, y se estima que no es redundancia volver a repetirlo, que las características climáticas determinan los tipos de trigos. En el Hemisferio Norte, con inviernos definidamente fríos, es posible encontrar variedades de siembra otoñal y variedades de siembra primaveral, ambas con características bioclimáticas bien definidas. En cambio, en el Hemisferio Sud y especialmente en Brasil en el límite superior térmico invernal para el cultivo de trigo, prácticamente no existe interrupción del crecimiento por bajas temperaturas siendo posible utilizar variedades que, a través de un largo período de siembras, aprovechan las condiciones de

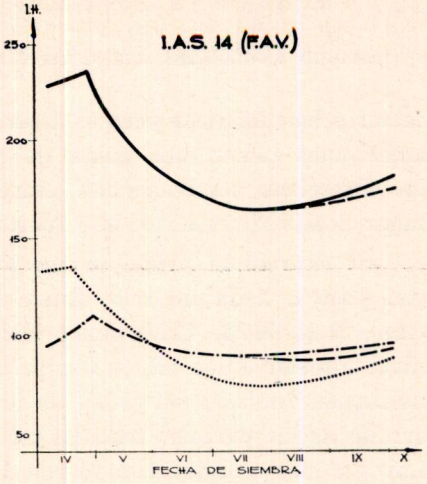
factores bioclimáticos para el desarrollo. Por tal motivo, los trigos sudamericanos tienen una gama de exigencias que son satisfechas por las diferentes combinaciones climáticas posibles de encontrar en el lugar donde fitotécnicamente fueron obtenidos.

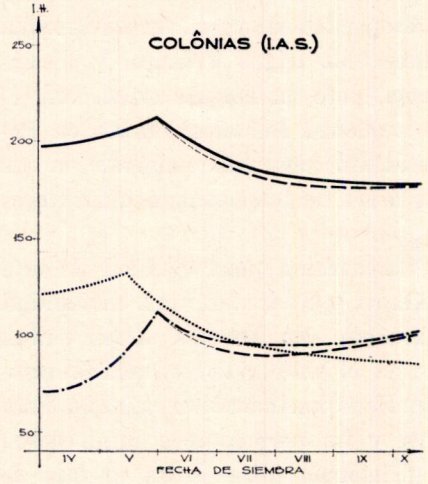
Se expresó al principio que los trigos semitardíos brasileños exigen poco o nada de frío. Entre los que más necesitan, se encuentran: H.40-33-23, Trintecinco, Colônias y Fortaleza, aunque en un nivel inferior a los trigos semiprecoces, ya que la reacción a la vernalización fue sólo del orden de los 2 ó 3 días de adelanto en el desarrollo de las parcelas tratadas en algunas fechas de siembra críticas. Las que más reaccionaron fueron H.40-33-23 y Trintecinco.

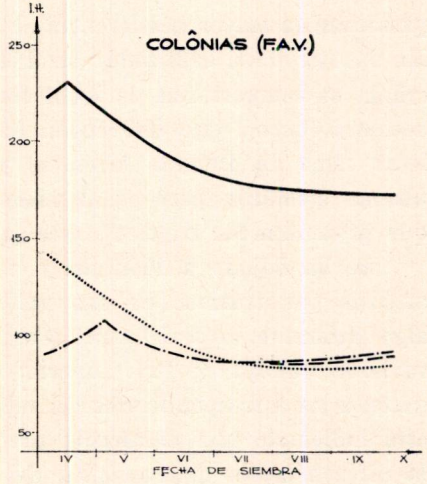
Trintecinco, H.40-33-23 y Colônias son las que junto a Piratiní presentan la mayor indiferencia al fotoperíodo de primavera avanzada. En las siembras realizadas en Pelotas, los trigos Trintani y Camacrânia se comportaron de igual forma, pero en Buenos Aires sus reacciones fueron algo diferentes. La variedad Fortaleza, tanto en Pelotas como en Buenos Aires, se presentó algo más exigente en las últimas siembras, pero en el mismo nivel de tolerancia a días largos que presentan los trigos de este grupo.

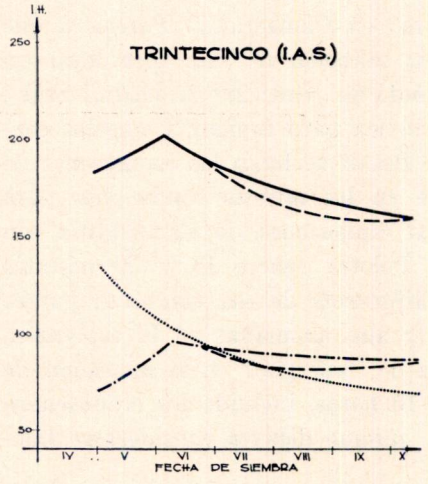
Se ha dejado a Trintani y a Camacrânia para el final de este análisis por tratarse de dos variedades que tienen una modalidad algo diferente, especialmente Camacrânia. En Buenos Aires ambas tuvieron valores de I.H. superiores en el subperíodo encañazón-espigazón a los correspondientes del subperíodo nacimiento-encañazón. Esto está indicando una encañazón precoz y un período más largo desde la diferenciación macroscópica del primordio floral hasta la fase de espigazón. No exigen frío y no tienen un umbral fotoperiódico inicial muy elevado, más visible esto último en Camacrânia. Pareciera que esta última variedad, originada por selección de una raza local espontánea de Passo Fundo (Río Grande do Sul: 28º de latitud Sud), tiene una relativa exigencia fotoperiódica para espigar y que las condiciones en este sentido del Sud de Brasil aceleran las espigazones de las últimas siembras, en tanto que en las mismas condiciones para Buenos Aires hicieron coincidir las espigazones de Camacrânia con fotoperíodos algo mayores que en Pelotas (entre 15 y 20 minutos para siembras equivalentes). Una diferencia de esa magnitud parece suficiente para determinar atrasos y aún anomalías en la espigazón, esto último observado por una falta de "energía" en la aparición de las espigas. La duración de día de 15 horas, incluido los crepúsculos, pareciera ser el fotoperíodo crítico, aunque debería considerarse tam-

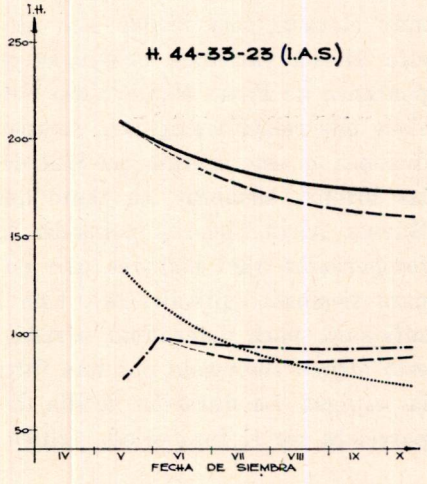

I.A.S. 14 (I.A.S.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA


I.A.S. 14 (F.A.V.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA


COLÔNIAS (I.A.S.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA


COLÔNIAS (F.A.V.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA


TRINTECINCO (I.A.S.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA


H. 44-33-23 (I.A.S.)
I.H.
250
200
150
100
50
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
FECHA DE SIEMBRA

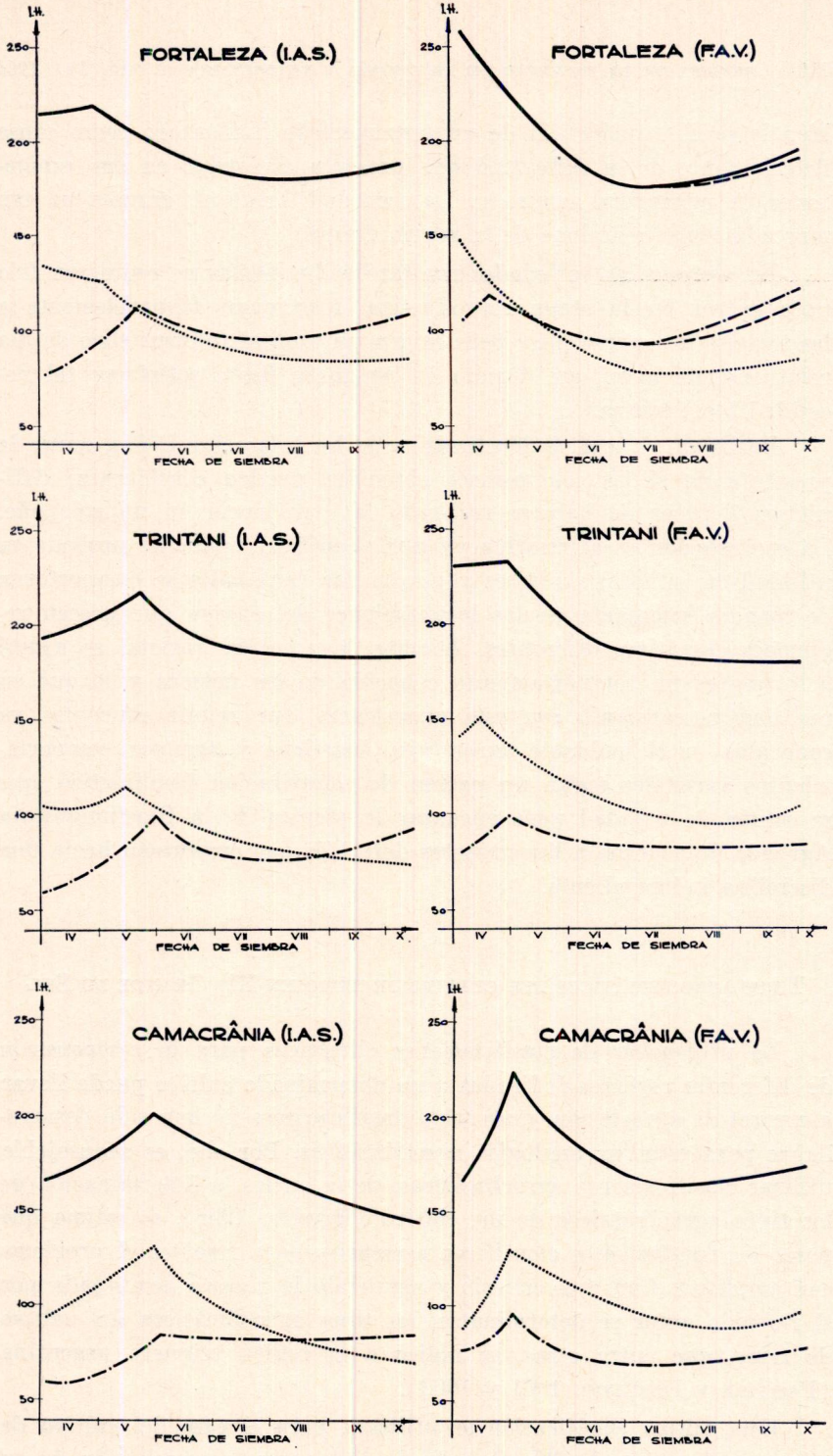


Fig. 3 — Curvas de Indices Heliotérmicos de los trigos semitardíos en los dos lugares de siembras: I.A.S. (Pelotas) y F.A.V. (Buenos Aires) —Referencias similares a las de Fig. 1.

bién la posible incidencia de un termoperíodo inadecuado como causa determinante de la dificultad que presenta este trigo en sus espigazones de primavera avanzada. La variedad Trintani, aunque no tan marcadamente, reacciona de la misma forma.

En síntesis, las variedades semitardías brasileñas no requieren frío para entrar en la etapa reproductiva, reaccionan favorablemente a las temperaturas crecientes pero exigen un umbral fotoperiódico de día relativamente largo que demora la espigazón hasta satisfacer tal necesidad bioclimática.

Realizado el análisis bioclimático de los trigos brasileños, surge la pregunta de si las conclusiones obtenidas pueden considerarse definitivas a pesar de haberse realizado la experiencia en un solo año. La contestación es afirmativa ya que el método usado ha probado su utilidad en estudios similares y porque las variedades se comportaron de manera semejante en las localizaciones del ensayo que poseen regímenes climáticos diferentes. Además, la reacción varietal se ajustó a lo que es un comportamiento conocido de las mismas y lo que en realidad se consiguió con esta experiencia, fue reunir conceptos ya conocidos en el ambiente agronómico brasileño y agrupar comportamientos varietales según un patrón de comparación bioclimático, que se estima de utilidad para encauzar la técnica de la Bioclimatología Agrícola de acuerdo a lineamientos definidos que conduzcan hacia una disciplina independiente.

Tipos agroclimáticos del cultivo de trigo en Río Grande do Sul

La utilización de clasificaciones climáticas para la comparación de diferentes regiones dedicadas a un determinado cultivo puede llevar a errores de apreciación, pues tales clasificaciones no han sido desarrolladas para estudiar analogías agroclimáticas. Por ello, es aconsejable utilizar clasificaciones agroclimáticas, de la cuales la determinación de los tipos agroclimáticos de un cultivo (Burgos, 1958), se estima que posee los fundamentos científicos necesarios para resolver el problema con amplitud. Con este criterio y siguiendo la técnica aconsejada por el referido autor se determinaron los tipos agroclimáticos del cultivo de trigo, que entre otras, se aplicó a la región triguera argentina (Pascale y Damario, 1961 y 1962).

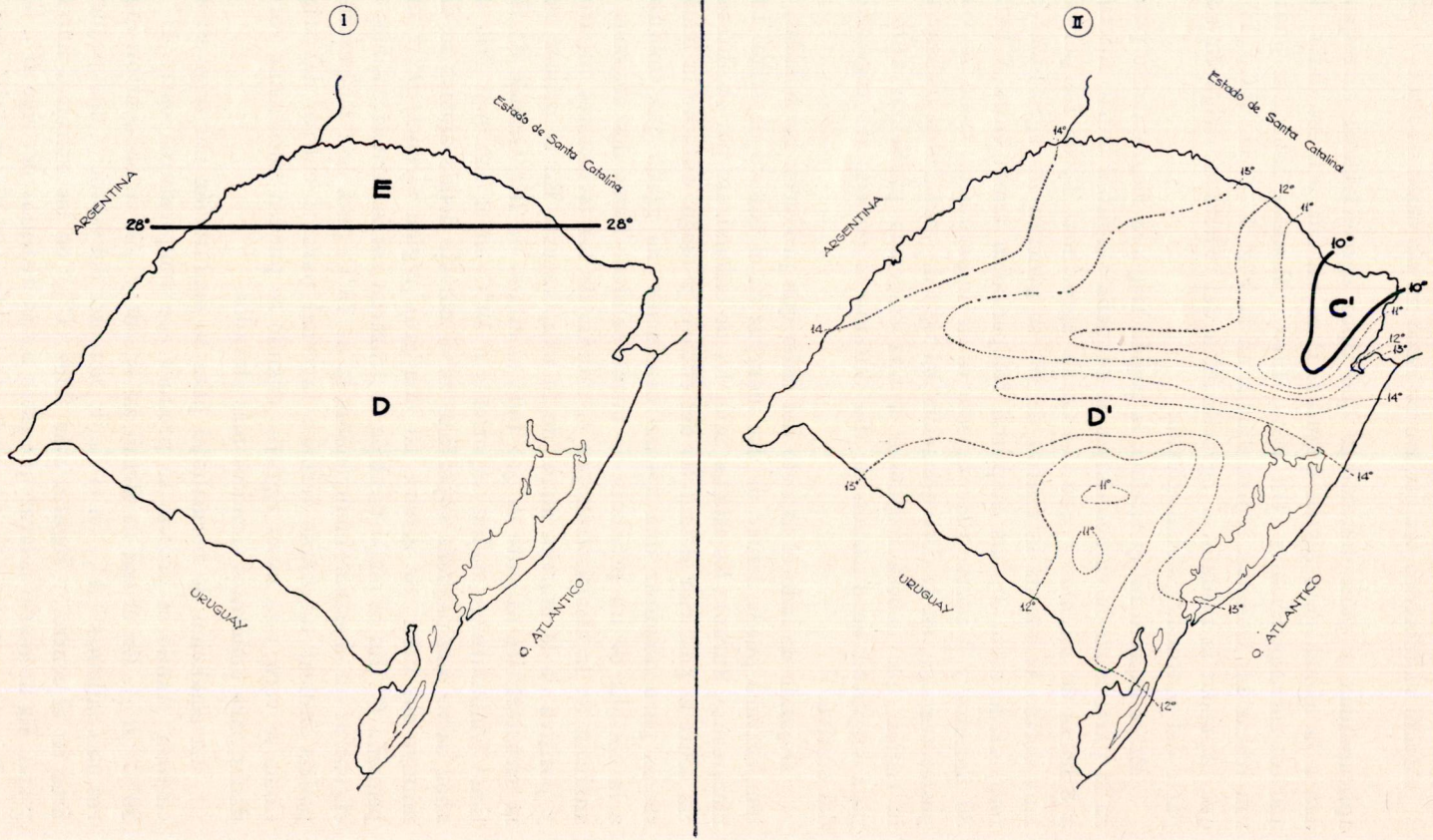
Esta misma clasificación se utilizará para el caso del cultivo de trigo en el estado de Río Grande do Sul, como comprobación de su

aplicabilidad y para determinar qué tipos agroclimáticos corresponden a la mencionada región triguera. Para tal fin, con los datos climáticos correspondientes (DA MOTA, 1960) (MORENO, 1961), se pudieron trazar las isolíneas representadas en la Fig. 4 (I, II, III y IV), que expresan la modalidad agroclimática del cultivo de trigo en esta parte del continente sudamericano.

En el aspecto fotoperiódico, la región triguera riograndense posee en la parte norte la característica de pequeña amplitud anual, inferior a 3 horas 30 minutos y que determina agroclimas *E*, de fotoperíodo muy corto. Al sur de la latitud de 28° se generan los agroclimas de fotoperíodo corto *D*, con amplitud fotoperiódica anual entre 3 horas 30 minutos y 5 horas. Este aspecto es de importancia, como se verá posteriormente, en la determinación del tipo de variedad a utilizar en la región, que deberá responder a una exigencia particular ante la poca amplitud de duración de día durante el período de vegetación del cultivo.

Dejando de lado el aspecto del daño que producen las heladas, la temperatura puede actuar de dos maneras en el cultivo de trigo. Primeramente, durante los estados iniciales de crecimiento por su influencia sobre el posterior desarrollo del cultivo, y luego, durante la maduración para asegurar una normal desecación del grano que conduzca a la cosecha de un producto de buena calidad. Estas dos acciones se analizan en la clasificación por el estudio de las termofases negativa y positiva de la marcha anual de la temperatura. En el primer caso la característica saliente es que todo el estado de Río Grande do Sul tiene temperaturas medias superiores a 10°C en el mes más frío del años, salvo una pequeña superficie en el noreste donde apenas se disminuye ese valor. Se genera así una gran región térmica *D'* y una pequeña *C'*. En el mapa también se trazaron las isotermas posibles de encontrar en el estado incluyéndose la de 13°C, pues esta temperatura podría indicar un límite térmico invernal para el cultivo del trigo. Como se verá, esto no es riguroso cuando se pueden seleccionar variedades para ambientes térmicos más elevados.

La condición de normalidad para la maduración del trigo se encuentra cuando el proceso se produce con temperaturas entre 17° y 20°C (B'_1). En el sud de Brasil así sucede y sólo se encuentran lugares más calientes (A'_1) en el límite noroeste del estado y una pequeña área en el centro, y lugares más fríos (C'_1) en los extremos noreste y sud. Es necesario aclarar que estas zonas distintas del tipo B'_1, sólo se alejan pocos décimos de grado de los límites 17° y 20°C, por lo


I
ARGENTINA
Estado de Santa Catalina
E
28°
28°
D
URUGUAY
O. ATLANTICO
II
ARGENTINA
Estado de Santa Catalina
14°
15°
12°
11°
10°
C'
10°
11°
12°
13°
14°
D'
14°
15°
11°
11°
URUGUAY
12°
15°
O. ATLANTICO
12°

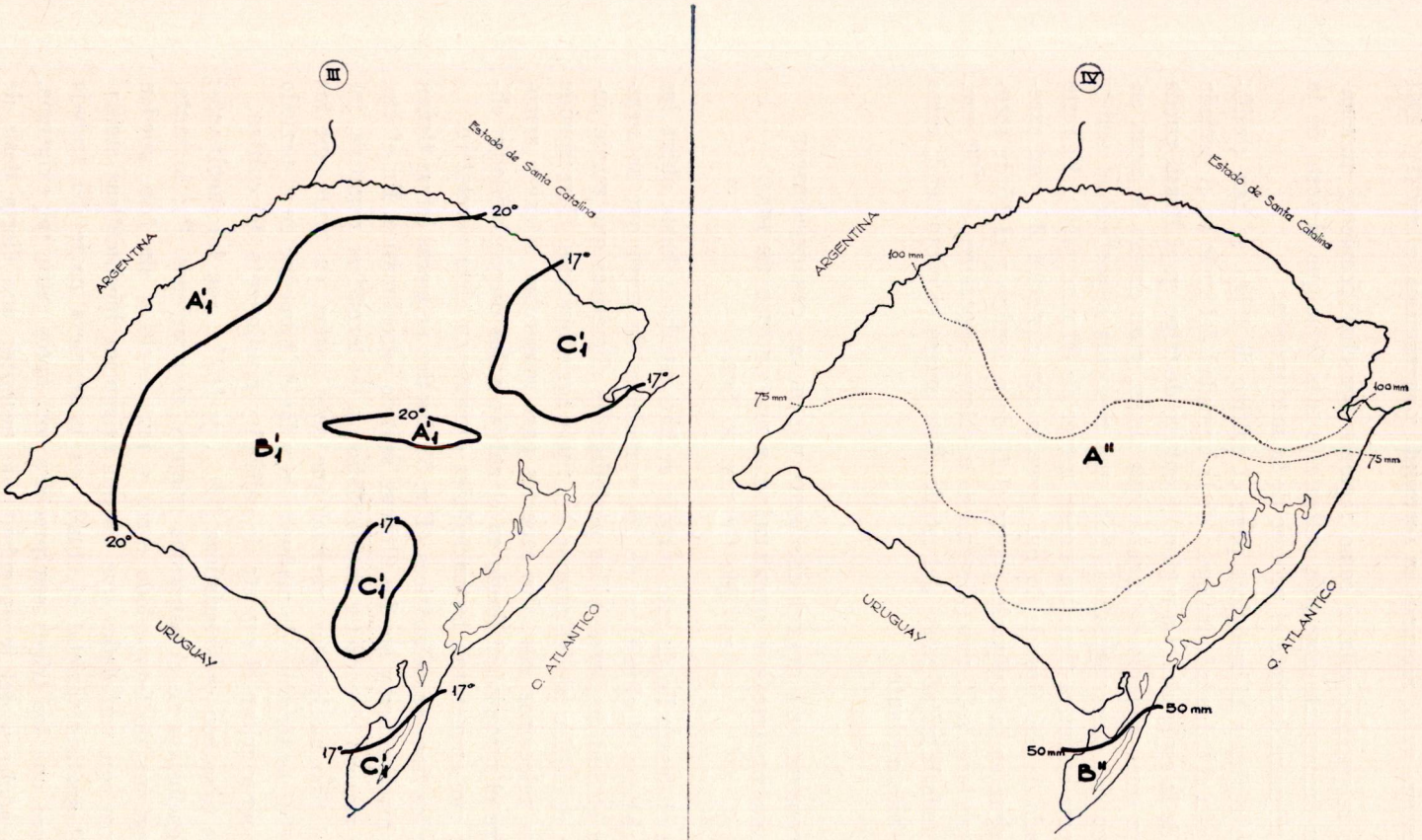


Fig. 4 — Regiones agroclimáticas de la región triguera del Estado de Río Grande do Sul (Brasil): I — Regiones fotoperiódicas; II — Regiones térmicas, termofase negativa; III — Regiones térmicas, termofase positiva; IV — Regiones hidrológicas.

cual no se pueden señalar como regiones agroclimáticamente anormales. Son únicamente algo más calientes o más frías que el resto de la región triguera durante el proceso de la maduración.

Las regiones hidrológicas para el cultivo de trigo, se han clasificado según el balance hidrológico de la humedad del suelo en el período crítico de la espigazón. La región de cultivo de trigo en el Brasil puede señalarse como ejemplo de lugares que tienen gran exceso de agua en ese lapso del ciclo vegetativo. Sólo una reducida superficie al sud y en la costa atlántica tiene un exceso menor de 50 mm. (*B''*). El resto del estado de Río Grande do Sul posee la característica *A''* con excesos de agua en la espigazón (entre el 15 de setiembre y el 15 de octubre) superiores a 50 mm., llegándose a valores superiores de 100 mm. en casi toda la mitad norte del estado. Este exceso es perjudicial, como se verá más adelante.

Consecuencias culturales derivadas de las características bioclimáticas y agroclimáticas del cultivo de trigo en Río Grande do Sul

En el desarrollo de este trabajo se han estudiado hasta ahora las características bioclimáticas de las variedades de trigo que se siembran en el Sud de Brasil y las posibilidades climáticas que puede encontrar el cultivo al delimitarse los tipos agroclimáticos. Corresponde entonces, relacionar estos dos aspectos para comprobar si existe armonía entre el material utilizado en el cultivo y las disponibilidades climáticas que encuentran las variedades durante su ciclo vegetativo.

En los tipos agroclimáticos (Fig. 5), las dos primeras letras tienen sentido bioclimático y las dos últimas, sentido agroclimático. En efecto, las que marcan el carácter fotoperiódico y de termofase negativa, indican el tipo bioclimático varietal que debe usarse, en tanto que las características térmicas de maduración y las de humedad en el período crítico, caracterizan el aspecto de calidad y rendimiento del cultivo.

Los tipos con características *ED'*.. y *DD'*.. son los dominantes y casi exclusivos en el panorama triguero riograndense. Por lo tanto, estas regiones de fotoperíodo corto y muy corto y sin frío, pueden sembrarse con variedades que tengan exigencias bioclimáticas similares. Del análisis varietal efectuado en la primera parte del trabajo se deduce que los trigos semiprecoces son aptos para tal exigencia, aunque adolecen del inconveniente de necesitar una cierta dosis de

frío, y que los semitardíos no tienen exigencias térmicas pero en cambio requieren un umbral fotoperiódico para espigar.

Por consiguiente, los trigos semiprecoces si satisfacieran sus relativas exigencias en frío podrían representar el tipo bioclimático más apto para las condiciones agroclimáticas del sud de Brasil. Sin embargo, los inviernos de esta región suelen tener temperaturas relativa-

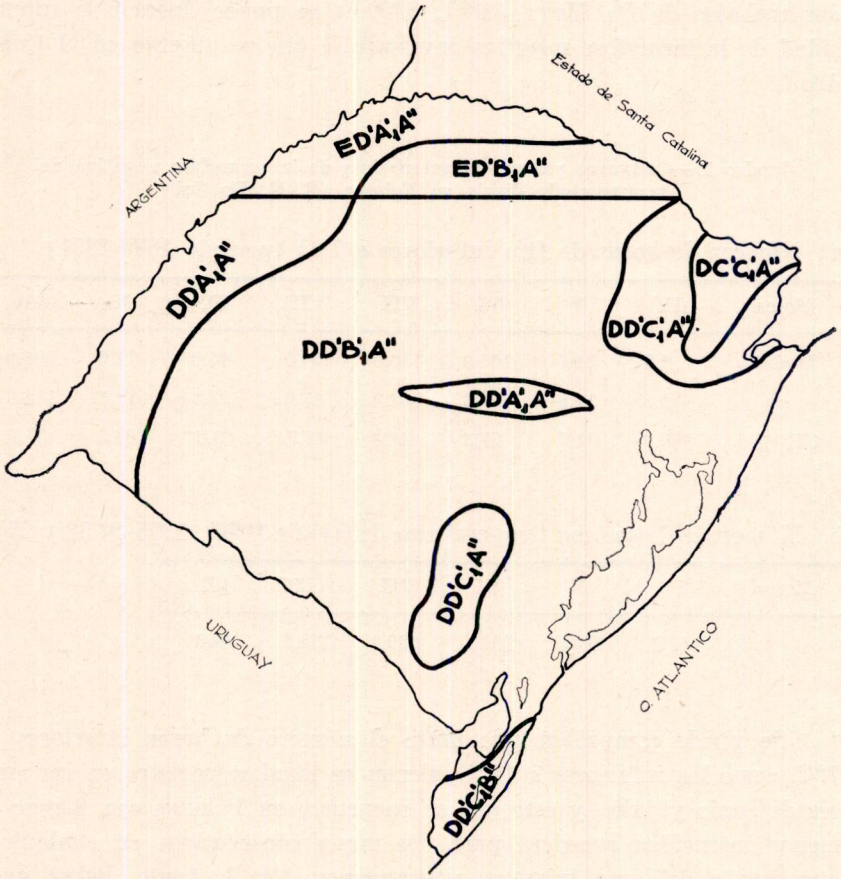


Fig. 5 — Tipos agroclimáticos para el cultivo de trigo en el Estado de Río Grande do Sul (Brasil).

mente altas para el cultivo. El mapa con las temperaturas medias del mes más frío así lo indica, pues sólo una pequeña parte tiene valores medios poco inferiores a 10°C. Por la temperatura invernal, sin considerar otros factores, esa región y la del sud donde pueden encontrar-

se 11°C de temperatura media mensual, serían las partes más aptas para trigo en Río Grande do Sul.

Aún cuando la temperatura media invernal es elevada, los registros térmicos pueden descender durante algunos días por debajo del nivel de 10°C y ser utilizados por el cultivo de trigo para satisfacer sus necesidades bioclimáticas. De allí que sea interesante consignar el número de horas que la temperatura desciende de ciertos niveles. De dos trabajos de Da Mota (1957, 1960 b) se puede deducir la intensidad de la termofase negativa invernal, lo que se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1 — Algunos valores característicos de la termofase negativa del termoperíodo diario en Pelotas (R. G. Do Sul)

a) Número de horas de frío inferiores a 7°C (período 1893-1951)

Meses	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Año
Media	0,5	34,7	100,9	110,3	94,0	45,6	11,6	398,0
σ	2,8	31,9	57,3	51,1	43,0	31,3	18,1	134,3
CV %	360,0	94,0	57,3	46,4	45,7	69,5	164,5	33,7

b) Número de horas con temperaturas debajo de 10ºC (1955-56-58 y 59)

Meses	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	47,2	173,0	184,7	225,0	167,7	60,2

Se puede comprobar que tanto el número de horas inferiores a 7°C, como las inferiores a 10°C, tienen su máximo registro en los meses de junio y julio, y esto que se encuentra en Pelotas, con mayor o menor intensidad sucederá para dos meses consecutivos en cualquier otro punto del área triguera riograndense. Por lo tanto, habrá que tratar que las siembras se efectúen en una fecha tal que en esos meses el cultivo ya se encuentre en el campo para recibir el máximo de frío invernal.

Sin embargo, la fecha de siembra debe regularse en cada región según el régimen de heladas primaverales, pues en una siembra muy temprana estará favorecida en cuanto a las bajas temperaturas invernales, pero al mismo tiempo, como las variedades semiprecoces tienen

indiferencia fotoperiódica, la espigazón temprana estará expuesta a los inconvenientes de las últimas heladas inverno-primaverales.

De cualquier forma, en casi todo el territorio de Río Grande do Sul puede adelantarse la siembra de manera que los trigos semiprecoces reciban todo el frío invernal que se dispone en cada zona, pues si es posible que se produzcan pérdidas por heladas, lo será en un porcentaje de años menor al límite que admite la seguridad de la empresa agrícola. Se demostrará en qué se basa esta afirmación. En la Fig. 6 se han representado las curvas medias de las duraciones en días del subperíodo siembra-espigazón, según fecha de siembra, en cuatro localidades de distinta temperatura invernal. Se comprueba que a medida que la siembra se atrasa, lógicamente, el subperíodo se acorta, por la característica de las variedades semiprecoces de reaccionar favorablemente a las temperaturas crecientes cualquiera sea el fotoperíodo, y por igual causa, que las duraciones son menores en los lugares donde la temperatura media del mes más frío es mayor.

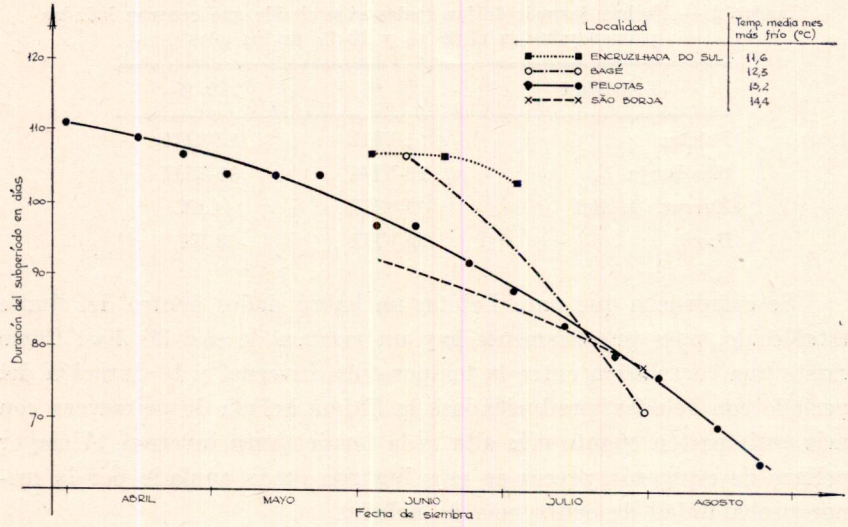


Fig. 6 — Duración en días del subperíodo siembra-espigazón de los trigos semiprecoces en localidades que tienen distinta temperatura media en el mes más frío del año (promedio de varios años de siembras continuadas).

Se mencionó anteriormente que los meses de junio y julio en Pelotas, representan la mayor posibilidad de frío invernal, entonces para lograr tal ventaja, las siembras debieran hacerse en la última semana de mayo o principios de junio. En este caso, la duración del subperío-

do siembra-espigazón sería de alrededor de 100 días, es decir, que la espigazón se produciría en la primera década de setiembre.

Ahora bien, es necesario conocer la posibilidad de ocurrencia de las heladas primaverales para estimar qué daño podrían ocasionar en espegazones que se produzcan en esa fecha. Se considera que el riesgo de un cultivo anual con respecto a esta adversidad climática, puede estimarse en un 20 %, es decir, la pérdida de la cosecha por heladas una vez cada cinco años. Se dispone para el análisis, de los mapas de fechas de posibilidad de ocurrencia de heladas en el 10 % y en el 20 % de los años, Fig. 7. No se toman directamente las fechas del 20 % de probabilidad, pues estas corresponden a la ocurrencia de 0°C, y se ha comprobado (Da Mota, 1960 b) que las temperaturas de 2°C ya dañan al trigo en la espigazón. Entonces, si se considera el mapa del 10 % de probabilidad de 0°C, se puede estimar que representa con holgura, la probabilidad del 20 % de temperaturas de 2°C. Para las localidades de la Fig. 6 se obtienen los valores del cuadro 2.

Cuadro 2 — Fechas después de las cuales es probable que ocurran heladas primaverales en el 20 % y 10 % de los años

Localidad	20 %	10 %
Pelotas	1-VIII	10-VIII
São Borja	10-VIII	31-VIII
Encruz. do Sul	19-VIII	4-IX
Bagé	20-VIII	8-IX

Se comprueba que para Pelotas no habrá daños dentro del límite establecido, pues prácticamente hay un margen de casi 30 días. Como existe una correlación entre la temperatura invernal y la duración del período con heladas, produciéndose la última helada de primavera con más anticipación cuanto más alta es la temperatura invernal, el mayor peligro de espigazón precoz en esos lugares queda anulado por la menor probabilidad de ocurrencia de heladas.

Además, los ensayos ecológicos con Frontana desde 1955 a 1960, inclusive, (Da Mota, 1960 d) confirman que el rendimiento medio de la siembra del 1º de junio es de 922 kg/ha, en tanto que el correspondiente al 1º de julio es de 794 kg/ha. Sin embargo, estos rendimientos medios se obtuvieron promediando valores muy diferentes cada año, debido a las irregularidades térmicas que presentan los inviernos de la región. De allí que, aun cuando los mayores rendimientos medios se encuentran en las siembras de principios de junio, los ensa-

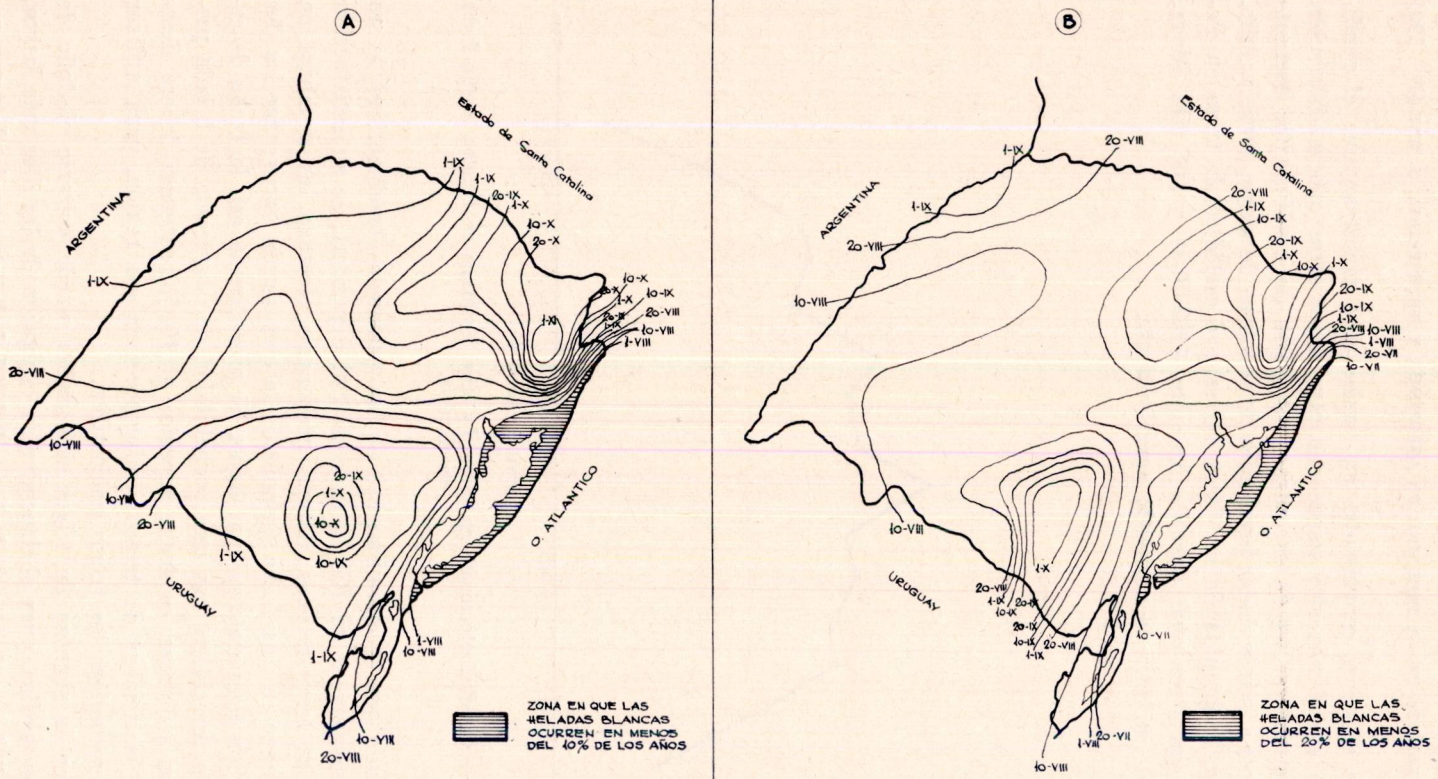


Fig. 7 — Fechas después de las cuales es probable que ocurran heladas (0°C) en primavera en un 10 % (A) y 20 % (B) de los años.

yos de siembras continuadas en varios años muestran que el rendimiento anual más alto puede encontrarse en otras épocas diferentes. En realidad, se puede encontrar una gama de rendimientos bastante similares a través de los promedios de siembras de mayo, junio y julio. La Fig. 8 obtenida de los datos del ensayo ecológico de trigo en Pelotas, con Frontana, durante los años 1955-56-58 y 59 (DA MOTA, 1960 b), muestra lo afirmado anteriormente.

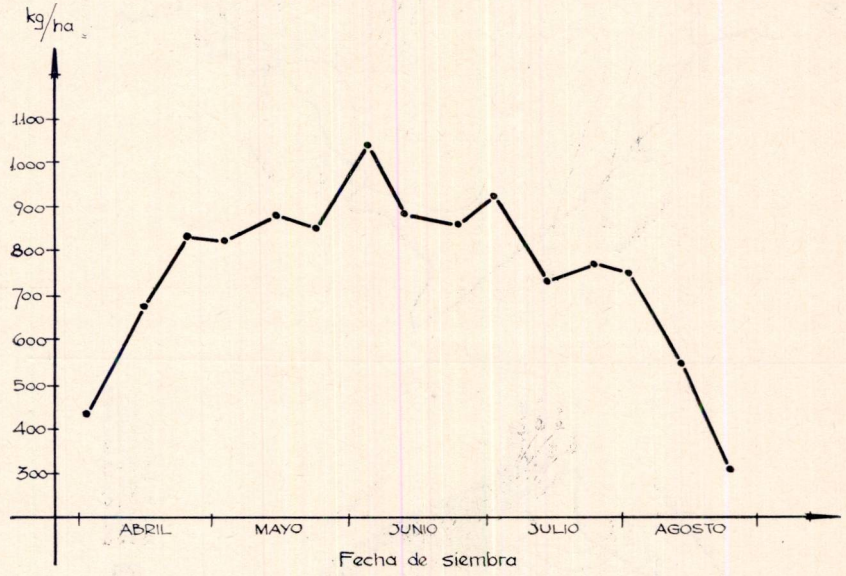


Fig. 8 — Rendimiento medio en kg/ha del trigo Frontana en Pelotas, según fecha de siembra.

Dado que el cumplimiento de las exigencias bioclimáticas de un trigo semiprecoz en Río Grande do Sul dependerá de su satisfacción en bajas temperaturas, deberá procurarse efectuar las siembras en cada lugar en una fecha después de la cual pueda aprovechar los dos meses con temperaturas más bajas. Si procediendo así, la fecha de espigazón coincidiera con una probabilidad de ocurrencia de helada primaveral peligrosa, es decir, superior al 10 %, entonces deberá desecharse la siembra de trigos semiprecoces en esa región, para utilizar en su reemplazo los trigos semitardíos.

Con la siembra de trigos semitardíos puede evitarse el daño de heladas tardías, pues al depender su espigazón de los días más largos, coincidirá con fechas de baja probabilidad de ocurrencia de tempera-

turas dañinas. Sin embargo, este atraso del proceso fásico del cultivo, beneficioso para el riesgo de heladas, es perjudicial con relación al régimen hidrológico, como se verá a continuación.

Analizada la relación existente entre el aspecto bioclimático de los tipos agroclimáticos riograndenses de trigo (*ED'..*, *DD'..*) y la utilización de las variedades actualmente difundidas en la región, queda por ver cómo juegan las otras dos letras que señalan la modalidad peculiar del cultivo en el S. de Brasil. La mayor superficie de Río Grande do Sul es .. B'_1A'', es decir, que tiene maduración entre 17° y 20°C y balance hidrológico en el mes de la espigazón de más de 50 mm. de exceso. El primer aspecto configura normalidad en el proceso de la maduración, desde el punto de vista térmico, pero la humedad con que se inicia el mismo, es excesiva.

El período crítico para agua, centrado entre el 15 de setiembre y el 15 de octubre como valor medio de espigazón para todo el estado, es satisfecho plenamente y con exceso. Se recuerda que el balance hidrológico entre 0 y 25 mm. de exceso de agua en el período crítico representa la zona con mayores rendimientos por hectárea en la República Argentina (Pascale y Damario, 1961). Pero el exceso que se encuentra en Río Grande do Sul no sólo influye sobre el proceso de absorción radicular del cultivo, sino que, como es consecuencia de una precipitación abundante, determina condiciones de humedad ambiental favorables para el desarrollo de enfermedades criptogámicas durante la espigazón y maduración, que inciden sobre la productividad de las variedades de trigo utilizadas. Es por esta razón que anteriormente se mencionó el inconveniente de las espigazones más tardías de los trigos semitardíos. A mayor atraso de espigazón, aún con igual humedad ambiente, la posibilidad de enfermedades aumenta, por los valores térmicos más favorables para la incubación y desarrollo de enfermedades criptogámicas.

Parece claro entonces, que los rendimientos del cultivo de trigo estarán regulados por la temperatura invernal y la humedad durante la espigazón. Efectuada una correlación múltiple entre el rendimiento medio del estado Río Grande do Sul, la precipitación de octubre y la temperatura del mes más frío promedios del estado, confirmó tal aserto con la siguiente expresión matemática:

$$y = 1548 - 60\ t - 0{,}75\ p$$

que si bien jerarquiza ambos parámetros meteorológicos, pone en evidencia sobre todo la importancia negativa de las precipitaciones en el momento de la espigazón.

El tipo agroclimático de trigo dominante en Río Grande do Sul es *D D'B'$_1$A''*, al que debemos asignar el rendimiento medio del estado de 750 kg/ha (Fig. 9). Los valores superiores a esta media corresponden a regiones con tipos agroclimáticos de mejores condiciones térmicas invernales (*D C'C'$_1$A''* y *D'D'C'$_1$A''*) o térmicas invernales y de humedad (*D D'C'$_1$B''*). Los tipos *D D'A'$_1$A''* y *E D'A'$_1$A''*, tienen

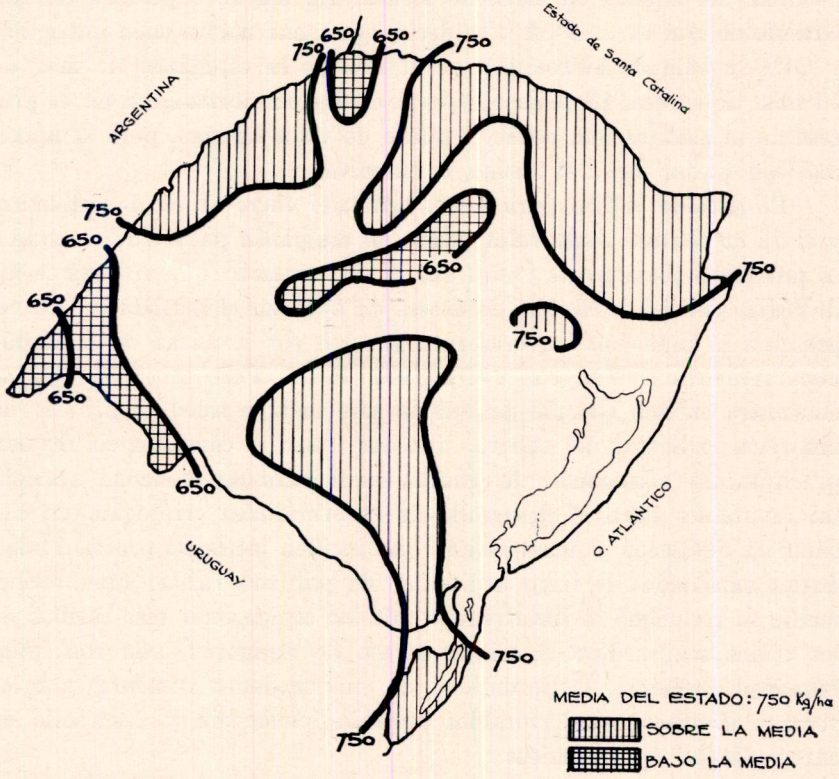


Fig. 9 — Regiones ecológicas preferenciales para el cultivo de trigo en el estado de Río Grande do Sul (Brasil).

una parte con rendimientos superiores a la media, debido probablemente a las buenas condiciones de insolación, otro factor importante en la producción triguera (Da Mota, 1960 b). Es importante consignar que con temperaturas tan altas, 14°C en el mes más frío del año, en esta región se obtienen buenos rendimientos. Es un ejemplo más de cómo la selección varietal regional modifica las necesidades bioclimáticas de un cultivo, por lo que el límite térmico de 13°C encontrado en

Argentina (PASCALE Y DAMARIO, 1961), debe elevarse a 14°C para el sud de Brasil. Sin duda, las variedades usadas en Río Grande do Sul, podrían ser útiles en el caso de tener que ampliar la región triguera argentina a zonas térmicamente más calientes que las actuales.

Por todo lo visto en este análisis, es simple ahora deducir cuáles son las zonas preferibles en el estado Río Grande do Sul para el cultivo de trigo, desde el punto de vista climático. Si se agrega a esto el conocimiento de los suelos, pueden recomendarse las regiones ecológicas preferenciales para el cultivo de esta especie, tal como aparece en un trabajo de DA MOTA (1960, c), donde se marcan tres zonas con las mayores posibilidades de éxito para el agricultor (Fig. 9). Las características salientes de cada una, en orden de importancia, son:

Zona Norte: La de mayor frío invernal y buena insolación, tiene la ventaja de suelos permeables y profundos. Garantiza un cumplimiento aceptable de la termofase negativa del ciclo vegetativo de los trigos, pero tiene el inconveniente de las heladas tardías. Por tal motivo, debe regularse la fecha de siembra de los trigos semiprecoces para evitar daños y en los lugares más peligrosos, reemplazarlos por variedades semitardías.

Zona Sudeste: Inferior a la anterior en cuanto a frío invernal, horas de insolación y bondad de los suelos. Tiene un riesgo menor de heladas tardías, pero como la espigazón puede adelantarse unos quince días, la probabilidad de años con daño es similar a la de la zona Norte.

Zona Oeste: Tiene temperatura invernal elevada pero goza de la mayor insolación del estado, aprovechada por el cultivo de trigo que rinde allí en forma superior a la media. Como no tiene peligro de heladas tardías, las siembras tienen que adelantarse de manera que reciban el máximo de frío invernal y escapen del daño de royas. Deberían usarse las variedades semiprecoces menos exigentes en frío.

En las tres zonas, se cultivan actualmente las dos terceras partes del total de hectáreas dedicadas a la siembra de trigo en el estado. Sería de desear que en la tercera parte restante, que corresponde a lugares con características climáticas inapropiadas para esta especie, se dejara de cultivar trigo, incrementando el área sembrada en las tres zonas más aptas. Esta sería una forma correcta y rápida de aumentar la producción triguera del S. de Brasil, actualmente disminuída, observando

además las indicaciones de fechas de siembra y utilización regional de las variedades según se ha analizado en este trabajo.

Resumen

Entre la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires y el Instituto Agronómico de Río Grande do Sul (Brasil), se realizó una experiencia tendiente a caracterizar las exigencias bioclimáticas de las variedades de trigo sembradas en el S. de Brasil. Se compararon en ambos lugares los comportamientos de siembras quincenales de 15 variedades entre abril y octubre de 1960, con relación a trigos argentinos bioclimáticamente conocidos y entre ellos, mediante el Indice Heliotérmico de Geslin.

Se determinaron dos grupos de trigos, designados como semiprecoces y semitardíos, con diferentes características. Las variedades semiprecoces aceleran el ciclo vegetativo con temperaturas crecientes y presentan una manifiesta indiferencia a la duración del día; tienen una cierta exigencia en frío que, aunque pequeña, debe ser satisfecha para que el desarrollo se cumpla normalmente. Las variedades semitardías, en cambio, exigen un determinado umbral fotoperiódico para espigar, lo que las hace normalmente más tardías, a pesar que no reaccionan a la vernalización y su crecimiento es acelerado por las temperaturas crecientes.

Con las características climáticas de Río Grande do Sul se determinaron los tipos agroclimáticos para el cultivo de trigo en ese estado, correlacionándose posteriormente las disponibilidades agroclimáticas con las necesidades bioclimáticas de las variedades utilizadas actualmente por los agricultores. Se sacaron algunas conclusiones tendientes a incrementar la seguridad de cosecha de trigo en el S. de Brasil.

Summary

An experiment with view to characterize the bioclimatic requirements of wheat varieties sown at the South of Brazil, was performed by the Faculty of Agronomy and Veterinary Sciencies of Buenos Aires University together with the Agronomic Institute of Rio Grande do Sul (Brazil).

The behaviour of fortnightly seedings belonging to fifteen diverse varieties were compared at the both places from April to October in 1960, in relation with Argentine bioclimatically known wheats, and between them, by mean of Geslin Heliothermic Index.

There were determinated two groups of wheat varieties, appointed as semi-early and semi-late ones, showing different characteristics. The semi-early varieties fasten their vegetative cycle with increasing temperatures, and the daylength does not influence its growing at all; they also require a little of cold, this requirement is a very small one, but must be satisfied in order to obtein a normal development. By the other way, semi-late varieties need a determinate photoperiodic threshold to reach the earing stage. This need becomes these varieties as normally tardier ones, although they do not react to vernalization and its growing is fastened by increasing temperatures.

There were determinated the agroclimatic types for cultivation of wheat at Rio Grande do Sul according to the climatic characteristic of that zone. Afterwards there were co-relationated those agroclimatic availabilities with the bioclimatic needs of the varieties employed in the region.

Some conclusions were got with view to increase the security of obtaining good harvests at the South of Brazil.

BIBLIOGRAFIA

BURGOS, J. J., 1958, *Agroclimatic classifications and representations.* CAgM II/Doc. 18/24 IX 1958/Item 10. World Meteorological Organization. Comission for Agricultural Meteorology, Second Session, Varsaw.

DA MOTA, F. S., 1957, *Os invernos de Pelotas, RS, em relaçao as exigências das árbores frutiferas de folhas caducas.* Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Sul. Nº 18, 38 p., Pelotas, RS.

DA MOTA, F. S., 1960, (a) *Agroclima do Rio Grande do Sul - I parte: Relação entre as chuvas a evaporacao e a umidade do solo.* Cuadros climáticos inéditos.

DA MOTA, F. S., 1960 (b), *Influência das temperaturas vernalizantes, das precipitações e geadas durante o espigamento e da isolação, sôbre o rendimento do trigo no Rio Grande do Sul* (nota previa). Instituto Agronômico do Sul. Seção de Climatologia Agrícola. Tirada mimeográfica. 17 h. Pelotas, RS.

DA MOTA, F. S., 1960 (c), *Regioes ecologicas preferenciais para a cultura do trigo no estado do Rio Grande do Sul.* Circular Nº 11. Instituto Agronômico do Sul. 6 h. Pelotas, IS.

DA MOTA, F. S., 1960, (d), *O problema da época de semeadura do trigo.* Suplemento Rural, 10/XII/60. Pelotas, RS.

GESLIN, H., 1944, *Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du milieu* (température et radiation solaire): *contribution à l'étude du climat du blé.* Thèse. 116 p. Impremerie Nationale. Paris.

MORENO, J. A., 1961, *Clima do Rio Grande do Sul. Govêrno do Estado do Rio Grande do Sul.* Secretaria da Agricultura. Diretoria de Terras e Colonização. Secção de Geografia. 42 p. Porto Alegre.

PASCALE, A. J., 1953, *Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos argentinos.* Meteoros. 3 (1): 97-112, Buenos Aires.

PASCALE, A. J., 1955, *Método para determinar las características bioclimáticas de uma variedad de trigo.* Meteoros. 5(3):5-18, Buenos Aires.

PASCALE, A. J., 1956, *Técnica de la vernalización para la investigación bioclimática en cereales.* Ingeniería Agronómica. 14(5):3-10, Buenos Aires.

PASCALE, A. J., 1959, *Características bioclimáticas de cuatro híbridos de trigo de la Facultad de Agronomía y Veterinaria.* Rev. Fac. Agr. y Vet. 14(3):3-27, Buenos Aires.

PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO, 1954, *El Indice Heliotérmico aplicado a los trigos argentinos.* Meteoros. 4(3):129-157, Buenos Aires.

PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO, 1960, *Características de las avenas, cebadas y centenos cultivados en la República Argentina.* Rev. Fac. Agr. (3ª Epoca), 36(1):9-31, La Plata.

PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO, 1961, *Agroclimatología del cultivo de trigo en la República Argentina.* Rev. Fac. Agr. y Vet. 15(1):1-119, Buenos Aires.

PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO, 1962, *Agroclimatic wheat crop types in the world. Biometeorology. Proc. of 2nd. Intern.* Congr. London 1960, Pergamon Press, p. 590-605.