

Agroclimatología del cultivo de trigo en la República Argentina

POR

ANTONIO J. PASCALE Y EDMUNDO A. DAMARIO ¹

INTRODUCCIÓN

La posibilidad y distribución de los cultivos agrícolas dependen en gran parte del clima. Los tipos de cultivo que puedan desarrollarse en una determinada región se ordenarán, en el transcurso del año, según las características climáticas más frecuentes.

Esta íntima relación de dependencia, avala la importancia del papel que juegan los estudios agroclimáticos en el desarrollo de la agricultura. En este aspecto, la climatología por sí sola no puede resolver satisfactoriamente el problema, pues la perfecta caracterización de los regímenes climáticos anuales, estacionales o mensuales, carece de significación mientras no se establezca la concordancia o relación con el proceso fásico de los cultivos, comparando sus exigencias bioclimáticas con las disponibilidades climáticas. De esta forma, podrá estimarse con exactitud la posibilidad de éxito de la empresa agrícola desde el punto de vista climático.

Si la distribución de un cultivo agrícola depende de las condiciones climáticas, la región o zona de cultivo puede delimitarse por la incidencia de aquellos elementos meteorológicos que favorecen su crecimiento y de-

¹ Ingenieros Agrónomos. Profesor Asociado y Ayudante de Investigación, respectivamente, del Departamento de Ecología, Orientación Climatología y Fenología Agrícolas.

sarrollo normales. Más allá de estos límites, estamos en la zona submarginal del cultivo, donde los elementos meteorológicos no son totalmente adecuados o donde la variabilidad climática anual introduce relativa aleatoriedad. Ciertas prácticas agrícolas, tales como labores culturales, protecciones, invernáculos, etc., pueden extender artificialmente la zona de cultivo. Factores económicos o edáficos desfavorables, pueden impedir o disminuir las zonas de cultivo, aunque existan disponibilidades climáticas adecuadas. A pesar de estas circunstancias, el clima es el responsable en primer grado de la distribución de los cultivos, especialmente en los de gran importancia económica o de utilización generalizada.

La gran región de cultivo puede dividirse asimismo según características climáticas más particulares. En primer lugar, las variedades de un cultivo pueden tener características bioclimáticas diferenciales que admitan una distribución ordenada según la satisfacción de sus exigencias. La incidencia de un elemento meteorológico en un determinado subperíodo puede exaltar o desmerecer la calidad de la cosecha, pudiéndose, en consecuencia, efectuar separaciones zonales. Adversidades meteorológicas que puedan ocurrir en un momento crítico del cultivo, permitirán dividir la región de acuerdo a las probabilidades de riesgo, a las fluctuaciones en los rendimientos, etc. Estas y otras muchas consideraciones que pueden hacerse acerca del complejo clima-cultivo, determinan la importancia de los estudios agroclimáticos como aliados de la agricultura moderna.

El cultivo del trigo, por su importancia económica, merece un estudio exhaustivo desde los puntos de vista fenológico, bioclimático y agroclimático. En este trabajo se presentan las conclusiones de un estudio realizado en estos tres aspectos sobre el cultivo del trigo en la República Argentina.

Queda expuesta la vastedad del tema, cuyo enfoque puede realizarse desde ángulos distintos, con variados métodos de trabajo o profundizando en aquellas facetas que, dentro de la orientación agroclimática general, singularicen en mayor grado al cultivo en nuestro país. Por este motivo, déjase establecido desde un principio, que el desarrollo de esta contribución tendrá una orientación basada en los lineamientos establecidos en tres trabajos modernos fundamentales que se mencionan a continuación, con los agregados o modificaciones que se estimen necesarios para los tipos agroclimáticos del trigo en el país, como consecuencia de los trabajos experimentales realizados en el continente sudamericano.

El primero de los trabajos referidos, es un informe técnico de *J. J. Burgos (1958 a)* que trata de las clasificaciones climáticas y agroclimáticas para los fines agrícolas. Repetimos aquí las reglas expuestas en el

mismo, como condición indispensable para que las clasificaciones agroclimáticas resulten de utilidad: conocido el tipo bioclimático de la especie en estudio, es necesario valorar los agroclimas de la región de origen, de la región de cultivo y de las regiones donde la experiencia ha demostrado la imposibilidad del cultivo; con estos datos y los índices agroclimáticos que pudieran haberse obtenido en trabajos experimentales sobre exigencias bioclimáticas de la especie, se está en condiciones de enumerar cuales son los índices necesarios para una clasificación agroclimática. Resulta claro que los índices agroclimáticos que se obtienen diferirán para los distintos cultivos, y para sus variedades, de acuerdo a la adaptación a los diferentes regímenes climáticos en que se cultivan.

Con este método, Burgos elaboró los tipos agroclimáticos para el cultivo de la palma datilera en la República Argentina (*Burgos, 1958 b*).

La veracidad de los principios anteriormente expuestos, quedarán confirmados en el caso del cultivo del trigo, al comprobar las diferencias fundamentales entre los agroclimas de los hemisferios norte y sur, así como las diferencias entre las variedades de cultivo en cada región, originadas en selecciones naturales o hibridaciones, pero denotando siempre una acomodación del vegetal a las condiciones climáticas.

El segundo trabajo, (*Daigo, 1957*) se ha seleccionado por tratarse de un estudio completo del agroclima de una región, donde mediante el uso de parámetros agroclimáticos, basados en las reacciones de los distintos cultivos a las condiciones meteorológicas, se determinan regiones de cultivo, zonas marginales, períodos vegetativos y momentos fenológicos representativos. Asimismo se delimitan regiones agroclimáticas en función de la variabilidad de los rendimientos, y por la incidencia de adversidades meteorológicas. Para cada cultivo del Japón, Daigo utiliza índices agroclimáticos diferentes en una misma zona, confirmando lo expuesto anteriormente al expresar que los valores climatológicos deben complementarse necesariamente con los fenológicos de cada especie.

Finalmente, se hace frecuente referencia a los trabajos de Nuttonson, (*Nuttonson, 1953 y 1955*) por tratarse de contribuciones sobre las relaciones climáticas y el cultivo de trigo en distintos países del hemisferio norte. Nuttonson con el método de sumas de temperaturas y unidades fototérmicas llega a determinar los requerimientos térmicos y fototérmicos del cultivo del trigo en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Rusia, etc.

De todo lo expuesto hasta aquí puede deducirse cuales serán los elementos de juicio o los valores que habrá que analizar para delimitar finalmente el agroclima del trigo en la República Argentina:

- 1) Características ecológicas de la región triguera argentina;
- 2) Diferencias climáticas de las distintas regiones trigueras mundiales;
- 3) Tipo bioclimático del trigo;
- 4) Exigencias bioclimáticas de los trigos argentinos;
- 5) Cartas fenológicas del cultivo del trigo en la R. Argentina;
- 6) Relación del proceso fásico del trigo en la R. Argentina con los elementos meteorológicos que inciden en los distintos subperíodos;
- 7) Fijación de los tipos agroclimáticos y
- 8) Determinación agroclimática de las zonas óptimas y marginales.

Para un mejor ordenamiento del trabajo, y teniendo en cuenta que los puntos de 1) a 6) son esencialmente analíticos, en tanto que los 7) y 8) surgen como consecuencia de los anteriores y representan la síntesis o interpretación de aquellos, se divide el estudio en dos partes: Atlas Agroclimáticos y Tipos Agroclimáticos.

Es conveniente aclarar que en el desarrollo de esta primera parte del trabajo, titulado Atlas Agroclimático, fundamentalmente se estudia el proceso fásico del trigo y la variación de los parámetros bio y agroclimáticos a través de su dilatada región de cultivo en la Argentina, no siguiéndose rigurosamente el ordenamiento de los tópicos a tratar enunciados anteriormente.

Parte I - Atlas Agroclimático

A. MATERIAL Y MÉTODO

I. — *Datos fenológicos.*

La información fenológica básica fué suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional en base a los datos registrados por los corresponsales honorarios del Servicio de Fenología en toda la zona triguera del país, durante el período 1947 a 1955. El cómputo de las informaciones fué realizado de la siguiente forma: *a)* las variedades cultivadas durante el período analizado se clasificaron en grupos de acuerdo a su comportamiento bioclimático según el criterio que se expone oportunamente en el capítulo correspondiente; *b)* los valores fenológicos anuales —siembra, nacimiento, espigazón, maduración y cosecha de cada grupo de variedades—, informados por corresponsales ubicados en la misma situación geográfica limitada por cada grado de latitud y longitud, fueron promediados separadamente y volcados a mapas, ubicándose el valor promedio en el centro de la superficie indicada. Posteriormente se trazaron las isofenas correspondientes a los días 1º, 11 y 21 de cada mes. Esta forma de computar los valores fenológicos ya había sido utilizada

con éxito por uno de los autores (*Pascale, 1952, 1953*). La duración en días de los distintos subperíodos fué calculada directamente por simple diferencia entre las isofenas.

Las fases comunmente observadas en los cereales son: nacimiento, macollaje, encañazón, espigazón, floración y maduración. Los observadores del Servicio de Fenología solamente informan sobre nacimiento, espigazón y maduración.

Para los fines de nuestro análisis la falta de información sobre las otras tres fases, adquiere importancia solamente en el caso de la encañazón pues su expresión es una característica varietal regulada por las variaciones climáticas estacionales. No ocurre lo mismo con el macollaje y la floración, cuyos registros son de valor bioclimático reducido. Por la importancia que tiene para este estudio, se procedió a calcular la fecha de encañazón mediante el método que se explica más adelante y que está basado en datos experimentales de siembras continuadas durante varios años en Castelar.

II. — *Datos climáticos.*

Los principales elementos del clima que influye en el crecimiento y desarrollo vegetal son: temperatura, humedad y duración del día; sobre ellos versará especialmente el relacionamiento fenoclimático.

Los valores de temperatura han sido extraídos de las estadísticas climáticas oficiales para los períodos 1928-37, 1941-50 y 1901-50 (*Servicio Meteorológico Nacional, 1944, 1958 a y 1958 b*) y de las cartas del Atlas Climático Argentino (*Servicio Meteorológico Nacional, 1954*) Los valores correspondientes al régimen de heladas fueron interpolados de las cartas del Atlas Agroclimático Argentino (*Servicio Meteorológico Nacional, 1953, 1954*).

Para la cuantificación de las sumas de temperaturas, fué utilizado el método directo, asignando a cada día del mes el valor de la temperatura media mensual. Es el método generalmente usado para relaciones agroclimáticas en razón de su sencillez y a pesar de la ligera inexactitud que introduce en el cálculo, la falta de consideración del incremento o disminución diaria según se trate de los meses ubicados en la rama ascendente o descendente de las termofases de la variación anual.

La temperatura media normal de una determinada fecha, o la fecha de un determinado nivel térmico, fueron calculados por simple interpolación entre los valores medios mensuales de los meses limitantes.

Los valores correspondientes al régimen pluviométrico fueron extraídos de la publicación oficial (*Servicio Meteorológico Nacional, 1943*) con promedios para el período 1913-37, realizándose los cálculos mediante el mismo método de interpolación, considerando la lluvia mensual distribuida regularmente en todos los días del mes.

Las localidades seleccionadas para el cómputo de ambos regímenes, térmico y pluviométrico, se encuentran ubicados geográficamente en la Fig. 1. Aquellas localidades con registros de ambos elementos se utilizaron además, para el cálculo de la evapotranspiración potencial según las normas establecidas (*Thornthwaite y Mather, 1957*) (1).

El restante elemento utilizado en este análisis, la longitud media del día, fué computado en base a las horas de salida y puesta del sol con los crepúsculos correspondientes (*Servicio Meteorológico Nacional, 1944*). Para la obtención de la duración media del día correspondiente a cada subperíodo, se dividió la duración horaria acumulada diariamente entre el principio y fin del subperíodo, por la cantidad de días del mismo.

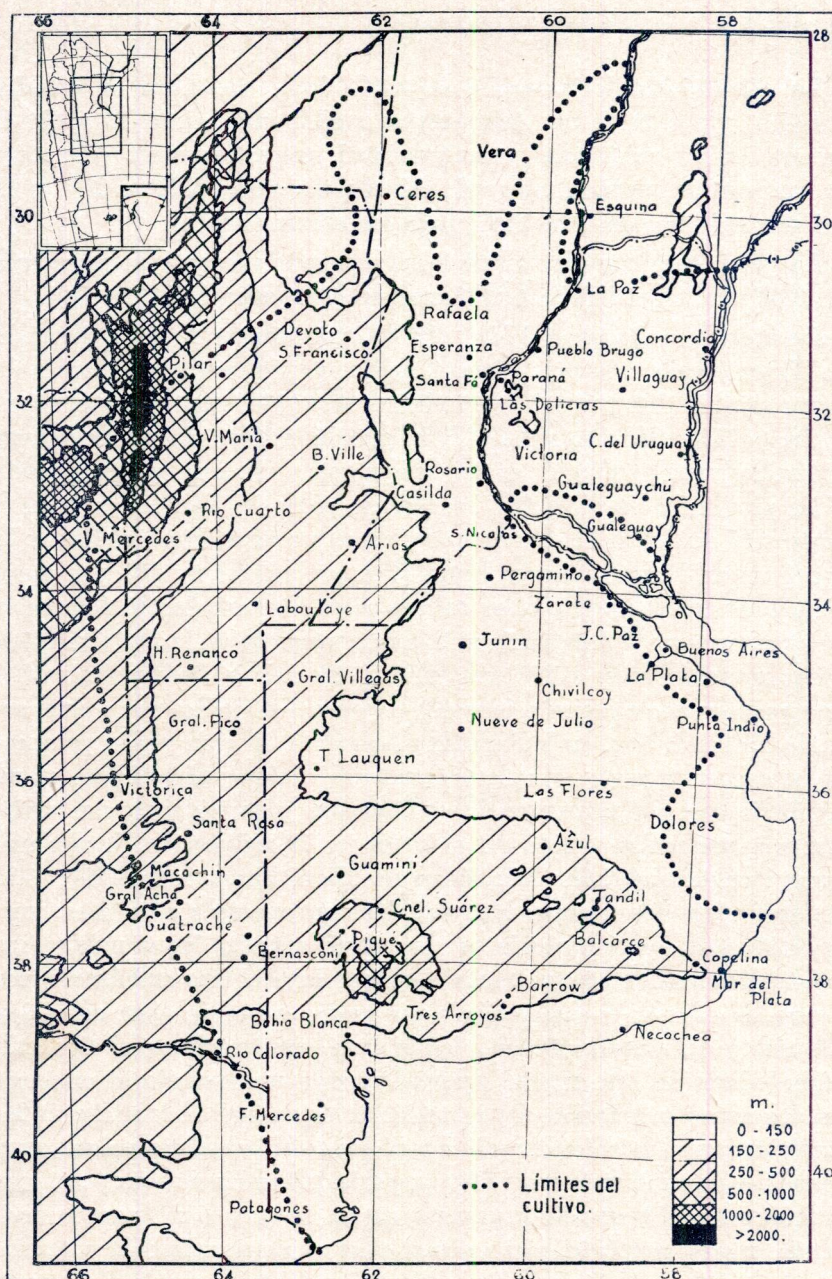
B. EL CULTIVO DEL TRIGO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

I. — *Características ecológicas generales de la región triguera.*

El noventa y cinco por ciento de la superficie sembrada con trigo en la República Argentina se encuentra distribuido entre las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe La Pampa y Entre Ríos, repartiéndose el resto entre el S. E. de la provincia de Santiago del Estero y el este de la provincia de San Luis. Pequeños cultivos realizados fuera de estas zonas no llegan a revestir carácter comercial de importancia.

La siembra anual de trigo, de aproximadamente 7.000.000 de hectáreas, se realiza sobre una superficie prácticamente llana, desarrollada en su mayor parte entre el nivel del mar y los 100 metros de altitud (Fig. 1). En las partes S y SW de la provincia de Buenos Aires, los sistemas orográficos de Tandil y de La Ventana con elevaciones de hasta 500 metros sobre el nivel del mar, introducen una modificación en la llanura de la región. Igualmente, sobre el N W de la región, los cultivos ascienden sobre las estribaciones orientales de las sierras cordobesas.

¹ En su mayoría los datos sobre balance hidrológico corresponden a cálculos inéditos realizados por el Laboratorio de Climatología de Centerton, New Jersey, y nos fueron cedidos gentilmente por el Ing. Agr. J. J. Burgos, a quien agradecemos su colaboración.



a) *Clima.*

La climatología de la región, se puede decir, sin entrar en grandes detalles, que goza de una temperatura media anual entre 14 y 20° C en sus límites meridional y septentrional, respectivamente (Fig. 2a); la temperatura media el mes más caliente aumenta de 20° a 26°C y la del mes más frío de 8° a 14°C, para los mismos límites.

La precipitación media anual disminuye gradualmente de poco más de 1000 mm. en el NE hasta 400 mm. en el extremo SW (Fig. 2b).

De acuerdo a *Burgos y Vidal (1951)* la aplicación de la clasificación de Thornthwaite a la zona triguera, indica valores promedios anuales de evapotranspiración potencial decrecientes desde 1000 mm en la parte norte, hasta 750 en la parte sudeste. El balance hidrológico determina valores promedios anuales nulos de exceso de agua para una zona que comprende a las provincias de Córdoba, La Pampa, parte W de Buenos Aires y parte NW de Santa Fe. Los mayores excesos ocurren hacia el NE de la provincia de Buenos Aires y Entre Ríos con valores de 150 mm aproximadamente. En cuanto a los valores promedios anuales de deficiencia de agua, van desde deficiencia nula o muy pequeña en la parte oriental, hasta aproximadamente 200 mm en la occidental; la isolínea de los 200 mm. prácticamente delimita la región triguera. Esto indica que toda la zona de cultivo de trigo en la República Argentina, la gran región pampeana, se encuentra según los valores anuales del balance hidrológico, en un equilibrio casi perfecto entre disponibilidades y necesidades, con variaciones en uno u otro sentido del orden de los 150 milímetros. Esto se traducen valores del índice hidrológico de Thornthwaite entre -20 y +20 demarcándose dos regiones bien definidas en sus tipos climáticos: una, la occidental, —caracterizada por su exceso anual de agua nulo y con deficiencia anual de 50 mm o más— perteneciente al tipo subhúmedo seco y otra, la oriental— caracterizada por exceso anual de agua entre 0 y 150 mm y deficiencia inferior a los 50 mm— perteneciente al tipo subhúmedo-húmedo. Ese mismo equilibrio queda manifestado al clasificar las dos zonas en relación con la variación estacional de la eficiencia hidrológica, pues los índices de aridez y de humedad adquieren valores muy pequeños, determinando una nula o pequeña deficiencia de agua («r») para la zona oriental y un nulo o pequeño exceso de agua («d») para la occidental, respectivamente. Los valores de la evapotranspiración potencial anual, permiten clasificar la zona de cultivo del trigo, desde el punto de vista de la eficiencia térmica, dentro de los tipos climáticos Mesotermal B₂' y B₃' con una, concentración estival del tipo a', consecuencia de la poca amplitud anual de la temperatura que caracteriza a casi todo el país.

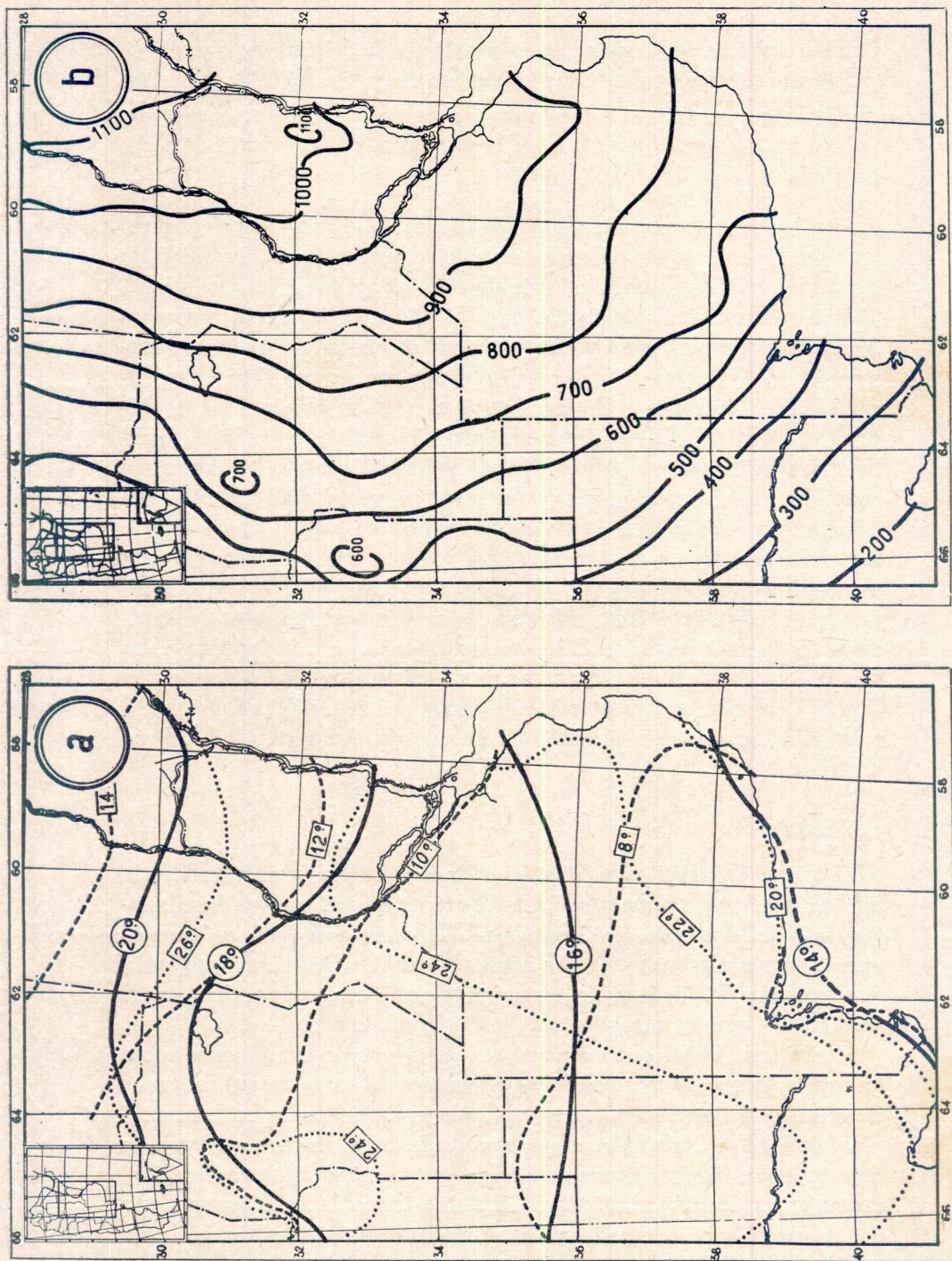


Fig. 2. — Valores climáticos de la región triguera argentina. a) Temperatura media anual (línea llena), del mes de Enero (línea cortada) del mes de Julio (línea punteada), °C. - b) Precipitación anual en milímetros. (S. M. N. 1955).

Cuando se trate separadamente cada subperíodo del cultivo se realizará un estudio más profundo de los valores de evapotranspiración potencial y balance hídrológico.

b) *Suelo.*

La dilatada extensión de la superficie dedicada al cultivo de este cereal presenta diversos tipos de suelo, aunque es proverbial la feracidad de las tierras que han permitido la siembra de trigo sobre trigo por más de 50 años sin necesidad de abonaduras. El suelo franco a franco arenoso del N de la provincia de Buenos Aires, sud de Santa Fe, puede considerarse como típico para el cultivo del trigo si va acompañado de un régimen climático como el de esa zona que satisface plenamente las exigencias del cultivo. De ese centro y en las diversas direcciones se modifican las condiciones de tipo, textura, fertilidad, etc. de los suelos, en concordancia con condiciones de temperatura y humedad también distintas a las que se estiman como óptimas para este cultivo. Hacia el SW, los suelos se hacen cada vez más sueltos hasta llegar a los netamente arenosos, sujetos a voladuras, de La Pampa; hacia el NE se vuelven pesados configurando la provincia de Entre Ríos un tipo de suelo particular en ese sentido; hacia el este se encuentran los campos inundables del Río Salado y en dirección S un pronunciado aumento de la materia orgánica. En fin, toda una gama de combinaciones edáficas que junto a las climáticas forman el ambiente en que deben vegetar los cultivos de trigo.

c) *Variedades.*

El origen del trigo es polifilético (*Vavilov, 1951*), considerándose la existencia de tres centros principales de origen geográfico para los distintos tipos de trigo. Los trigos para pan (*Triticum aestivum*) se han originado en una región elevada que abarca Afganistan, Bokhara, Kaschmir, Turquestan y NW de la India, caracterizada por las pocas precipitaciones (250 a 300 mm) y marcada amplitud térmica anual.

El régimen climático del lugar de origen no puede considerarse como la condición exigida por todos los trigos actualmente en cultivo, pues en razón de los múltiples trabajos fitotécnicos efectuados, se han obtenido variedades apropiadas a regiones de los más diversos climas. Las características bioclimáticas de los trigos que se siembran en cada región, responden a las disponibilidades climáticas de cada caso, como fruto de las selecciones o creaciones fitotécnicas necesarias realizadas para tal fin.

En el caso concreto de nuestra región cerealera, el cultivo comenzó (*Rossi, 1954*) con variedades de origen europeo, siendo Barletta, Francés e Italiano, las más generalizadas a fines de siglo pasado, aunque podría citarse una decena de trigos para pan del mismo origen pero con menor difusión. Los rendimientos eran bajos y a la falta de técnica agronómica para realizar los cultivos, debe agregarse el desconocimiento de la región adecuada para cada variedad de acuerdo a sus exigencias climáticas.

Con la creación de las primeras estaciones experimentales agrícolas, poco después de la primera década de este siglo, y la labor del fitotecnista G. O. Backhouse, se consiguió la primera creación triguera en el país, por cruzamiento de Barletta por un trigo chino proveniente de las altiplanicies de Szechuan. Nació así la variedad 38 M. A., que se cultivó profusamente y que recién en 1958 se eliminó de los consejos de siembra por cancelación de su inscripción. Posteriormente, la acción de entidades gubernamentales y privadas, permitió la creación de una gran cantidad de variedades de trigo, que se fueron mejorando y reemplazando a través de los años. En la actualidad, la República Argentina dispone de una importante colección de variedades, que responden adecuadamente a las disponibilidades ambientales de su gran región cerealera, dotadas de características bioclimáticas propias y distintas a las de las variedades que iniciaron el cultivo, configurando una modalidad particular que se analizará en detalle.

1) *Clasificación bioclimática.* El trigo es una especie paratermocíclica y parafotocíclica (*Burgos, 1952*), es decir, que presenta tejidos activos a la temperatura en coincidencia parcial con las termofases negativa y positiva del termoperíodo anual y con ambas fases del período de variación anual de la duración del día.

Discriminando, la planta de trigo debe pasar un período de su ciclo vegetativo, posterior al nacimiento, en condiciones térmicas suficientemente bajas —en intensidad y duración— como para satisfacer su exigencia en frío, y posteriormente necesita temperaturas elevadas para expresar las fases reproductivas que la conducen hasta la maduración de la semilla. Asimismo, la primera etapa del crecimiento debe pasarla en días cortos y la de desarrollo en días de larga duración.

No se entra en detalle sobre estos conceptos pues son muy conocidos y han tenido amplia difusión en los últimos tiempos. Una revisión amplia de estos temas se puede encontrar en *Murneek y Whyte (1948)*.

Los trigos argentinos también poseen aquellas exigencias, pero en menor cuantía en relación con las variedades que se siembran en el hemisferio norte. Si así no fuera, los trigos argentinos no llegarían a satis-

facier las necesidades en frío durante los inviernos relativamente benignos y térmicamente variables de la región de cultivo.

Algo similar ocurre en relación con la duración de día necesaria para iniciar la espigazón: en el hemisferio norte las principales regiones trigueras se encuentran ubicadas en latitudes más altas que la nuestra, por lo que las variedades de aquellos orígenes —especialmente las primaverales— necesitan y toleran días de mayor duración.

Además, es común en el hemisferio norte clasificar los trigos en otoñales, invernales y primaverales, diferenciándose principalmente los primeros de los últimos por la época de siembra y la gran diferencia en sus exigencias en frío. Por lo general, el trigo sembrado temprano en otoño, interrumpe su vegetación a poco de iniciado el crecimiento a causa de las bajas temperaturas invernales, reiniciándolo en primavera.

En nuestra región cerealera y con nuestras variedades no sucede lo mismo: en primer lugar, los trigos no interrumpen su crecimiento, excepto en contados días invernales cuando la temperatura no alcanza a superar el cero vital de crecimiento de 5° ó 6°C. Existe sin duda un período de crecimiento mínimo durante el cual se satisfacen las exigencias en bajas temperaturas que, se repite, nunca alcanzan los niveles exigidos por las variedades europeas o norteamericanas. Para las variedades argentinas más exigentes, es suficiente un período de vernalización de 4° C ó 5° C de temperatura durante 20 a 25 días. Las variedades más precoces también presentan cierta necesidad de frío que, aunque pequeña, es suficiente para impedir las siembras muy tardías de primavera. Asimismo, las siembras muy tarde en esta estación son impedidas por la intolerancia a duraciones de día muy largas. Siembras experimentales muy tardías, realizadas en condiciones de temperatura y fotoperíodo elevados, no llegan a producir espigazón, o si esta ocurre carece de «energía» sobre plantas de escaso crecimiento.

Se puede afirmar, por otra parte, que no existe una diferencia muy marcada entre los requerimientos de la mayoría de las variedades, sino más bien una gama de modalidades desarrolladas de norte a sur de la región cerealera durante un período de siembras de poco más de tres meses (*Canel, 1938; Canel y Conde Jahn, 1945; Risso Patron, 1948; Claver y Sivori, 1950; Pascale, 1949, 1950, 1952, 1953 y 1958*).

La utilización del índice heliotérmico de Geslin aplicado a los trigos que se siembran en la República Argentina, ha permitido clasificarlos en cuatro grupos con características bioclimáticas distintas (*Pascale y Damario, 1954*), como se indica a continuación:

- Grupo I: Trigos que tienen una marcada indiferencia a la duración del día y a las bajas temperaturas: Olaeta Halcón, Benvenuto Inca, Sinvalocho M. A., Massaux N.º 5, etc.
- Grupo II: Trigos que poseen un umbral fotoperiódico elevado para la espigazón y una falta casi absoluta de exigencia en bajas temperaturas para alcanzar el desarrollo: Klein Amalia Klein, Bahiense F. C. S., Klein 157, Klein Cóndor, etc.
- Grupo III: Trigos que se caracterizan por su exigencia en fotoperíodos amplios y una relativa necesidad en bajas temperaturas: Eureka F. C. S., Klein Orgullo, Buck Quequén, Buck Sarmiento, etc.
- Grupo IV: Trigos que exigen un determinado número de días con bajas temperaturas y necesitan fotoperíodos relativamente cortos para poder espigar: 38 M. A., Klein Cometa, Klein 32, General Roca M. A. G., etc.

Esta clasificación se utiliza como base para el agrupamiento de las variedades en este análisis, pero a los fines de la simplificación, se reduce el número de grupos a dos, reuniendo a las variedades en cultivo bajo las denominaciones de semiprecoces y semitardías, según el criterio desarrollado a continuación.

En razón de la exigencia de un alto umbral fotoperiódico, las variedades clasificadas en los grupos II y III, no pueden producir espigazones tempranas, es decir no pueden demostrar precocidad, aunque se los siembre muy temprano. En cambio, los trigos del grupo IV sembrados temprano, satisfacen su exigencia en frío y espigan precozmente, asemejándose así a los del grupo I cuya característica principal es su indiferencia a ambos factores.

Como se ha mencionado anteriormente, los trigos argentinos no son tan tardíos como los invernales (Kharkof, Varma, Harverst Queen, etc.) ni tan precoces como los primaverales del hemisferio norte (Marquis, Poltavka, Borzum, Thatcher, etc.); por cuya razón se decidió agruparlos como semiprecoces —los que forman los grupos I y IV— y como semitardíos —los que forman los grupos II y III.

En el cuadro 1, se indican, clasificadas de acuerdo a este último criterio, todas las variedades incluídas en el cómputo de los valores fenológicos utilizados en este trabajo. No debe olvidarse que muchas de ellas no se cultivan en la actualidad, por haber sido eliminadas del registro oficial de variedades fiscalizadas en algún año del período analizado: 1947/48 1957/58.

CUADRO 1

Nómina de variedades promediadas como semiprecoces y semitardías. Se indica entre paréntesis los grupos de la clasificación de *Pascale* y *Damario*, 1954

Variedades semiprecoces	Variedades semitardías	
Klein Exito (I)	Klein Condor (II)	Guatraché M. A. (III)
Klein 33 (I)	Klein 157 (II)	Massaux N.º 1 (III)
Klein Gral. Urquiza (I)	Klein Aniversario (II)	Massaux N.º 3 (III)
Benvenuto Inca (I)	Klein Amalia Klein (II)	Buck Quequén (III)
Benvenuto 3085 (I)	Klein Pirámide (II)	Buck Araucano (III)
Massaux N.º 5 (I)	Klein Granaderos (II)	Buck Claramecó (III)
Sinvalcho M. A. (I)	Lin Cale! M. A. (II)	Buck La Dulce (III)
Olaeta Don José (I)	Rafaela M. A. G. (II)	Buck Sarmiento (III)
Olaeta Calandria (I)	Federación (II)	Black Hull (III)
Olaeta Halcón (I)	Bahiense F. C. S. (II)	Sureño M. A. (III)
Klein Cometa (IV)	Klein Lucero (III)	Candeal (III)
Klein 32 (IV)	Klein Orgullo (III)	
Klein Petiso (IV)	Klein Otto Wulff (III)	
Klein Acero (IV)	Klein Progreso (III)	
Klein Rendidor (IV)	Kanred (III)	
Klein Alberti (IV)	Reliance (III)	
38 M. A. (IV)	Eureka F. C. S. (III)	
Olaeta Gorrión (IV)	La Previsión 25 (III)	
Olaeta Hornero (IV)		

II. - *Cartas Agroclimáticas*a) *Siembra.*

Sin duda, el momento agroclimático más importante de un cultivo anual es la fecha de siembra. Se define como momento agroclimático pues esta operación cultural debe fijarse teniendo en cuenta parámetros meteorológicos y biológicos, no pudiendo realizarse sino en aquel momento que permita el posterior crecimiento y desarrollo del vegetal en condiciones que satisfagan las necesidades bioclimáticas del cultivo, o de forma, que su ciclo biológico quede fuera de adversidades climáticas inevitables. A cada fecha de siembra corresponderá una determinada fecha para las fases posteriores, y si estas necesitan una definida exigencia climática para poder expresarse fenológicamente, es lógico acomodar la fecha inicial del cultivo de manera tal, que todo el ciclo biológico se cumpla de acuerdo a la bioclimatología de la especie o variedad en particular.

De la fijación correcta de la fecha de siembra, dependerá en última instancia la cantidad de producto cosechado. El ejemplo que se analiza a continuación exige de mayores comentarios. En un trabajo de siembras continuadas con tres variedades de trigo (*Pascale 1950*), el

mayor rendimiento se produjo en siembras realizadas alrededor de una fecha que varía en la localidad solamente con la característica de la variedad, independientemente del curso del año (Fig. 3).

1. *Isofenas*. Los trigos semiprecoces que tienen difusión, prácticamente, en toda la región cerealera argentina, se siembran desde la primera década de mayo hasta la última década de julio en sus extremos septentrional y meridional, respectivamente, (Fig. 4a).

Como puede apreciarse, la siembra se realiza en pleno invierno y aún antes, como sucede en las provincias de Córdoba y casi toda Santa Fe, debido a la necesidad de hacer incidir sobre los cultivos la termofase negativa de la variación anual de la temperatura, para que los trigos satis-

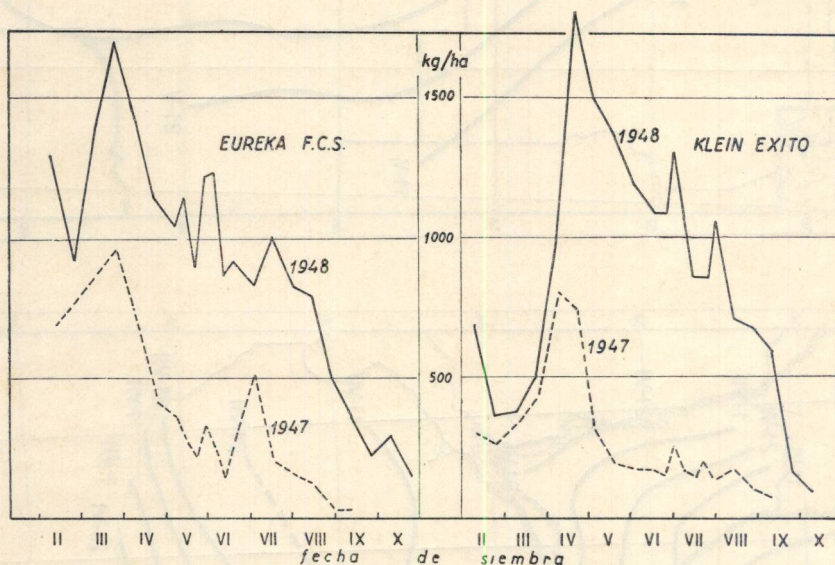


Fig. 3. — Rendimiento de dos variedades de trigo según la fecha de siembra, en Guatraché (Lat. 37°38'S; Long. 63°34'W. h:176m.)

fagan su exigencia en bajas temperaturas. Esta necesidad bioclimática de las variedades semiprecoces, es prácticamente nula en las variedades del grupo I y bastante acentuada para las del grupo IV, cuyas fechas de siembra son anteriores.

Los inviernos suaves de la parte norte de la región cerealera, con temperatura media del mes más frío superior a 10° C y mínima media superior a 5° C, determinan que la siembra deba efectuarse antes de la iniciación de los fríos para que los cultivos puedan captar los pocos descensos térmicos por debajo del nivel de vernalización, necesarios para satis-

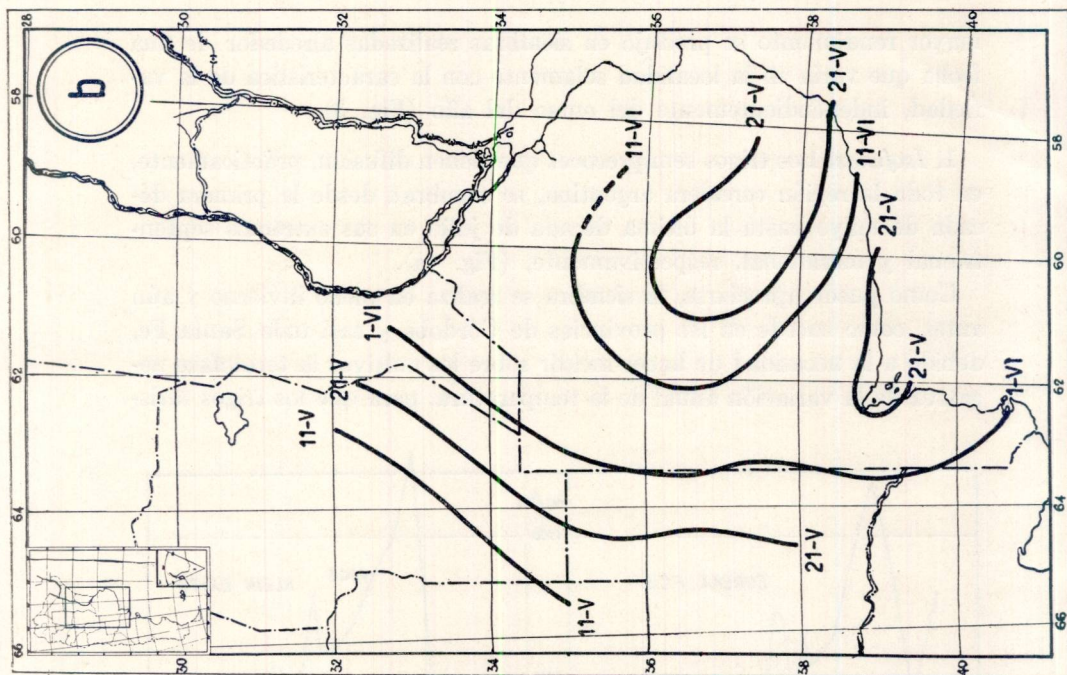
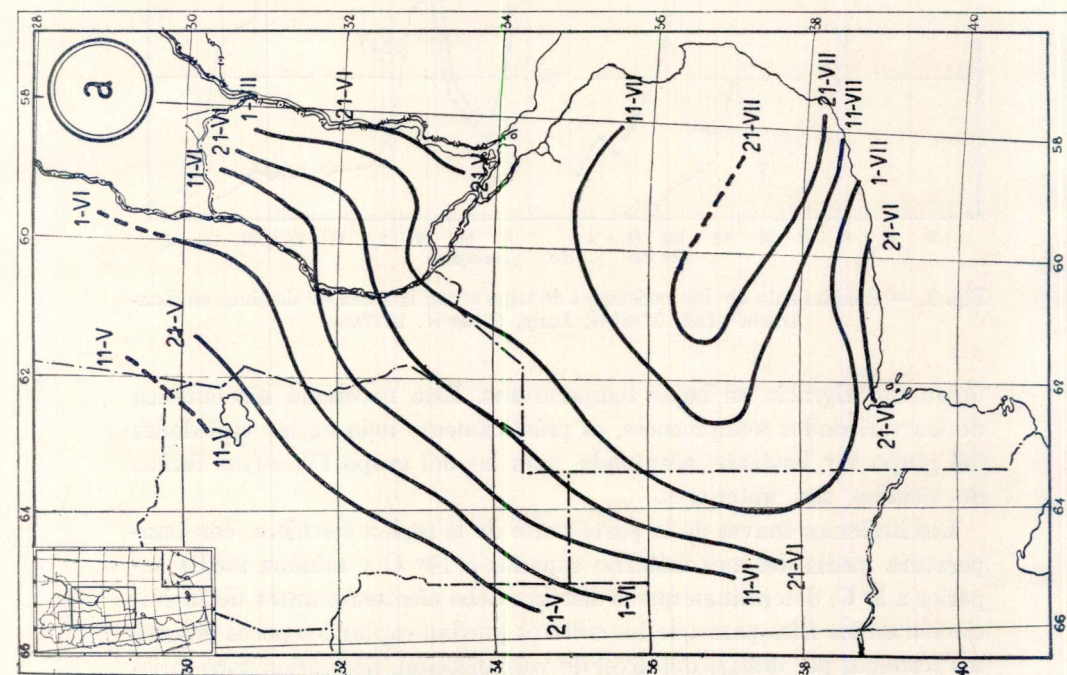


Fig. 4. — Isofenas de siembra. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos.

facer sus exigencias. En el sur, con inviernos más fríos, la siembra se puede demorar hasta fines de julio, pero no mucho más tarde, pues es necesario que las espigazones ocurran como máximo en noviembre a fin de disponer un fotoperíodo óptimo y condiciones hidrológicas adecuadas. Esto último, muy especialmente hacia el sudoeste, donde a partir del mes de noviembre el balance hidrológico comienza a ser deficitario y los trigos deben haber superado el período crítico de la espigazón y comenzado su maduración.

Los trigos semitardíos tienen sus fechas extremas de siembra entre la primera década de mayo y la tercera de junio para los extremos norte y sud del área de difusión (Fig. 4 b). La primera fecha coincide con la similar de los trigos semiprecoces pero en una región más al sud, pues el límite septentrional del área de siembra de los trigos semitardíos se inicia en una línea oblicua que coincide con el Río Paraná al norte de la provincia de Buenos Aires, y aproximadamente la intersección del paralelo 32° y el meridiano 62°.

La razón de esta disminución del área destinada a este tipo de trigos radica en que debe buscarse la zona de mayores fríos invernales y fotoperíodos más largos en el momento de la espigazón. Siembras posteriores a junio determinan la no espigazón de estos trigos por insatisfacción de sus relativas exigencias en frío. La siembra en fechas anteriores a la termofase negativa más intensa, es más explicable aún que en los trigos semiprecoces, pues las variedades del grupo III requieren soportar bajas temperaturas y las del grupo II, sin exigencias específicas en tal sentido, tienen un largo período de crecimiento hasta alcanzar los fotoperíodos amplios de primavera para poder espigar.

Las isofenas de siembra del sud de la provincia de Buenos Aires, para todos los trigos, indican fechas anteriores a las correspondientes a lugares más al norte, hacia el centro de la provincia, porque la acción reguladora del Océano Atlántico determina inviernos más suaves en toda la zona costera, y los trigos deben sembrarse más temprano para asegurar un desarrollo adecuado.

Es interesante consignar que en la región de los trigos semitardíos se desplaza hacia el sud, con relación a los semiprecoces, a la inversa del hemisferio norte, donde los trigos primaverales ecupan las zonas más septentrionales. Así en América del Norte la región típica de los trigos invernales se encuentran por debajo de los 40° de latitud N en los estados de Nebraska, Kansas y Oklahoma de EE. UU., y la de los trigos primaverales en latitudes superiores a aquella, principalmente en los estados estadounidenses de North Dakota, Montana y Minnesota y en los canadienses de Alberta, Saskatchewan y Manitoba. La siembra de

los trigos invernales se efectúa en los meses de setiembre-octubre y la de los primaverales en abril-mayo. En Rusia, del mismo modo, los cultivos de trigo que van más al norte, —aún sobre el círculo polar ártico,— corresponden a variedades primaverales, en tanto que hacia el sud las principales regiones trigueras utilizan trigos invernales. Las fechas de siembra son, a grandes rasgos, las mismas que en América del Norte, aunque con mayor variabilidad en los extremos, a causa de la dilatada extensión, en latitud y longitud, de la gran región dedicada a la siembra de cereales.

Esta diferencia tan grande entre las fechas de siembra de los trigos invernales y primaverales en el hemisferio norte, radica en que los primeros se siembran en otoño antes del período de intenso frío invernal, en tanto que los primaverales se siembran cuando la temperatura comienza a aumentar aceleradamente en primavera.

2. *Indices agroclimáticos.* Un aspecto interesante para consignar en este capítulo es la temperatura media normal de la fecha de siembra, que, según *Kincer (1919)*, representaría el cero vital de la especie en los trigos primaverales norteamericanos.

Para nuestro país confeccionanse las figuras 5a y 5b donde se comprueba que el lugar más frío en el momento de la siembra de los trigos semiprecoces corresponde al sud de la provincia de Buenos Aires en la zona más elevada de la pradera pampeana, donde se siembra con temperaturas medias normales de poco menos de 7°C. En el resto, los valores son mucho más elevados, alcanzándose poco más de 15°C en el centro norte de Santa Fe con las siembras de mayo, donde los cultivos soportan en el invierno temperaturas algo más bajas, pero nunca una termofase negativa intensa, pues se encuentran geográficamente ubicados en una región con temperatura media y mínima media para el mes más frío, superiores a los 11° C y 5° C, respectivamente.

La satisfacción de las mínimas exigencias en frío de las variedades, se consigue con los pocos días invernales en que la temperatura desciende por debajo del límite inferior de crecimiento del trigo.

Para los trigos semitardíos sucede exactamente lo mismo, aunque la temperatura de la fecha de siembra para una misma localidad es aún algo más elevada que para los semiprecoces, dado que la siembra se anticipa y se cuenta con las temperaturas más altas de otoño.

En el cuadro 2 se indican las temperaturas medias de la fecha de siembra de trigos primaverales e invernales en distintas localidades del he-

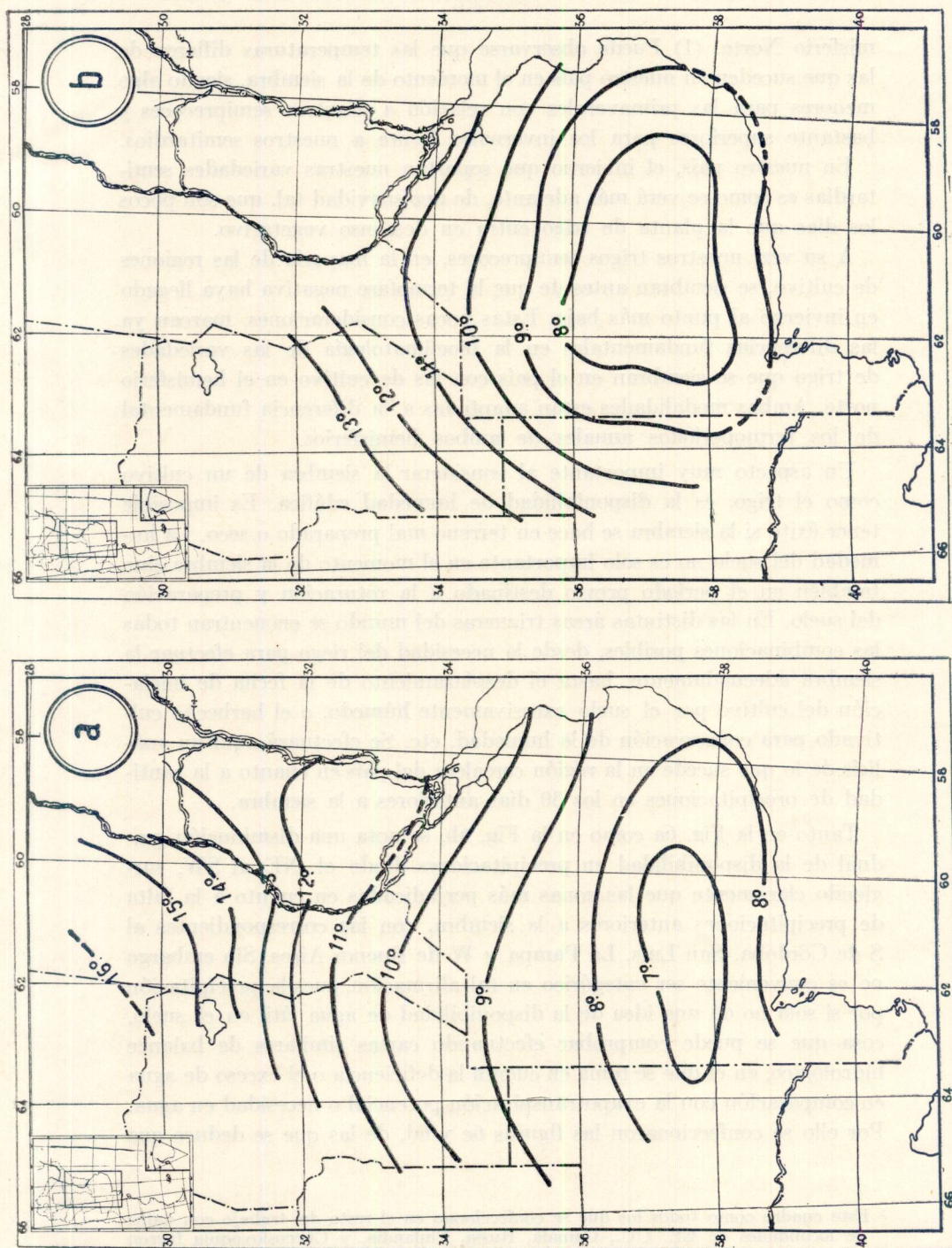


Fig. 5. — Temperatura media normal de siembra, °C. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos

misferio Norte. (1) Puede observarse que las temperaturas difieren de las que suceden en nuestro país en el momento de la siembra, siendo algo menores para las primaverales con relación a nuestros semiprecoces y bastante superiores para los invernales frente a nuestros semitardíos.

En nuestro país, el invierno que soportan nuestras variedades semitardías es como se verá más adelante, de una suavidad tal, que son pocos los días que la planta de trigo entra en descanso vegetativo.

A su vez, nuestros trigos semiprecoces, en la mayoría de las regiones de cultivo, se siembran antes de que la termofase negativa haya llegado en invierno al punto más bajo. Estas pocas consideraciones, marcan ya las diferencias fundamentales en la bioclimatología de las variedades de trigo que se siembran en el país con las de cultivo en el hemisferio norte. Ambas modalidades están adaptadas a la diferencia fundamental de los termoperíodos anuales de ambos hemisferios.

Un aspecto muy importante al considerar la siembra de un cultivo como el trigo, es la disponibilidad de humedad edáfica. Es imposible tener éxito si la siembra se hace en terreno mal preparado o seco. La humedad del suelo no es solo importante en el momento de la siembra sino también en el período previo destinado a la roturación y preparación del suelo. En las distintas áreas trigueras del mundo se encuentran todas las combinaciones posibles, desde la necesidad del riego para efectuar la siembra adecuadamente, hasta el desplazamiento de la fecha de iniciación del cultivo por el suelo excesivamente húmedo, o el barbecho cultivado para conservación de la humedad, etc. Se efectuará aquí un análisis de lo que sucede en la región cerealera del país en cuanto a la cantidad de precipitaciones en los 30 días anteriores a la siembra.

Tanto en la Fig. 6a como en la Fig. 6b, se nota una disminución gradual de la disponibilidad en precipitaciones desde el NE al SW, surgiendo claramente que las zonas más perjudicadas en cuanto a la falta de precipitaciones anteriores a la siembra, con las correspondientes al S de Córdoba, San Luis, La Pampa y W de Buenos Aires. Sin embargo no es conveniente ser categórico en tal afirmación, pues la precipitación por si sola no da una idea de la disponibilidad de agua útil en el suelo, cosa que se puede comprobar efectuando cartas similares de balance hidrológico, en el que se toma en cuenta la deficiencia o el exceso de agua en comparación con la evapotranspiración potencial o necesidad en agua. Por ello se confeccionaron las figuras 6c y 6d, de las que se deduce que

¹ Este cuadro como todos los que se confeccionan en el resto del trabajo con datos de localidades de EE. UU., Canadá, Rusia, Finlandia, y Checoslovaquia fueron seleccionados y computados de las estadísticas dadas por *Nuttonsson*, (1953, 1955).

CUADRO 2

Temperatura media normal de la fecha de siembra de trigo en localidades del hemisferio norte

Localidad	Variedad	Latitud	Período	Fecha media siembra	Temp. media normal siembra
T R I G O S I N V E R N A L E S					
Hays, Kansas (EE. UU.)	Kharkov	38° 52'	1931 - 50	1 Octubre	17,8
Lincoln, Nebraska (EE. UU.)	»	40° 51'	1930 - 46	28 Setiem.	17,6
Sheridan, Wyoming (EE. UU.)	»	44° 51'	1926 - 47	26 Setiem.	14,0
Moro, Oregón (EE. UU.)	»	45° 30'	1930 - 51	23 Octubre	8,5
Stavropol (U. R. S. S.)	Variedad local	45° 02'	1907 - 24	15 Setiem.	14,5
Odessa (U. R. S. S.)	»	46° 20'	1925 - 28	10 Setiem.	17,6
Kharkov (U. R. S. S.)	»	49° 59'	1923 - 29	1 Setiem.	15,6
Saratov U. R. S. S.)	»	51° 32'	1913 - 32	30 Agosto	16,7
Moscú (U. R. S. S.)	»	55° 50'	1924 - 32	27 Agosto	14,7
Tomsk (U. R. S. S.)	»	56° 26'	1930 - 33	2 Setiem.	13,2
Anjala (Finlandia)	Varna	60° 40'	1946 - 53	6 Setiem.	12,4
Jevisevise (Checoslovaquia)	Variedad local	48° 59'	1923 - 36	18 Setiem.	14,3
Horice (Checoslovaquia)	»	50° 23'	1928 - 32	6 Octubre	7,8
T R I G O S P R I M A V E R A L E S					
Lincoln, Nebraska (EE. UU.)	Thatcher	40° 51'	1938 - 46	30 Marzo	8,3
Fargo, N. Dakota (EE. UU.)	»	46° 54'	1934 - 51	26 Abril	8,3
Havre, Montana (EE. UU.)	»	48° 34'	1934 - 44	26 Abril	9,8
Melfort, Saskatchewan (Canadá)	»	52° 52'	1935 - 54	10 Mayo	8,5
Winnipeg, Manitoba (Canadá)	»	49° 47'	1934 - 44	12 Mayo	11,5
Fort Simpson, Territ. NW, (Canadá)	»	61° 52'	1951 - 54	25 Mayo	10,5
Krasnodar (U. R. S. S.)	Variedad local	45° 02'	1925 - 31	8 Marzo	4,0
Kharkov (U. R. S. S.)	»	49° 58'	1910 - 25	15 Abril	8,0
Bezenchuk (U. R. S. S.)	»	53° 00'	1910 - 14	26 Abril	7,6
Tomsk (U. R. S. S.)	»	56° 26'	1897 - 1901	10 Mayo	7,3
Pikio (Finlandia)	Timantu	60° 26'	1946 - 54	15 Mayo	9,6
Rovaniemi (Finlandia)	»	66° 30'	1950 - 54	23 Mayo	7,0
Brno (Checoslovaquia)	Variedad local	49° 12'	1927 - 36	20 Marzo	5,2

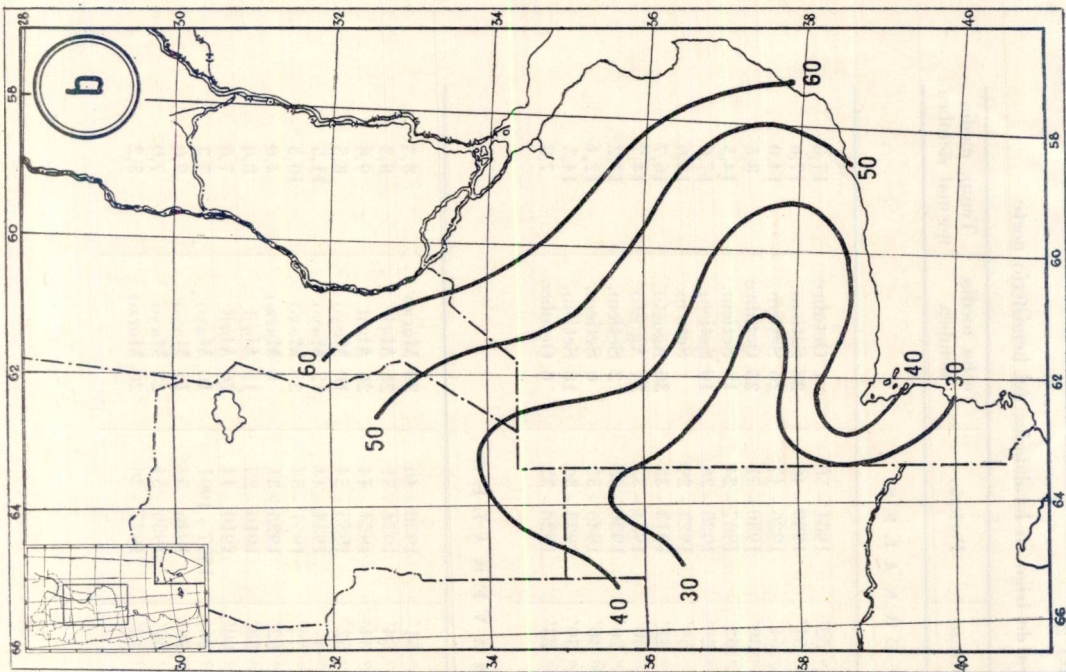
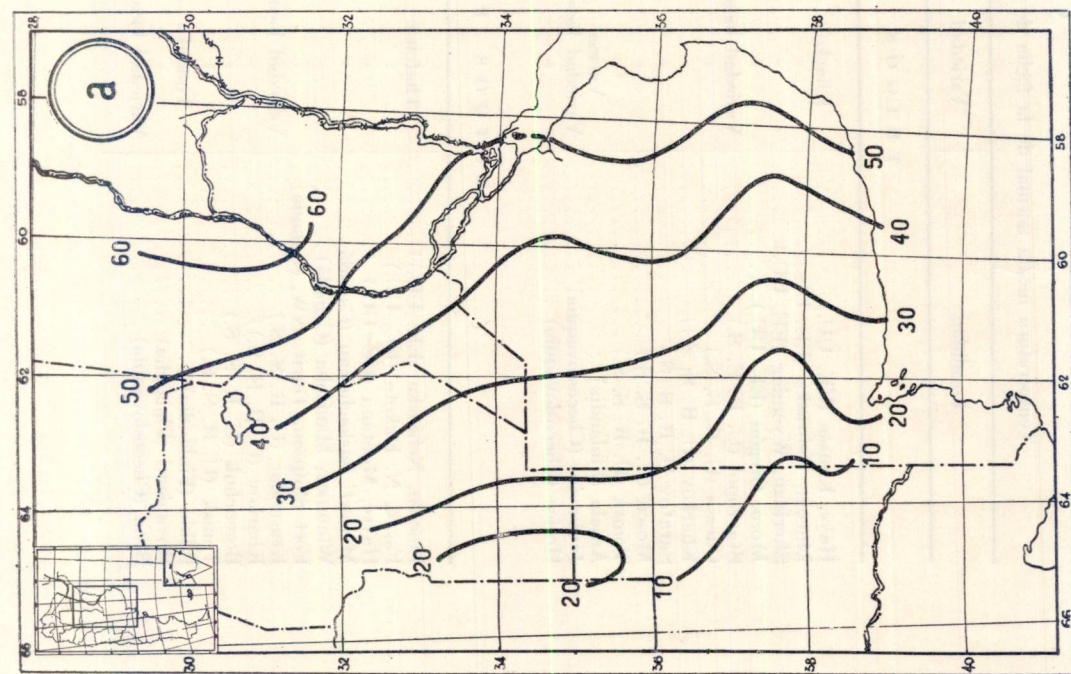


Fig. 6. — Disponibilidad de agua en milímetros durante los treinta días anteriores a la siembra. a) y b); Precipitación media para los trigos semiprecoces y semitardíos respectivamente.

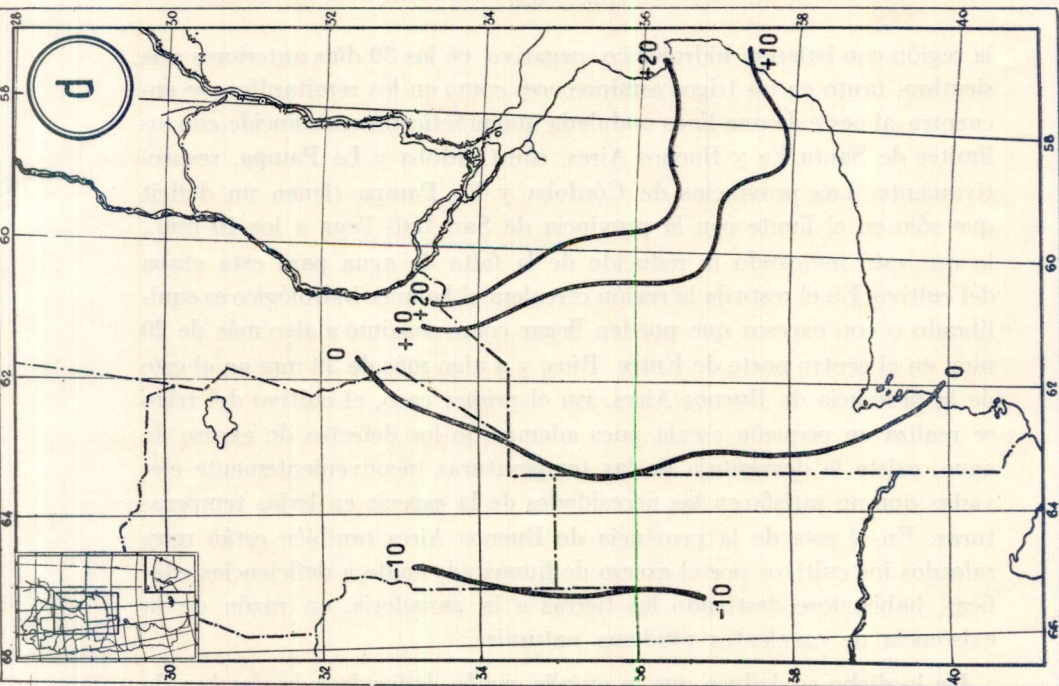
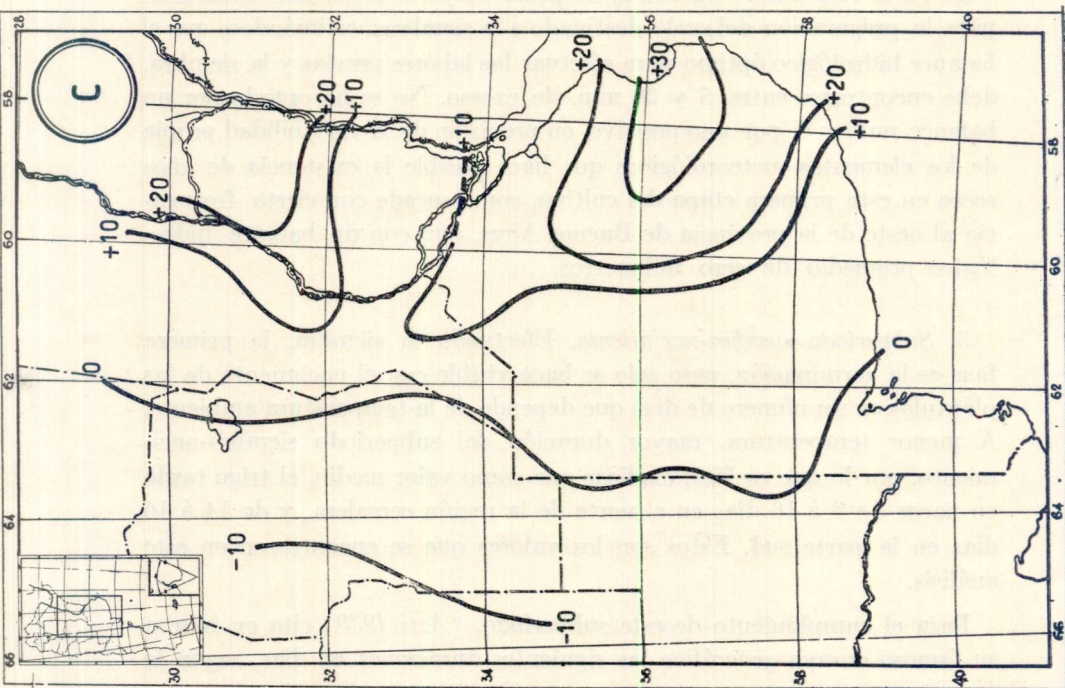


Fig. 6. bis — Disponibilidad de agua en milímetros durante los treinta días anteriores a la siembra. c) y d); Exceso o deficiencia en el balance hidrológico para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

la región con balance hidrológico negativo en los 30 días anteriores a la siembra, tanto en los trigos semiprecoces como en los semitardíos, se encuentra al oeste de una línea ondulada que prácticamente coincide con los límites de Santa Fe y Buenos Aires, con Córdoba y La Pampa, respectivamente. Las provincias de Córdoba y La Pampa tienen un déficit que sólo en el límite con la provincia de San Luis llega a los 10 mm., lo que está indicando lo reducido de la falta de agua para esta etapa del cultivo. En el resto de la región cerealera el balance hidrológico es equilibrado o con excesos que pueden llegar como máximo a algo más de 20 mm. en el centro norte de Entre Ríos, y a algo más de 30 mm en el este de la provincia de Buenos Aires. En el primer caso, el cultivo del trigo se realiza en pequeña escala pues además de los defectos de exceso de agua, existe la desventaja de las temperaturas inconvenientemente elevadas que no satisfacen las necesidades de la especie en bajas temperaturas. En el este de la provincia de Buenos Aires también están muy raleados los cultivos por el exceso de humedad, unido a deficiencias edáficas, habiéndose destinado las tierras a la ganadería, en razón de la existencia de excelentes praderas naturales.

De lo dicho se deduce que la amplia región dedicada a la siembra de trigo en la República Argentina, no posee mayores problemas climáticos para la preparación del suelo destinado a la siembras, estimándose que el balance hidrológico óptimo para efectuar las labores previas y la siembra, debe encontrarse entre 5 y 20 mm. de exceso. No se ha optado por un balance nulo y si por uno positivo, en previsión de la variabilidad propia de los elementos meteorológicos que hace posible la existencia de años secos en esta primera etapa del cultivo, como sucede con cierta frecuencia al oeste de la provincia de Buenos Aires, aún con un balance hidrológico promedio de cero milímetros.

3. *Subperíodo siembra-nacimiento.* Efectuada la siembra, la primera fase es la germinación, pero solo se hace visible con el nacimiento de las plántulas en un número de días que depende de la temperatura ambiente. A menor temperatura, mayor duración del subperíodo siembra-nacimiento, por lo que es fácil explicar que como valor medio, el trigo tarda en nacer de 8 á 10 días en el norte de la región cerealera, y de 14 á 16 días en la parte sud. Estos son los valores que se encontraron en este análisis.

Para el cumplimiento de este subperíodo, (Azzi 1939) cita en base a su famoso ensayo geográfico las siguientes duraciones en días, según la temperatura:

CUADRO 3

Relación entre la temperatura media y la duración en días del subperíodo siembra-nacimiento (Azzi, 1939)

°C	Días
5,0	30
7,0	20
9,0	15
11,0	10
13,0	8
14,0	7
15,0	6,5
17,0	6
19,0	5,5
22,0	4,5
24,0	4

En el ensayo de siembras continuadas, anteriormente mencionado, *Pascale (1950)*, se pudo comprobar esta variación de la duración del subperíodo que también está de acuerdo con *Geslin (1944)*, quien estableció que la duración del subperíodo por la temperatura media es una constante.

Los valores obtenidos en Guatraché durante los años 1947 y 1948 para la variedad Eureka F. C. S., se indican en el cuadro 4, aunque se debe dejar aclarado que los otros dos trigos, se comportaron de manera similar. Al analizar la Fig. 7 confeccionada con los datos del cuadro, se observa la tendencia al ordenamiento de los puntos según una hipérbola equilátera, pero con algunos casos alejados de la misma. Estas excepciones corresponden a siembras efectuadas en verano con baja humedad del suelo y temperaturas elevadas. Surge entonces la necesidad de considerar a la humedad del suelo como un factor que influye junto a la temperatura en el nacimiento.

Para apreciar claramente esto último se agrega el cuadro 5 en el que se anotan las duraciones de 7 días para el subperíodo siembra-nacimiento durante 1948, con distintas temperaturas, pero indicando la humedad del suelo y las precipitaciones posteriores a la siembra.

Se observa que la falta de humedad del suelo produce una demora en la aparición de las plántulas de trigo, ya que solo los 4 primeros casos están dentro de los valores normales establecidos por Azzi, en tanto que los 4 últimos con suelo seco y con temperaturas medias elevadas, deberían haber nacido en menos de 7 días. En estos últimos casos además del nacimiento demorado se notó aparición espaciada de las plántulas, duración dilatada de la fase y disminución apreciable del número de plantas en las parcelas por muerte debido a la falta de humedad.

CUADRO 4

Relación entre la temperatura media y la duración del subperíodo
siembra-nacimiento

VARIEDAD EUREKA F. C. S.

A Ñ O 1 9 4 7		A Ñ O 1 9 4 8	
Duración en días	Temperatura media en °C	Duración en días	Temperatura media en °C
23	5.8	28	4.5
21	6.8	22	5.4
21	7.7	20	23.8
18	17.1	19	7.2
16	7.8	17	29.2
16	9.3	15	8.0
15	8.1	14	8.9
15	10.6	14	24.9
15	24.0	12	8.6
14	8.9	12	8.9
12	10.0	12	9.3
12	25.5	12	9.6
11	9.1	11	9.3
11	10.6	10	11.4
10	13.9	10	11.8
9	21.3	8	12.3
8	13.0	8	14.2
8	13.4	7	13.6
8	14.1	7	14.0
8	21.4	7	14.8
7	14.8	7	16.3
7	19.7	7	21.9
7	24.4	7	23.5
6	18.7	7	25.0
6	20.6	7	26.1
6	25.6	5	17.7
5	28.3	5	17.7
		5	21.7
		4	29.2

CUADRO 5

Acción combinada de la temperatura y la humedad del suelo en el nacimiento del
trigo Eureka F. C. S. en Guatraché

Fecha de siembra	N.º de días entre siembra y nacimiento	Temperatura media °C entre siembra y nacimiento	Humedad del suelo en % a 7 cm. en el momento de la siembra	Precipitación entre siembra y nacimiento y día en que se produjo a par- tir de la siembra
6 - X - 48	7	13,6	16,2	—
5 - V - 48	7	14,0	14,5	125,0 (3,4)
20 - X - 48	7	14,8	16,1	—
7 - IV - 48	7	16,3	10,6	22,5 (3, 4, 5)
17 - XI - 48	7	21,9	7,3	4,7 (3, 5, 6)
24 - II - 48	7	23,5	3,0	—
13 - I - 48	7	25,0	8,0	35,5 (5)
10 - II - 48	7	26,1	7,7	—

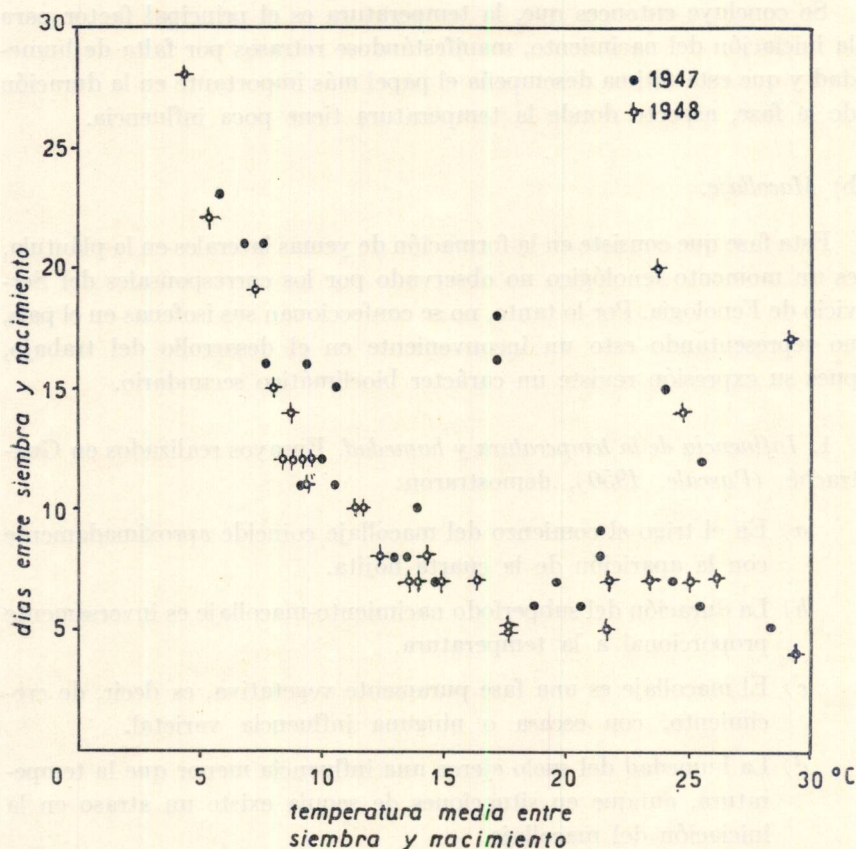


Fig. 7. — Relación entre la temperatura media y la duración del subperíodo siembra-nacimiento del trigo Eureka F. C. S., en ensayos realizados en Guatraché.

Las variaciones en el porcentaje de humedad aprovechable para el nacimiento, distinto según los diferentes suelos, hace que la relación entre la temperatura y la duración de este primer subperíodo del cultivo del trigo no sea una constante. Por lo tanto la suma de temperaturas encontrada en este trabajo no es un valor único sino que oscila entre 90° y 130°C , computados sumando la temperatura media diaria desde la siembra al comienzo del nacimiento.

Iniciado el nacimiento de las plántulas, la fase concluye normalmente en 4 ó 5 días si el tenor en humedad del suelo es adecuado. En caso contrario, el nacimiento se dilata en relación inversa a la humedad del suelo, con aumento creciente del número de plantas muertas que no pueden superar este verdadero período crítico.

Se concluye entonces que, la temperatura es el principal factor para la iniciación del nacimiento, manifestándose retrasos por falta de humedad y que esta última desempeña el papel más importante en la duración de la fase, aspecto donde la temperatura tiene poca influencia.

b) *Macollaje*.

Esta fase que consiste en la formación de yemas laterales en la plántula, es un momento fenológico no observado por los corresponsales del Servicio de Fenología. Por lo tanto, no se confeccionan sus isofenas en el país, no representando esto un inconveniente en el desarrollo del trabajo, pues su expresión reviste un carácter bioclimático secundario.

1. *Influencia de la temperatura y humedad*. Ensayos realizados en Guatraché (Pascale, 1950), demostraron:

- a) En el trigo el comienzo del macollaje coincide aproximadamente con la aparición de la cuarta hojita.
- b) La duración del subperíodo nacimiento-macollaje es inversamente proporcional a la temperatura.
- c) El macollaje es una fase puramente vegetativa, es decir, de crecimiento, con escasa o ninguna influencia varietal.
- d) La humedad del suelo ejerce una influencia menor que la temperatura, aunque en situaciones de sequía existe un atraso en la iniciación del macollaje.

La relación del macollaje con los elementos meteorológicos que tienen influencia en su expresión, se puede observar en la Fig. 8, confeccionada en base a los datos del referido trabajo. Nótese que las menores duraciones del subperíodo corresponden a las siembras del año 1948, notablemente más húmedo que 1947. Además, las siembras desde octubre a marzo, con disponibilidades térmicas superiores, no siempre acusaron menores duraciones a causa de la sequía estival, que es frecuente en Guatraché. La relación entre duración y temperatura adquiere mayor precisión debajo de los 18° C. Las duraciones mínimas, entre 7 y 9 días, se producen con temperaturas medias de 14° a 16° C, y las máximas, entre 30 y 50 días, con temperaturas medias de 5° C a 6° C, como comprobación que estas últimas son, aproximadamente, las temperaturas mínimas de crecimiento para el trigo. El valor general para los 36 casos incluidos, se encuentra entre 18 y 19 días de duración, con una temperatura media entre 10° C y 11° C. (18,6 días y 10,7° C).

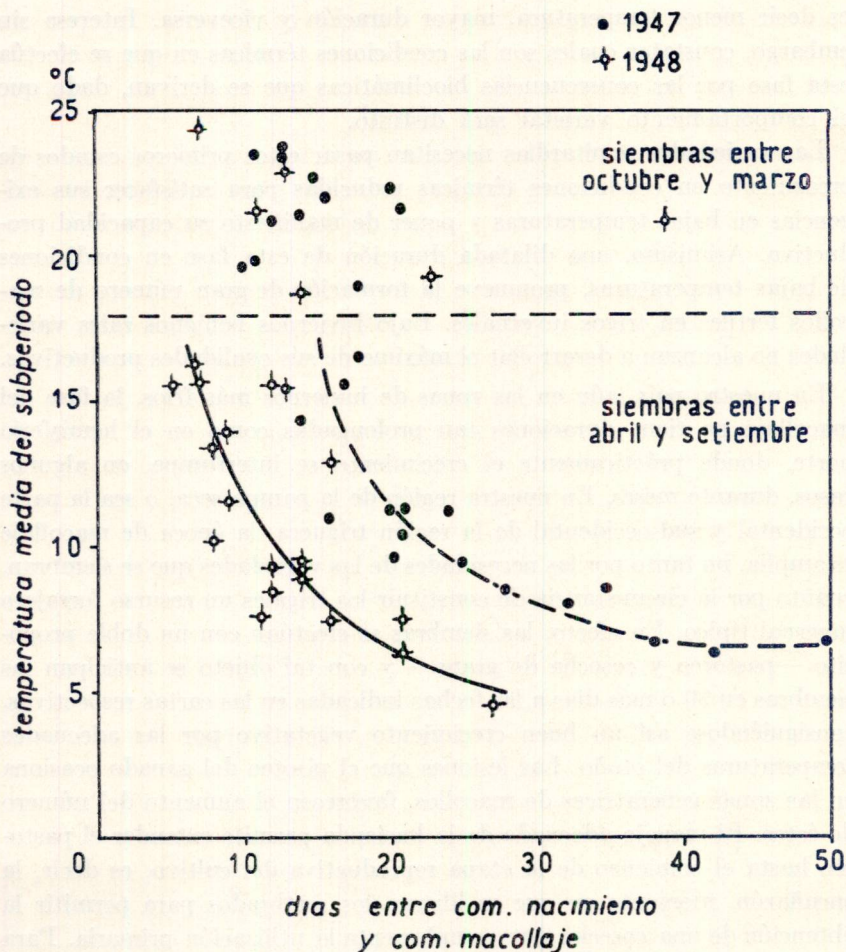


Fig. 8. — Relación entre la temperatura media y la duración del subperíodo nacimiento-macollaje de la variedad Eureka F. C. S., en Guatraché.

Como dato de comparación se dispone de los valores promedios obtenidos a través de muchos años de observaciones en la Estación Experimental de Bezenchuk, en la U. R. S. S. (Nuttonson, 1955), donde se comprobó para los trigos primaverales una duración media entre 16 y 17 días. Eureka F. C. S., no es una variedad primaveral, pero ya se ha dicho que no se observaron en el ensayo variaciones marcadas con las otras variedades utilizadas.

La duración de la fase de macollaje es difícil de determinar. Según Azzi (1939), también depende de la temperatura en relación inversa,

es decir menor temperatura, mayor duración y viceversa. Interesa sin embargo, constatar cuales son las condiciones térmicas en que se efectúa esta fase por las consecuencias bioclimáticas que se derivan, dado que el comportamiento varietal será distinto.

Las variedades semitardías necesitan pasar estos primeros estados de crecimiento en condiciones térmicas reducidas para satisfacer sus exigencias en bajas temperaturas y poner de manifiesto su capacidad productiva. Asimismo, una dilatada duración de esta fase en condiciones de bajas temperaturas, promueve la formación de gran número de macollos fértiles en trigos invernales. Bajo inviernos benignos tales variedades no alcanzan a desarrollar el máximo de sus cualidades productivas.

En nuestro país, aún en las zonas de inviernos más fríos, la fase del macollaje no tiene duraciones tan prolongadas como en el hemisferio norte, donde prácticamente el crecimiento se interrumpe, en algunos casos, durante meses. En nuestra región de la pampa seca, o sea la parte occidental y sud-occidental de la región triguera, la época de macollaje es amplia, no tanto por las necesidades de las variedades que se siembran, cuanto por la circunstancia de constituir los trigales un recurso forrajero invernal típico. En efecto, las siembras se efectúan con un doble propósito —pastoreo y cosecha de grano— y con tal objeto se anticipan las siembras en 30 o más días a las fechas indicadas en las cartas respectivas, consiguiéndose así un buen crecimiento vegetativo por las adecuadas temperaturas del otoño. Las lesiones que el pisoteo del ganado ocasiona en las zonas generatrices de macollos, favorecen el aumento del número de éstos. El manejo adecuado de la hacienda permite extender el pastoreo hasta el comienzo de la etapa reproductiva del cultivo, es decir, la encañazón, momento en que se liberan los sembrados para permitir la obtención de una cosecha que complementa la utilización primaria. Para estos fines se hace necesario utilizar variedades que demoren la iniciación de la encañazón, lo que se consigue con los trigos que se han incluido en los grupos II y III.

La etapa del macollaje es mucho más reducida en los trigos semiprecoces, por las distintas exigencias bioclimáticas de estas variedades. Prácticamente, no tienen interrupción del crecimiento, avanzando hacia el desarrollo con mínimas exigencias en bajas temperaturas. Para los trigos primaverales del hemisferio norte la duración de esta primera etapa del crecimiento es realmente reducida, y decrece a medida que aumenta la latitud del lugar de cultivo. *Nuttonson, (1955)*, cita el caso de la variedad Marquis sembrada en Fairbanks, Alaska, donde el subperíodo de nacimiento a espigazón se cumple en 33 días, lo que está indicando la poca duración que tiene la fase del macollaje. En éste como en todos

los casos de crecimiento y desarrollo rápido de trigos primaverales, el número de macollos formados es pequeño, siendo comunes las plantas con solo uno o dos.

En nuestro país las variedades de macollaje más corto corresponden a variedades de los grupos I y IV, aunque nunca llegan a ser tan reducidos como los del hemisferio norte.

c) *Encañazón.*

Esta fase del cultivo de trigo reviste la importancia de marcar la transición entre la etapa puramente vegetativa y la reproductiva. Su expresión es una característica varietal y consecuencia de la satisfacción de sus necesidades en frío y duración de día, anteriores al estado de desarrollo. Según la teoría estadal, la encañazón solamente es posible luego que la planta haya cumplido el termo y el escotoestadio. (*Lysenko, 1946*).

Es importante conocer cual es la característica de cada variedad con relación a esta fase, pues su manifestación en condiciones de tiempo adverso al estado fásico siguiente, la espigazón, producirá consecuentemente la disminución o pérdida de la cosecha. La regulación del desarrollo se consigue con la elección de la época de siembra, acorde con los requerimientos de la variedad. En efecto, si las variedades semiprecoces del grupo I, se siembran anticipadamente a su época normal, producirán precozmente su encañazón, aún en pleno invierno, que en la región cerealera no es estación de descanso sino de crecimiento relativo según las temperaturas circunstanciales, variables de año en año. Por nuestra característica térmica asincrónica es frecuente que períodos con temperaturas relativamente benignas sean seguidos de temperaturas inferiores a 0° C; sucederá entonces que los trigos que han encañado, perderán por helamiento las espigas que contienen las cañas, anulándose la producción de esos macollos. La planta no morirá y podrá formar posteriormente nuevas cañas, pero el rendimiento será disminuído por un proceso fásico anormal.

Otra aplicación importante del conocimiento de la fecha de encañazón se encuentra cuando se utilizan los trigales con el doble propósito de pastoreo y grano. En este caso, deberán elegirse aquellas variedades de los grupos II y III que más demoren la aparición de las cañas, lo que es un índice favorable para una etapa vegetativa más prolongada y por consiguiente mayor duración de pastoreo.

La encañazón es el momento en que los macollos comienzan a alargarse, presentan una caña de aproximadamente un centímetro y sobre el último

nudo se puede observar, —con cierta dificultad a simple vista—, la espiguita de 1 o 2 milímetros de longitud. Constituiría la observación fenológica de la yema o pimpollo floral, o la observación macroscópica del primordio floral. Naturalmente, esta observación debe realizarse cortando un macollo a ras del suelo y abriéndolo longitudinalmente en su base para constatar la espiga incipiente.

No debe confundirse esta observación con la que corresponde al momento en que los trigales comienzan a aumentar de altura en primavera a consecuencia del incremento térmico acentuado, pues en este momento las espigas dentro de las cañas ya se encuentran a bastante distancia del suelo.

1) *Isofenas*. Los observadores honorarios del Servicio de Fenología no efectúa la observación de encañazón, por lo que se procedió a calcularla en base a las observaciones de siembras continuadas realizadas en el Observatorio Agrometeorológico Principal de Castelar. Para ello se supuso que, en cualquier localidad, la duración de los subperíodos siembra-encañazón y encañazón-espigazón tienen duraciones proporcionales a la duración total del subperíodo siembra-espigazón. A tal efecto, se efectuaron los cálculos de los porcentajes correspondientes para las variedades semiprecoces y semitardías, sembradas en Castelar, según muestra el cuadro 6. Aplicando estos porcentajes a las duraciones del subperíodo siembra-espigazón de cada localidad, se calculó la fecha media de encañazón, con el resultado que muestran las Fig. 9a y 9b.

Según las mismas, la encañazón de los trigos semiprecoces y semitardíos en la región cerealera argentina ocurre, como valores extremos entre la primera década de agosto en la parte septentrional y la primera década de octubre en el límite sud.

La encañazón es una característica varietal que puede indicar la precocidad de desarrollo en los trigos. Pero la expresión de esta fase está condicionada a un determinado nivel térmico que asegure un crecimiento suficientemente importante como para permitir el alargamiento de las cañas. Es por ello que las isofenas de las cartas respectivas indican fechas posteriores al punto más bajo del termoperíodo anual, es decir, se encuentran en la rama ascendente de la termofase negativa. Esto explica igualmente la diferencia de casi dos meses entre las isofenas extremas septentrionales y meridionales, ya que estas últimas corresponden a cultivos que se desarrollan en la parte más elevada del sudeste de la provincia de Buenos Aires, que posee el invierno más frío de toda la región triguera.

CUADRO 6

Algunas fechas fenológicas normales para trigos semiprecoces y semitardíos en Castelar (Lat. 34° 40' S; Long. 58° 39' W; h: 22 m.)

	VARIEDADES SEMIPRECOCES			
	Período	Fecha de:		
		Siembra	Encañazón	Espigazón
Olaeta Halcón	1951 - 56	11 - VII	23 - IX	17 - X
Sinvalcho M. A.	1950 - 55	12 - VII	20 - IX	19 - X
Benvenuto Inca	1950 - 54	13 - VII	21 - IX	19 - X
Klein 32	1950 - 55	12 - VII	23 - IX	20 - X
38 M. A.	1950 - 56	12 - VII	28 - IX	25 - X
Klein Cometa	1950 - 54	13 - VII	29 - IX	24 - X
Fecha media		12 - VII	24 - IX	21 - X
			Días	%
Duración media del subperíodo siembra-encañazón ..			74	73,27
Duración media del subperíodo encañazón-espigazón ..			27	26,73
Duración media del subperíodo siembra-espigazón ..			101	100 %

	VARIEDADES SEMITARDÍAS			
	Período	Fecha de:		
		Siembra	Encañazón	Espigazón
Klein Orgullo	1950 - 54	13 - VI	10 - IX	24 - X
Bahiense F. C. S.	1950 - 56	13 - VI	20 - IX	26 - X
Eureka F. C. S.	1950 - 56	13 - VI	18 - IX	29 - X
Buck Quequén	1950 - 55	12 - VI	13 - IX	29 - X
Klein 157	1950 - 55	12 - VI	17 - IX	2 - XI
Klein Aniversario	1950 - 54	13 - VI	16 - IX	3 - XI
Fecha media		13 - VI	16 - IX	29 - X
			Días	%
Duración media del subperíodo siembra-encañazón ..			95	68,84
Duración media del subperíodo encañazón-espigazón ..			43	31,16
Duración media del subperíodo siembra-espigazón ..			138	100 %

2) *Indices agroclimáticos.* La iniciación de la encañazón se corresponde, aproximadamente, en todas las zonas con las temperaturas medias mensuales de 12° C.

Como al entrar en esta fase, los valores térmicos medios comienzan a ascender acentuadamente, es interesante consignar cuales son los límites inferiores que soportan los cultivos desde la siembra, por ser este

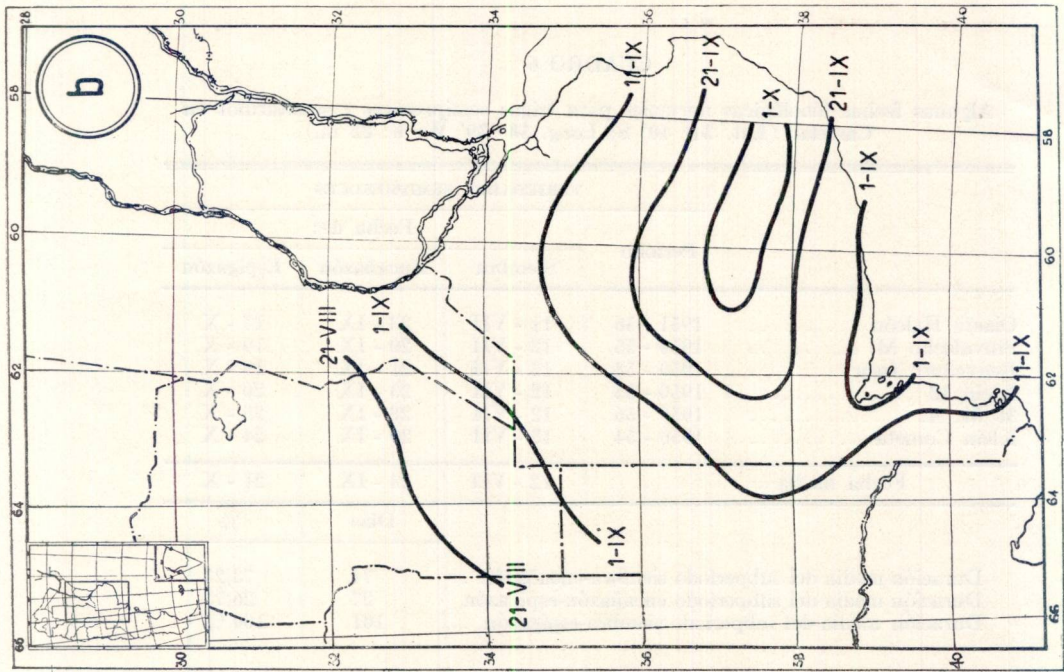
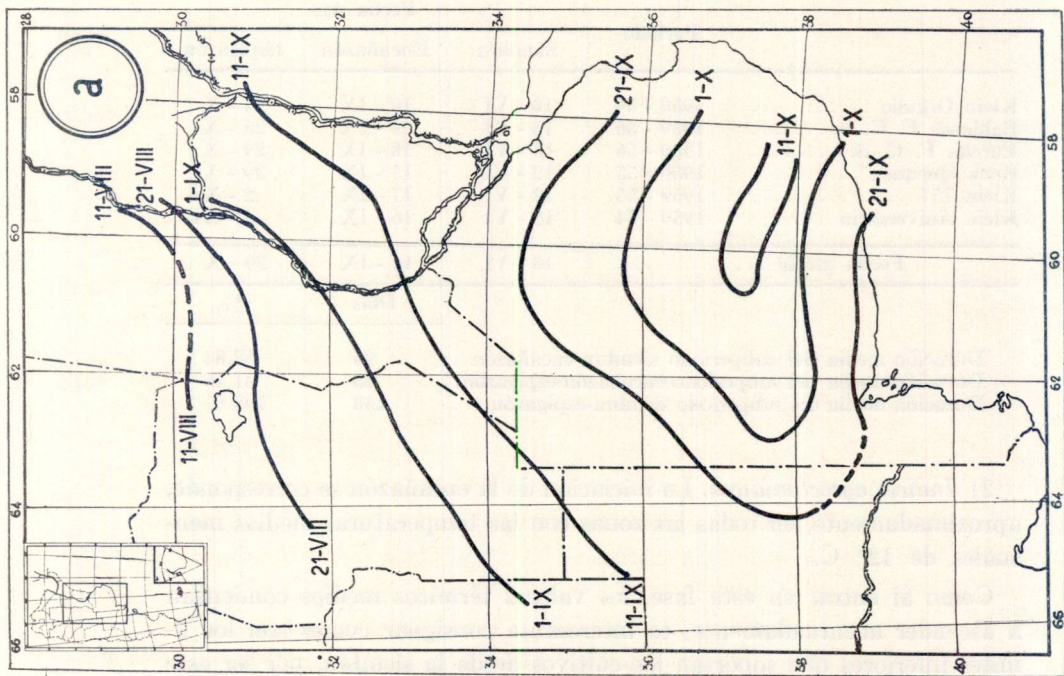


Fig. 9. — Isofenas de encañazón (calculadas). a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardos

un índice del cumplimiento de las exigencias térmicas del trigo en su primera etapa de crecimiento y porque ellas definen acabadamente los requerimientos bioclimáticos de las variedades argentinas con relación a la termofase negativa.

Con tal motivo se incluyen las Fig. 10a, 10b, y 10c con los valores de: temperatura media del mes más frío, temperatura mínima media del mes más frío y número medio de días con temperaturas mínimas de 5°C o inferiores. Como es lógico, por ser parámetros térmicos dependientes unos de los otros, las líneas de las figuras mantienen una sinuosidad semejante y correspondiente, resultando que la isolínea de temperatura mínima media de 5° C tiene una ubicación intermedia entre las correspondientes a las temperaturas medias de 10° y 11° C. Este puede ser el límite de las zonas en que los cultivos pueden disponer de temperaturas de descanso invernal durante su ciclo vegetativo. Al norte de esta línea quedan incluídas toda la provincia de Entre Ríos y el centro-norte de Santa Fe, donde no se producen temperaturas mínimas, en valores medios, inferiores a 5° C, que se considera aproximadamente la temperatura base a partir de la cual la planta de trigo crece ininterrumpidamente.

Según *Daigo* (1957) la temperatura mínima media de 5° C puede utilizarse para indicar el bioperíodo o duración en días del período que puede crecer una especie determinada. En una localidad, el complemento anual del bioperíodo, podría ser la cantidad de días con mínimas medias de 5° o inferiores. A este período podría llamarse período de descanso o período invernal. Para su determinación es necesario conocer la temperatura mínima media mensual y calcular la fecha de iniciación y terminación de ese nivel.

De esta forma se calculó la Fig. 10c donde se comprueba que el período de descanso más breve (0-50 días) de los trigos en la Argentina se produce en una franja que de NW a SE toma el N de Córdoba, parte del centro-sud de Santa Fe y muy poco del norte de Buenos Aires. Al N de esa franja no existe período de descanso y por el contrario hacia el S aumenta en forma gradual el número de días con mínimas inferiores a 5° hasta alcanzar los 140 días en la parte más elevada al S de la provincia de Bs. As. y fuera de la acción reguladora del Océano Atlántico. Una pequeña zona al SE de La Pampa posee más de 140 días con mínimas medias inferiores a 5° C, pero allí los cultivos están muy raleados por deficiencia hidrológica. Esta última región y la de la provincia de Buenos Aires mencionada anteriormente, serían las más apropiadas para la siembra de aquellas variedades con mayor exigencia en frío.

En el hemisferio norte, los trigos invernales están sometidos a una termofase negativa intensa como puede apreciarse en el cuadro 7, donde

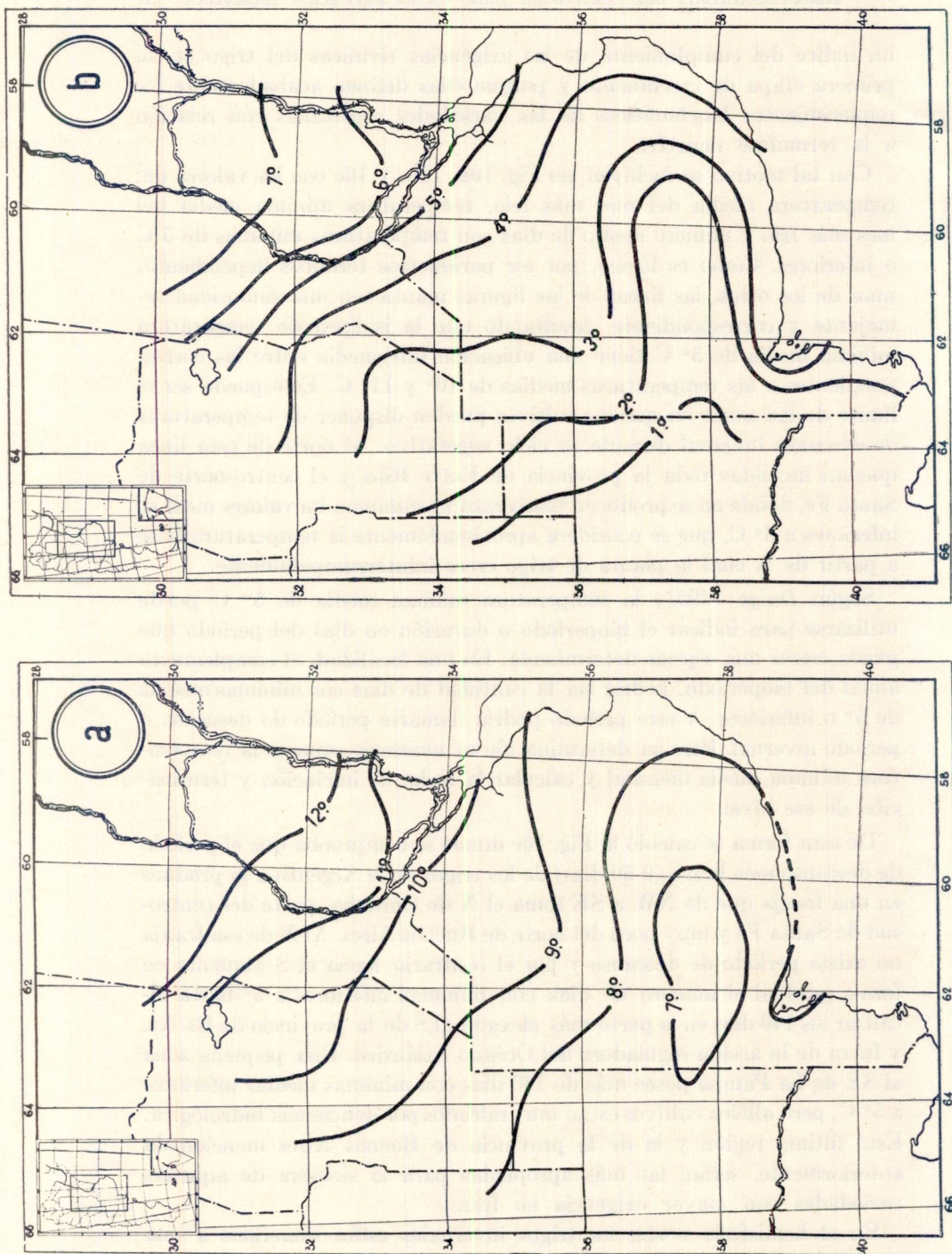


Fig. 10. — Intensidad de la termofase negativa durante el cultivo. a) Temperatura media del mes más frío, °C.
b) Temperatura mínima media, del mes más frío °C.

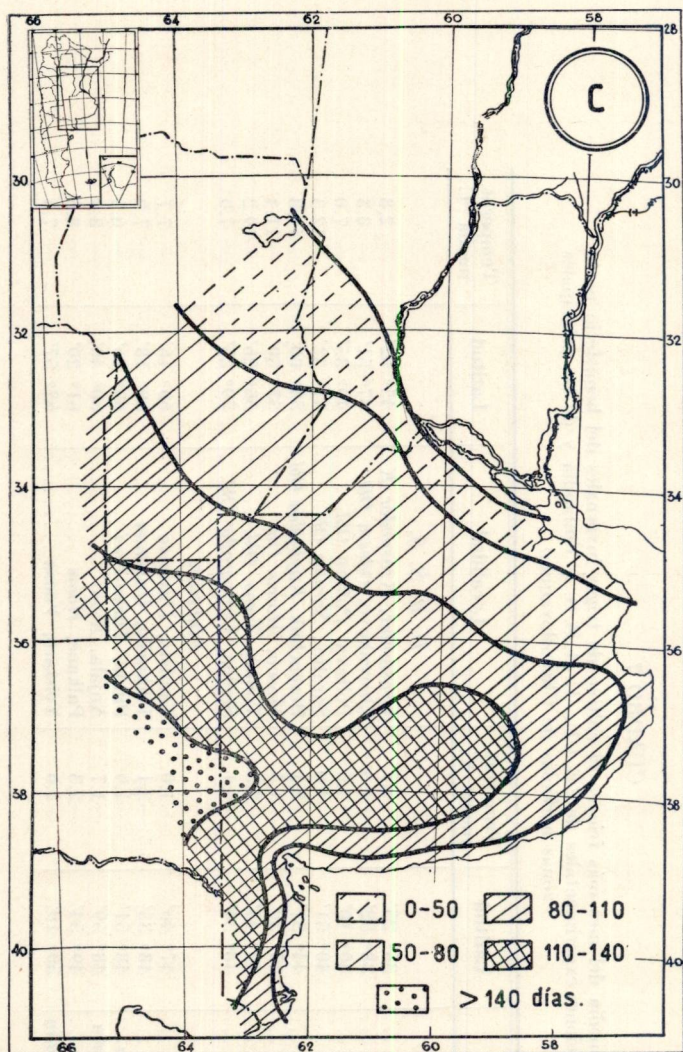


Fig. 10. — Intensidad de la termofase negativa durante el cultivo. c) Número de días con temperatura mínima de 5°C. o inferior

se incluyen áreas representativas del cultivo de trigo invernal para EE. UU., U. R. S. S., Finlandia y Checoslovaquia, con la información de la temperatura media del mes más frío en el cultivo de esos trigos. Los valores eximea de todo comentario.

No se confecciona un cuadro similar para los cultivos de trigos primaverales del hemisferio norte pues en ellos la temperatura más baja del ciclo corresponde a la fecha de siembra (Cuadro 2). En la mayor parte

CUADRO 7

Temperatura media del mes más frío en el cultivo de trigos invernales del hemisferio norte
(Datos de estaciones experimentales de EE. UU., U. R. S. S. y Finlandia y de las principales
zonas agrícolas de Checoslovaquia)

Localidad	Latitud	Temperat. media °C.	Localidad	Latitud	Temperat. media °C.
<i>EE. UU.</i>					
Woodward, Okla.	36° 25'	1.7	Krasnodar, Krasnodar K.	45° 02'	- 2.8
Hays, Kans.	38° 52'	-1.6	Zherenkovo, Odessa Obl.	47° 51'	- 8.3
Akron, Colo.	40° 10'	-4.5	Poltava, Pollava Obl.	49° 35'	- 7.0
Lincoln, Nebr.	40° 51'	-4.0	Saratov, Saratov Obl.	51° 32'	-12.3
Sheridan, Wyo.	44° 51'	-8.1	Bezenchuk, Kuzbyshev Obl.	53° 00'	-11.8
Moro, Ore.	45° 30'	-1.5	Moscú, Moscú. Obl.	55° 50'	-11.4
Pullman, Wash.	46° 44'	-2.3	Tomsk, Toms. Obl.	56° 26'	-19.2
Havre, Mont.	48° 34'	-6.1	Shelon, Leningrado Obl.	59° 25'	- 7.9
<i>Checoslovaquia</i>					
Konarno, x. Slovaquia	47° 46'	-1.0	Finlandia		
Ratkova, C. Slovaquia	48° 35'	-3.1	Tamisto, Uusimaa	60° 16'	- 7.7
Znojmo, S. C. Moravia	48° 51'	-1.9	Tikkurila, Uusimaa	60° 18'	- 7.0
Jevsovice, S. C. Moravia	48° 59'	-1.7	Pikkio, Turku-Pori	60° 26'	- 6.5
Holice C. Bohemia	49° 54'	-2.3	Anjala, Kymi	60° 40'	- 8.8
Bratronice, N. W. Bohemia	50° 19'	-2.6	Palkane, Hane	61° 20'	- 8.6
			Yeistaro, Vaasa	62° 57'	- 7.6

de nuestra región cerealera, luego de la siembra de los trigos semiprecoces, los cultivos están sometidos durante el crecimiento a la termofase negativa más baja del año para poder acumular las pocas horas de frío necesarias para el desarrollo.

d) *Espigazón.*

1) *Exigencias bioclimáticas de los trigos.* La espigazón del trigo está condicionada en el aspecto bioclimático a la acción de dos factores: la temperatura y la duración del día, que actúan como exigencia varietal en una gama de combinaciones que va desde la indiferencia a la necesidad más marcada para cada uno de ellos. Si no se satisfacen tales exigencias, la espigazón no se produce, o presenta anomalías que conducen a un desarrollo irregular del cultivo.

Lo dicho conduce a analizar cuales son las exigencias térmicas y cuales las fotoperiódicas de los trigos que se siembran en la región cerealera argentina.

Se puede desdoblar la exigencia en temperaturas en: *a)* exigencias en bajas temperaturas y *b)* necesidad de un nivel térmico adecuado para iniciar la espigazón.

La necesidad en bajas temperaturas es una condición fundamental para todos los trigos, pues, aún los primaverales deben soportar un cierto descenso térmico para poder desarrollar, (*Papadakis 1933*), pero el requerimiento en intensidad y duración de la termofase negativa, es una escala de exigencias decrecientes desde las variedades de siembra otoñal o tardías, hasta las de siembra primaveral o precoces.

Las experiencias realizadas para demostrar la necesidad en frío de los cereales desde Gassner en 1918 (*Murneek y Whyte, 1948*) hasta nuestros días, son innumerables. No es motivo de este trabajo analizarlas, pero si es oportuno consignar cuales son las diferencias, en este aspecto, de los trigos argentinos con los que se siembran en el hemisferio norte.

Investigaciones sobre vernalización con variedades originadas en el país, pudieron comprobar que nuestros trigos no tienen una exigencia en bajas temperaturas comparable a los del hemisferio norte. En efecto, si la reacción a la vernalización se puede cuantificar por el adelanto de la espigazón de trigos vernalizados con respecto a los testigos, cabe consignar que, con los tratamientos enfriantes de mayor duración, solo se consiguieron adelantos en la espigazón del orden de los 15 días, y esto solamente en la variedad 38 MA que se comportó como la más exigente en frío. Además, una característica importante para indicar, es que la poca exigencia en la duración del estímulo térmico va acompañada de

un nivel de vernalización superior al requerido por los trigos invernales del hemisferio norte. Allá la vernalización se cumple con temperaturas próximas a 0° C, en tanto que en el país se consigue la misma con niveles superiores, cercanos a los 10° C, con lo que se estaría casi en el límite de la acción vernalizante de las temperaturas (*Hänsel, 1953*).

Las cartas de temperaturas media y mínima media del mes más frío, así como la del número de días con temperatura mínima inferior a 5° C en la región cerealera argentina durante el ciclo vegetativo del trigo, ayudan a comprender porque en nuestro país deben sembrarse variedades que requieren poco frío.

La diferencia queda indicada por los valores térmicos similares de EE. UU., U. R. S. S., etc. del cuadro 6.

En cuanto a la temperatura óptima para la espigazón, luego de cumplida la necesidad en frío de los trigos, no es posible consignarla, pues dependerá de la interacción con la duración del día en ese momento, aunque de los ensayos de *Azzi (1939)* parece inferirse que la temperatura de 15° C es la más adecuada. Esta temperatura, como se verá más adelante/ es muy parecida a los valores que se encuentran en toda la región cerealera argentina.

Con relación al fotoperíodo necesario para la espigazón, debese recordar que por ser una planta de días largos y en aumento, se producirá una aceleración cada vez mayor para la iniciación de esta fase, a medida que se van incrementando las 14 hs. de duración del día.

Sin embargo, el fotoperíodo óptimo para una espigazón adecuada es una característica propia de cada variedad. Nuestros trigos espigan con días de menor duración que los del hemisferio norte, que se siembran en latitudes más elevadas. Además, cierta cantidad de variedades, las que se clasificaran en el grupo IV, no se comportan como típicas de día largo, sino de días intermedios, o sea, que requieren para espigar un foto período entre 12 y 14 hs.

Lo dicho en los párrafos anteriores, configura un comportamiento bioclimático particular de los trigos argentinos, que fué analizado por diversos investigadores ya mencionados al tratar la clasificación bioclimática.

Con los antecedentes mencionados resultará más fácil interpretar las isofenas de espigazón y posteriormente los parámetros meteorológicos que influyen en la expresión de la fase más importante en el cultivo del trigo.

2) *Isofenas*. Las Fig. 11a y 11b muestran las isofenas de espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

Los trigos semiprecoces espigan entre el 1.º de setiembre y el 11 de noviembre, que corresponden al S de la provincia de Santiago del Estero y región de las sierras de Balcarce al SE de la provincia de Buenos Aires. Para los semitardíos las fechas extremas son el 11 de octubre y el 21 de noviembre, para el centro sud de Córdoba, S de Santa Fe y SE de Buenos Aires, respectivamente. Vale decir, que en ambos casos se mantiene aproximadamente el mismo número de días entre los valores extremos de las siembras, tal como se observó en las Fig. 4a y 4b.

La espigazón de los trigos semitardíos —considerando los valores para una misma zona— es, en general, algo más tardía que en los semiprecoces, lo que podría explicarse, por las mayores exigencias en horas de frío y principalmente por la necesidad de un umbral fotoperiódico para la expresión de la fase.

3) *Subperíodo nacimiento-espigazón*. Este atraso en la espigazón de los semitardíos, unido al hecho que su siembra se efectúa con anterioridad, lógicamente determina distintas duraciones del subperíodo nacimiento-espigazón en ambos tipos de trigos, como puede verse en las Fig. 12a y 12b. La duración en los semitardíos es mayor en todos los casos en 30 a 35 días, pareciendo que la longitud de este subperíodo depende en gran parte de la fecha de siembras ya, que aumenta hacia el W y SW, dirección en que las siembras se efectúan más temprano. Para los tipos semiprecoces la duración menor de 92 a 95 días se produce en el N de Buenos Aires y S de Santa Fe, donde probablemente estos trigos encuentran sus mejores disponibilidades térmicas e hidrológicas.

Los trigos semitardíos deben tener su duración óptima en los 130 días, sobreentendiendo que se trate de sembrados para la obtención de grano, pues cuando se lo siembra para doble propósito, verdeos invernales y granos, la duración aumenta en relación directa al adelanto de la fecha de siembra.

Pueden compararse estas duraciones con las correspondientes del hemisferio norte y que se han incluido en el cuadro 8. Se observa claramente que las duraciones en los invernales superan los 200 días y en las primaveras son de alrededor de los 50 días. Sin embargo, debe dejarse constancia que los datos se refieren a localizaciones típicas del hemisferio norte, pero faltarían cifras de otras regiones de latitudes menores, en los que probablemente la duración del subperíodo nacimiento-espigazón sea algo menor en los trigos invernales y algo mayor en los primaverales.

Comparando con nuestros trigos semitardíos y semiprecoces con duraciones de 130 y 95 días, respectivamente, se deduce que las diferencias tan marcadas deben definir características bioclimáticas diferentes, sin

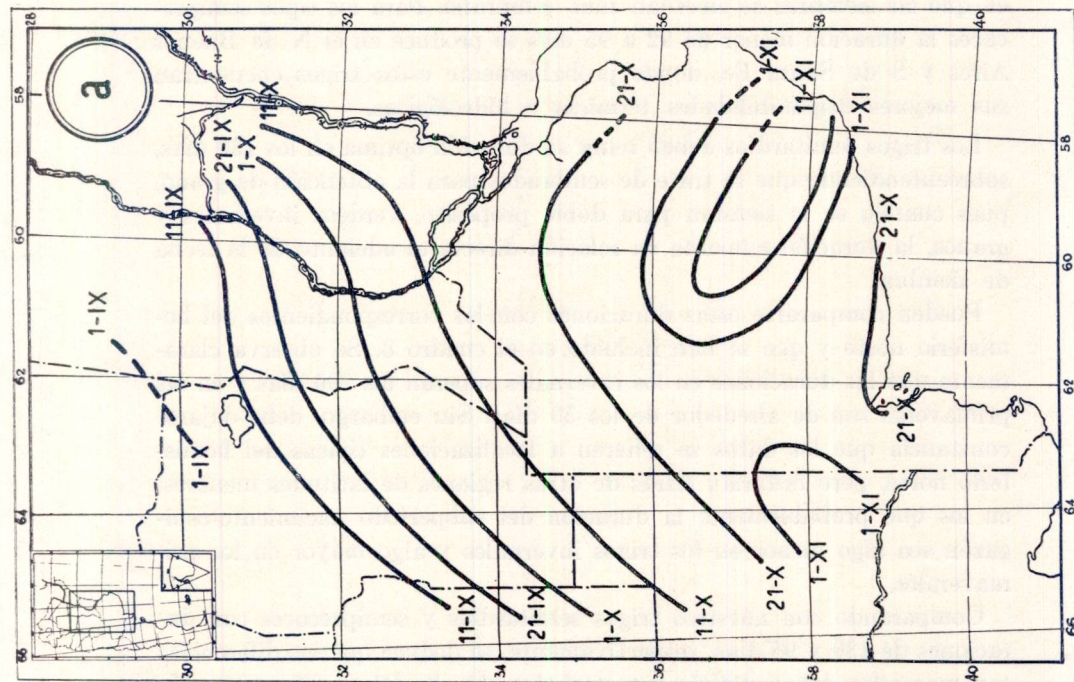
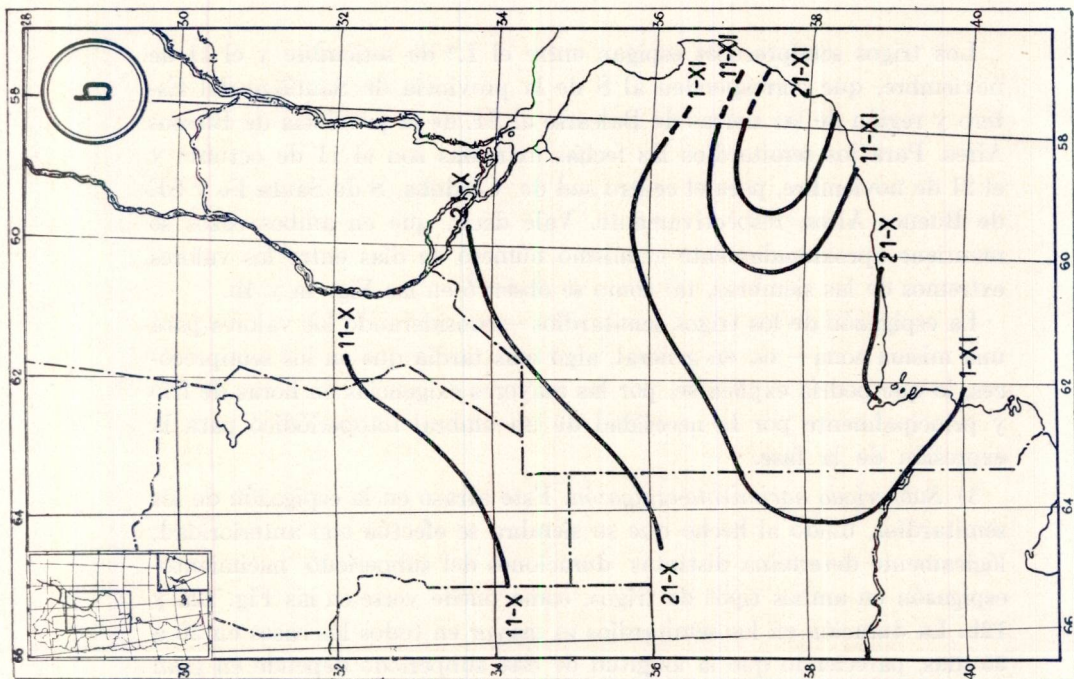


Fig. 11. — Isofenas de espigazón. a) Trigos semiprecozes. b) Trigos semitardios.

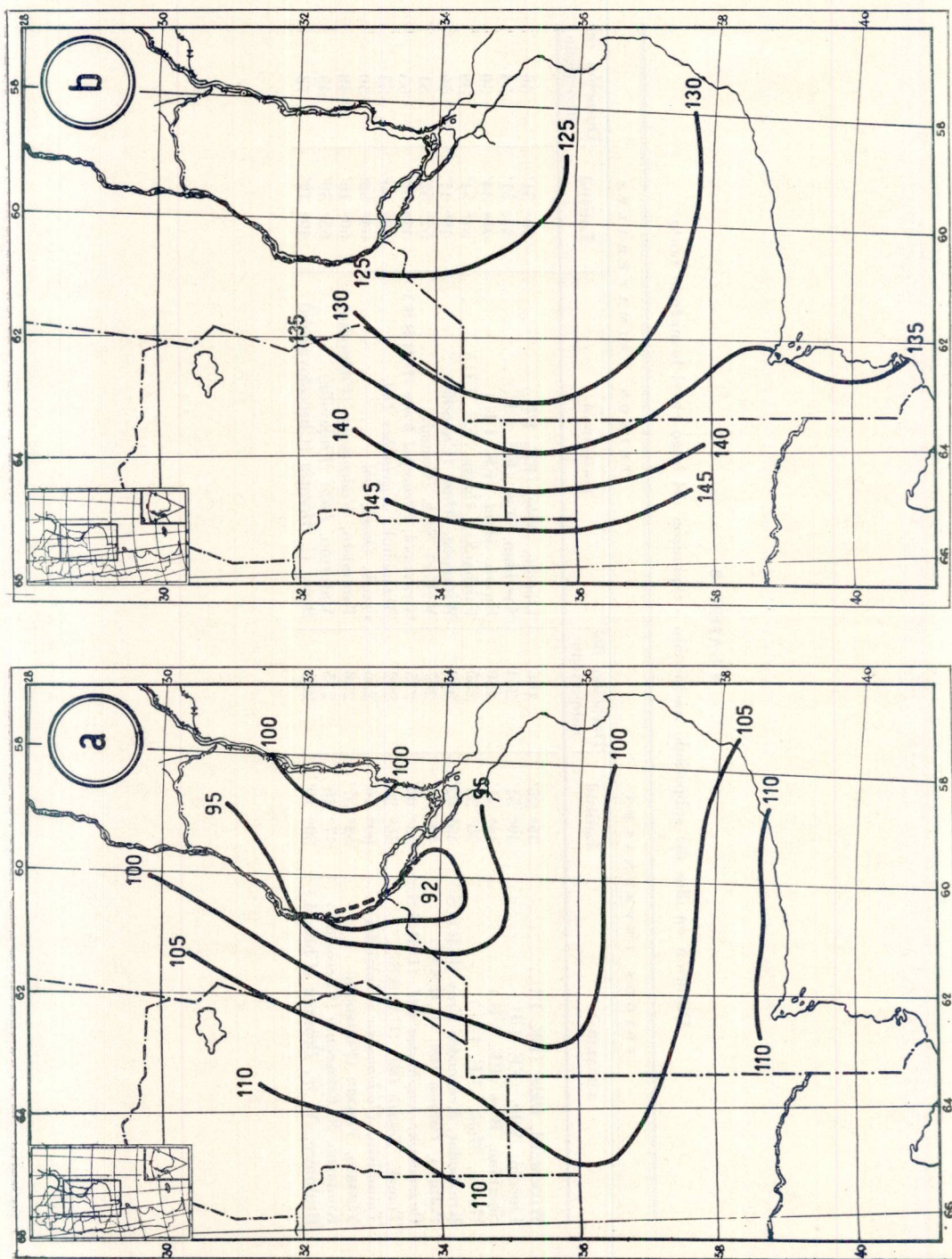


Fig. 12. — Duración en días de subperíodo nacimiento-espigazón. a) Trigos semiprecoces, b) Trigos semitardíos

CUADRO 8

Duración en días del subperíodo nacimiento - espigazón del trigo en el hemisferio norte

TRIGOS INVERNALES			TRIGOS PRIMAVERALES		
LOCALIDAD	Latitud	Duración del subperíodo	LOCALIDAD	Latitud	Duración del subperíodo
Woodward, Okla. (EE. UU.)	36° 25'	196	Lincoln, Nebr. (EE. UU.)	40° 51'	46
Lincoln, Nebr. (EE. UU.)	40° 51'	234	Sheridan, Wyo (EE. UU.)	44° 51'	54
Sheridan, Wyo (EE. UU.)	44° 51'	230	Havre, Mont. (EE. UU.)	48° 34'	50
Havre, Mont. (EE. UU.)	48° 34'	230	Fairbanks, Alaska (EE. UU.)	64° 51'	36
Krasnodar, Krasnodar Krai (U.R.S.S.)	45° 02'	210	Winnipeg, Man. (Canadá)	49° 47'	46
Pollava, Pollava Obl. (U.R.S.S.)	49° 35'	267	Melfort Sask. (Canadá)	52° 52'	51
Bezenchuk, Kuybyshev Obl. (U.R.S.S.)	53° 00'	275	Stravopol, Stranopol Krai (U.R.S.S.)	45° 02'	55
Tomsk, Tomsk Obl. (U.R.S.S.)	56° 26'	292	Bezenchuk, Kuybyshev Obl.	53° 00'	55
Tammisto, Uudenmaan (Finlandia)	60° 16'	256	Omsk, Omsk, Obl.	54° 58'	50
Ylistaro, Vaasan (Finlandia)	62° 57'	238	Tammisto, Uudenmaan (Finlandia)	60° 16'	48
Komarno, S. Eslovaquia (Checoslov.)	47° 46'	215	Alatornio, Lapi (Finlandia)	65° 50'	40
Bratonic, N. W. Bohemia (Checosl.)	50° 19'	236	Brno, C. Moravia (Checoslovaquia)	49° 12'	73

duda provenientes de la distinta incidencia del régimen térmico y de duración del día.

4) *Índices agroclimáticos.* Para el cumplimiento de cada subperíodo del ciclo evolutivo, las especies vegetales deben acumular una determinada cantidad de sumas de temperaturas. Estas sumas de temperaturas son características específicas, varietales y de época de siembra. Hay etapas que se cumplen simplemente cuando se ha llegado a una suma tal de grados de temperaturas que determinan la aparición de la fase y otras donde la referida expresión sucede como consecuencia de la interacción de la temperatura y otro u otros factores del medio ambiente. Se vió anteriormente la relación entre la humedad y la temperatura en el nacimiento del trigo y ahora se analizan los factores que determinan la espigazón.

Para las sumas de temperaturas se han desarrollado distintos métodos de los cuales el directo, el residual, el exponencial y el termofisiológico fueron aplicados por *De Fina (1939)* en un ensayo concreto para el cultivo del lino, encontrando que en el país el método directo es el que más se ajusta a la realidad. Por tal motivo, se lo utilizará en este trabajo dado la circunstancia de ser también el trigo un cultivo invernal. En otros países donde la planta de trigo permanece inactiva por soportar temperaturas inferiores al cero vital de crecimiento durante un período más o menos largo, se ha utilizado el método residual. *Nuttonson (1953, 1955)* utiliza el método residual con la temperatura base de $4,5^{\circ}\text{C}$, pues las sumas que obtiene a partir de ese valor son las de menor coeficiente de variabilidad.

Además, la utilización del método directo en este estudio se debe a que en el país difícilmente hay interrupción del crecimiento en lapsos prolongados, que decidiría a utilizar una temperatura diferencial.

Según las figuras 13a y 13b, donde se han representado las sumas de temperatura de los trigos que se siembran en el país para el subperíodo nacimiento-espigazón, se observa que los semiprecoces requieren entre 1100° y poco más de 1300° de temperatura y los semitardíos entre 1300° y algo más de 1500° , pareciendo comprobarse que la mayor duración del subperíodo determina una mayor acumulación de temperaturas, con disminución paulatina de norte a sud de la región cerealera. Hace excepción a esto último el centro sud de la provincia de Buenos Aires en los trigos semitardíos, sin duda debido a que por ser una región algo elevada, la temperatura en primavera es más baja y los trigos demoran la iniciación de la espigazón con el consiguiente aumento de las sumas térmicas. En La Pampa la mayor acumulación de grados, se debe a la siembra más anticipada.

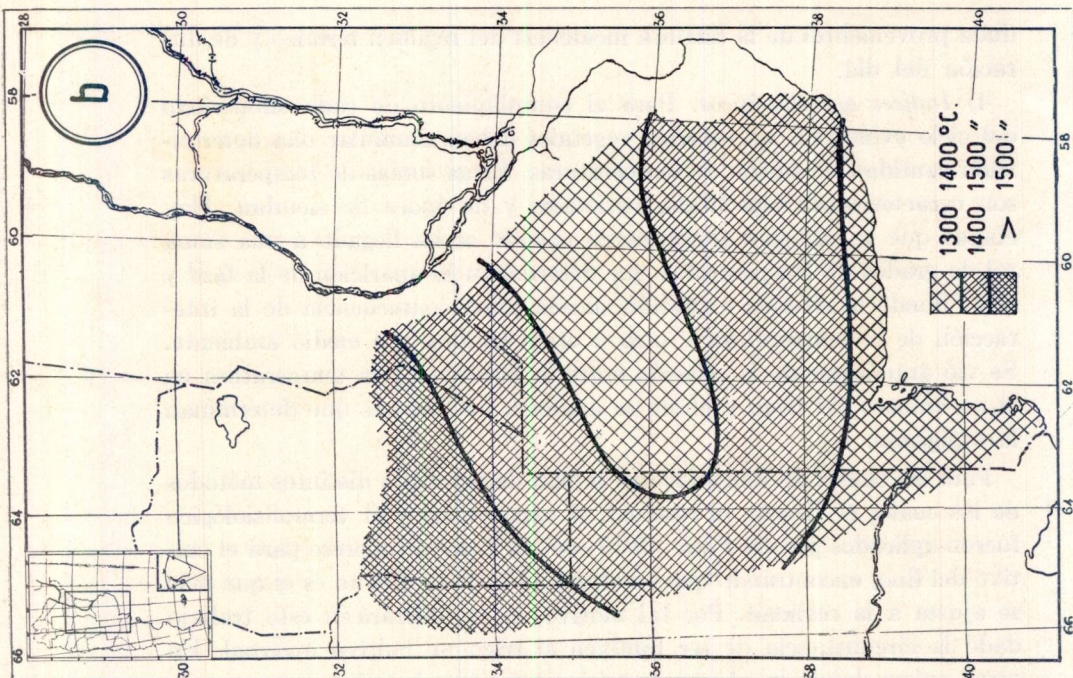
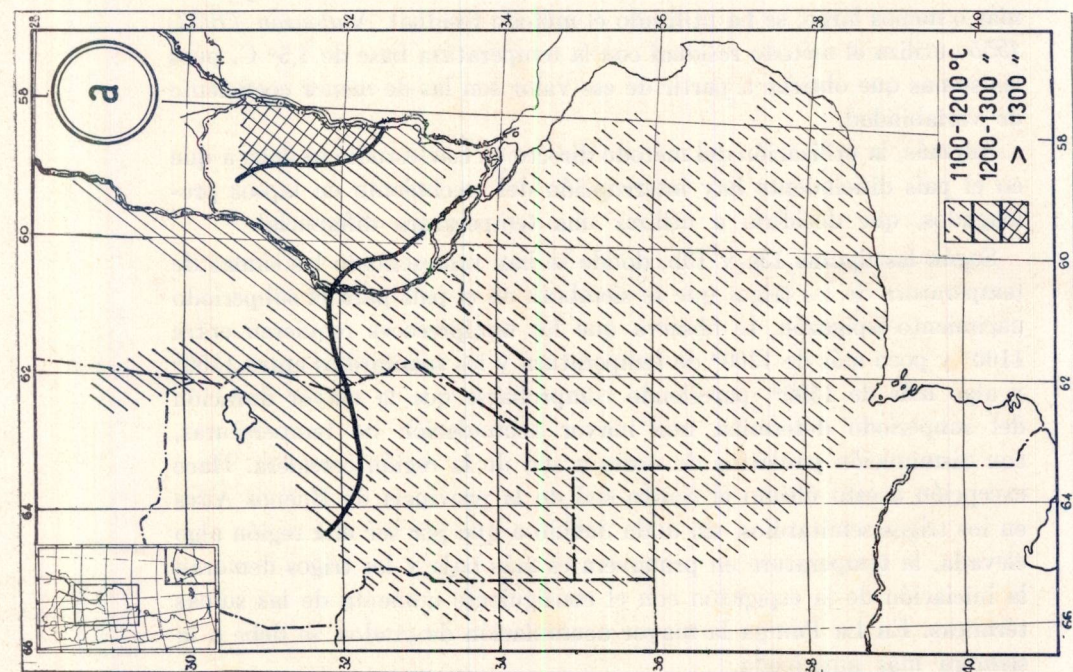


Fig. 13. — a) y b) Suma de temperaturas (método directo) en el subperíodo nacimiento-espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos respectivamente.

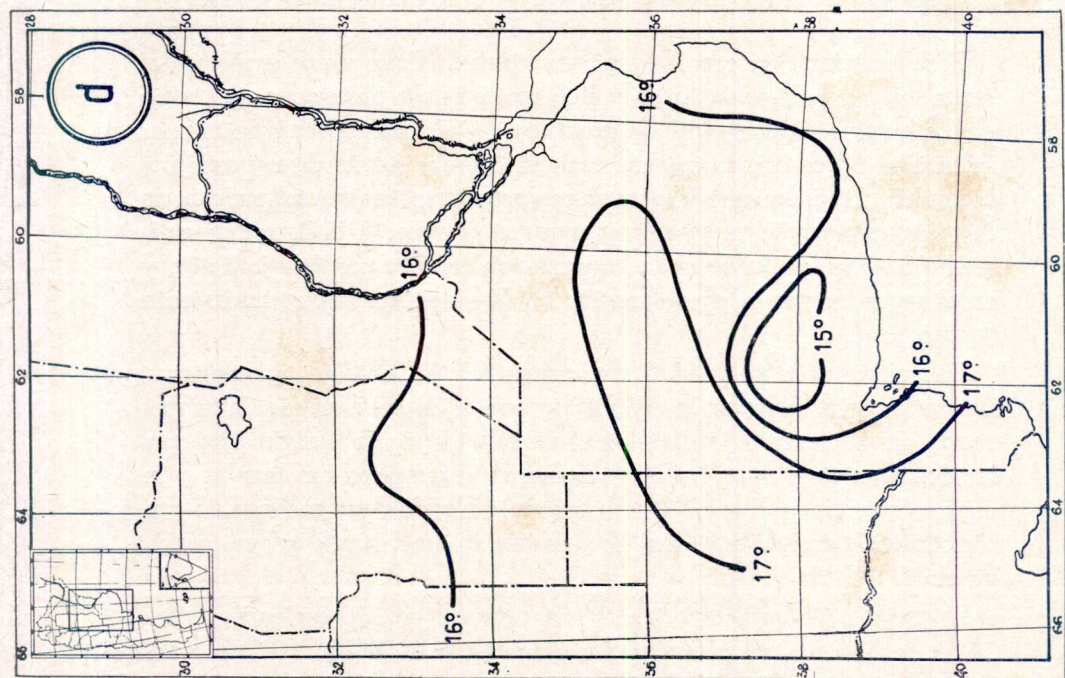
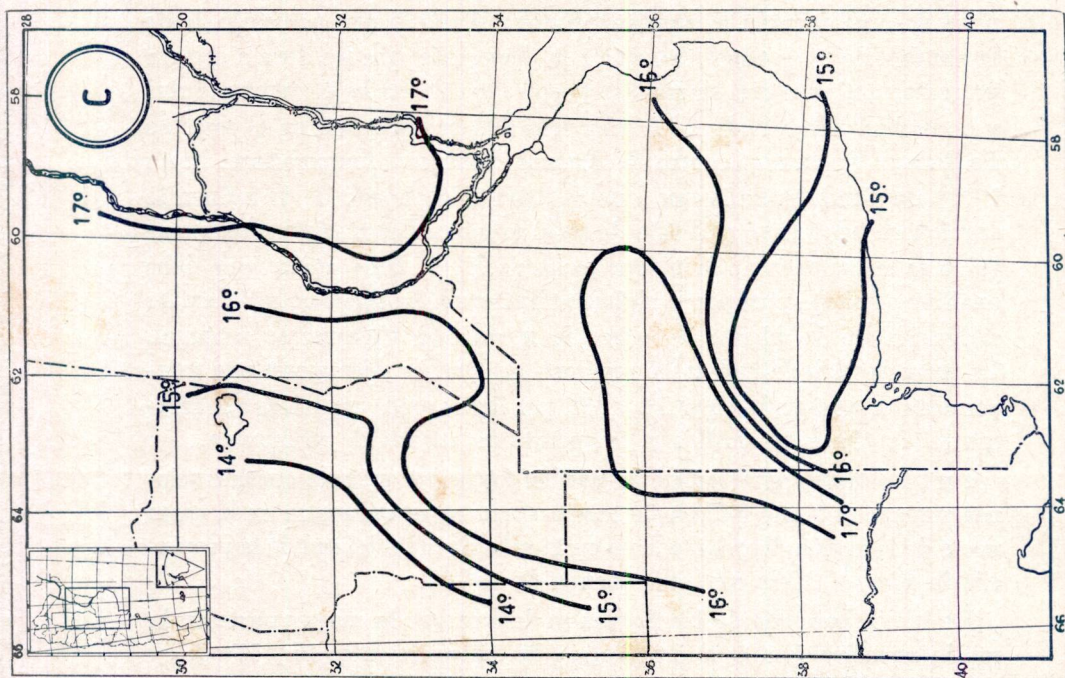


Fig. 13. bis — c) y d) Temperatura media normal (°C) en la fecha de espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

Para comparación con las regiones del hemisferio norte inclúyese el cuadro 9, con valores de América del Norte. Puede observarse que tanto en los invernales como en los primaverales, la suma de temperaturas es inferior a lo que sucede con nuestras variedades semitardías y semiprecoces. En el primer caso, a pesar de la gran duración del subperíodo, no hay acumulación de temperaturas, pues en gran parte de él, no hay actividad del vegetal por estar la temperatura del aire por debajo de 0°, y en el segundo, por la poca duración en días del lapso entre nacimiento y espigazón.

Un cultivo de trigo puede haber acumulado la suma de temperaturas necesarias para expresar la espigazón, pero si en ese momento la temperatura ambiente es baja, inferior al umbral térmico necesario para que la fase se exprese, las plantas mantendrán sus espigas envainadas y la espigazón no se producirá. Por lo tanto, la temperatura media a la que tiene lugar la espigazón de los trigos es un dato importante que se consigna en la fig. 13c y 13d.

Los trigos semiprecoces tienen una temperatura de espigazón entre 13-14° y 17-18° C. El valor inferior corresponde al límite N W de la región triguera donde la espigazón se produce a principios de setiembre cuando aún la temperatura es baja. En esa zona, la elevación sobre el nivel del mar acentúa la amplitud térmica diaria la que actuando desde la siembra de estos trigos determina la disposición que los lleva a espigar precozmente, pues son variedades poco exigentes en bajas temperaturas y en umbral fotoperiódico. El valor más alto se encuentra en el oeste de La Pampa y oeste y centro de Buenos Aires con temperaturas hasta 17.5°, no siendo extraño que esto se deba a lo alejado de la influencia reguladora del océano y al tipo de suelo arenoso. Estas mismas temperaturas se encuentran en la mayor parte de Entre Ríos, región que debe analizarse aparte, pues por su régimen térmico e hidrológico no satisface las exigencias de la planta de trigo de modalidad típicamente invernal. La parte elevada del sud de la provincia de Buenos Aires posee una temperatura de espigazón entre 14 y 15°, por las razones expuestas anteriormente de siembras tardías y temperaturas suaves de primavera.

Para los trigos semitardíos, se pueden hacer las mismas consideraciones, aunque el límite inferior de temperatura no se encuentra en la parte norte de la región de cultivo, sino en la más elevada del sud de la provincia de Buenos Aires con poco menos de 15° C.

De la comparación de las figuras se deduce que la mayor parte de la región cerealera tiene una temperatura de espigazón entre 16 y 17° C.

En el cuadro 9 se indican las temperaturas de espigazón en algunas

CUADRO 9

Algunos valores térmicos y fotoperiódicos de la espigazón y del subperíodo nacimiento-espigazón en distintas localidades de América del Norte

TRIGO INVERNAL K H A R K H O F					TRIGO PRIMAVERAL T H A T C H E R								
Localidad	Latitud	En la fecha de la espigazón		Subperíodo nacim.-espigazón		Localidad	Latitud	En la fecha de la espigazón		Subperíodo nacim.-espigazón			
		Temp. °C	Duración del día (horas)	Suma de temperaturas	Fotoperíodo medio			I. H.	Temp. °C	Duración del día (horas)	Suma de temperaturas	Fotoperíodo medio	I. H.
Woodward, Okla.	36° 25'	14,0	14,51	1640 °C	11,94	196	Lincoln, Nebr.	40° 51'	21,6	16,12	1000 °C	13,91	13
Hays, Kans.	38° 52'	19,2	15,44	1400 °C	12,13	170	Sheridan, Wyo.	44° 51'	18,3	16,52	810 °C	14,95	12
Akron, Colo.	40° 10'	19,7	16,09	1182 °C	13,51	160	Fargo, N. Dak.	46° 54'	20,0	17,10	875 °C	15,38	13
Lincoln, Nebr.	40° 51'	20,0	15,53	1511 °C	12,49	189	Havre, Mont.	48° 34'	18,7	17,32	821 °C	15,59	13
Sheridan, Wyo.	44° 51'	18,0	16,42	980 °C	14,54	142	Regina, Sask.	50° 27'	17,5	17,52	799 °C	15,88	12
Moro, Ore.	45° 30'	15,0	16,38	703 °C	13,42	94	Saskatoon, Sask.	52° 10'	17,4	18,24	741 °C	16,20	12
Pullman, Was.	46° 44'	15,1	16,35	899 °C	14,12	127	Edmonton, Alta.	53° 35'	16,1	18,30	767 °C	16,56	12
Havre, Mont.	48° 34'	17,2	17,34	975 °C	14,35	140	Fort Simpson, T. NW	61° 52'	15,8	21,30	590 °C	19,43	11

localidades norteamericanas, las que en general son más altas que las de nuestra región cerealera.

El otro aspecto a considerar en la iniciación de la espigazón es la duración del día. Si las plantas no disponen del fotoperíodo adecuado, no expresan la floración o ésta se realiza sin «energía». El trigo es una planta de días largos, es decir que la floración se acelera o anticipa con duraciones del día superior a 12-14 horas, aunque importa consignar que la duración del día en el momento de la espigazón debe ser creciente para que la reacción de la planta sea adecuada. Con esta afirmación, queda entendido que la espigazón de un cultivo de trigo no debe pasar del solsticio de verano, momento en que los días alcanzan su máxima duración.

De las Fig. 14a y 14b surge que la espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos en la región cerealera argentina se cumple con duración del día superior a las 12 horas 40 minutos —valor más bajo de los semiprecoces— hasta 15 horas como máximo —valor más alto de los semitardíos—.

Como la duración del día para una misma fecha es función de la latitud, es fácil comprender que si las principales regiones trigueras del hemisferio norte se encuentran a latitudes más altas que la de nuestro país, la duración del día en el momento de la espigazón es generalmente mayor. Naturalmente, que en aquellas regiones más cercanas al Ecuador donde la duración del día varía poco en el curso del año, la espigazón se producirá en duraciones muy poco diferente de las 12 horas. Pero, este caso corresponde a zonas trigueras muy particulares, no sólo por la duración del día, sino principalmente por la temperatura y régimen de humedad que deben soportar los cultivos y donde el proceso fásico no sigue el ritmo normal correspondiente a una planta invernal.

Otro aspecto que se considera es la duración media del día del subperíodo nacimiento-espigazón, a fin de utilizarla en el cálculo del índice heliotérmico, Fig. 14c y 14d. Puede apreciarse por comparación con el cuadro 9 y como consecuencia de lo expresado en el párrafo anterior, que los fotoperíodos medios de la región triguera argentina son más reducidos que los similares para localidades de América del Norte.

Multiplicando los referidos fotoperíodos medios por la suma de temperaturas entre nacimiento y espigazón y dividiendo por cien, se obtiene el «índice heliotérmico» (*Geslin, 1944*).

Su aplicación a los trigos argentinos (*Pascale y Damario, 1954*), permitió clasificar los trigos que se siembran en el país y elaborar un método para caracterizar bioclimáticamente variedades de trigos y cereales invernales en general (*Pascale 1955, 1957*). Para esos trabajos, se utilizaron los datos de siembras experimentales de varios años y en varias

épocas en cada año. En cambio, los datos que han servido para trazar las Fig. 15a y 15b, tienen un valor más geográfico, pues corresponden a fechas de siembras normales para cada región, representando la experiencia de los agricultores de la región cerealera.

En el siguiente cuadro se incluyen los índices heliotérmicos de siembras experimentales efectuadas en Castelar en fechas consideradas normales para la zona, comprobándose la correspondencia de los valores con los indicados en las figuras 15a y 15b: 140-150 I. H. para los trigos semiprecoces, y 170-180 I. H., para los semitardíos.

CUADRO 10

Índices heliotérmicos de siembras efectuadas en Castelar para el período y fechas fenológicas del cuadro 6

Trigos semiprecoces		Trigos semitardíos	
Sinvalochó M. A.	132	Eureka F. C. S.	176
38 M. A.	144	Klein Orgullo	175
Benvenuto Inca	134	Bahiense F. C. S.	176
Olaeta Halcón	130	Klein 157	192
Klein 32	134	Buck Quequén	183
Klein Cometa	146	Klein Aniversario	198
Media	137		183

Los valores del cuadro 9 ilustran respecto a lo que acontece en América del Norte donde los I. H. de los trigos primaverales son algo más bajos que los similares semiprecoces de la región cerealera argentina. En los invernales existe similitud en los valores de I. H. en las localidades que tienen sumas de temperaturas más elevadas, haciéndose más bajos a medida que aumenta la latitud, pues la mayor duración del día en la espigazón no alcanza a compensar la falta de acumulación térmica. Además, en este caso, la reducida duración del día invernal hace disminuir el valor del fotoperíodo medio del subperíodo.

La distinta duración del subperíodo nacimiento-espigazón, las disponibilidades de temperaturas en cada caso y la duración del día a que están sometidos los trigos en las localizaciones que se analizan del hemisferio norte, —factores que ya fueron explicados anteriormente—, justifican estos valores de I. H. y sirven para demostrar, aún más, las características bioclimáticas diferenciales de los trigos que se siembran en ambos hemisferios, o mejor, la bioclimatología triguera típica de cada ubicación geográfica.

Hasta este momento se han analizado los factores del clima que tienen influencia en la expresión de la espigazón, quedando demostrado

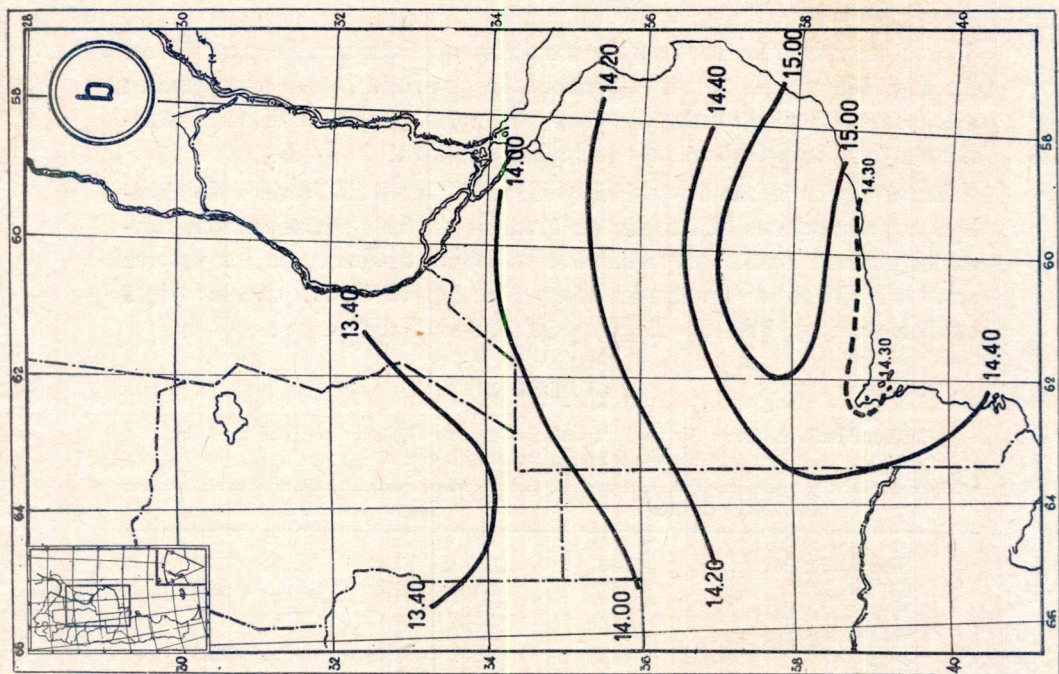
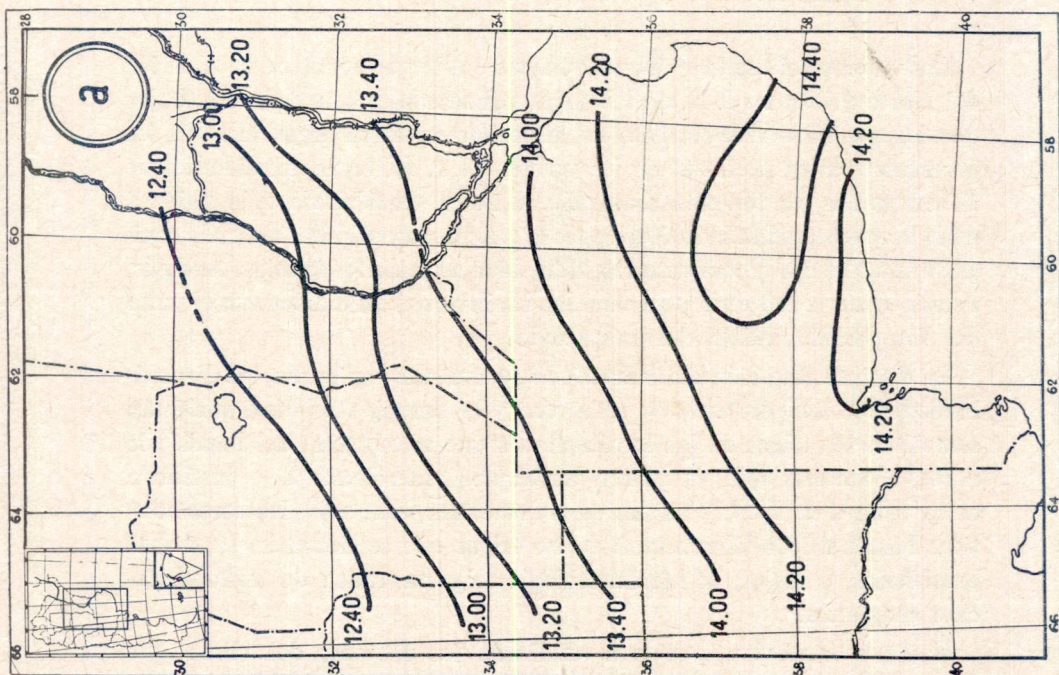


Fig. 14. — a) y b) Duración del día (horas y minutos) en el momento de la "espigazón" de los trigos semipreococes y semitardíos, respectivamente.

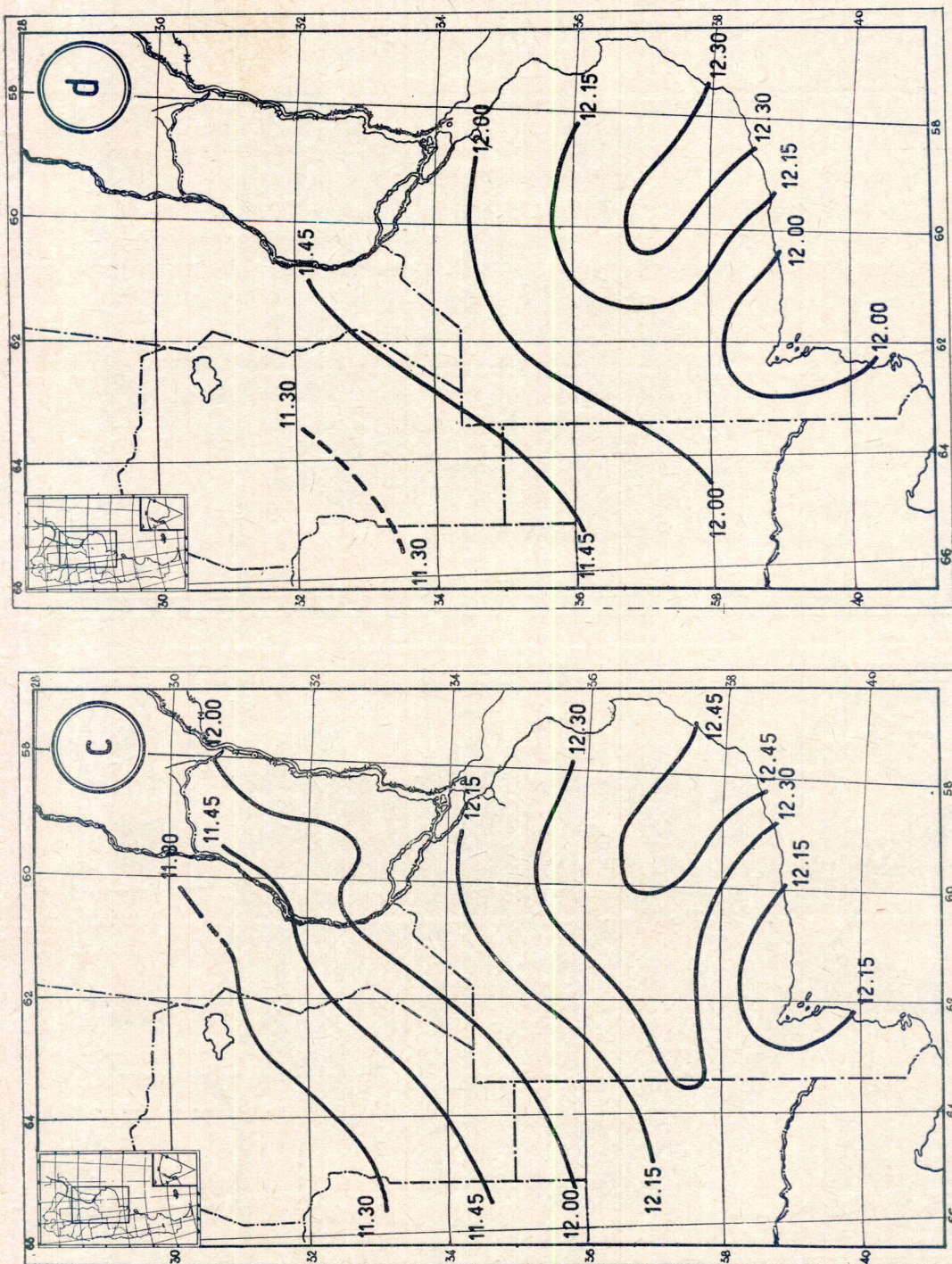


Fig. 14. bis — c) y d) Fotoperíodo medio (horas y minutos) del subperíodo nacimiento-espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente

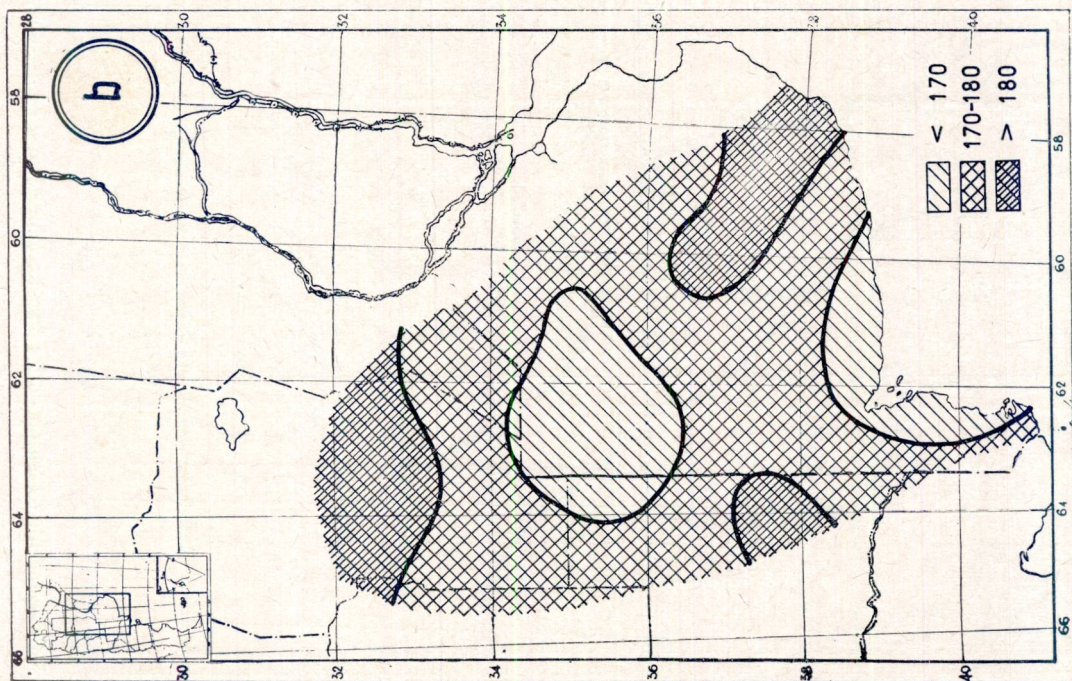
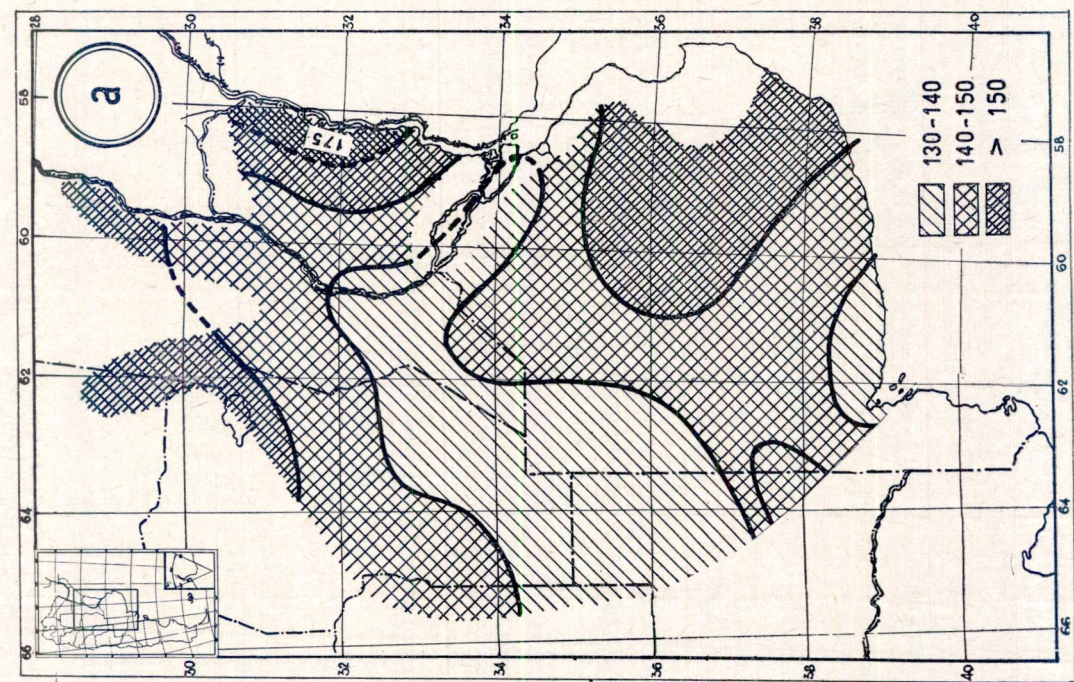


Fig. 15. — Índice heliotérmico. a) Trigos semiprecoces, b) Trigos semitardíos

que tanto la temperatura como la duración del día juegan un papel decisivo, ya sea actuando individualmente o en forma conjunta.

Toca ahora estudiar que papel juega la humedad del suelo en el subperíodo nacimiento-espigazón. Por las muchas pruebas efectuadas se puede asegurar que la humedad no influye en el desarrollo de la planta de trigo, es decir, que la fecha de espigazón no se modifica sustancialmente con las variaciones hidrológicas. En cambio su acción es primordial en el crecimiento, pues un cultivo de trigo que cumple su ciclo con buenas condiciones de humedad tendrá el vigor propio de la variedad, macollaje adecuado, abundante materia verde, espigas fértiles en la cantidad resultante de la incidencia favorable de los factores térmicos y fotoperiódicos, y finalmente, una cosecha de granos acorde a la capacidad productiva de la planta.

Si el cultivo debe vegetar en precarias condiciones de humedad, habrá poco crecimiento, el macollaje se reducirá hasta el extremo de encontrarse en la espigazón un solo macollo fértil, las espigas serán de tamaño reducido y sobre plantas que apenas se han elevado del nivel del suelo.

Estos dos casos extremos se pudieron comprobar en el ensayo de siembras continuadas efectuado en Guatraché, mencionado anteriormente (*Pascale, 1950*) donde, el año 1947 fué seco y 1948 muy húmedo. Los rendimientos del año 1948 fueron significativamente superiores a los de 1947, considerando siembras de una misma época (Fig. 3), en tanto que la espigazón se produjo en los dos años sensiblemente en la misma fecha.

Para cuantificar la disponibilidad hidrológica de los cultivos de trigo en la región cerealera argentina, se pueden adoptar dos temperamentos. Considerar la cantidad de milímetros que caen desde la siembra hasta la espigazón o efectuar el balance hidrológico en ese subperíodo. Se adopta este último temperamento, pues como se explicó en el caso de la humedad del suelo en el período previo a la siembra, es más racional considerar la necesidad en agua o evapotranspiración potencial, comprobar si las precipitaciones la satisfacen y ver al mismo tiempo si hay deficiencia o exceso de agua en cada lapso del ciclo vegetativo.

Así se han confeccionado las Fig. 16a y 16b para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente, donde se puede observar el trazado de la línea de cero, que divide a la región en dos partes: la oriental, donde se satisfacen los requerimientos de evapotranspiración durante el subperíodo siembra-espigazón de los trigos y la occidental donde los valores negativos indican la deficiencia en milímetros de agua durante el mismo subperíodo. La referida línea en los trigos semiprecoces deja con valores negativos sólo las provincias de Córdoba, La Pampa y San Luis, con valores extremos en esta última y N de Córdoba de -40 mm. En los

semitardíos la región con balance negativo toma algo del oeste de Buenos Aires teniendo su valor más bajo, con -20 mm, el SW de Córdoba y centro sud de La Pampa.

Los valores positivos que se encuentran en las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires, indican con sus cifras crecientes hacia el este, una mayor disponibilidad para el crecimiento de los cultivos de trigo. Sin embargo, no se puede decir que a mayor cantidad de mm de exceso éstos representen un creciente beneficio para la planta. Los valores elevados de Entre Ríos y del este de Buenos Aires con 60, 80 y 100 mm. de exceso, no delimitan zonas óptimas por densidad de cultivo o rendimiento elevado. En el primer caso porque los valores térmicos elevados limitan el cultivo y en el segundo porque los suelos bajos e inundables dejan paso a la ganadería en reemplazo de la agricultura.

Desde la siembra hasta la espigazón, la disponibilidad de humedad no tiene el mismo valor para los distintos momentos del subperíodo. Poco antes de la espigazón, aproximadamente en los 30 días anteriores, la deficiencia o la abundancia determina la bondad de los rendimientos. Este período crítico ha sido determinado por *Azzi (1939)* quien ha encontrado que 40 mm. de precipitación en ese lapso, separan las situaciones favorables de las desfavorables. En sucesivas ediciones de su obra *Ecología Agraria*, insiste en indicar ese valor pluviométrico como equivalente de la sequía para el tercer subperíodo del cultivo del trigo, pues las sucesivas comprobaciones efectuadas así lo indicaron. Otros autores alargan el período crítico del trigo hasta los primeros estados de la maduración, (*Papadakis, 1954*)

Siguiendo el criterio de *Azzi*, se confeccionaron las Fig. 17a y 17b, comprobándose que toda la región cerealera argentina, tanto para los trigos semiprecoces como para los semitardíos tendría satisfecho el mínimo de precipitaciones, en valores medios, para los 30 días anteriores a la espigazón. Esto no es cierto, pues la observación de esas cartas no dan una idea de la variabilidad de los rendimientos por la relativa incidencia de sequías que tienen cierta regularidad en la pampa seca. Más aún, el valor más elevado de 80 mm de precipitaciones, abarca una extensa zona que ocupa el norte-centro-oeste de Buenos Aires y que penetra en La Pampa.

Evidentemente, hay una particularidad del régimen pluviométrico que eleva los valores del mes de octubre, que es el previo a las espigazones en el oeste de Buenos Aires y este de La Pampa. Esto permite el trazado de la isolínea de 80 mm hasta esa zona, pero tal cantidad no indica un aprovechamiento de la humedad por parte de las plantas, pues no se tiene en cuenta la temperatura ni el estado de sequedad del suelo en ese mo-

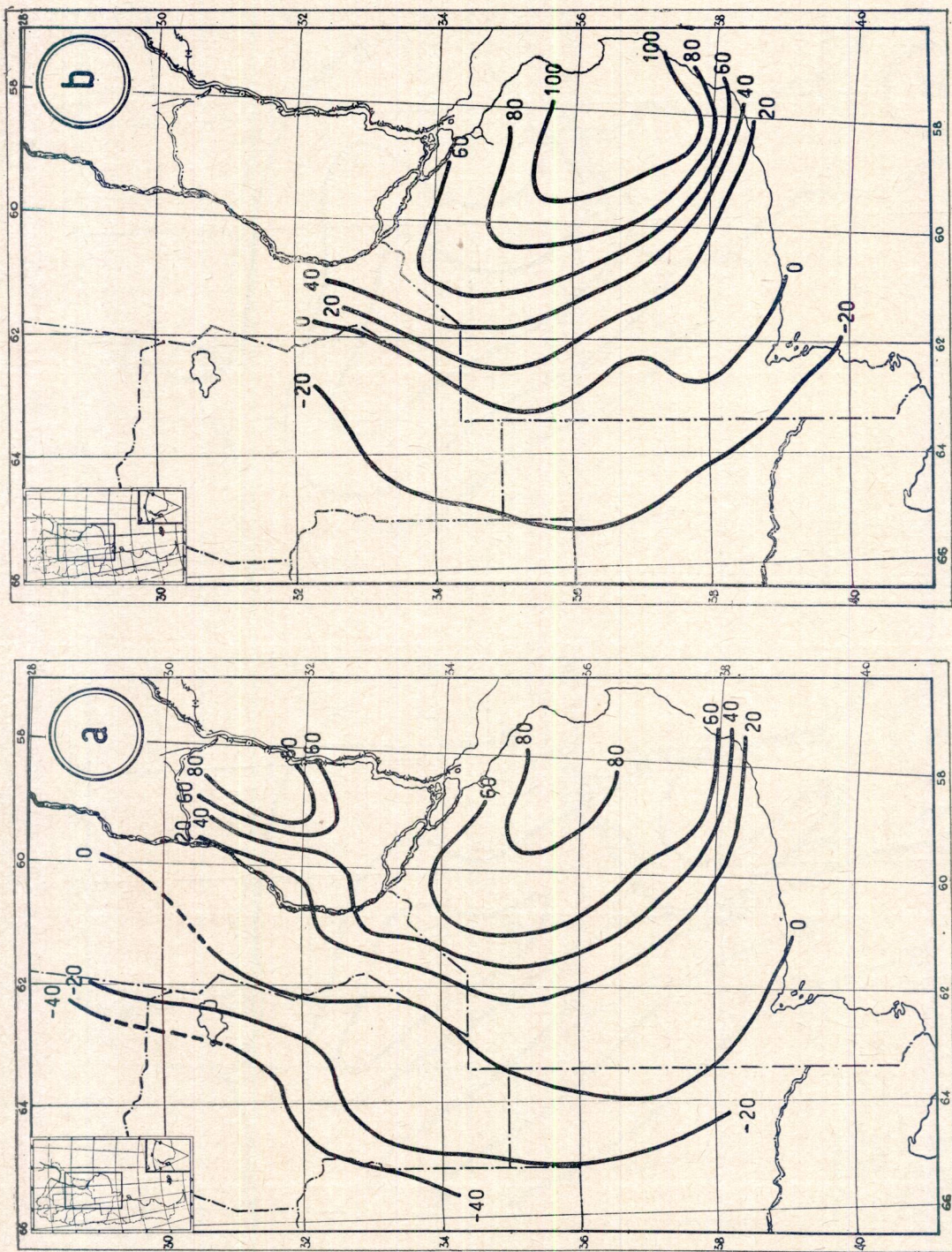


Fig. 16. — Exceso o deficiencia de agua (milímetros) en el balance hidrológico del subperíodo siembra-espigazón. a) Trigos semiprecoces.
b) Trigos semitardíos.

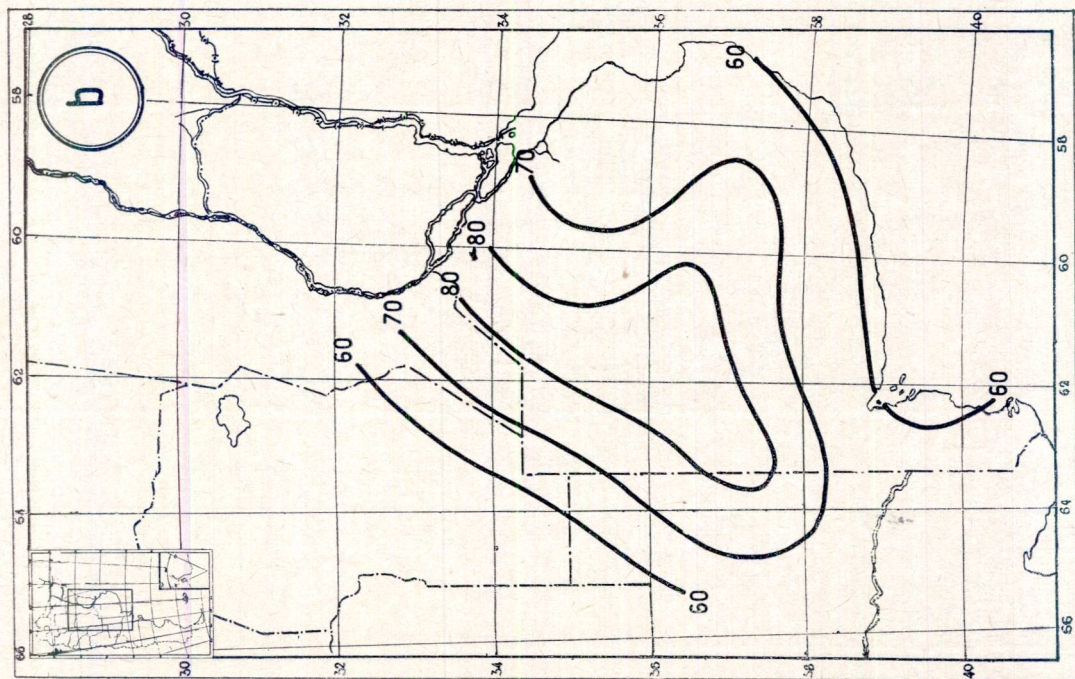
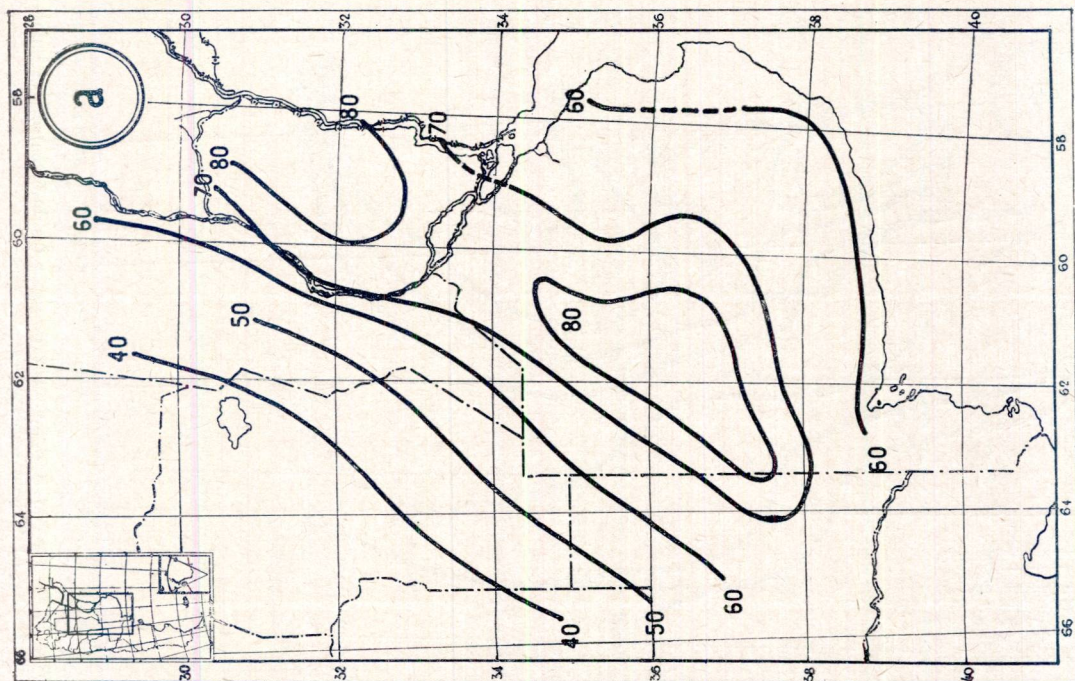


Fig. 17. — Disponibilidad de agua en milímetros durante los treinta días anteriores a la espiigazón. *a*) y *b*) Precipitación media para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

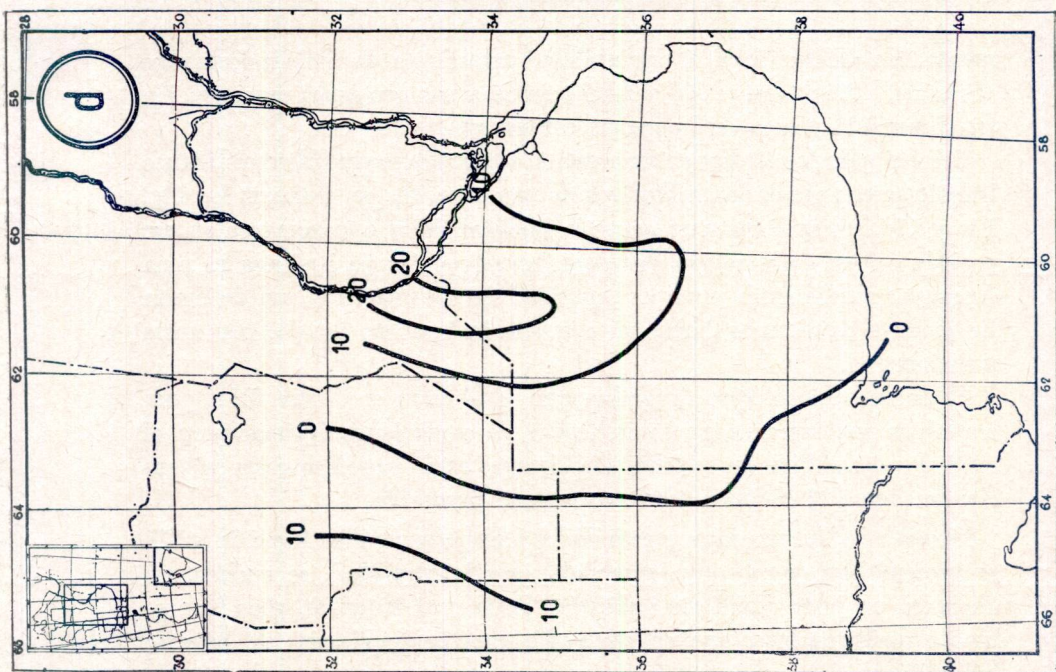
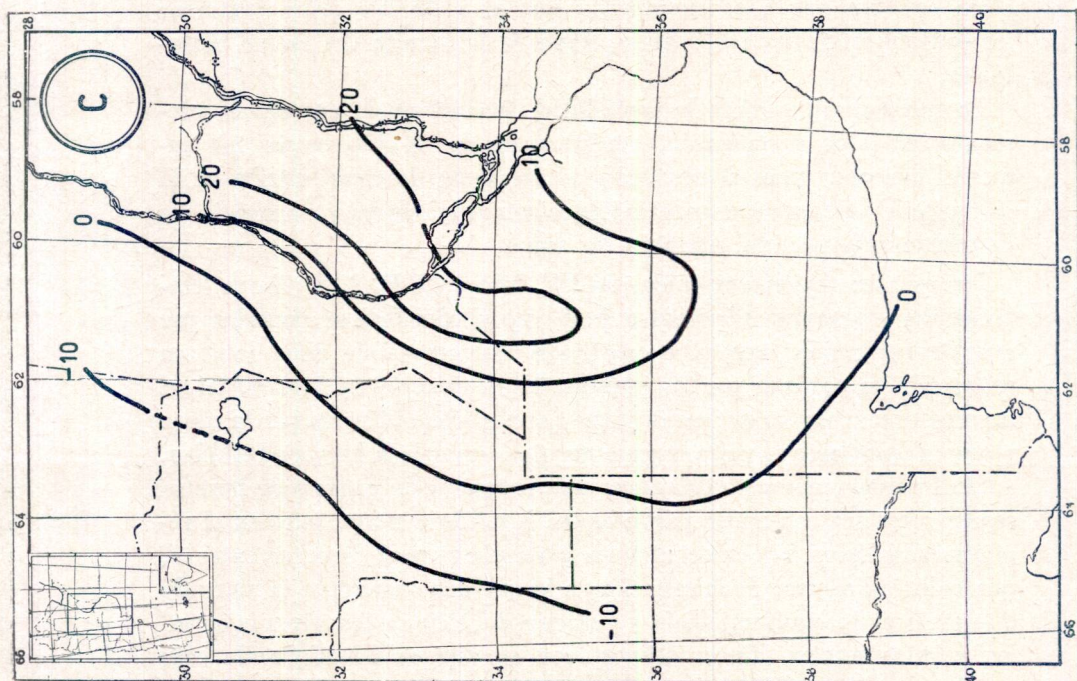


Fig. 17. bis — Disponibilidad de agua en milímetros durante los treinta días anteriores a la espigazón. c) y d) Exceso o deficiencia en el balance hidrológico para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

mento. La diferencia y la variabilidad estadística de los rendimientos (*Brunini, 1939; Rives, 1948 y 1950*), entre zonas con igual precipitación en el período crítico, así parecen confirmarlo.

Pero, si para los 30 días anteriores a la espigazón se considera el balance hidrológico en vez de los milímetros de precipitación, se obtienen las Fig. 17c y 17d que indican claramente la realidad de lo que acontece en ese período crítico en la región cerealera argentina. Queda limitada la zona de mayor rendimiento y mayor seguridad de cosecha en el sud de Santa Fe y norte de Buenos Aires, tal como lo indican las estadísticas antes mencionadas.

El balance hidrológico favorable que se observa en Entre Ríos para los trigos semiprecoces, no es indicador de condiciones óptimas para el cultivo, pues si bien en la provincia siempre están satisfechas las exigencias en agua, el régimen térmico es poco favorable.

El oeste de Buenos Aires y este de La Pampa que en las Fig. 17a y 17b se presentaban como muy favorecidas por la humedad, se encuentran ahora en un justo equilibrio indicativo de la posibilidad de años favorables o desfavorables, que en promedio configuran el cero de balance hidrológico.

En efecto, esa región participa de años con abundantes cosechas y de otros con tan pequeño rendimiento que es preferible dejar pastorear los cultivos antes que cosecharlos, según la incidencia del factor hidrológico.

La razón de que exista la posibilidad de iniciarse la primavera, momento crítico de la espigazón, con los suelos de los cultivos sin una humedad adecuada para el desarrollo de la planta de trigo, estriba en la circunstancia de que nuestros inviernos son muy suaves y en vez de ser de almacenaje son de consumo de agua.

Las grandes regiones trigueras de EE. UU. y U. R. S. S. tienen temperaturas invernales inferiores a 0° C, no produciéndose pérdidas por evapotranspiración, con el consiguiente almacenaje de agua para su utilización primaveral por las plantas. Es el caso de cultivos de trigos invernales en campos que en invierno permanecen cubiertos por la nieve y que al deshelar en primavera aumentan aún más la humedad edáfica.

Sin embargo, no es posible hacer una comparación estricta de nuestra región cerealera con zonas trigueras del hemisferio norte, pues en el régimen hidrológico hay características particulares muy distintas entre sí, que induciría a error de apreciación, a lo que debe agregarse la marcada diferencia en la bioclimatología y duración del ciclo en los trigos invernales y primaverales. Estos últimos, con su espigazón-maduración más tardía, se encuentran expuestos frecuentemente a las sequías primavera-

estivales de zonas de escasas precipitaciones tales como en el este de Canadá, el centro norte de EE. UU., la región del Volga en U. R. S. S./ etc.

Si bien algunas zonas de nuestra región cerealera están sometidas al riesgo de posibles sequías, tienen en cambio, la característica de que la precipitación crece en los meses de primavera con la consiguiente ventaja desde el punto de vista del rendimiento.

Finalmente, para completar el análisis de los factores del medio ambiente que tienen influencia sobre la espigazón de los trigos y las consecuencias resultantes para el cultivo según su distinta incidencia, es oportuno estudiar la situación de nuestra región cerealera en relación al problema de las heladas tardías y la fase de la espigazón.

Como en todas las plantas, la exposición de los tejidos tiernos de la floración a temperaturas de 0° o inferiores, produce la muerte de los órganos de reproducción y la consiguiente pérdida de la cosecha, parcial o totalmente, según la intensidad y duración de la helada. Las heladas pueden ser peligrosas, asimismo, desde la encañazón, por lo cual no es conveniente efectuar siembras muy tempranas de variedades con pocas exigencias térmicas y fotoperiódicas, pues al encañar rápidamente pueden exponer las espigas a las bajas temperaturas cuando aun no ha pasado el peligro de las heladas. En este caso, no se puede decir cuál es la temperatura crítica de helamiento, ya que dependerá de muchísimos factores: altura de la espiga desde el suelo, resistencia varietal, densidad del cultivo, humedad del suelo, etc.

El propósito de este análisis es estudiar la probabilidad de ocurrencia de heladas en el momento de la espigazón, cuando 0° C en abrigo meteorológico representan de 2 a 3° C bajo cero a la altura de las espigas, lo que invariablemente conducirá a su destrucción.

Para el estudio se dispuso de la fecha media de última helada y la desviación típica correspondiente a cada localización de la región cerealera (*Atlas Agroclimático, 1953, 1954*) y las isofenas de espigazón de las Fig. 11a y 11b. Para cada grado geográfico se calculó el desvío en días de la fecha de espigazón respecto a la última helada media, y con la desviación típica correspondiente se obtuvo el valor que la tabla de x transforma en probabilidad (*Fischer y Yates, 1949*).

De este modo se confeccionaron las Fig. 18a y 18b de probabilidad de años con ocurrencia de heladas en el momento de la espigazón de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente. Como se puede apreciar las probabilidades de año con heladas son ligeramente superiores para las variedades del grupo semiprecoces, sin duda, debido a que su espigazón anterior, más cerca de la fecha media de última helada, las expone al peligro de éstas.

Sin embargo, en ambas figuras puede constatarse que hay dos zonas bien definidas; una al noreste de las sierras de Azul y Balcarce en la provincia de Buenos Aires, con posibilidad de años con heladas menor del 5 % (1: 20 años) y la otra enmarcada por las sierras de Tornsquist y sus alrededores al SW de la provincia de Buenos Aires, donde la probabilidad es mayor del 20 % (1:5 años). Estos valores pueden muy bien considerarse como reales pues es conocido el temor que anualmente tienen los agricultores del SW de Buenos Aires y La Pampa a la producción de la helada en la festividad de Todos los Santos, ya que en ese momento (1.º de noviembre) los trigales se encuentran espigando.

El resto de la región cerealera goza de una situación intermedia, con relativamente baja probabilidad de años con ocurrencia de heladas perjudiciales en el momento de la espigazón.

e) *Maduración*

Producida la espigazón, a los pocos días salen las anteras fuera de las espiguillas señalando la fase llamada floración, consecuencia forzosa de la espigazón siempre que no haya una interrupción anormal del crecimiento por causas patológicas, heladas, etc. Normalmente entre plena espigazón y floración transcurren 5 a 7 días, con algunas oscilaciones en casos de poca «energía de espigazón». La floración en el trigo reviste poca importancia bioclimática y su registro fenológico no se realiza quedando incluido en el de la fase de espigazón.

Ocurrida la fecundación, el grano formado comienza a aumentar de volumen para pasar luego las sucesivas etapas de maduración: verde o acuosa, lechosa, ccrea y ccrea.

Para el cumplimiento de estas maduraciones, el cultivo del trigo requiere solamente la disponibilidad de temperaturas en aumento, pero dentro de ciertos límites para que no se afecte o acelere inadecuadamente el proceso. La duración del día no tiene influencia por si misma y la humedad, en términos generales, tampoco. Un exceso de humedad puede ser perjudicial, al demorar la desecación de los granos, alterándose la calidad industrial de los mismos.

1) *Isofenas*. Siguiendo un planteo similar al efectuado con el subperíodo anterior, se trazan las isofenas de la maduración de los trigos semiprecoces y semitardíos. Las fig. 19a y 19b indican la maduración de los dos tipos de trigos pudiéndose comprobar que las isofenas extremas se encuentran entre la segunda década de octubre y primera de diciembre para los semiprecoces y desde mediados de noviembre a la última década del año en los semitardíos. Significa entonces que la misma diferencia

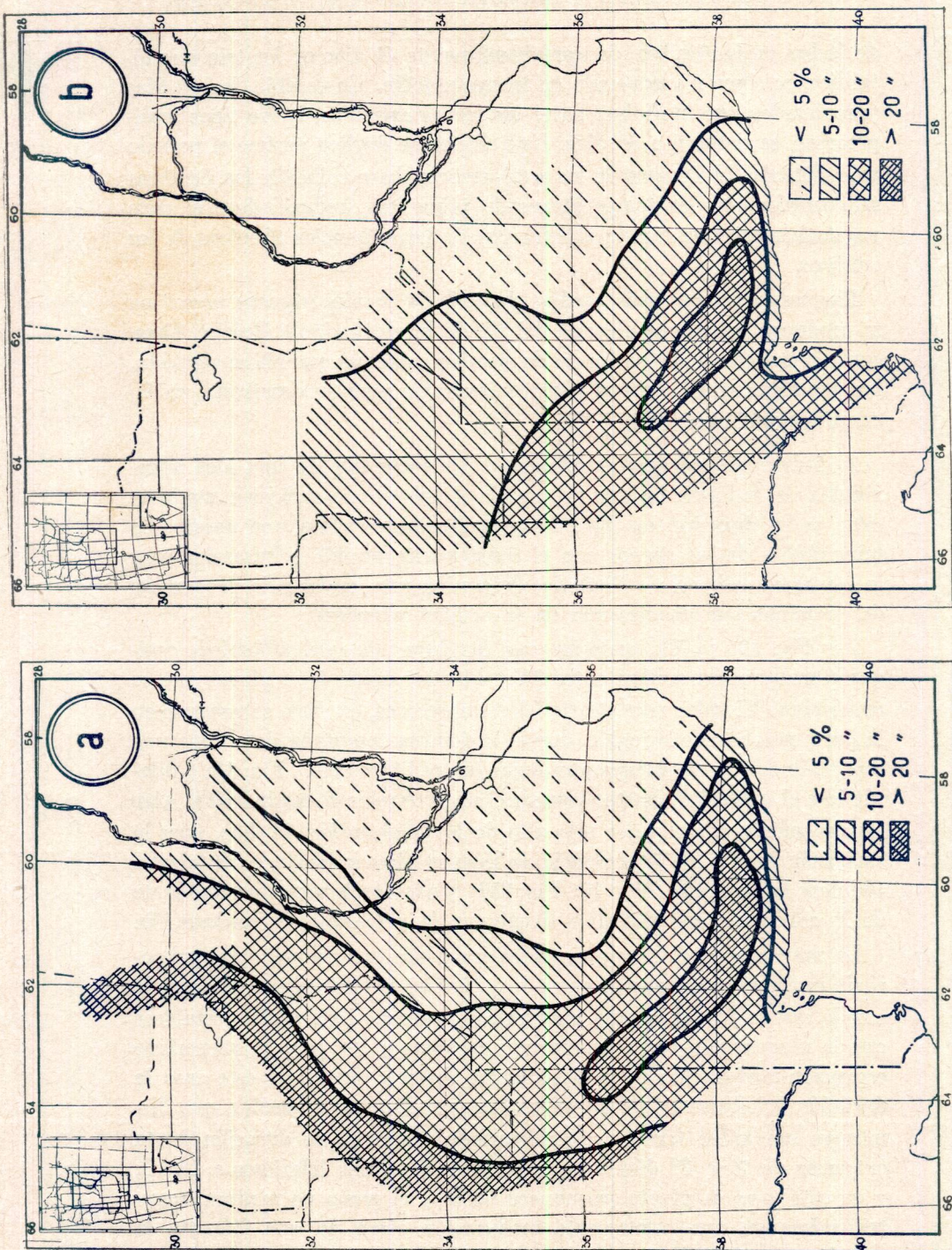


Fig. 18. — Probabilidad de años con helada en el momento de la espigazón. a) Trigos semiprecozes, b) Trigos semitardíos

de fechas en la siembra, de aproximadamente 40 días en los trigos semitardíos, se sigue manteniendo en la maduración. En cambio, los 70 días aproximados que mediaban entre las fechas extremas de los tipos semiprecoces, se reducen a 50 días. Esto último se explica porque el período más dilatado de siembra de los semiprecoces, hace coincidir las siembras más tardías con las temperaturas de primavera, reduciéndose el ciclo vegetativo por una rápida satisfacción de las exigencias térmicas de los cultivos.

Las maduraciones más tardías de toda la región triguera argentina se producen en la zona elevada del SE de la provincia de Buenos Aires, como consecuencia de las épocas de siembra extremas que allí se efectúan, las que encuentran régimen térmico favorable para su desarrollo, recién en primavera avanzada.

2) *Subperíodo espigazón-maduración*. Un valor que da una idea aproximada de la forma en que se cumple el subperíodo espigazón-maduración, es su duración en días. Muy acelerado, significa una desecación muy rápida de los granos con el consiguiente posible achuzamiento, y lo contrario, subperíodo dilatado, determina una inadecuada proporción de proteínas con disminución de la calidad panadera.

Las Fig. 20a y 20b muestran que las duraciones del subperíodo espigazón-maduración oscilan entre 33 y 45 días, según las regiones que se consideren. El valor más alto de las semiprecoces, 42 días, se produce en la parte noroeste de la región, donde la siembra temprana determina una espigazón con temperaturas aún bajas (entre 14° y 15° C, Fig. 13c), dilatándose el subperíodo hasta alcanzar el nivel térmico de maduración. Algo similar sucede con el valor más alto de los semitardíos, 45 días, pues la espigazón en el S. de la provincia de Buenos Aires se produce con niveles térmicos bajos (entre 14 y 16°, Fig. 13d) y además, la humedad ambiente de la zona marginal atlántica disminuye la velocidad de maduración.

La mayor parte de la región cerealera posee una duración del subperíodo espigazón-maduración entre 35 y 45 días, valor que está de acuerdo con lo que se considera una maduración normal. Azzí, (1939) establece que la maduración con temperaturas medias de 18° para el subperíodo espigazón-maduración debe considerarse óptima, siendo en este caso la duración del intervalo de aproximadamente 45 días. A medida que disminuye ese valor térmico, el subperíodo aumenta en duración hasta extremas de 70 a 80 días, con temperaturas medias inferiores a 14° C, y en este caso, la planta permanece verde y el grano no madura, manteniéndose en una permanente maduración cérea, lo que dificulta la cosecha. Un símil de esta circunstancia se puede comprobar en los cul-

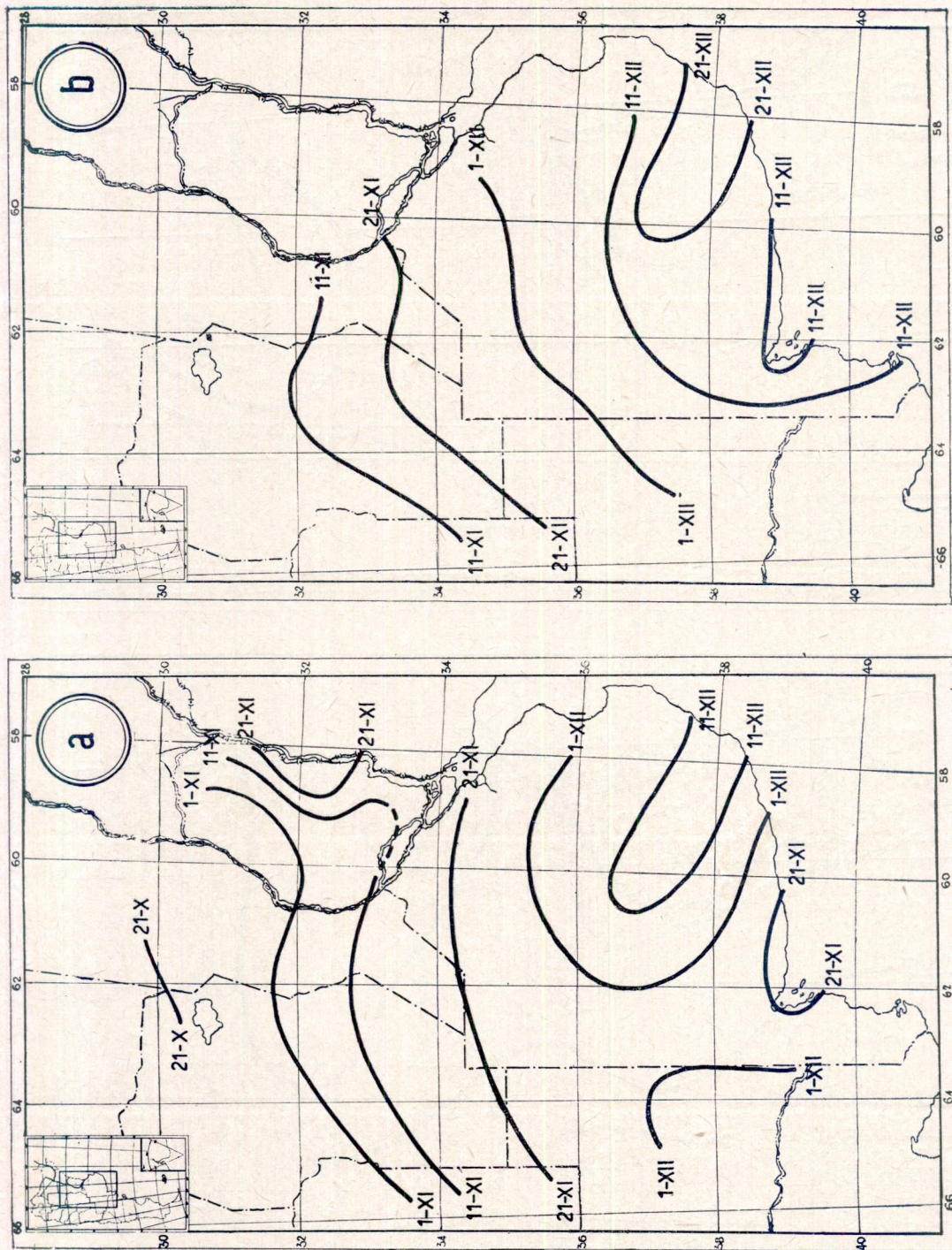


Fig. 19. — Isofenas de maduración. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos

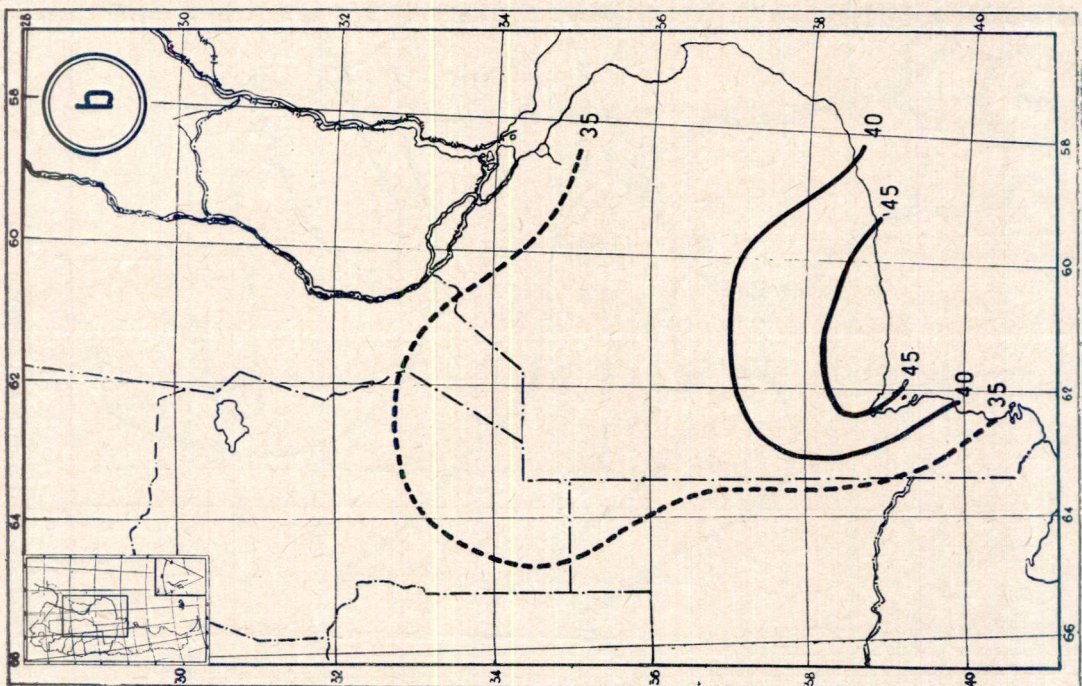
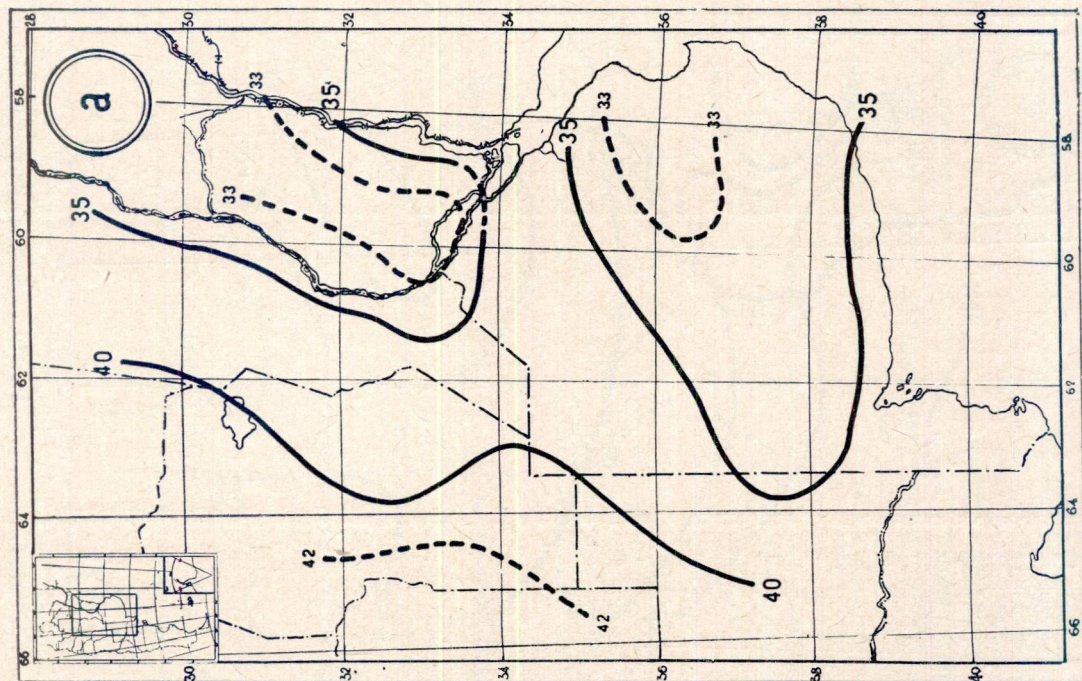


Fig. 20. — Duración en días del subperíodo e.pigazón-maduración. a) Trigos semprecoces. b) Trigos semitardíos

tivos de trigo de los valles precordilleranos de Río Negro. En el límite del exceso térmico, que *Azzi* considera 24° C, la maduración se acelera y el subperíodo se reduce a 30 días.

3) *Indices agroclimáticos*. De la observación de las Fig. 13c y 13d y las Fig. 21a y 21b, en las que se trazaron respectivamente las isóneas de temperatura media normal en las fechas de espigazón y de maduración en la región triguera argentina, puede comprobarse que en valor medio, la maduración se efectúa con temperaturas próximas a los 18° C, variando en algo más al oeste de Buenos Aires y este de La Pampa y en algo menos en el sud de Buenos Aires. Sin embargo, las duraciones del subperíodo no concuerdan plenamente con los valores dados por *Azzi*, ya que son algo inferiores (Fig. 20a y 20b).

Para comparación con localidades del hemisferio norte, se incluye el cuadro 11, en donde se comprueba que tanto las temperaturas de maduración como las duraciones de los subperíodos son comparables a los de nuestra región cerealera, aunque por la mayor extensión latitudinal, las variaciones térmicas y de duración de subperíodo son más acentuadas. En los trigos primaverales es donde los extremos son más marcados; en Lincoln, Nebraska, con temperaturas de 27° C se presenta una duración de 29 días y en Alaska, Fort Simpson, ésta se alarga a 45 días con poco más de 13° C, maduración que se produce con temperaturas en descenso dado que la de espigazón es cercana a los 16° C (cuadro 10).

Las sumas de temperaturas de los trigos semiprecoces y semitardíos (Fig. 21c y 21d) oscilan entre poco menos de 600° y algo más de 700° en los primeros y entre 650° y poco más de 750° en los segundos, con aumentos en ambos casos de NE a SW.

En términos generales se puede dar la cifra de 600-650° para los semiprecoces y 650-750° para los semitardíos.

En el cuadro 11 se calculó la misma suma para el caso de localidades del hemisferio norte, siendo altamente comparables con nuestros valores. Es ésta una comprobación de que la maduración es un subperíodo influenciado sólo por la temperatura ya que los fotoperíodos en ambos casos son muy distintos.

Una anomalía climática que suele producir disminución del volumen de la cosecha, es el achuzamiento o golpe de calor. La causa que lo genera es el desecamiento violento de los granos, producidos por temperaturas elevadas y vientos fuertes y desecantes. En los casos analizados por *Azzi*, la temperatura máxima no descendió de 28° C, por lo cual a este valor debe considerárselo como el límite térmico del golpe de calor, aunque sólo cuando esas temperaturas, o mayores iban acompañadas de vientos fuertes se produjo corrugación de los granos. Si bien esta

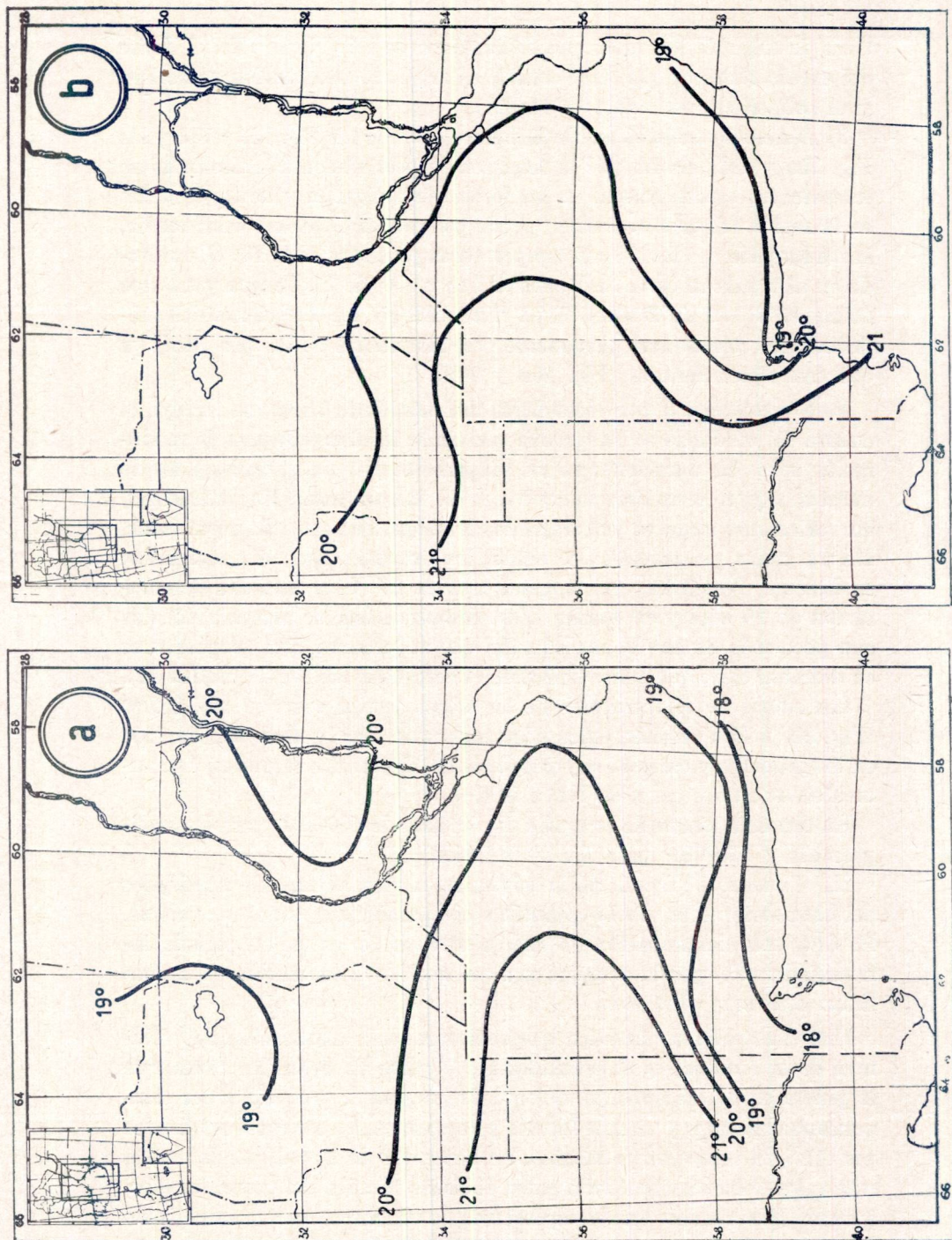


Fig. 21. — a) y b) Temperatura media (°C.) en la fecha de maduración de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

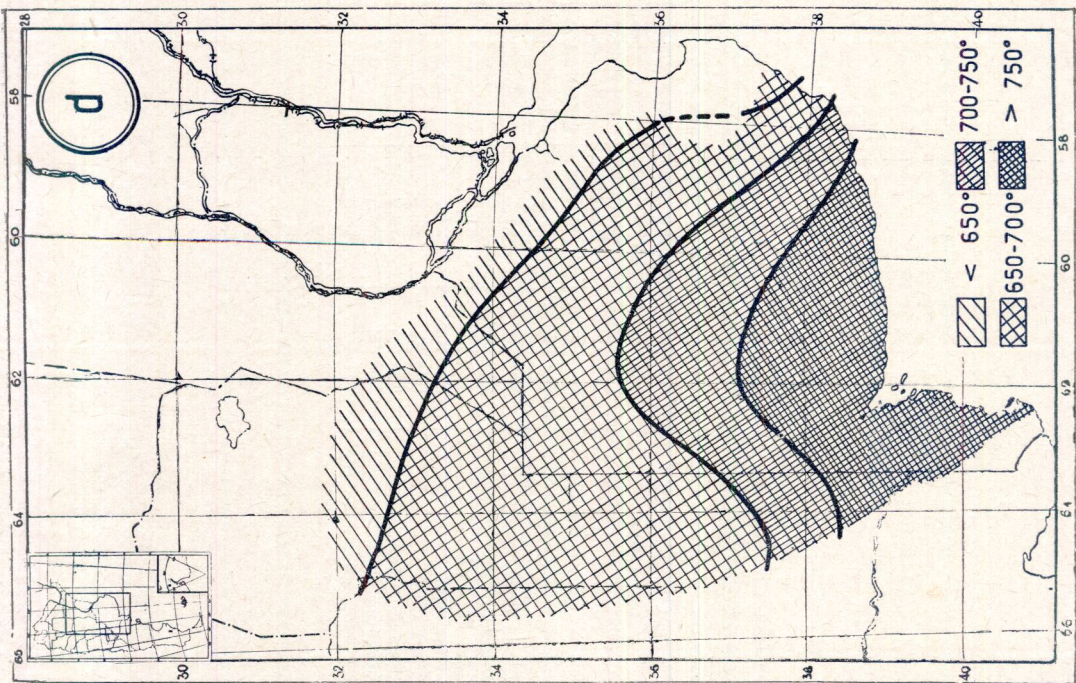
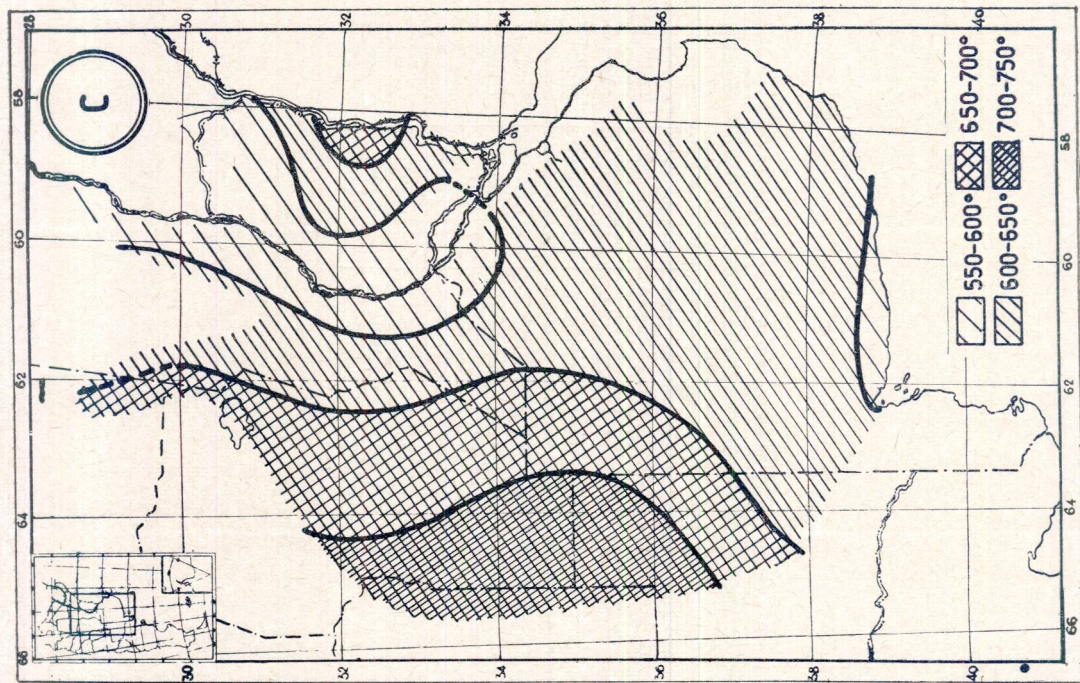


Fig. 21. bis — c) y d) Suma de temperaturas (método directo) en el subperíodo espigazón-maduración, de los trigos semiprecoces y semitar-
díos, respectivamente

CUADRO II

Temperatura de la maduración y sumas de temperaturas del subperíodo espigazón - maduración en distintas localidades de América del Norte

LOCALIDAD	TRIGO INVERNAL KHARKOF			LOCALIDAD	TRIGO PRIMAVERAL THATCHER		
	Latitud	Temp. media normal de la maduración °C	Suma de temp. del subperíodo espigazón-maduración		Latitud	Temp. media normal de la maduración °C	Suma de temp. del subperíodo espigazón-maduración
			N.º de días subperíodo espigazón-maduración				N.º de días subperíodo espigazón-maduración
Woodward, Okla.	36° 25'	19.9	765	Lincoln, Nebr.	40° 51'	26.0	663
Hays, Kans.	38° 52'	24.5	692	Sheridan, Wyo.	44° 51'	21.7	691
Akron, Colo.	40° 10'	23.6	674	Fargo, N. Dak.	46° 56'	21.7	641
Lincoln, Nebr.	40° 51'	25.2	715	Havre, Mont.	48° 34'	21.1	679
Sheridan, Wyo.	44° 51'	21.6	663	Regina, Sask.	50° 27'	17.8	655
Moro, Ore.	45° 30'	20.7	747	Saskatoon, Sask.	52° 10'	18.0	698
Pullman, Was.	46° 44'	20.0	774	Edmonton, Alta.	53° 35'	14.3	743
Havre, Mont.	48° 34'	21.5	725	Fort Simpson, T. N. W.	61° 52'	13.3	705

es una anomalía de los climas áridos, puede encontrarse también en los húmedos, dado que el fenómeno se produce toda vez que la velocidad de evaporación supera al de succión de las raíces en presencia de los factores coadyuvantes que se han indicado.

Dado que el proceso de la maduración pasa por sucesivas etapas, caracterizadas por distintos porcentajes de agua dentro de los granos, es evidente que la acción perjudicial del achuzamiento irá en decrecimiento a medida que avanza la maduración. Será grande el perjuicio en la maduración verde o en la lechosa, menor al comienzo de la ccrea y casi nulo cuando los granos entran en maduración ccrenea.

La región cerealera argentina en determinados años suele tener disminución de rendimiento por achuzamiento en aquellos lugares donde se conjugan los factores que determinan la anomalía, especialmente en el SW de Buenos Aires, La Pampa y S de Córdoba. Como el régimen térmico juega un papel importante en este proceso, se han querido caracterizar las zonas de la región triguera que tienen temperaturas más altas en la maduración, para lo cual se confeccionaron las Fig. 22a y 22b con el porcentaje de días con temperaturas medias de 20° C o superiores en el subperíodo espigazón-maduración de los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

En ambas, la zona más caliente se halla ubicada en el oeste de la provincia de Buenos Aires y este de La Pampa. Lógicamente, por tener las variedades semitardías una espigazón posterior a los semiprecoces, es mayor la probabilidad de que maduren con temperaturas más altas, lo que queda evidenciado en la Fig. 22b.

En esta zona existe cierta disminución de los rendimientos debido al achuzamiento aunque no sólo por la incidencia del factor térmico, sino también por la acción concurrente de los vientos fuertes durante la maduración de los trigos, que allí por la temperatura relativamente elevada tienen un déficit de saturación grande, determinándose la aceleración de la maduración.

Llamaré la atención que en este subperíodo no se tracen las isolíneas ni de precipitación ni de balance hidrológico, pero la razón es sencilla. La maduración del trigo no requiere prácticamente humedad, tanto que la planta comienza a amarillear simultáneamente con la maduración lechosa y ya no puede aprovechar las disponibilidades hidrológicas del suelo. Desde la espigazón hay consumo de agua para la formación del cariopse, pero si el período crítico de la espigazón dispuso de humedad adecuada, las reservas del suelo alcanzan para esta primera etapa de la maduración. Son muchos y convincentes los ejemplos dados por distintos autores, citando casos de cosechas extraordinariamente abundantes, sin la caí-

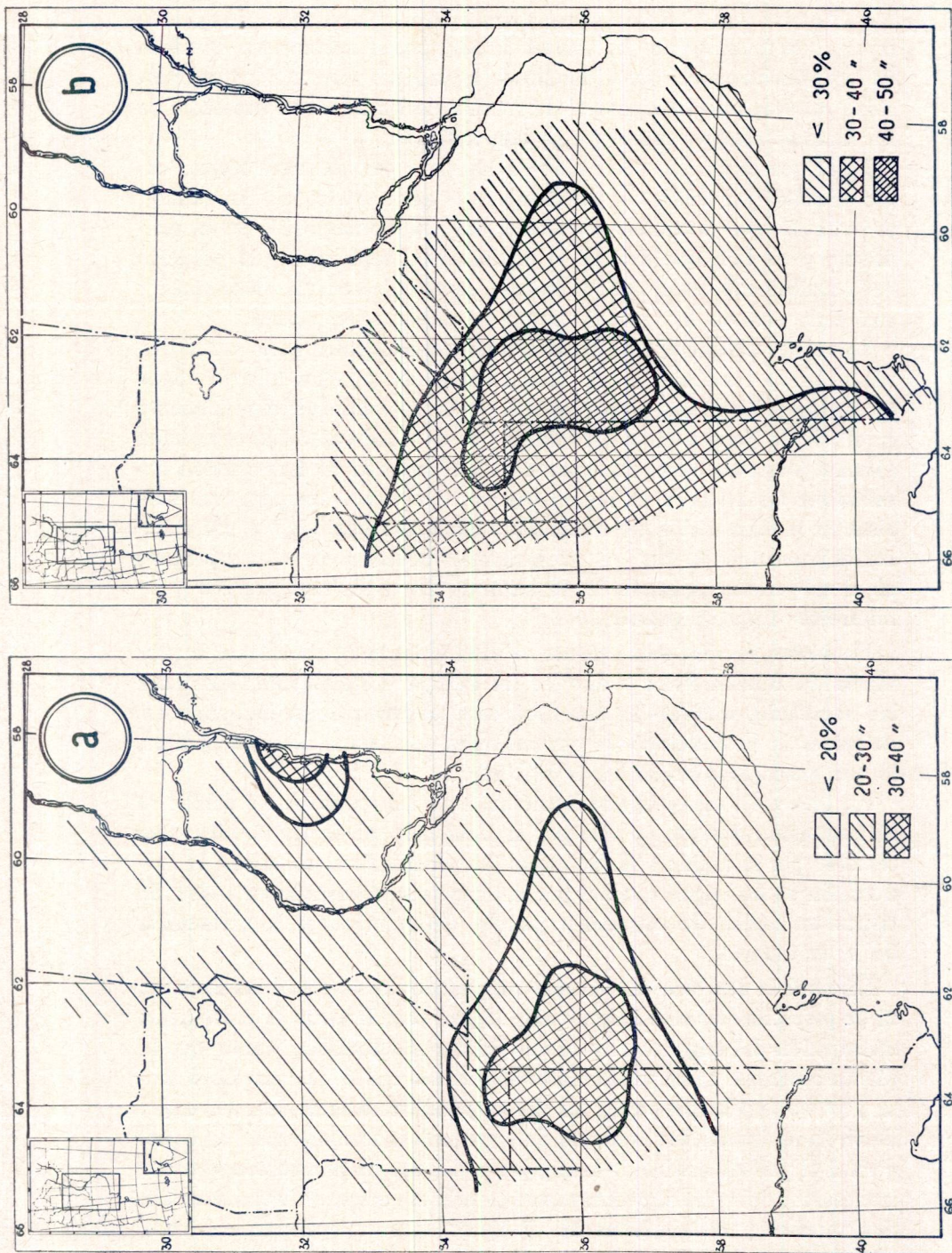


Fig. 22. — Porcentaje de días con temperatura media igual o superior a 20 °C. en el subperíodo espigazón-maduración. a) Trigos semiprecoces.
b) Trigos semitardos

da de un solo milímetro de precipitación luego de la espigazón, pero en cultivos que tuvieron toda el agua necesaria en las etapas anteriores.

Al contrario, las precipitaciones abundantes en la maduración, generalmente acompañadas de tormentas, determinan el encame de las plantas, con el consiguiente dificultad de su cosecha y disminución del rendimiento.

Además, la maduración más lenta desmejora la calidad de los trigos y las enfermedades criptogámicas y malezas encuentran un medio propicio. Un ejemplo explicativo de estos inconvenientes puede encontrarse en lo que acontece con los trigales de la provincia de Entre Ríos.

f) *Cosecha.*

Producida la maduración y luego de un corto período de sazónamiento, la planta de trigo está en condiciones de ser cosechada. La tarea puede demorarse cierto tiempo, y generalmente sucede cuando la superficie a cosechar es grande y la maquinaria escasa, o por falta de mano de obra o cuando la tarea se hace por contrato y las cosechadoras no llegan a tiempo, etc. Lo cierto es que los granos en la planta no están libres de sufrir pérdidas por distintos motivos, principalmente los climáticos, de los cuales las tormentas de llovías fuertes, granizadas, vientos, etc. pueden anular los esfuerzos del agricultor.

Por lo tanto, el trigo no puede esperar su cosecha tanto como en otros cultivos, tal el caso del maíz, donde al contrario, la demora dentro de ciertos límites disminuye el contenido en agua de los granos y favorece el almacenaje.

1) *Isofenas.* Las Fig. 23a y 23b muestran las isofenas medias de cosecha en la región cerealera argentina, pudiéndose comprobar que las isolíneas tienen una forma similar a las de maduración (fig. 19a y 19b) con fechas posteriores entre 10 y 20 días, pudiendo ser esta la duración del lapso que media entre la maduración córnea y el momento en que los agricultores efectúan la cosecha. El período de cosecha del trigo en la República Argentina abarca aproximadamente 70 días, desde principios de noviembre en el sudeste de Santiago del Estero con los trigos semiprecoces, hasta la primera quincena de enero en el sudeste de Buenos Aires con los trigos semitardíos.

III. — *Características del agroclima del cultivo de trigo en la República Argentina.*

En los capítulos anteriores se ha analizado el proceso fásico del cultivo del trigo en la República Argentina, estudiando aquellos parámetros

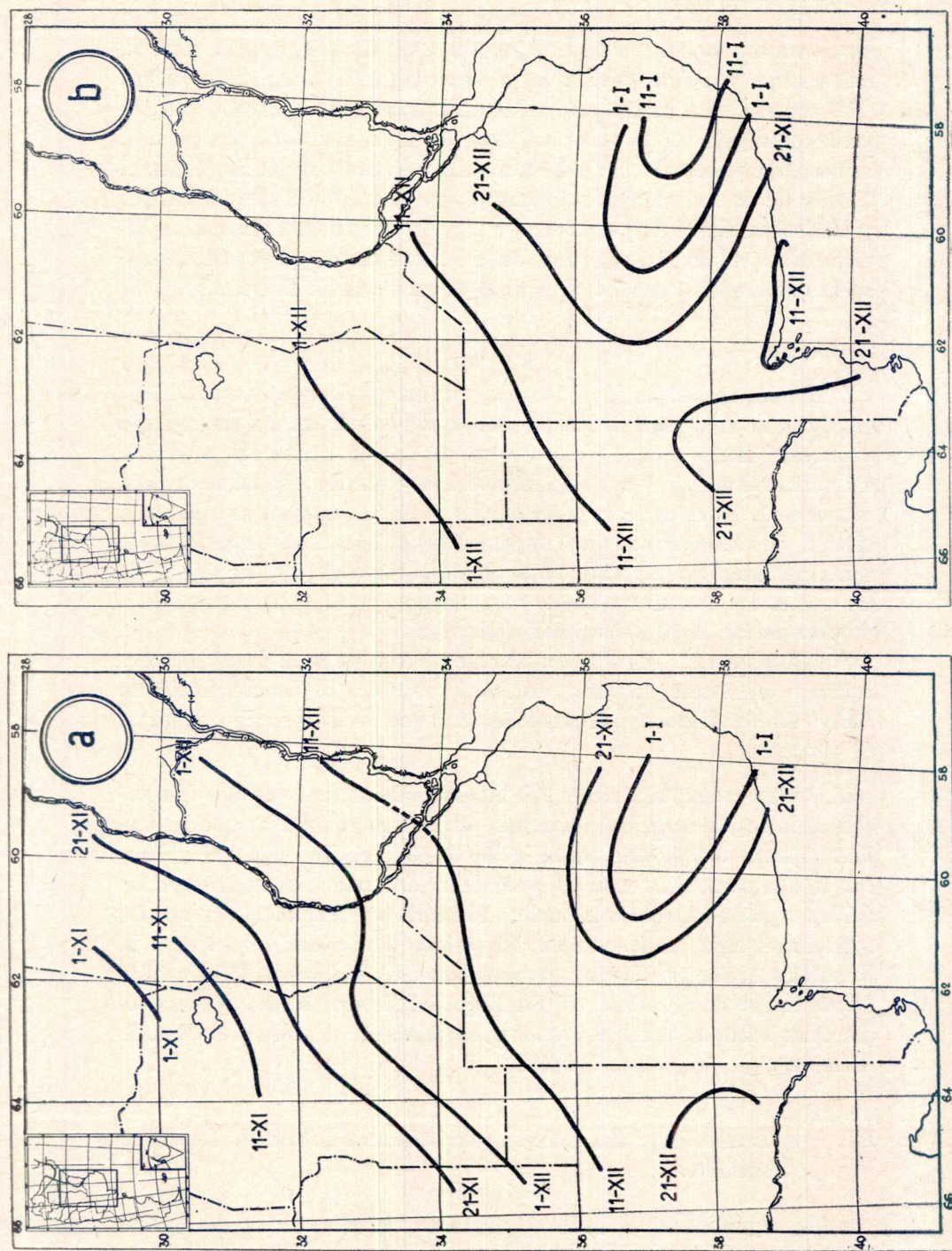


Fig. 23. — Isofenas de cosecha. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos

climáticos que tienen influencia en la expresión de las fases y que determinan la duración de los distintos subperíodos. En todos los casos se trató de efectuar comparaciones con lo que acontece para idéntico desarrollo fenológico en las más importantes regiones trigueras del hemisferio norte, habiéndose dejado bien puntualizado las diferencias bioclimáticas existentes entre nuestras variedades y las que se siembran en aquellos lugares, como consecuencia de sus adaptaciones a regímenes climáticos fundamentalmente distintos.

Con el fin de resumir las diferencias y para efectuar comparaciones en términos generales, se estima conveniente mostrar las características salientes del agroclima del trigo en la República Argentina y las consecuencias fenológicas que ellas reportan.

Primeramente, debe considerarse al régimen térmico como fundamental. La región triguera goza de una termofase negativa de poca intensidad para la satisfacción de las necesidades en frío de las distintas variedades. La suavidad típica de los inviernos de la región pampeana es una característica derivada de la oceanidad del hemisferio sur, en cuyo extremo la República Argentina separa como una gigantesca península las enormes masas acuosas de los océanos Atlántico y Pacífico. Lo contrario sucede en el hemisferio norte, donde la masa continental supera a las masas oceánicas y a diferencia con el continente sudamericano, las tierras se van ensanchando a medida que se progresa en latitud, lo que va generando una creciente continentalidad.

Se mencionó anteriormente, Fig. 10a y cuadro 7, cuales eran las temperaturas medias del mes más frío posterior a la siembra de los trigos, para la región argentina y en localidades del hemisferio norte, respectivamente. La comparación exige de comentarios. Se incluye ahora la figura 24a con la amplitud térmica a que están sometidos los trigos en la Argentina, considerando la diferencia entre la temperatura media mensual más alta y más baja en el ciclo vegetativo. Se comprueba que los valores varían al norte entre 7-8° C y el SW en 14-15° C de amplitud térmica en el ciclo. Estas amplitudes son pequeñas si se comparan con las de áreas trigueras del hemisferio norte, como en el ejemplo de la Fig. 25, donde para Odessa U. R. S. S. y Sheridan EE. UU., se computan entre 28 y 30°. Estas amplitudes son de latitudes cercanas a los 45°, sucediendo que aumentan hacia el Polo Norte y disminuyen hacia el Ecuador. Lógicamente, hay áreas trigueras con amplitudes térmicas similares a las nuestras y aún más pequeñas en bajas latitudes, donde el cultivo tiene importancia, como en las planicies típicas del Mediterráneo, en Egipto, en la India, etc. pero en todas ellas las variedades

utilizadas responden bioclimáticamente al tipo de invierno que tienen que soportar.

La figura 25 sirve también para mostrar que la termofase positiva en el agroclima argentino del trigo, es similar a las del hemisferio norte, deduciéndose que las diferentes amplitudes, provienen exclusivamente de la distinta intensidad de los inviernos. Una visualización de la suavidad de los inviernos en la región cerealera argentina, queda marcada en la Fig. 24b, que muestra el número de heladas que se producen en el período siembra-maduración de los trigos. El SW de Buenos Aires y La Pampa tienen la mayor frecuencia con algo más de 30 heladas, número reducido en comparaciones de aquellas localidades del hemisferio norte, repetidamente citadas, que poseen varios meses con temperaturas medias negativas.

Estos regímenes térmicos determinan que en el país no se puedan diferenciar los tipos de trigo invernales y primaverales sino que solo puede considerarse un grupo de semitardíos y otro de semiprecoces, pero sin una limitación neta, pues las siembras de ambos se superponen en una gama de fechas que se prolonga durante todos los meses invernales. Esto se diferencia fundamentalmente de los cultivos de trigos invernales y primaverales típicos, que poseen fechas de siembra y duración del ciclo vegetativo, así como exigencias bioclimáticas, totalmente distintas.

Las fig. 25, 26a y 26b, así como el cuadro 12 muestran el proceso fenológico y la duración en días del período nacimiento-maduración diferentes en los trigos invernales, primaverales, semiprecoces y semitardíos, en localizaciones del hemisferio norte y en la Argentina, y valores medios para nuestra región cerealera. Todos estos valores evidencian que nuestros trigos tienen una duración del ciclo vegetativo intermedio en comparación con las variedades exóticas de ciclo muy largo o muy corto. Los semitardíos tienen un ciclo nacimiento-maduración alrededor de los 170 días y los semiprecoces entre 130-135 días, en tanto que los invernales y primaverales típicos vegetan durante un período amplio, aproximadamente entre 200 y 300 días en el primer caso, y uno más estrecho, entre 80 y 100, para los segundos.

Durante el período vegetativo los trigos están sometidos al régimen térmico invierno-primaveral de cada región y acumulan temperaturas en forma de sumas térmicas que se ha calculado y representado en el cuadro 12 y Fig. 27a y 27b. La ubicación geográfica de la región cerealera argentina y la suavidad de sus inviernos determinan que los trigos acumulen más sumas de temperaturas que la regiones similares comparadas en este trabajo. En el caso de los semiprecoces y primaverales es evidente que esto se debe a la menor duración del ciclo vegetativo de estos úl-

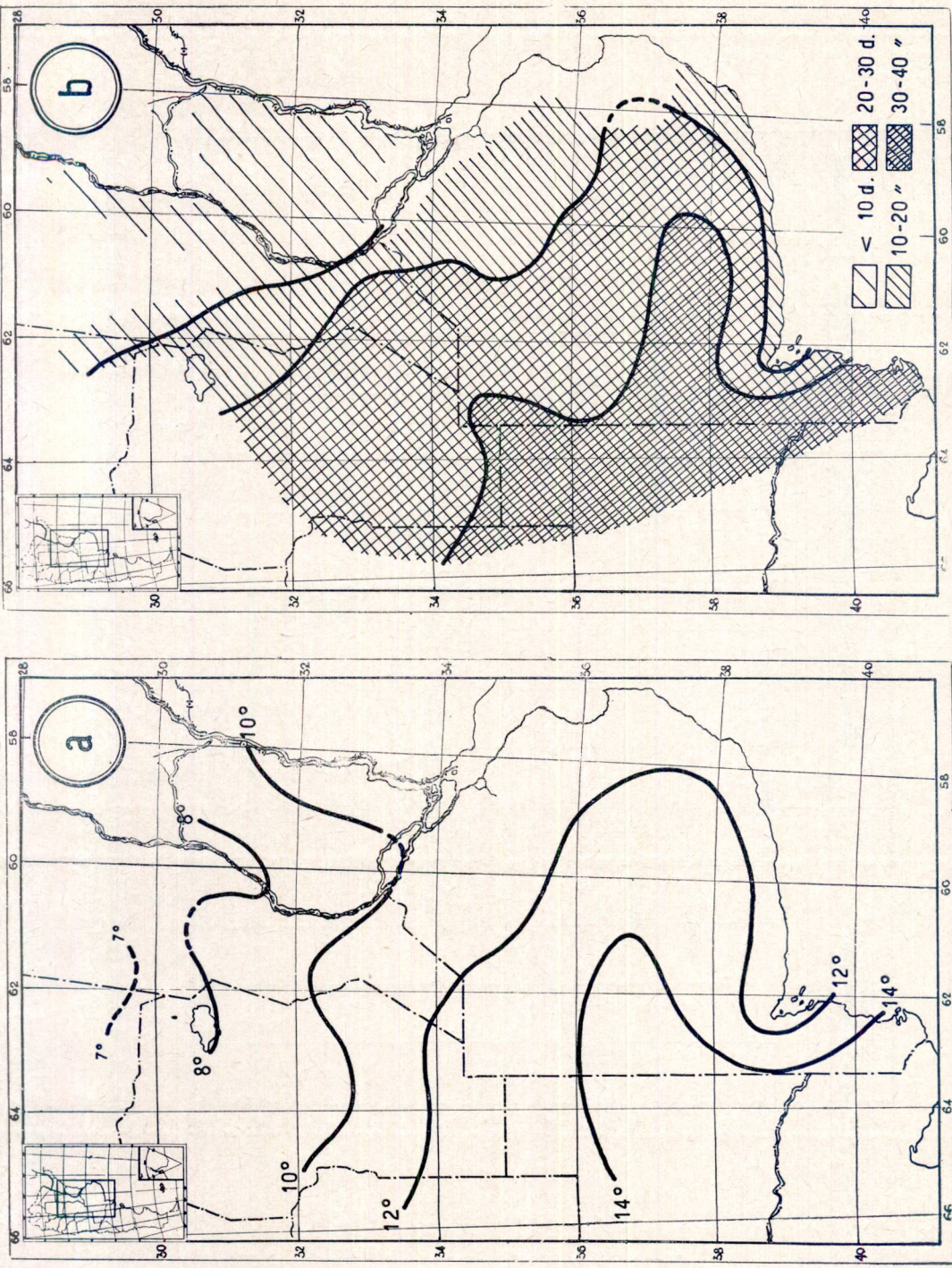


Fig. 24. — a) Amplitud térmica media entre el mes más caliente y el mes más frío del período siembra-maduración. b) Frecuencia media de días con helada durante el período siembra-maduración.

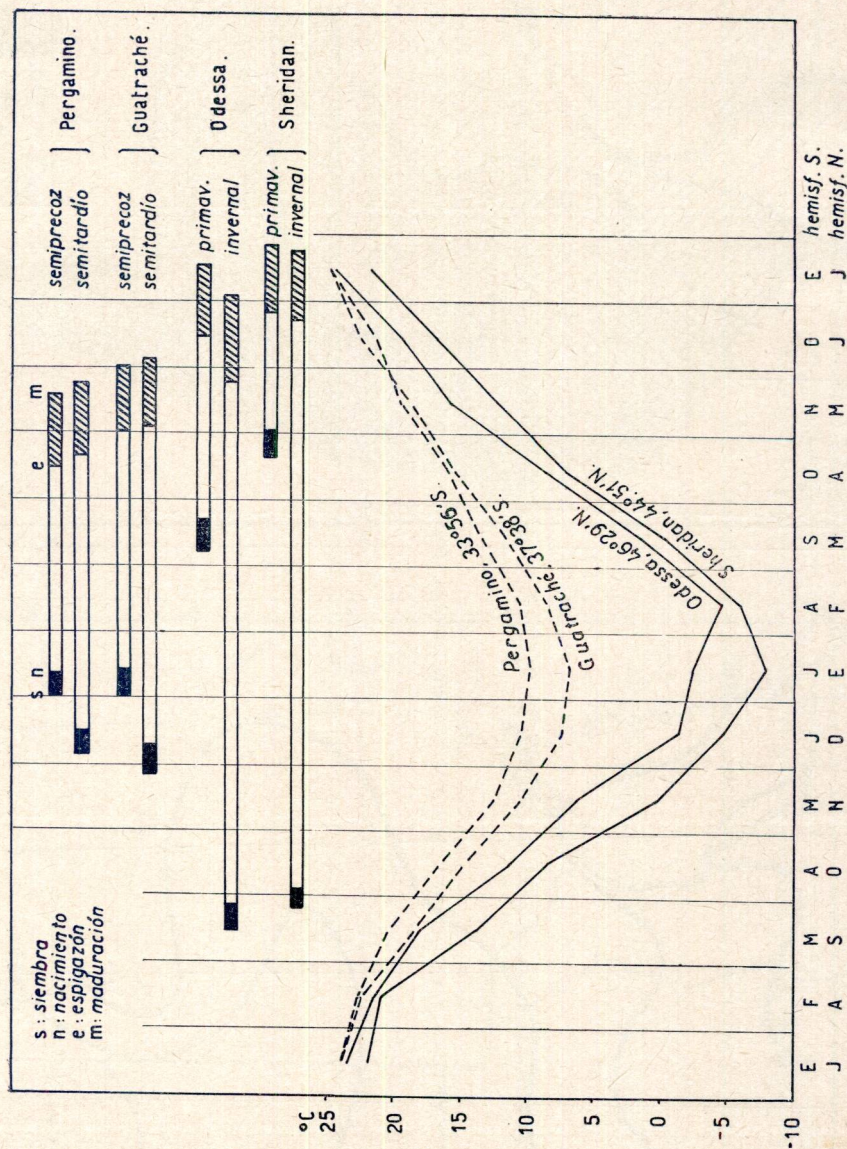


Fig. 25. — Datos fenológicos del cultivo de trigo en dos localidades de la Rep. Argentina y dos del hemisferio norte, con las respectivas temperaturas medias mensuales

timos y en lo concerniente a los semitardíos en relación con los invernales, se impone recordar que si bien éstos poseen un ciclo muchísimo más largo, en gran parte de él las plantas están en descanso sin acumulación de temperaturas, pues durante meses, a veces cuatro o cinco, la temperatura media se encuentra debajo del cero de crecimiento. Sin embargo, si a los valores de la figura 27b se le descuentan 100-120°, correspondientes al lapso siembra-nacimiento, se puede constatar que a pesar de las distintas duraciones del ciclo vegetativo, las sumas de temperaturas de las variedades semitardías argentinas e invernales del hemisferio norte, son bastante similares.

El aspecto fotoperiódico, también es importante considerarlo. Los trigos argentinos requieren para espigar una duración del día diferente a la exigencia similar de las variedades del hemisferio norte. En cada región existe un fotoperíodo en el umbral térmico de la espigazón, al que deberán adaptarse las variedades de trigo que allí se siembren. Evidentemente, a medida que se aumenta en latitud, en términos generales y sin consultar condiciones microclimatológicas, una misma temperatura en primavera se logra con duraciones del día cada vez más grandes. La región triguera argentina ubicada entre los 30 y 40° de latitud sud, posee fotoperíodos en el momento de la espigazón entre 12 h 40 min. y 15 h., extremos para los trigos semiprecoces y semitardíos, como ya se viera en las Fig. 14a y 14b. Estos valores son más bajos que los disponibles en regiones del hemisferio norte que se consideran en este trabajo, pues todas ellas se hallan ubicadas por sobre los 40° de latitud norte.

Por otra parte, las comparaciones bioclimáticas de cultivos de ambos hemisferios, tomando como base su igual difusión latitudinal, deben considerarse erróneas, por el régimen térmico distinto. Esto es más cierto aún en el caso de la espigazón, que como se vió anteriormente, es una fase determinada por dos parámetros: duración del día y temperatura por lo que en las analogías o diferencias de comportamientos bioclimáticos de diferentes variedades, es conveniente estudiar a ambos simultáneamente. En el capítulo correspondiente se efectuó el análisis comparativo aplicando el índice heliotérmico.

Dada la importancia que tiene la duración del día como factor bioclimático, es necesario tomarlo muy en consideración cuando se introduzcan trigos de latitudes más altas que las de nuestra región cerealera, pues se corre el riesgo de forzarlas a vegetar y desarrollar en ambientes que además de térmicamente diferentes, son fotoperiódicamente inadecuadas. Variedades primaverales e invernales de aquellos orígenes, fracasaron en nuestro país por los dos motivos apuntados.

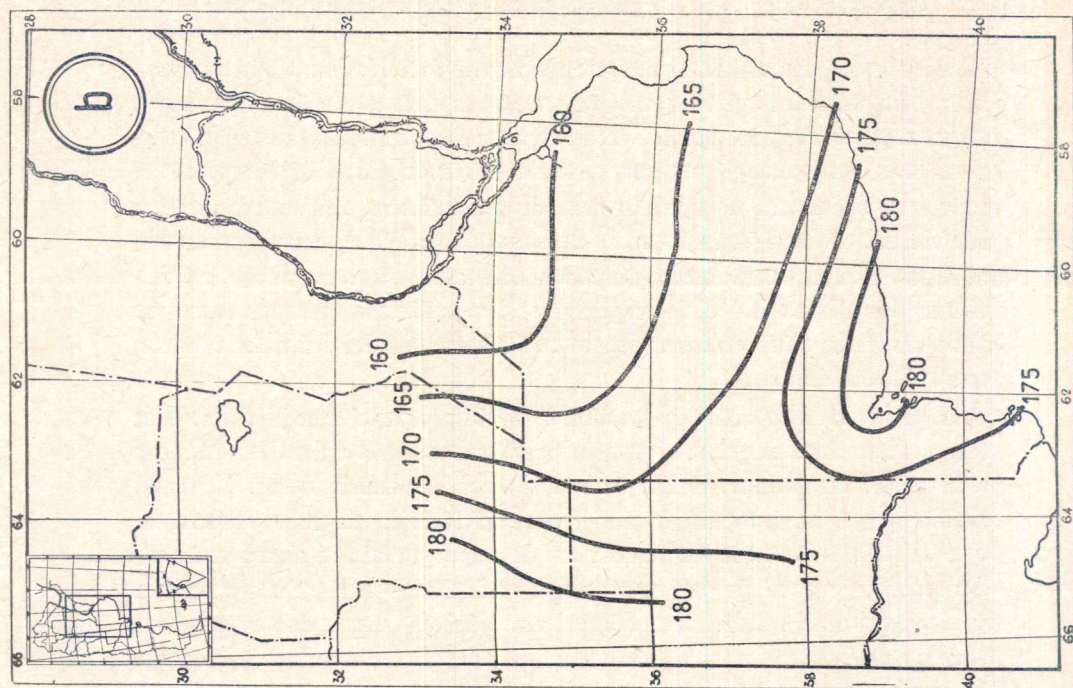
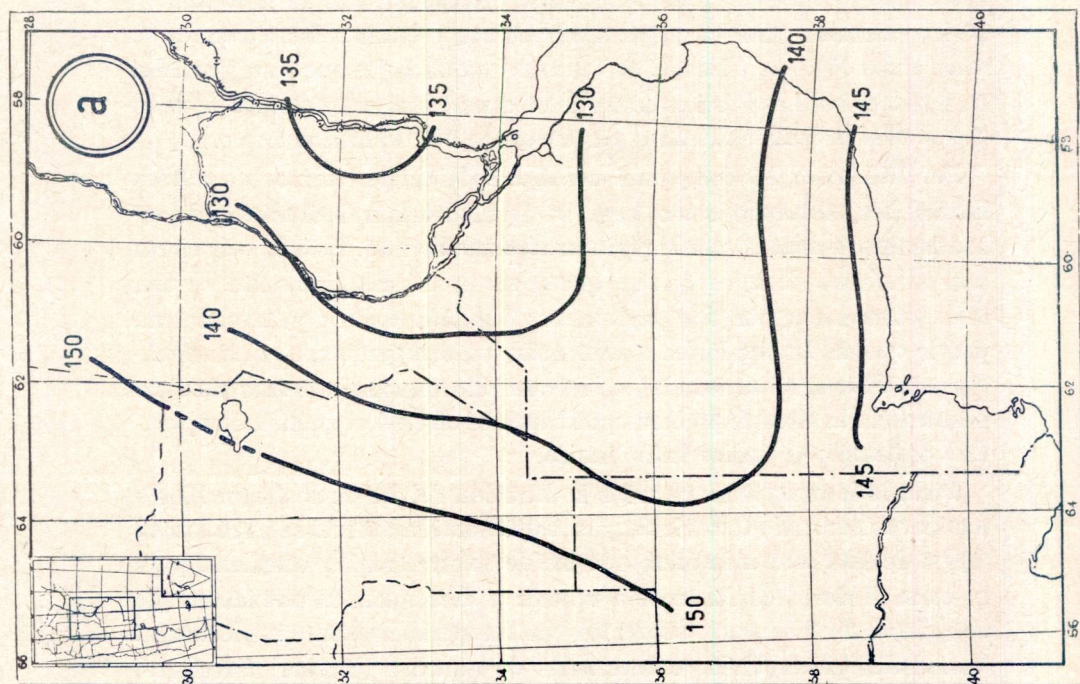


Fig. 26 — Duración en días del ciclo nacimiento-maduración. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos

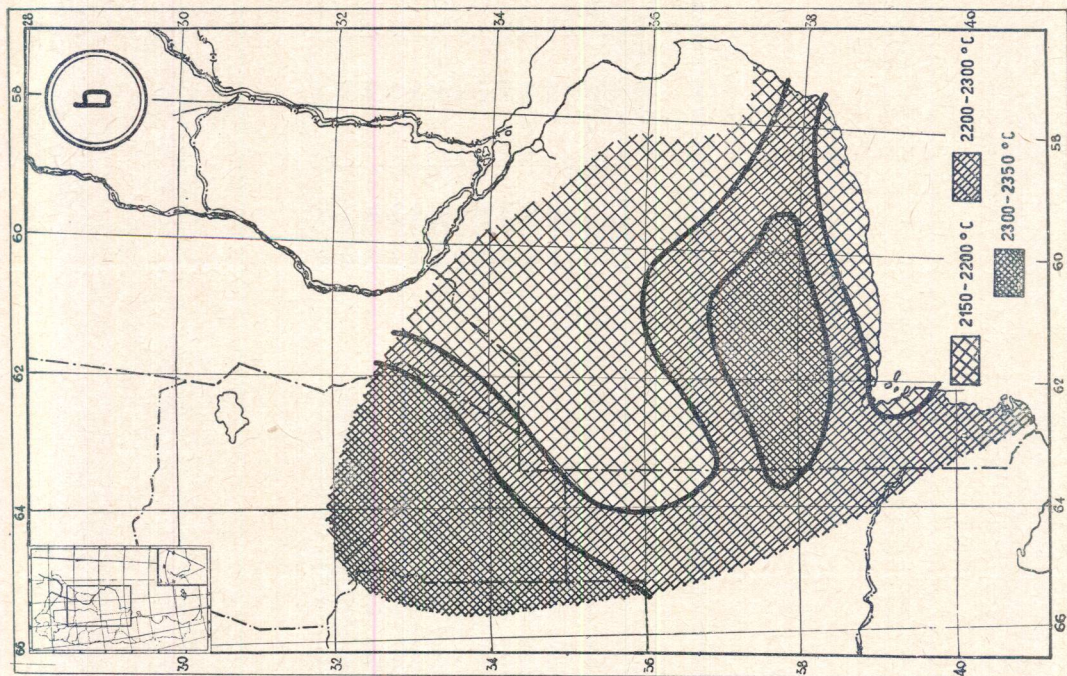
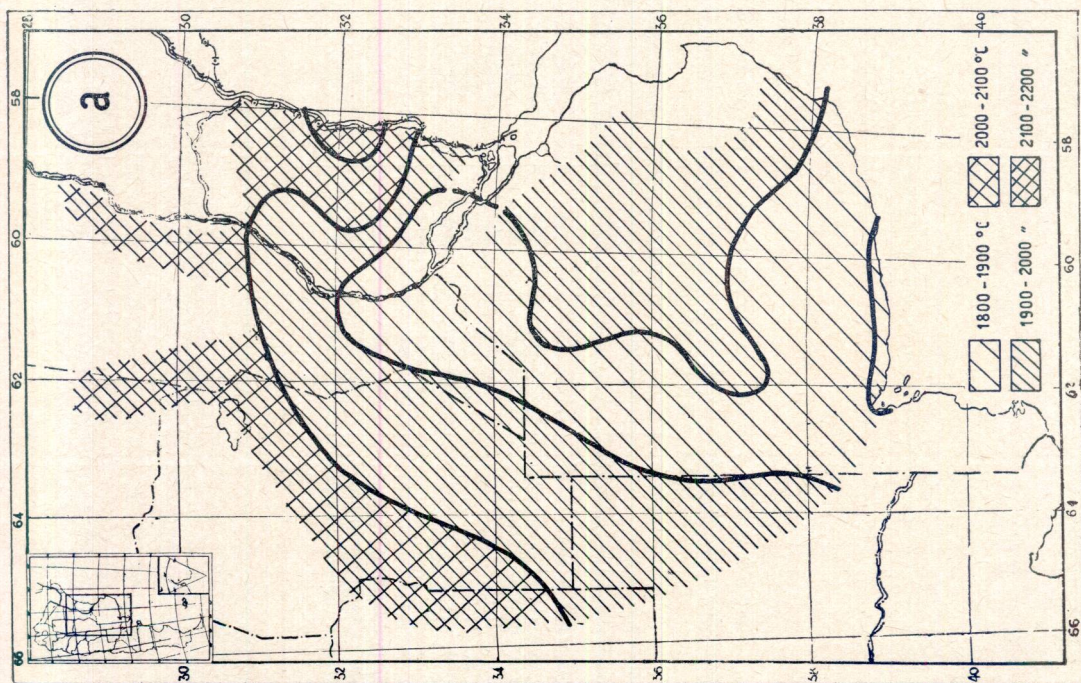


Fig. 27. — Suma de temperaturas (método directo) en el período siembra-maduración. a) Trigos semiprecoces. b) Trigos semitardíos.

CUADRO 12

Duración en días y sumas de temperaturas del período nacimiento - maduración de los trigos en localidades del hemisferio norte

TRIGOS INVERNALES				TRIGOS PRIMAVERALES			
LOCALIDAD		Período nacim. - maduración		LOCALIDAD		Período nacim. - maduración	
		Latitud	Días			Latitud	Días
			Sumas térmicas °C				Sumas térmicas °C
Woodward, Okla., (EE. UU.)	36° 25'	230	2141	Lincoln, Okla., (EE. UU.)	36° 25'	86	1587
Lincoln, Nebr. (EE. UU.)	40° 51'	265	2223	Fargo, N. Dak., (EE. UU.)	46° 54'	81	1442
Sheridan, Wyo. (EE. UU.)	44° 51'	263	1638	Havre, Mont., (EE. UU.)	48° 34'	83	1443
Moro, Ore. (EE. UU.)	45° 27'	210	1645	Saskatoon, Sask., (Canadá)	52° 10'	84	1364
Stravopol., (U. R. S. S.)	45° 02'	297	2310	Fort Simpson, T. NW (Canadá)	61° 52'	81	1241
Odessa, (U. R. S. S.)	46° 29'	248	1951	Odessa, (U. R. S. S.)	46° 29'	87	1518
Poltava, (U. R. S. S.)	49° 35'	311	2145	Bezenchuk, (U. R. S. S.)	53° 00'	88	1628
Saratov (U. R. S. S.)	51° 32'	309	2053	Omsk, (U. R. S. S.)	54° 38'	91	1630
Anjala, Kymen, (Finlandia)	60° 40'	324	1564	Anjala, Kymen, (Finlandia)	60° 40'	96	1426
Holice, Bohemia, (Checoslovaquia)	49° 54'	297	1877	Maaninka, Kuopio, (Finlandia)	63° 09'	99	1439
Yevissovice, Moravia, (Checoslovaquia)	48° 59'	292	2118	Brno, Moravia, (Checoslovaquia)	49° 12'	111	1637

Queda para analizar el elemento climático que decide la cantidad de productos. La precipitaciones no caracterizan la bioclimatología de las variedades de trigo argentinas, pero sí la agroclimatología de la región cerealera en que vegetan.

Por las temperaturas benignas, el invierno de la región pampeana es una estación de crecimiento, siendo necesaria una humedad edáfica adecuada para abastecer la evapotranspiración. El régimen pluviométrico indica que las precipitaciones son estivales con el mínimo mensual en el invierno, pero siempre con registros que aseguran humedad en el suelo para el subperíodo de macollaje de los trigos. La sequías invernales son mucho menos frecuentes que las estivales a pesar de tener estos últimos, meses más llovedores. La evapotranspiración comienza a aumentar en primavera y como allí se encuentra el período crítico de la espigazón suelen producirse años en que la precipitación no alcanza a las necesidades hidrológicas.

No debe dejarse de mencionar que el trigo es un cultivo que no necesita mucha agua. Según Woytinsky y Woytinsky (1953), el cultivo del trigo en el mundo se concentra en áreas que poseen las siguientes precipitaciones anuales:

Precipitación anual	Superficie mundial con cultivo de trigo
mm	%
menos de 380	10
380 a 635	53
635 » 890	22
890 » 1010	8
más de 1010	7

La concentración, evidentemente, se produce en zonas de bajas precipitaciones anuales, pero hay que recordar que según las variedades y según las regiones, el cultivo abarca diferente cantidad de meses, desde alrededor de los 90 días hasta casi once meses (cuadro 12), siendo más explicativo un cuadro que indique la precipitación en ese lapso. Entonces, los valores del cuadro anterior seguramente tendrían que ser más bajos. En la región cerealera argentina, considerada como una de las mejores del mundo, la precipitación media en el ciclo siembra-maduración, se muestra en las Fig. 28a y 28b, comprobándose la afirmación efectuada anteriormente. Los trigos se cultivan en regiones de poca precipitación, a condición de que éstas estén distribuídas adecuadamente para satisfacer las exigencias de los distintos subperíodos.

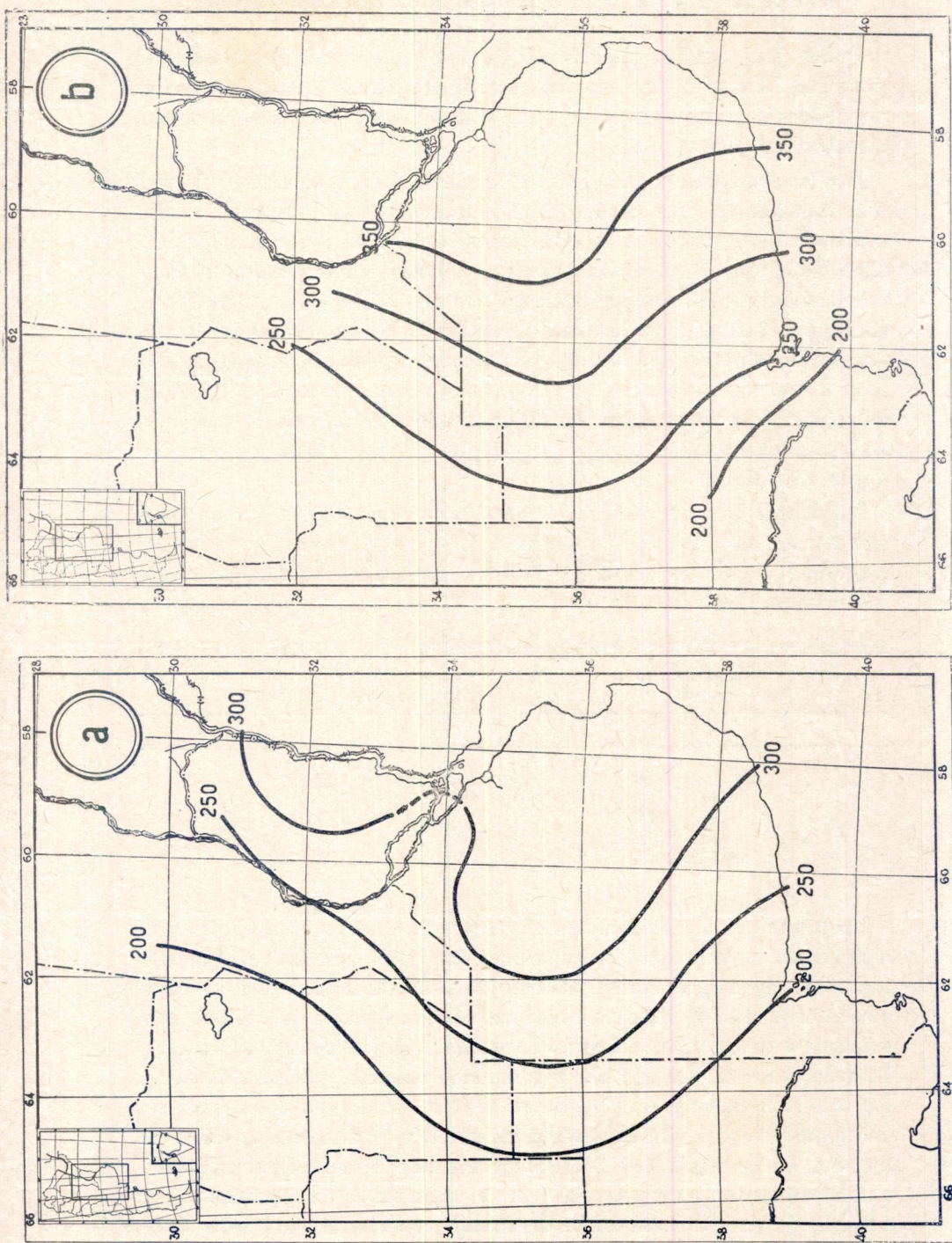


Fig. 28. — Disponibilidad de agua (milímetros) durante el período siembra-maduración. *a*) y *b*) Precipitación media para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente.

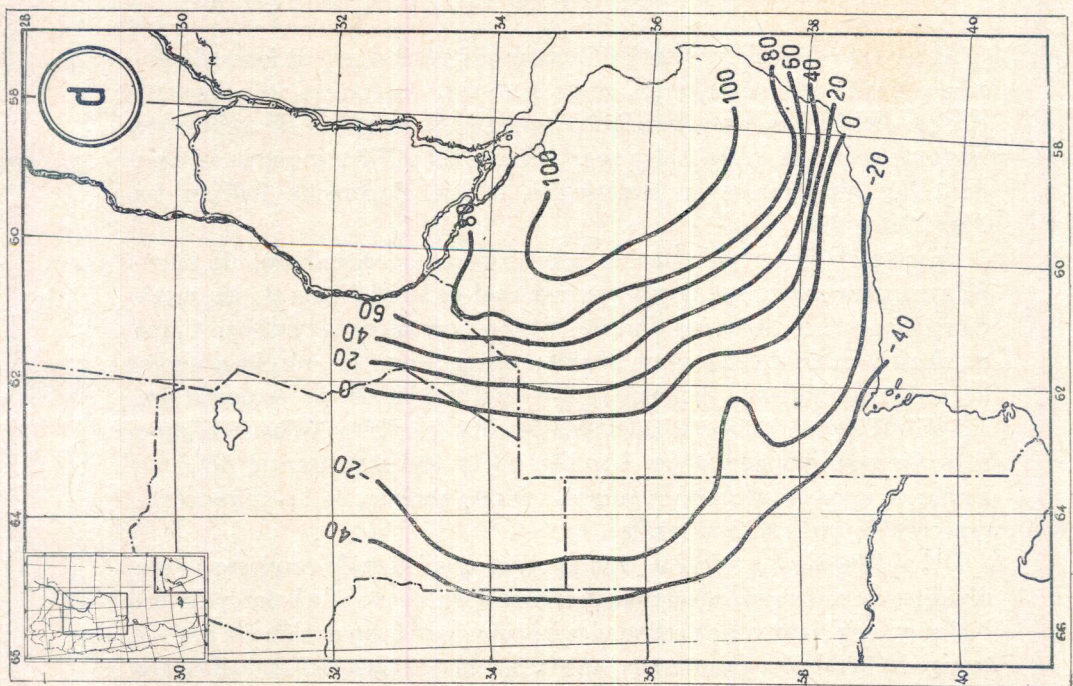
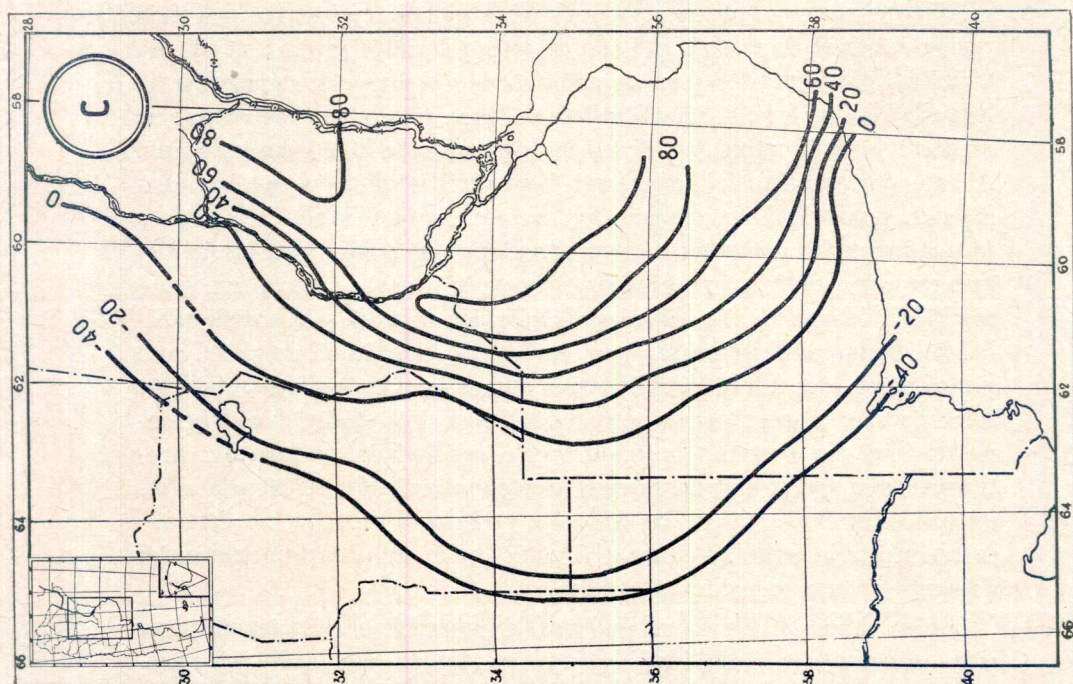


Fig. 28. bis — Disponibilidad de agua (milímetros) durante el período siembra-maduración. c) y d) Exceso o deficiencia en el balance hidrológico para los trigos semiprecoces y semitardíos, respectivamente

Al ser los trigos de vegetación invierno-primaveral, en regiones de lluvias estivales más abundantes, como es el caso en nuestro país, durante el ciclo de siembra a maduración computan una cantidad de milímetros bastante reducida, entre 200 y poco más de 300 a 350 mm según se trate de trigos semiprecoces o semitardíos, lo que claramente indican las Fig. 28a y 28b.

En este análisis rápido de las características agroclimáticas de la región triguera argentina, queda por ver cual es la eficiencia de las precipitaciones que se producen durante el ciclo vegetativo del cultivo. Como se efectuó anteriormente para distintos subperíodos, se relaciona ahora la evapotranspiración potencial, que es función de la temperatura, con los milímetros del lluvia, calculándose el balance hidrológico en el lapso entre siembra y maduración. Las Fig. 28c y 28d muestran el déficit o exceso de agua en milímetros para el referido período, en los trigos semiprecoces y en los semitardíos.

Del análisis de las referidas figuras surge que la región cerealera puede dividirse en dos zonas separadas por la isolínea de cero de balance hidrológico que indica que las necesidades en agua para evaporación del suelo y transpiración de las plantas son satisfechas por el agua del suelo durante todo el período vegetativo.

Al oeste de esa isolínea, que realmente quiere representar una faja que se extiende de norte a sud con un ancho variable según el gradiente térmico y pluviométrico y las características del suelo y la topografía, la humedad del suelo no alcanza a satisfacer las necesidades del consumo y se registran los milímetros de deficiencia de agua según lo indican las líneas. Al este, por el contrario, hay mayor disponibilidad de agua que las necesidades, produciéndose entonces los excesos consiguientes. Si bien esto último marca los aumentos en la producción y los rendimientos unitarios más elevados, debería interpretarse más correctamente como la creciente seguridad de que no se produzcan deficiencias en agua y la acorde posibilidad de no perder cosechas por sequías. En cambio, al oeste del cero no todos los años faltan los milímetros que indican las isolíneas, sino que éstas podrían marcar la creciente aleatoriedad de cosechas por deficiencia de agua. La cantidad de producto y el rendimiento unitario por hectáreas, dejando de lado la capacidad productiva o de resistencia a las adversidades climáticas de las distintas variedades de trigo, no depende solamente de la cantidad de agua disponible, sino del complejo ambiental actuante en que se realiza el cultivo.

Si bien el cero divide en subregiones de superficie sensiblemente parecidas en cuanto a posibilidad de que los cultivos satisfagan sus necesidades en agua, la parte occidental posee un gradiente deficitario de

pocos milímetros que en las zonas realmente utilizadas para cereales sólo alcanza a —20 mm como máximo, por lo que debe estimarse que desde el punto de vista hidrológico existe un problema en la parte correspondiente a la pampa seca, pero que puede atenuarse y aun superarse aplicando técnicas agrícolas adecuadas, especialmente manejo correcto del suelo, implementos agrícolas adecuados, rotaciones, barbechos, etc. La región inundable de la cuenca del Río Salado del este de Buenos Aires y la mayor parte de la prov. de Entre Ríos pueden ser los ejemplos de impracticabilidad del cultivo, en el primer caso por los tipos de suelos que con ventaja se dedican al pastoreo de la pradera natural y en el segundo por las temperaturas elevadas durante la termofase negativa del termo período anual que no llega a satisfacer las exigencias de una planta invernal como es el trigo. Sin embargo, es necesario aclarar que el cultivo del trigo en Entre Ríos se ha difundido bastante, —con rendimientos interesantes aunque con calidad deficiente— como muestra de la plasticidad de la especie y el resultado de la labor fitotécnica de los técnicos argentinos que obtuvieron variedades adaptadas a condiciones bioclimáticas poco favorables.

Parte II - Tipos Agroclimáticos

A. — MATERIAL Y MÉTODO

En la primera parte —Atlas Agroclimático— se puso de manifiesto, en forma analítica, la acción de los elementos meteorológicos, simples o combinados, en el crecimiento y desarrollo de la planta de trigo, marcando sus influencias en los distintos subperíodos y momentos críticos del cultivo. Finalmente, quedó delineada la modalidad bioclimática propia que tiene el cultivo de trigo en la Argentina y sus diferencias fundamentales con respecto a algunas de las tradicionales regiones trigueras del hemisferio norte.

Hasta aquí, entonces, se ha desarrollado el análisis de las causas que determinan la bioclimatología triguera argentina, pretendiéndose efectuar ahora una síntesis de ellas, plasmando en regiones agroclimáticas definidas por parámetros meteorológicos, las características que son comunes en las diferentes zonas y que determinan los tipos agroclimáticos.

Evidentemente, este aspecto particular referido a la región triguera argentina, no se puede efectuar si previamente no se determina cual es la amplitud que pueden alcanzar las distintas regiones agroclimáticas del cultivo de trigo en el mundo. De esta manera, será posible ubicar poste-

riormente en que parte de la escala climática determinada, se encuentran las regiones o zonas trigueras argentinas.

El concepto de los tipos agroclimáticos de un cultivo, fue expuesto por *Burgos (1958)*, habiéndoselo mencionado en la introducción de este trabajo. Lo que se va a desarrollar a continuación es el método seguido para determinar los tipos agroclimáticos del cultivo de trigo en el mundo, tal como se efectuó para llegar al resultado expuesto ante el Segundo Congreso de Bioclimatología de Londres, (*Pascale y Damarío, 1960*). Explicados los fundamentos y razones para la adopción de la clasificación agroclimática propia para el cultivo de trigo, se aplicará la misma al caso concreto de la región triguera argentina.

Un trabajo de esta índole requiere un amplio material que abarque los tres aspectos que supone la integración de la clasificación agroclimática, es decir, los aspectos fenológicos, climáticos y bioclimáticos.

En lo referente a los datos fenológicos es conveniente aclarar que no se ha consultado toda la información existente sobre la tema, pues además de ser una tarea ímproba, se consideró que no era imprescindible para llegar a resultados satisfactorios en la meta propuesta. En efecto, si se logra encontrar índices con los cuales caracterizar los agroclimas de las principales regiones trigueras del mundo, en las que además, es posible hallar combinaciones agroclimáticas muy diversas, es lógico suponer que los parámetros usados en estos casos, puedan utilizarse para las restantes zonas de cultivo. No hay que olvidar que al buscar los parámetros climáticos que se utilizarán en la clasificación, se tienen muy en cuenta las exigencias, tolerancias y limitaciones bioclimáticas de la especie. Así se ha procedido para determinar los tipos agroclimáticos del cultivo del trigo, pues sirvieron de base los valores fenológicos medios de pocos países, entre los cuales puede citarse Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Australia, Argentina, países del Mar Mediterráneo, Checoslovaquia, Finlandia y Brasil, *Nullonson (1953, 1955)*, *Azzi (1928, 1959)*, *Hounam (1947 a y b, 1950)*, *Boeuf (1932)*, *Da Mota (1960)*, *Tirlok Singh et all. (1957)* y los presentados en la primera parte de este trabajo,

En lo referente a la información climática, se extrajo de diferentes fuentes estadísticas, que se incluyen en la bibliografía. Las referencias de carácter bioclimático utilizadas para la confección de los índices agroclimáticos, se mencionarán durante el desarrollo del tema.

Los cálculos climáticos efectuados son sencillos y no requieren mención especial, excepto en lo referente al balance hidrológico, donde se estimó para todas las localidades estudiadas una capacidad máxima de

retención de agua de 300 mm., que no es real, pero tiene la ventaja de hacer los valores comparables.

En el método de trabajo hay que consignar que los pasos a seguir para la confección de toda clasificación agroclimática están establecidos en el citado informe de *Burgos (1958)* y que a continuación se detallan ordenadamente para el cultivo de trigo.

Es conveniente aclarar que en este desarrollo probablemente aparezcan algunas repeticiones de conceptos o citas mencionadas en el capítulo Atlas Agroclimático, pero de expreso se realizan para no remitir al lector frecuentemente a las primeras partes del trabajo y para mantener un adecuado orden en la exposición de los temas.

a) *Determinación del tipo bioclimático del cultivo.*

El trigo es una especie paratermocíclica y paraftocíclica (*Burgos, 1952*) es decir, que presenta tejidos activos a la temperatura en coincidencia parcial con las termofases negativa y positiva del termoperíodo anual y con ambas fases del período de variación anual de la duración del día.

b) *Valoración del agroclima de la región de origen de la especie.*

La región de origen del *Triticum aestivum*, como se mencionó en el capítulo correspondiente, posee las características climáticas de toda región montañosa árida, es decir, marcada amplitud térmica y escasas precipitaciones.

Estas podrían ser las exigencias de una especie de poca dispersión en el mundo, cosa que no acontece con el trigo que posee variedades capaces de acomodarse a las condiciones más variadas. Sin embargo, debe considerarse al clima del lugar de origen del trigo como una exigencia ancestral que ha perdurado en mayor o menor grado en las variedades actuales, por la que al seleccionar los parámetros para la clasificación serán elementos tenidos en cuenta.

c) *Valoración del agroclima de la región de cultivo de la especie.*

La Fig. 29 muestra la gran dispersión del cultivo de trigo en el mundo, pudiéndose observar que prácticamente es posible encontrar esta especie en concentración apreciable entre el trópico de Cáncer y el Círculo Polar Ártico en el Hemisferio Norte y el trópico de Capricornio y los lugares más meridionales del Hemisferio Sur. Las regiones intertropicales poseen centros de cultivo dispersos con condiciones climáticas y variedades de trigo particulares.

Esta gran dispersión conduce a considerar a los elementos de la clasificación en una amplia gama de jerarquías que pueda incluir a todas las posibilidades de combinaciones.

- d) *Valoración del agroclima de las regiones donde la experiencia ha demostrado la imposibilidad de cultivo de la especie.*

Como consecuencia de lo dicho en el punto anterior y por comparación con las regiones que en la Fig. 1 no muestran cultivo de trigo, se pueden deducir los parámetros climáticos adversos y que no son requeridos o perjudican el desarrollo de la especie.

- e) *Valoración de los índices agroclimáticos derivados de trabajos experimentales sobre exigencias bioclimáticas de la especie.*

Se asigna a este aspecto un gran valor para la selección de los parámetros climáticos que deben incluirse en una clasificación agroclimática del trigo. Por ser una especie de antiguo cultivo, de amplia difusión y por su importancia económica, gran cantidad de investigadores realizaron trabajos experimentales de todo orden para conocer la especie de la mejor forma posible.

La característica bioclimática de la especie, de ser paratermocíclica y parafotocíclica, marca correctamente los rasgos predominantes sobre los que deberá apuntar la investigación agroclimática propuesta. Pero será necesario que la temperatura y la duración del día —y también la humedad que no está incluida en la definición bioclimática anterior— se jerarquicen en la clasificación con un criterio lógico, de acuerdo con las investigaciones efectuadas en cada caso, y con la finalidad fundamental de incluir todas las exigencias bioclimáticas y combinaciones agroclimáticas posibles de encontrar en el mundo con relación al cultivo del trigo. Durante el desarrollo del tema se indicará el criterio adoptado en cada caso y el fundamento experimental o científico que lo sustenta.

Antes de entrar al análisis de la clasificación en sí, es conveniente repetir que los trigos cultivados pueden agruparse con relación a sus exigencias climáticas en trigos invernales y trigos primaverales. En este trabajo se dan las bases para la clasificación agroclimática de los primeros pero no se excluye que pueda utilizarse para los primaverales en aquellos aspectos donde los requerimientos son comunes, por ej.: temperatura durante la maduración o humedad disponible en el período crítico de la espigazón. Por otra parte, como ya se vió, existe un tercer grupo intermedio con exigencias bioclimáticas particulares correspondiente a los

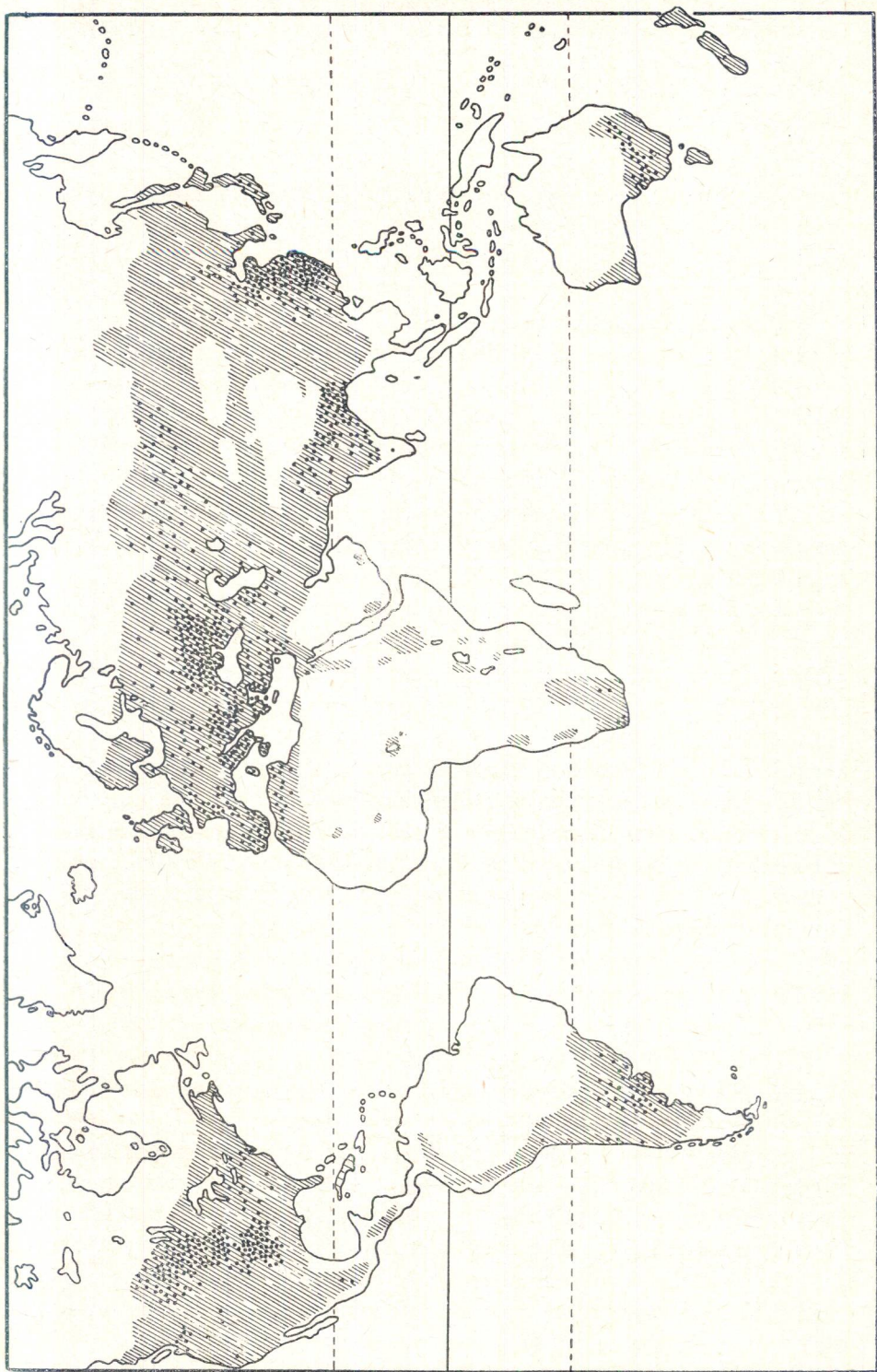


Fig. 29. — Distribución geográfica de las áreas trigueras mundiales (Schnelle, 1955).

trigos sembrados en el hemisferio Sur. A estos cultivos se puede aplicar la clasificación sin inconvenientes.

B. TIPOS AGROCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE TRIGO.

I. — *Regiones fotoperiódicas:*

El trigo es una especie parafotocíclica, pero evidentemente, tiene que tener una gran plasticidad fotoperiódica cuando pueden encontrarse cultivos desde el Ecuador (Nairobi, Kenya, $1^{\circ} 16' S$) hasta el Círculo Polar Ártico (Rovaniemi, Finlandia, $66^{\circ} 30' N$). Descontando que las características bioclimáticas de los trigos sembrados en ambas localizaciones deberán ser muy diferentes, se citan casos en cambio, de una misma variedad cultivada a través de varios grados de latitud. *Nultonson (1955)* cita el caso de Marquis en siembras desde Fairbanks, Alaska — $64^{\circ} N$ — hasta Lincoln, Nebr. — $41^{\circ} N$ — y Tlanepantla, Méjico — $19^{\circ} N$ —. La espigazón en los tres lugares se produjo con duraciones de día de 19 h. 30 min., 15 h. 05 min., y 12 h. 40 min., respectivamente.

El aspecto varietal es de la mayor importancia en este acomodamiento a la duración del día. Ya se explicó anteriormente que en los trigos invernales es indispensable que el cultivo transcurra los primeros estados de crecimiento con duraciones de días cortos, para alcanzar la espigazón con días largos, en cambio, los trigos primaverales, pueden sembrarse sin estar sujetos a una primera etapa de días cortos. Muchas experiencias sustentan estas afirmaciones, refiriéndose acá solamente las de *McKinney y Sando (1933)* y las de *Gregory y Purvis*, ampliamente comentadas por *Murneek y Whyte (1948)*.

Por todo esto, se estima que la característica fotoperiódica del cultivo de trigo puede ser representada por la diferencia entre la duración de día de la espigazón y la correspondiente al del día más corto con tejidos vegetativos expuestos a la luz.

Climáticamente, el parámetro que puede utilizarse es la amplitud fotoperiódica entre los días más largo y más corto del año, dado que se ha comprobado una estrecha correlación, expresada por una parábola de muy poca curvatura —casi una recta—, entre este fotoperíodo y el correspondiente al del cultivo según se definiera en el párrafo anterior. Hay que consignar que en los cálculos se incluyen los crepúsculos por el efecto fotoperiódico que poseen. En la planilla de índices agroclimáticos, Cuadro I3, se puede encontrar una serie de localidades con distintas amplitudes fotoperiódicas, donde se cumple la correlación apuntada.

I - Regiones fotoperiódicas - Amplitud entre el fotoperíodo diario de la espigazón y el fotoperíodo diario más corto con tejidos expuestos a la luz.

Zonas	Indice climático	Tipo de agroclima
	Amplitud fotoperiódica anual (incluido crepúsculos)	
A	mayor de 8 h.	Fotoperíodo muy largo
B	entre 6 h. 30 min. y 8 h.	Fotoperíodo largo
C	entre 5 h. y 6 h. 30 min.	Fotoperíodo mediano
D	entre 3 h. 30 min. y 5 h.	Fotoperíodo corto
E	inferior a 3 h. 30 min.	Fotoperíodo muy corto

Las zonas A, B y C prácticamente se encuentran todas en el Hemisferio Norte y sólo en la parte más meridional de los cultivos del Hemisferio Sur se encuentran zonas C. Los agroclimas típicos del Hemisferio Sur son eminentemente cortos, D. Los cultivos aislados que pueden encontrarse entre ambos trópicos poseen la característica E, produciéndose la espigazón, en esos casos, con días cercanos a las 12 horas de duración, por eso se designa a esos agroclimas como de fotoperíodo muy corto pues es lo inferior que puede encontrarse para una especie de días largos. El extremo opuesto se halla en la zona A, donde la espigazón se produce con días de más de 18 horas de duración.

II. — Regiones térmicas

a) Termofase negativa del ciclo vegetativo.

El trigo es una especie paratermocíclica, por lo que en su desarrollo tienen influencia las temperaturas de las termofases negativa y positiva del termoperíodo anual.

En el primer aspecto, son innumerables los trabajos que confirman la existencia de la necesidad en bajas temperaturas de los cultivos de trigo y en «*Vernalization and Photoperiodism*» de Murneek y Whyte (1948) el tema se desarrolla extensamente, por lo que no se menciona ningún trabajo experimental en particular.

La satisfacción de la exigencia en frío de los cultivos de trigo puede expresarse por medio de distintos parámetros, como: temperatura media o temperatura mínima media del mes más frío del cultivo, por el número de días que el cultivo está en latencia por debajo del cero de crecimiento, etc. En este trabajo se utiliza el primer temperamento, pues se estima que el valor climático de la temperatura media es el que más comunmente se encuentra en las estadísticas. Con ese criterio se ordenaron las distintas localidades incluídas en el cuadro I3.

II — Regiones térmicas: a) Termofase negativa del ciclo vegetativo

Zonas	Indice climático	Tipos de agroclima
	Temperatura media del mes más frío del año (° C.)	
A'	inferior a 0°	Muy frío
B'	entre 0° y 5°	Frío
C'	entre 5,1° y 10°	Templados
D'	superior a 10°	Sin frío

La temperatura media del mes más frío del año siempre es posterior a la siembra, pues analizando las dos condiciones térmicas extremas de la termofase negativa del cultivo de trigo de invierno, se encuentra que:

a) Si el invierno es muy frío, la siembra debe hacerse en otoño para que el trigo pueda nacer y pasar el invierno bajo la cobertura de nieve al estado de pasto. Si el invierno es riguroso y el suelo no se cubre con nieve, no es posible realizar cultivo de trigos invernales que serían destruídos por las bajas temperaturas (por ej.: casi todo el oeste de Canadá). En este último caso debe evitarse el cultivo en otoño y se recurre a la siembra en primavera con variedades de pequeña o ninguna exigencia en frío.

b) Si el invierno es templado, deben efectuarse las siembras antes del momento más frío del año para que los cultivos puedan recibir ese mínimo y así satisfacer las exigencias en frío relativamente pequeñas de las variedades sembradas. Es el caso de las regiones trigueras del Hemisferio Sur.

Merece un comentario la escala térmica de niveles adoptada en esta clasificación. Podrían haberse efectuado muchas más jerarquías, pero tendiendo a la simplificación se optó por este criterio de sólo cuatro zonas, que representan:

A' — Para todas las regiones que tienen por lo menos un mes con temperaturas inferiores a 0° C, lo que representa una amplia superficie del Hemisferio Norte, que prácticamente abarca desde los 40° N hasta el límite septentrional del cultivo. La característica bioclimática principal de esta región, es la de utilizar variedades muy exigentes en frío y de largo período de vernalización.

B' — En esta zona aún se siembra variedades exigentes en frío desde que los cultivos tienen por lo menos un mes, siempre referido a valores medios, con interrupción del crecimiento. Se adopta 5° C como límite de actividad vegetativa siguiendo el criterio actual de los investigadores

rusos y por ser un valor entero, aunque distintos trabajos utilizan otros niveles, pero siempre alrededor de ese valor térmico. Este límite vegetativo tampoco se encuentra como valor térmico mensual medio en ninguna zona de cultivo de trigo en el Hemisferio Sur.

C' — Es la característica térmica invernal de las principales áreas trigueras de Argentina, Australia y Sudáfrica. Representa la modalidad bioclimática que permite el cultivo de trigos medianamente exigentes en frío que no interrumpen su crecimiento salvo en los días en que la temperatura desciende debajo del nivel de crecimiento, pero que nunca llega al mes de duración. Al ser el crecimiento ininterrumpido, la extensión del período vegetativo no es tan dilatada como en el Hemisferio Norte, ni tampoco llega a ser tan corta como es característica en los trigos primaverales. Los trigos sembrados en el Hemisferio Sur son intermedios entre los invernales y los primaverales, clasificándoselos como semitardíos o como semiprocozes, como se viera en el capítulo Atlas Agroclimático de este trabajo.

D' — Se incluye en esta zona agroclimática a las regiones que poseen un invierno sin frío para el trigo. Son áreas donde el cultivo adolece de esta deficiencia bioclimática, tanto que se siembran variedades poco o nada exigentes en frío, requerimiento que es satisfecho en los pocos días que la temperatura desciende por debajo de los 10° C. Incluye algunas zonas de India subtropical, las llanuras del norte de Africa y los extremos más septentrionales de los cultivos del Hemisferio Sur. Entre los trópicos, los pocos cultivos de trigo que pueden encontrarse siempre tienen temperaturas durante el ciclo vegetativo que superan el nivel térmico inferior de esta zona, pero las variedades usadas en estos casos no pueden bioclimáticamente compararse con las difundidas en las regiones típicamente trigueras.

b) Termofase positiva del ciclo vegetativo:

Producido el desarrollo del cultivo de trigo luego de haber superado la etapa de requerimiento en bajas temperaturas, el aumento de estas en primavera conduce a la espigazón y maduración. Se quiere caracterizar aquí la forma en que se realiza la maduración, subperíodo que se alcanza luego de una determinada acumulación de suma de temperaturas. Evidentemente, cuanto más baja es la temperatura, más largo será el subperíodo y viceversa. Las duraciones extremas determinan situaciones anormales con consecuencias desfavorables para la calidad o el rendimiento. Se acepta como temperatura media óptima para la maduración a los 18° C, valor determinado por Azzì con sus conocidos ensayos geo-

gráficos, *Azzi (1959)*. Con esta base se planificó el índice climático para la clasificación de la termofase positiva del ciclo vegetativo.

II — Regiones térmicas; b) termofase positiva del ciclo vegetativo

Zonas	Índice Climático		Tipo de Agroclima
	Con temperatura media del mes más frío del año		
	inferior a 5° C.	entre 5,1° y 10° C.	
	Temperatura media del trimestre más caliente	Temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera	
A' ₁	superior a 20° C.		Caliente
B' ₁	entre 17 y 20° C.		Templado
C' ₁	inferior a 17° C.		Frío

Según como se cumpla el período invernal del cultivo será la época de la termofase anual en que se producirá la maduración. Sin duda existe toda una gama, pero en términos generales puede aceptarse que la temperatura media del trimestre más cálido caracteriza la temperatura de maduración del trigo en el Hemisferio Norte, mientras que, al no interrumpirse el crecimiento en los cultivos del Hemisferio Sur, esa caracterización puede expresarse por la temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera.

En los cultivos del Hemisferio Norte que tienen temperaturas medias del mes más frío entre 5° y 10° C, la temperatura trimestral posterior al mes del equinoccio de primavera no se ajusta a la realidad de la misma forma que en el Hemisferio Sur, debido sin duda a la diferencia del gradiente en el aumento diario de la temperatura.

Cuando la temperatura del mes más frío del año es superior a 10° C, no se puede indicar época de la maduración pues ésta se produce en distintos meses, según la marcha de la temperatura o de acuerdo con la fecha de siembra. En general parece ser aceptable como índice, la temperatura media del mes posterior al de espigazón. Por tal motivo, en el cuadro 13 se incluye una columna con la indicación de la temperatura del mes de la maduración cuando la temperatura del mes más frío es superior a 10° C.

En las áreas más calientes de las regiones de cultivo, A' ₁, periódicamente se produce aceleración en el proceso de maduración con peligro de achuzamiento en el grano. Esto es más evidente cuando se siembran trigos primaverales que maduran en verano más avanzado. En el caso opuesto, C' ₁, las temperaturas medias más bajas del trimestre más cálido con las que se puede cumplir la espigazón y maduración del trigo se

encuentra entre los 13° y 14° C. (Alatornio, Finlandia: 13.5° C; Matanuska, Alaska: 13.3° C; Beaverlodge, Canadá: 14.6° C). Estos también son valores correspondientes a cultivos de trigos primaverales.

La zona B' ₁, con temperaturas entre 17° y 20° C, representa la condición de normalidad en la maduración de los cultivos de trigo.

III. Regiones hidrológicas

Las condiciones de humedad en que se desarrollan los cultivos de trigo en el mundo, representa el parámetro climático más variable y que en gran medida influye en el rendimiento.

El cultivo de trigo tiene su actividad vegetativa preferentemente durante los meses invierno-primaverales, pero el régimen pluviométrico de cada región determina dos características principales de humedad para el cultivo: a) condiciones extremas por humedad permanentemente elevada o sequía persistente durante todo el ciclo vegetativo, o b) condiciones de humedad que permiten un desarrollo normal de los cultivos aunque sus rendimientos dependen de la cantidad y distribución de las precipitaciones.

No es conveniente establecer un parámetro hidrológico para la clasificación agroclimática del trigo en base a la cantidad de precipitación anual o mensual, pues al ser ésta una clasificación agroclimática deberá expresar los elementos en función de la fenología del cultivo. Por otra parte, la precipitación tiene una eficiencia agrícola distinta según la temperatura, por lo que se estima conveniente utilizar la evapotranspiración como índice climático que represente la necesidad en agua de los cultivos. Además, no todos los subperíodos del cultivo tienen la misma exigencia en agua. El período de poco antes de la espigazón hasta la maduración lechosa, marca el período crítico.

Planteado así el problema, para determinar este punto de la clasificación, se efectúa el balance hidrológico, *Thornthwaite y Mather (1955, 1957)*, calculándose los excesos y deficiencias mensuales de agua en milímetros y determinando cual de ellos y en que medida se encuentra presente en el mes de la espigazón.

En el cuadro siguiente se establece el lapso de treinta días en que es posible la espigazón según la latitud y las jerarquías de humedad posibles de encontrar en las diferentes regiones del cultivo de trigo en el mundo. Los valores positivos son excesos de agua y los negativos deficiencia de agua, ambos en milímetros.

En el cuadro 13 de índices agroclimáticos, se indican los balances hidrológicos del mes de la espigazón en distintas localidades que incluyen una

serie de variantes. Referente a éstas, se puede decir que las típicas regiones de trigo del mundo tienen una humedad, en el mes de la espigazón, que oscila entre 25 mm. de exceso a 25 mm. de deficiencias (C'' y D''), debiendo considerarse la zona C'' como la condición de normalidad que permite expresar la capacidad productiva de las distintas variedades de trigo y aleja al cultivo de la posibilidad de fallas por sequía. En cambio, si bien muchas áreas trigueras tienen en el mismo período un balance hidro[ológico] cero o una ligera deficiencia que las ubica en la zona D'', el creciente valor negativo indica una mayor posibilidad de riesgo por falta de agua en el período crítico.

III Regiones hidrológicas — Humedad durante el período crítico de la espigazón

		Índice Climático					
		Exceso o deficiencia de agua en el balance hidrológico durante el período de espigazón mm.					
Zonas		Hemisferio Norte		Hemisferio Sur		Tipo de agroclima	
		Latitud	Período	Latitud	Período		
		menor 34°	febrero - abril	menor 30°	agost. - set.		
		34 - 38°	abr. 15 - may. 15	30 - 32°	set. 15 - oct. 15		
	39 - 43°	mayo	/33 - 35°	octubre			
	44 - 48°	may. 15 - jun. 15					
	49 - 53°	junio	mayor 36°	oct. 15 - nov. 15			
	mayor 53°	jun. 15 - jul. 15					
A''	superior a 50					Muy húmedo	
B''	entre 26 y 50					Húmedo	
C''	entre 0 y 25					Subhúmedo-húmedo	
D''	entre -1 y -25					Subhúmedo-seco	
E''	inferior a -25					Seco	

Las zonas B'' y A'' incluyen las regiones trigueras con creciente exceso de agua, cuyo perjuicio mayor radica en el peligro de ataque de enfermedades y en las dificultades de la maduración y cosecha.

La zona E'' marca una creciente deficiencia de agua que conduce a la imposibilidad de cultivo si no se recurre al riesgo en los valores negativos extremos.

C. TIPOS AGROCLIMÁTICOS DE LA REGIÓN TRIGUERA ARGENTINA

Según puede observarse en la figura 30, la amplia región triguera argentina puede encuadrarse dentro de la clasificación agroclimática propuesta

CUADRO 13 — Agroclimas mundiales para el cultivo

LOCALIDAD Y PAÍS	COORDENADAS			RÉGIMEN FOTOPERIÓDICO					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Omsk, U. R. S. S.	54° 58' N	73° 20' E	88	19.10	8.35	19.10	11.25	10.35	7.45
Moscú, U. R. S. S.	55° 50' N	37° 33' E	167	19.30	8.05	19.30	11.25	11.25	8.05
Havre, EE. UU.	48° 34' N	109° 40' W	758	17.20	9.40	17.20	10.15	7.40	7.05
Kharkov, U. R. S. S.	49° 59' N	36° 09' E	123	17.55	9.20	17.40	10.15	8.35	7.25
Tammisto, Finlandia.....	60° 16' N	24° 58' E	15	22.00	8.00	22.00	11.15	14.00	10.45
Sheridan, EE. UU.	44° 51' N	106° 52' W	1158	16.50	9.55	16.50	10.35	6.55	6.15
Odesa, U. R. S. S.	46° 29' N	30° 44' E	61	17.00	9.50	16.25	10.35	7.10	5.50
Lincoln, EE. UU.	40° 51' N	96° 37' W	375	16.10	10.15	16.00	11.00	5.55	5.00
Horice, Checoslovaquia.....	50° 23' N	15° 32' E	310	18.00	9.15	17.45	10.10	8.45	7.35
Munich, Alemania	48° 09' N	11° 34' E	530	17.30	9.35	17.30	9.05	7.55	8.25
Hamburgo, Alemania	53° 33' N	9° 58' E	20	19.00	9.00	19.00	9.00	10.00	10.00
Hanover, Alemania	52° 24' N	9° 40' E	171	18.25	9.05	18.25	9.05	9.20	9.20
Belluno, Italia	46° 08' N	12° 14' E	404	17.00	9.55	16.15	9.55	7.05	6.20
Woodward, EE. UU.	36° 25' N	99° 24' W	602	15.40	10.40	14.50	10.40	5.00	3.10
Burgos, España	42° 20' N	3° 42' W	860	16.25	10.20	16.10	10.20	6.05	5.50
Molong, Australia	33° 06' S	148° 50' E	—	15.10	10.55	13.40	10.55	4.15	2.45
Coronel Suárez, Argentina.....	37° 30' S	61° 57' W	234	15.50	10.30	14.40	10.35	5.20	4.05
Foggia, Italia	41° 27' N	15° 31' E	87	16.25	10.20	15.30	10.20	6.05	5.10
Guatraché, Argentina	37° 38' S	63° 34' W	176	15.55	10.30	14.35	10.30	5.15	4.05
Inverell, Australia.....	29° 47' S	151° 08' E	500	15.00	11.00	13.05	11.00	4.00	2.05
Deniliquin, Australia.....	35° 32' S	145° 02' E	95	15.35	10.45	14.15	10.45	4.50	3.30
Pergamino, Argentina.....	33° 56' S	60° 33' W	66	15.25	10.50	13.55	10.55	4.35	3.00
Túnez, Túnez	36° 48' N	10° 10' E	32	15.40	10.45	13.50	10.45	4.55	3.05
Alicante, España	38° 22' N	0° 25' E	26	15.40	10.50	14.45	10.50	4.50	3.55
Rafaela, Argentina	31° 11' S	61° 33' W	100	15.00	11.00	12.55	11.00	4.00	1.55
Yalgoo, Australia	28° 23' S	116° 40' E	318	14.50	11.15	13.10	11.15	3.35	1.55
Bage, Brasil	31° 20' S	54° 06' W	216	15.00	11.00	12.20	11.00	4.00	1.20
Nueva Delhi, India	28° 39' N	77° 17' E	219	14.50	11.10	12.05	11.10	3.40	0.55
São Borja, Brasil	28° 40' S	56° 00' W	96	14.50	11.10	12.20	11.10	3.40	1.10

— Latitud. 2. — Longitud. 3. — Altitud. 4. — Duración del día más largo del año (h. y m.). 5. — Duración del día más corto con tejidos activos expuestos a la luz (h. y m.). 8. — Fotoperíodo entre 4 y 5 (h. y m.). 9. — Número de días con temperatura media diaria inferior a 5° C. 12. — Temperatura media del trimestre más caluroso de C.). 14. — Temperatura media del mes de maduración (° C.). en los agroclimas sin frío invernal. 15. — Precipitación cultivo (mm.). 17. — Deficiencia de agua en el balance hidrológico del período de cultivo (mm.). 18. — Exceso de balance hidrológico durante el mes de espigazón (mm.). 20. — Duración en días del período entre nacimiento y n

o de trigo (Indices Agroclimáticos)

RÉGIMEN TÉRMICO					RÉGIMEN HIDROLÓGICO					20	TIPO AGROCLIMÁTICO
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
—21,8	212	16,7			284	0	146	0	44	344	A A' C' E''
—11,5	192	17,0			576	12	35	0	14	332	A A' B' D''
—10,5	166	19,8			275	0	134	0	24	303	B A' B' D''
— 8,8	163	19,7			420	0	69	0	16	315	A A' B' D''
— 7,8	193	15,3			662	246	28	0	12	347	A A' C' D''
— 6,7	164	19,1			302	0	91	0	18	302	B A' B' D''
— 4,8	131	21,1			298	0	113	0	38	288	B A' A' E''
— 4,5	127	23,9			448	3	2	3	0	278	C A' A' C''
— 3,9	144	17,7			379	0	49	0	9	295	A A' B' D''
— 2,2	146	16,5			689	272	0	14	0	305	B A' C' C''
— 0,3	137	16,2			623	158	16	0	6	311	A A' C' D''
0,6	127	16,8			472	36	31	0	7	290	A B' C' D''
1,0	115	19,6			881	487	0	10	0	278	B B' B' C''
1,7	78	26,5			372	0	24	0	2	248	C B' A' D''
2,3	89	17,7			408	2	10	0	0	242	C B' B' C''
6,1	0		17,5		329	21	3	0	0	219	D C' B' C''
6,3	0		16,8		336	0	4	0	0	189	C C' C' C''
6,3	0		18,1		308	0	69	0	24	227	C C' B' D''
6,7	0		18,8		249	0	62	0	18	193	C C' B' D''
8,2	0		18,8		350	9	1	9	0	191	D C' B' C''
9,0	0		19,7		272	0	106	0	20	224	D C' B' D''
9,2	0		19,3		349	87	0	15	0	171	D C' B' C''
10,3	0			18,9 (V)	297	0	53	0	11	191	D D' B' D''
10,8	0			22,1 (VI)	245	0	111	0	33	212	D D' A' E''
10,9	0			19,1 (X)	204	0	0	0	0	153	D D' B' C''
12,1	0			19,1 (X)	150	0	138	0	27	183	D D' B' E''
12,3	0			22,2 (XII)	720	354	0	84	0	173	D D' A' A''
13,9	0			22,5 (III)	70	0	195	0	8	163	D D' A' D''
14,4	0			22,3 (XI)	630	349	0	85	0	158	D D' A' A''

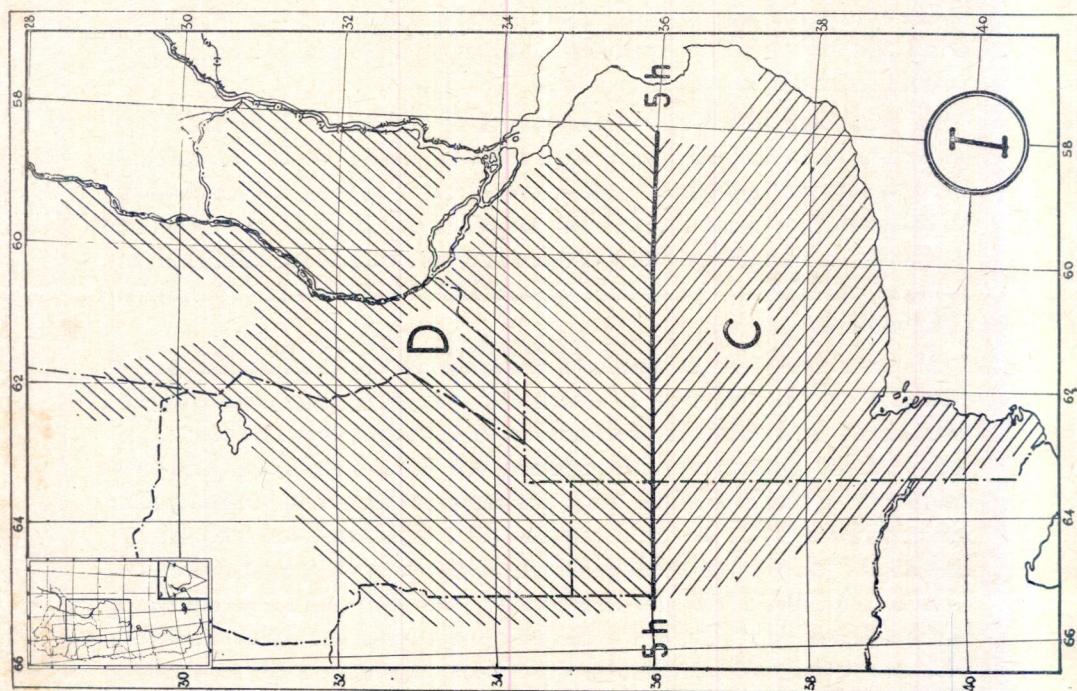
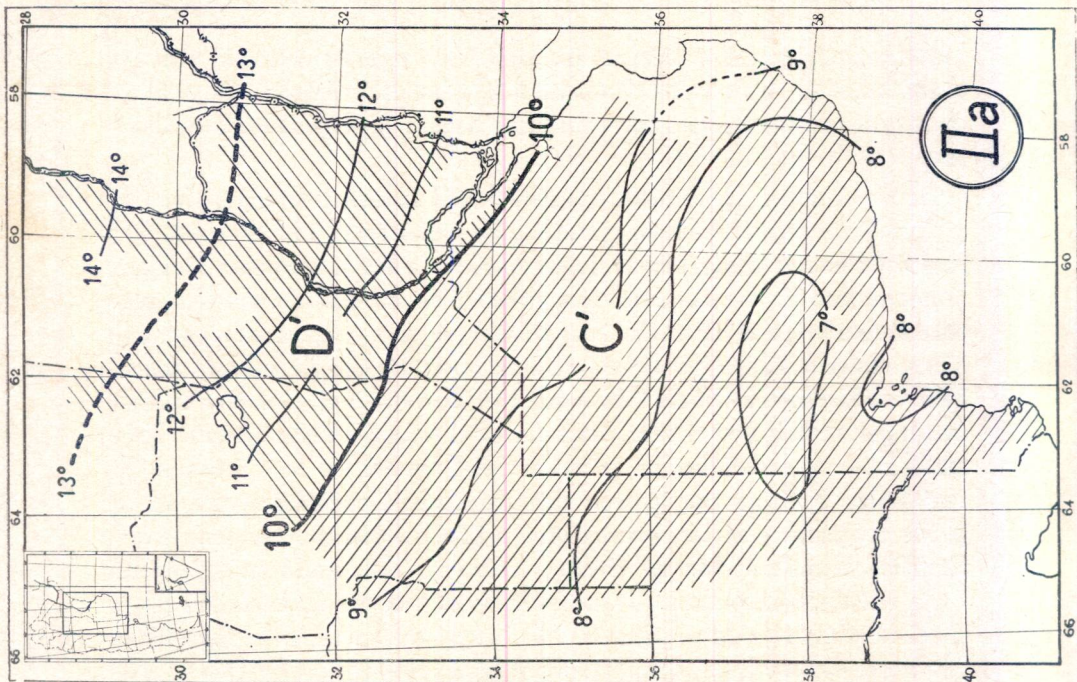
más corto del año (h. y m.). 6. — Duración de día en la fecha de espigazón (h. y m.). 7. — Dura-
Fotoperíodo entre 6 y 7 (h. y m.). 10. — Temperatura media del mes más frío del año (°C). 11. —
l año (° C.). 13. — Temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera
1 durante la estación de cultivo (mm.). 16. — Exceso de agua en el balance hidrológico del período
agua en el balance hidrológico durante el mes de espigazón (mm.). 19. — Deficiencia de agua en
maduración.

anteriormente, pues se encuentran tipos que pueden definirse con las gradaciones de las escalas fotoperiódica, térmica e hídrica. El análisis de las diferentes regiones agroclimáticas lleva a las siguientes conclusiones.

Desde el punto de vista fotoperiódico sólo se encuentran los tipos D y C, es decir, regiones con amplitud fotoperiódica entre 3 h. 30' y 6 h. 30', correspondientes a agroclimas de fotoperíodo corto a mediano. Evidentemente, esta es una característica peculiar de la región triguera argentina derivada de su situación latitudinal, que en su expresión más meridional apenas llega a los 40° S., en tanto que las típicas regiones cerealeras del Hemisferio Norte tienen esa latitud como límite sur del cultivo sembrándose trigo en ciertos casos hasta el Círculo Polar Ártico. Esta modalidad agroclimática es la razón fundamental de la existencia de variedades de trigo que poseen una exigencia bioclimática que no se puede comparar a la de ninguna otra región cerealera, salvo a las similares del Hemisferio Sur. En efecto, y como se demostrara en la primera parte del trabajo, nuestros trigos no toleran una duración de día larga en el momento de la espigazón. Más aún, existen algunas variedades que no se siembran en otros lugares típicamente trigueros, cuyas exigencias para la espigazón tienen un límite superior de 14 h. de iluminación; toda duración del día mayor es limitativa de la expresión de la espigazón. Son todas las variedades incluídas en el grupo IV de la clasificación de variedades, *Pascale y Damario, 1954*.

La particular duración de día en que tiene que desarrollarse el cultivo en Argentina, ha llevado, entre otras razones, a la obtención de variedades propias que se adaptan a tal característica, ya que las exóticas y especialmente aquellas de regiones trigueras del Hemisferio Norte, no se acomodan al régimen fotoperiódico argentino. La imposibilidad de sembrar variedades típicamente primaverales es también una razón fotoperiódica.

Respecto a las regiones térmicas, encaradas en esta clasificación agroclimática por la acción de la temperatura en los primeros estados de crecimiento y durante la maduración del grano, respectivamente, se presentan las siguientes consideraciones. En Argentina, el mes más frío del año en la región triguera tiene una temperatura normal media siempre superior a 5° C, lo que determina tipos agroclimáticos templado y sin frío (C' y D') para el cumplimiento de la etapa de vernalización del cultivo. Esto está marcando la segunda y muy importante peculiaridad bioclimática de la región, que es la de no tener inviernos suficientemente fríos que permitan la siembra de variedades exigentes en ese factor bioclimático. Es por esto que todas las variedades sembrada en el país tie-



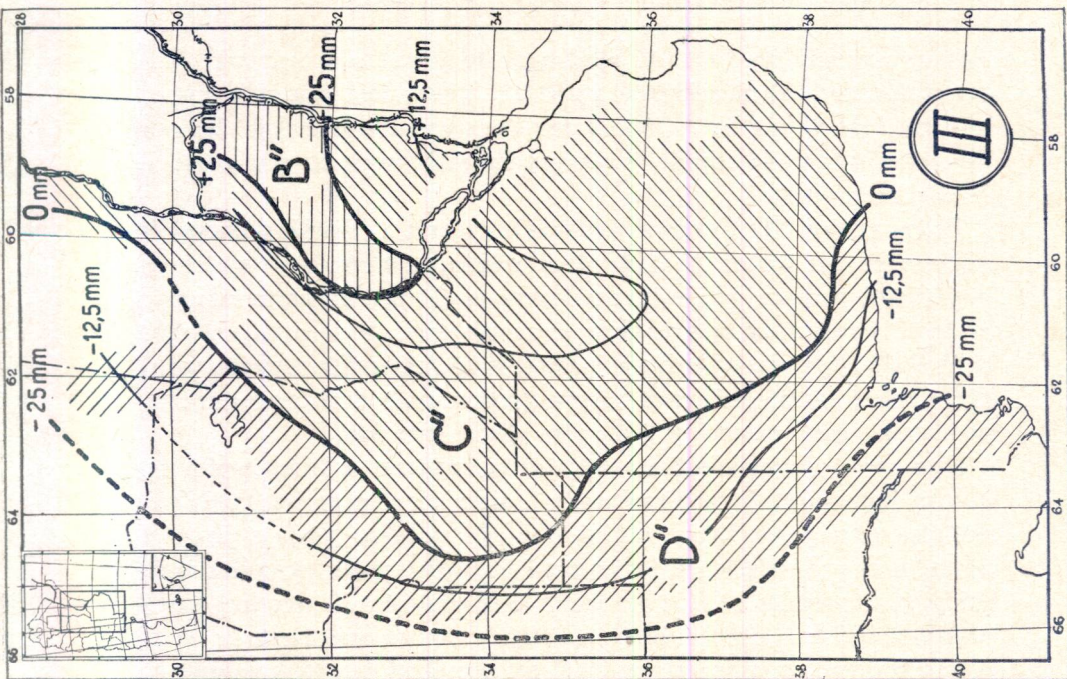
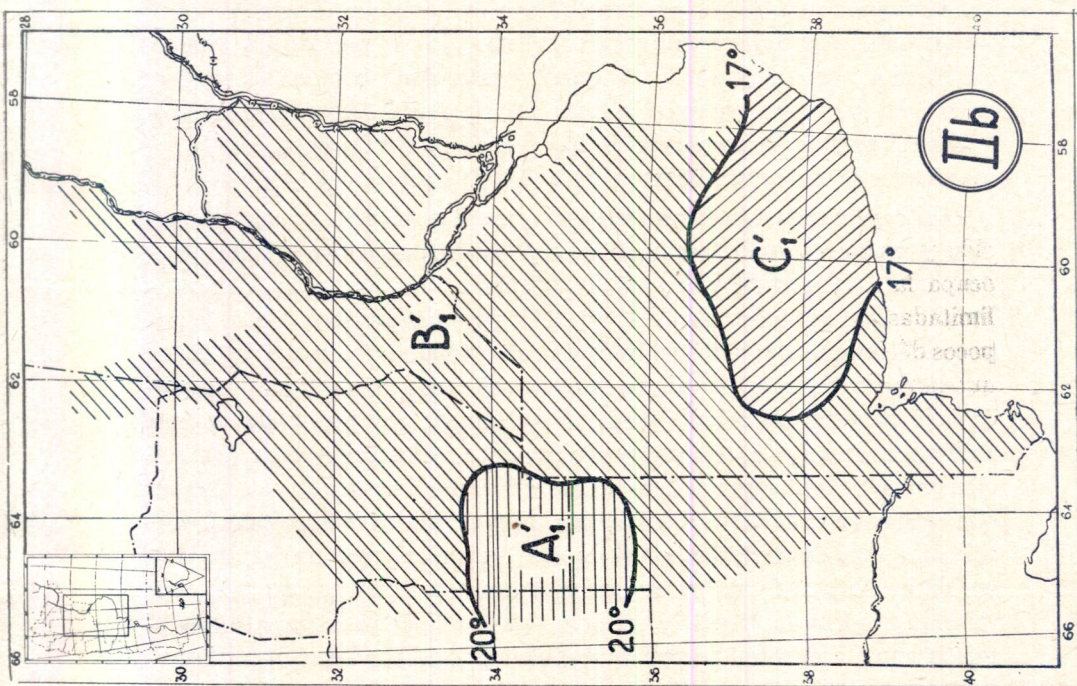


Fig. 30. — Regiones agroclimáticas de la región triguera argentina: I - Regiones térmicas, a Termofase negativa, b Termofase positiva; III - Regiones hidroclimáticas.

nen un requerimiento en frío relativamente pequeño o casi nulo. Sólo las variedades del mencionado grupo IV poseen una exigencia que se encuentra alrededor de las 600 horas de temperaturas debajo del cero de crecimiento de la especie, y que pueden satisfacerla en gran parte de la región triguera.

La isoterma de 10° C para el mes más frío marca la división de la región triguera en dos partes. Al norte de la misma, la termofase negativa es insuficiente para un cultivo invernal como es el trigo. La parte más apta de toda la región, en este aspecto, se encuentra en la zona más elevada del sud de la provincia de Buenos Aires, donde es posible sembrar variedades relativamente exigentes, ya que pueden pasar el invierno con temperaturas medias entre 6 y 7° C para el mes más frío.

Esta característica térmica es la otra razón, junto a la fotoperiódica, que ha imposibilitado la introducción exitosa en el gran cultivo de variedades extranjeras. Estas se utilizaron, sin embargo, por los genes de producción y resistencia, en los cruzamientos que fueron necesarios realizar para obtener los hábitos bioclimáticos intermedios de nuestras variedades. Recuérdese que los trigos argentinos van de semitardíos a semiprecoces, como se demostró en el Atlas Agroclimático, desarrollado en la primera parte de este trabajo.

La manera como la temperatura influye en la maduración en los casos que el cultivo no interrumpe su crecimiento por un período frío, mayor de 30 días por debajo de 5° C, queda evidenciada por la temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera. Los índices climáticos de: mayor de 20° C, entre 17° y 20° C y debajo de 17° C, marcan los tipos de agroclimas caliente (A'_1), templado (B'_1) y frío (C'_1).

Los tres se encuentran representados en el país, pero en una proporción y gradación muy significativas. La condición de normalidad (B'_1) ocupa la mayor parte de la región triguera y las dos zonas restantes, limitadas por las isotermas de 17° y 20° C para el trimestre, sólo se alejan pocos décimos de grado de las isolíneas correspondientes, lo que determina que la maduración en el país no tenga problemas críticos sino en un porcentaje pequeño de años. Quizás, la parte más comprometida en este aspecto, es la zona A_1 , donde periódicamente se observa alguna disminución de rendimientos por achuzamiento del grano. Es interesante consignar que el gradiente térmico diario poco pronunciado en primavera-verano, así como el régimen de humedad de nuestra región cerealera son las causas de la distinta forma en que se produce la maduración del trigo con relación a países del Hemisferio Norte, donde en ciertas regiones la maduración muy acelerada determina problemas críticos a los agricultores. Las regiones trigueras del Mediterráneo son un ejemplo de esta anomalía.

Las regiones fotoperiódicas y térmicas configuran un rasgo bioclimático particular, pero la modalidad hidrológica, representada en esta clasificación por el balance hidrológico en el mes de la espigazón, marca un aspecto agroclimático, quizás tan característico como aquellas y que se les une para determinar una serie de agroclimas trigueros distintos a los de cualquier otra región del mundo. Es que el régimen de precipitaciones, junto al de temperaturas favorables para el crecimiento, y la feracidad de las tierras de la región pampeana, se combinan favorablemente para el desarrollo de este cultivo. No hay que olvidar que las siembras continuadas en un mismo lugar desde hace más de 50 años, no han hecho disminuir los rendimientos, sino que por el contrario, sin el agregado de abonos ni técnicas culturales avanzadas, el rendimiento ha sido aumentando en los cultivos de trigo sólo por la siembra de variedades mejoradas, más adaptadas al potencial edafoclimático, que se benefician de la bondad del medio en que crecen.

Las tres cuartas partes de la región dedicada al cultivo tiene un balance hidrológico cero o positivo en el lapso crítico de la espigazón y el resto, sólo en el límite occidental alcanza valores negativos críticos. Esto significa que la regularidad de los rendimientos es característica, con coeficiente de variabilidad del 18,2 % sobre área cosechada, según el estudio efectuado por *Brunini (1937)*. Actualmente esta variabilidad media ha aumentado por la incidencia en los últimos 20 años de 3 ó 4 cosechas reducidas por adversidades, especialmente criptogámicas.

La zona C'' con balance hidrológico positivo entre 0 y 25 mm. toma más de las dos terceras partes de la región triguera y es la condición que se estima más adecuada para el rendimiento y seguridad de cosecha. Más de 25 mm. (B'') de balance trae problemas por exceso de humedad y se lo encuentra sólo en parte de la provincia de Entre Ríos. Debajo de 0 mm. (D'') aumenta la probabilidad de riesgo por falta de agua en el período crítico, condición que abarca todo el cinturón periférico de la región triguera.

Se han analizado así las cuatro regiones agroclimáticas de la región triguera argentina. Es interesante consignar que el cultivo del trigo queda limitado para nuestras variedades, hacia el norte por la isoterma de 13° C para el mes más frío del año, y hacia el oeste por el balance hidrológico de -20 a -25 mm. en el mes de espigazón, pudiéndose efectuar siembras a occidente de esta línea siempre que se disponga de riego.

Si se superponen las cartas de la figura 30, cada zona o punto particular de la misma tiene una combinación de las cuatro características, que definen los tipos agroclimáticos posibles en el país. La figura 31 muestra

esas combinaciones. Los tipos resultantes, ordenados de acuerdo a la disponibilidad hidrológica en el mes de la espigazón, son los siguientes:

 $DD' B'_1 B''$
 $DD' B'_1 C''$
 $DD' B'_1 D''$
 $DC' A'_1 C''$
 $DC' B'_1 D''$
 $DC' B'_1 C''$
 $DC' A'_1 D''$
 $CC' B'_1 C''$
 $CC' B'_1 D''$
 $CC' C'_1 C''$
 $CC' C'_1 D''$

Se agrega, complementando el panorama de los tipos agroclimáticos resultantes, el cuadro 14 donde se han calculado los tipos de una serie de localidades incluídas en la región triguera argentina, en base a los parámetros climáticos usados en esta clasificación agroclimática.

Es interesante analizar ahora los distintos tipos agroclimáticos y su relación con las zonas de mayor rendimiento o con las zonas donde el cultivo es más seguro. Para esta finalidad, y en base a los trabajos de *Rives (1948, 1950)*, se adaptaron y confeccionaron las cartas de la Fig. 32 que muestran los rendimientos normales por hectárea cosechada y la aptitud normal de producción cuantitativa por hectárea sembrada, expresada ésta por la fórmula: rendimiento normal por hectárea cosechada multiplicado por proporción normal cosechable, dividido por 100.

Surge evidente que el tipo $DC' B'_1 C''$ se corresponde casi completamente con la región de mayores rendimientos y con la mayor aptitud de producción. De los elementos agroclimáticos que juegan en el tipo mencionado, sin duda la característica C'' , o sea el balance hidrológico de 0-25 mm. en el período crítico, es el que define más acabadamente la bondad triguera de la región. Esto se puede afirmar, pues el aspecto bioclimático de duración del día y el de temperatura en la termofase negativa del cultivo queda eliminado al utilizar las variedades adaptadas a esa modalidad bioclimática. Es la zona de mayor seguridad de cosecha, junto a la correspondiente al sud de la provincia de Buenos Aires. No es extraña a esta regularidad, la distribución de las precipitaciones y el hecho de que éstas tengan anualmente pocas oscilaciones. El coeficiente de variabilidad de las precipitaciones de 0,22 (*Marchetti, 1952*) es el menor del país.

La menor variabilidad y los rendimientos unitarios elevados se continúan hacia el S. de la provincia de Buenos Aires, donde se encuentran los tipos $CC' B'_1 C''$ y $CC' C'_1 C''$. Los dos tienen la característica fotoperiódica C que obliga a sembrar las variedades que se benefician o necesitan duraciones del día superiores a las 14 h. para espigar, o sea, los trigos de los grupos II y III de la clasificación bioclimática de variedades. Salvo la

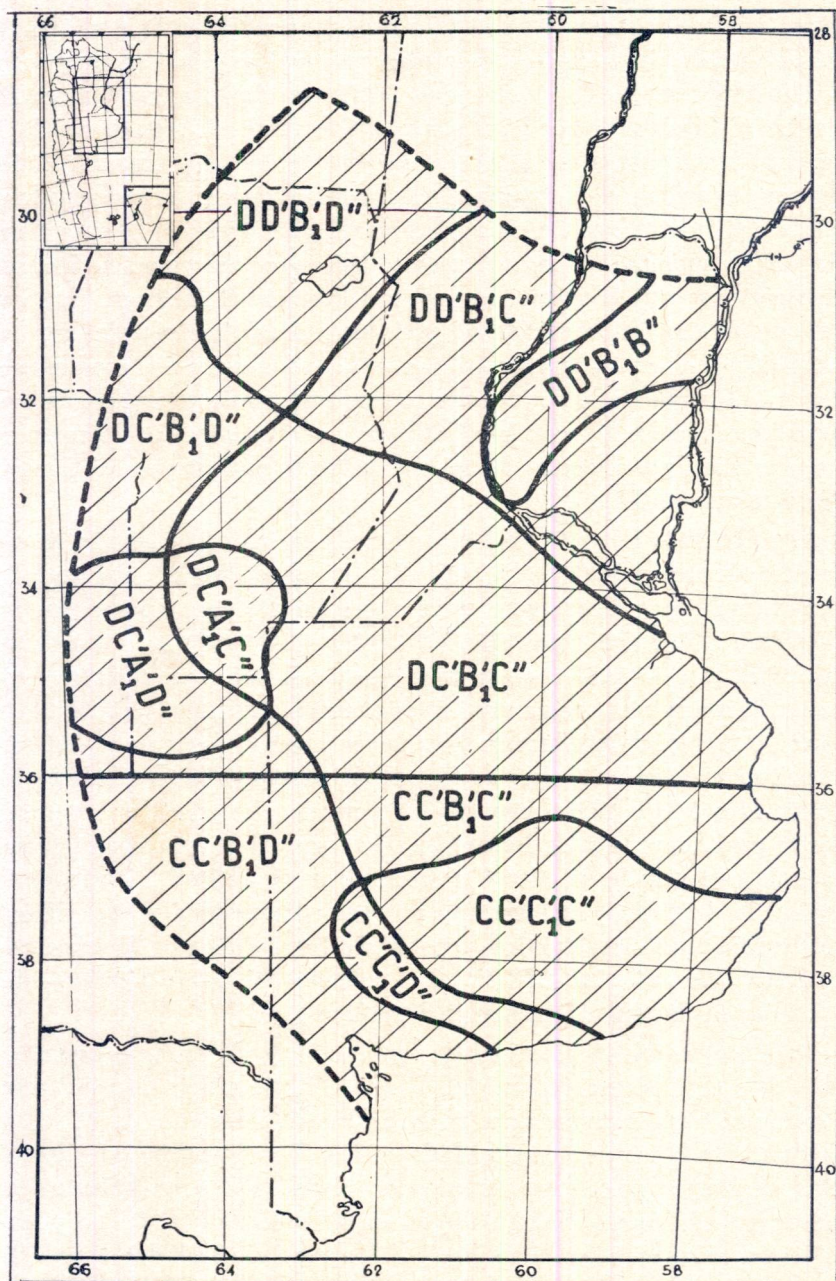


Fig. 31. — Tipos agroclimáticos de la región triguera argentina.

parte oriental del tipo $CC' B'_1 C''$ donde los rendimientos y la aptitud de producción disminuyen por razones ya señaladas, la seguridad y los rendimientos se mantienen elevados, debido sin duda, a la influencia de un factor bioclimático de gran valor, el frío invernal. Esta parte de la región triguera argentina es la que dispone de temperaturas más bajas durante el período de vernalización del cultivo y ya se ha consignado el efecto estimulante que tienen en el desarrollo del trigo, las temperaturas invernales, aun cuando se trate de variedades poco exigentes en frío. Las temperaturas que soportan los cultivos durante el invierno, junto al balance hidrológico del suelo en el período crítico de la espigazón, son los principales elementos agroclimáticos normales que definen el rendimiento de un cultivo de trigo. Es interesante consignar que a esta parte del sud de la provincia de Buenos Aires, siempre se la ha considerado como de características particulares (Subregión IV del Mapa Triguero del Consejo de Siembras de Trigo).

Al norte de la isoterma de $10^{\circ} C$ para el mes más frío del año, se encuentran los tipos $DD' B'_1 D''$, $DD' B'_1 C''$ y $DD' B'_1 B''$, que sin duda tienen un invierno inadecuado para el cultivo de trigo, a pesar que los progresos fitotécnicos han permitido utilizar allí variedades que cada vez están más adaptadas a ese ambiente particular. Tan evidente es la acción de la temperatura invernal en estas zonas, que tanto el rendimiento como la aptitud de producción disminuyen hacia el norte paralelamente a las isotermas, en tanto que las disponibilidades en el balance hidrológico del período crítico tienen una marcha normal a las referidas isotermas, por lo cual no es falta de humedad, sino exceso de temperaturas invernales la causa de la disminución creciente de la aptitud triguera de la región. La humedad, representada por humedad edáfica y atmosférica, determinan una característica peculiar de los cultivos de la provincia de Entre Ríos. El tipo $DD' B'_1 D''$, además del exceso térmico sufre por falta de humedad en el período crítico.

Lindante con el tipo considerado apto en la región triguera argentina ($DC' B'_1 C''$), se encuentran el $DC' A'_1 C''$, que difiere de aquél solamente por tener temperaturas en la maduración mayores de $20^{\circ} C$. y balance hidrológico cero en el período crítico. Esto determina una posibilidad de riesgos por achuzamiento y aleatoriedad en los rendimientos por mayor probabilidad de falta de agua en el suelo durante la espigazón.

Restan solamente los tipos agroclimáticos con balance hidrológico deficitario D'' , que al occidente de la región triguera son: $DD' B'_1 D''$ (ya mencionado), $DC' B'_1 D''$, $DC' A'_1 D''$, $CC' D'_1 D''$ y $CC' C'_1 D''$. Todos se caracterizan por bajo rendimiento medio y poca seguridad de cosecha. Si bien los tipos más meridionales gozan de mejor temperatura

CUADRO 14 — Tipos Agroclim

LOCALIDAD	COORDENADAS			DATOS FENOLÓ			
	1	2	3	4	5	6	7
Devoto	31° 22' S	62° 20' W	111	26 - V		25 - VIII	
Esperanza	31° 27' S	60° 56' W	38	5 - VI		23 - VIII	
Villaguay	31° 52' S	59° 02' W	52	21 - VI		8 - IX	
Las Delicias	31° 56' S	60° 25' W	104	12 - VI		29 - VIII	
C. del Uruguay	32° 29' S	58° 14' W	—	21 - VI		14 - IX	
Beli Ville	32° 38' S	62° 41' W	129	11 - VI	20 - V	3 - IX	27 - VIII
Casilda	33° 03' S	61° 09' W	74	26 - VI	3 - VI	9 - IX	3 - IX
Río Cuarto	33° 10' S	64° 20' W	443	23 - V	5 - V	24 - VIII	22 - VIII
Arias	33° 29' S	62° 25' W	121	21 - VI	29 - V	10 - IX	28 - VIII
Mercedes	33° 41' S	65° 29' W	515	15 - V	1 - V	23 - VIII	26 - VIII
Pergamino	33° 56' S	60° 33' W	66	3 - VII	6 - VI	16 - IX	8 - IX
Laboulaye	34° 08' S	63° 24' W	138	14 - VI	23 - V	8 - IX	30 - VIII
Junín	34° 35' S	60° 56' W	80	3 - VII	9 - VI	22 - IX	11 - IX
Huínca Renancó	34° 50' S	64° 22' W	181	12 - VI	21 - V	9 - IX	8 - IX
Chivilcoy	34° 54' S	60° 00' W	54	8 - VII	10 - VI	24 - IX	14 - IX
General Villegas	35° 01' S	63° 01' W	117	26 - VI	2 - VI	14 - IX	5 - IX
9 de Julio	35° 27' S	60° 53' W	76	11 - VII	15 - VI	27 - IX	16 - IX
General Pico	35° 39' S	63° 56' W	140	24 - VI	27 - V	14 - IX	4 - IX
Trenque Lauquen	35° 58' S	62° 43' W	96	5 - VII	6 - VI	21 - IX	12 - IX
Las Flores	36° 00' S	59° 06' W	35	15 - VII	16 - VI	1 - X	21 - IX
Santa Rosa	36° 37' S	64° 19' W	183	23 - VI	21 - V	18 - IX	6 - IX
Azul	36° 46' S	59° 50' W	133	22 - VII	23 - VI	6 - X	27 - IX
Coronel Suárez	37° 30' S	61° 57' W	234	10 - VII	9 - VI	26 - IX	19 - IX
Balcarce	37° 45' S	58° 18' W	112	25 - VII	24 - VI	10 - X	5 - X
Bernasconi	37° 57' S	63° 45' W	169	1 - VII	27 - V	22 - IX	12 - IX
Tres Arroyos	38° 23' S	60° 16' W	109	28 - VI	13 - VI	19 - IX	13 - IX
Bahía Blanca	38° 44' S	62° 15' W	29	21 - VI	21 - V	17 - IX	3 - IX

1. — Latitud. 2. — Longitud. 3. — Altitud en m. s. n. m. 4. — Siembra de trigos semiprecoces. 5. — semitardíos. 10. — Maduración de semiprecoces. 11. — Maduración de semitardíos. 12. — Duración de año. 16. — Temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera. 17. — Temp período de cultivo. 20. — Deficiencia de agua en el balance hidrológico del período de cultivo. 21. — Ex 23. — Duración en días de período entre nacimiento y maduración.

climáticos de algunas localidades de la Región Triguera Argentina

CLIMAS				RÉGIMEN FOTOPERIÓDICO			RÉGIMEN TÉRMICO		
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				horas y minutos			° C	° C	° C
17 - IX		28 - X		15.00	11.00	4.00	10,7		17,8
23 - IX		29 - X		15.00	11.00	4.00	11,8		18,1
7 - X		11 - XI		15.05	11.00	4.05	12,3		19,0
28 - IX		1 - XI		15.05	11.00	4.05	11,5		18,8
14 - X		22 - XI		15.10	11.00	4.10	11,9		19,8
4 - X	11 - IX	12 - XI	16 - XI	15.10	11.00	4.10	9,7	19,6	
7 - X	15 - X	11 - XI	14 - XI	15.15	10.55	4.20	9,7	19,3	
25 - IX	9 - X	6 - XI	14 - XI	15.15	10.55	4.20	8,9	19,3	
8 - X	15 - X	17 - XI	23 - XI	15.20	10.50	4.30	9,2	19,4	
22 - IX	13 - X	6 - XI	12 - XI	15.25	10.55	4.30	8,7	19,8	
15 - X	20 - X	17 - XI	22 - XI	15.25	10.50	4.35	9,7	19,3	
8 - X	15 - X	18 - XI	22 - XI	15.25	10.50	4.35	8,8	20,1	
21 - X	23 - X	25 - XI	27 - XI	15.30	10.50	4.40	9,3	19,2	
11 - X	20 - X	20 - XI	22 - XI	15.30	10.45	4.45	8,7	20,2	
24 - X	26 - X	27 - XI	1 - XII	15.30	10.45	4.45	9,3	18,8	
14 - X	19 - X	23 - XI	27 - XI	15.30	10.45	4.45	8,8	19,5	
27 - X	28 - X	1 - XII	3 - XII	15.35	10.40	4.55	9,1	19,1	
16 - X	19 - X	24 - XI	26 - XI	15.35	10.40	4.55	7,6	20,2	
21 - X	25 - X	28 - X	3 - XII	15.40	10.40	5.00	8,4	19,2	
5 - XI	3 - XI	6 - XII	8 - XII	15.40	10.40	5.00	8,5	18,2	
18 - X	24 - X	28 - XI	28 - XI	15.45	10.40	5.05	8,2	19,6	
6 - XI	8 - XI	10 - XII	15 - XII	15.45	10.35	5.10	7,2	16,5	
4 - XI	4 - XI	30 - XI	13 - XII	15.50	10.30	5.20	6,3	16,8	
11 - XI	22 - XI	16 - XII	26 - XII	15.55	10.30	5.25	7,8	15,9	
1 - XI	1 - XI	3 - XII	5 - XII	15.55	10.30	5.25	7,0	18,6	
25 - X	26 - X	30 - XI	14 - XII	15.55	10.30	5.25	7,2	16,6	
21 - X	21 - X	21 - XI	9 - XII	16.00	10.25	5.35	7,9	18,7	

Siembra de trigos semitardíos. 6. — Encañazón de semiprecoces 7. — Encañazón de semitardíos
 el día más largo del año. 13. — Duración del día más corto del año. 14. — Fotoperíodo entre
 la temperatura media del trimestre más caluroso del año. 18. — Precipitación durante el período de cu
 esos de agua en el balance hidrológico durante el mes de la espigazón. 22. — Deficiencia de agu

RÉGIMEN HIDROLÓGICO					23 días	TIPO AGROCLIMÁTICO
18	19	20	21	22		
mm	mm	mm	mm	mm		
197	0	2	0	0	156	D D' B' ₁ C''
218	21	0	8	0	146	D D' B' ₁ C''
314	107	0	25	0	143	D D' B' ₁ C''
247	60	0	26	0	142	D D' B' ₁ B''
342	50	0	18	0	154	D D' B' ₁ C''
241	0	5	0	0	179	D C' B' ₁ C''
287	72	0	23	0	164	D C' B' ₁ C''
232	0	15	0	0	193	D C' B' ₁ C''
275	0	2	0	0	172	D C' B' ₁ C''
141	0	97	0	19	195	D C' B' ₁ D''
330	85	0	15	0	169	D C' B' ₁ C''
249	0	11	0	0	178	D C' A' ₁ C''
347	94	0	21	0	169	D C' B' ₁ C'
234	0	16	0	0	183	D C' A' ₁ C'
347	102	0	10	0	160	D C' B' ₁ C''
348	0	3	0	0	174	D C' B' ₁ C'
347	76	0	16	0	171	D C' B' ₁ C''
181	0	60	0	6	183	D C' A' ₁ D''
310	0	2	0	0	180	D C' B' ₁ C''
377	112	0	3	8	176	D C' B' ₁ C''
250	0	27	0	10	191	C C' B' ₁ D''
361	95	0	8	0	175	C C' C' ₁ C''
289	0	4	0	0	187	C C' C' ₁ C''
374	97	2	5	0	185	C C' C' ₁ C''
229	0	58	0	20	192	C C' B' ₁ D''
276	0	3	0	1	170	C C' C' ₁ D''
243	0	69	0	18	202	C C' B' ₁ D''

s. 8. — Espigazón de semiprecoces. 9. — Espigazón de
12 y 13. 15. — Temperatura media del mes más frío del
ltivo. 19. — Exceso de agua en el balance hidrológico del
a en el balance hidrológico durante el mes de la espigazón.

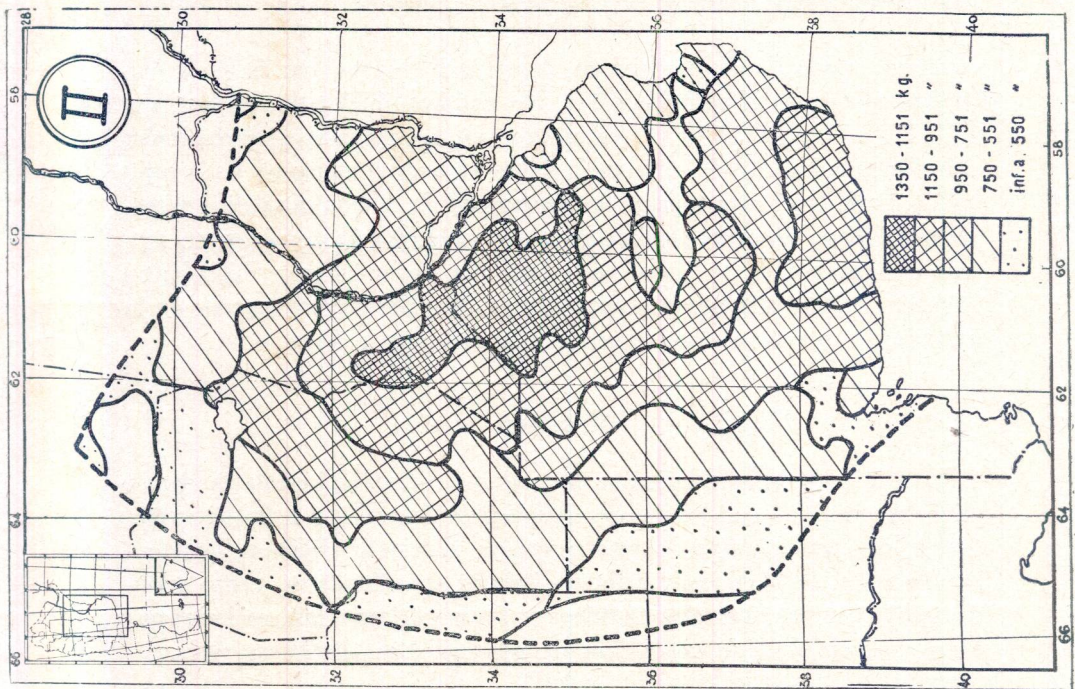
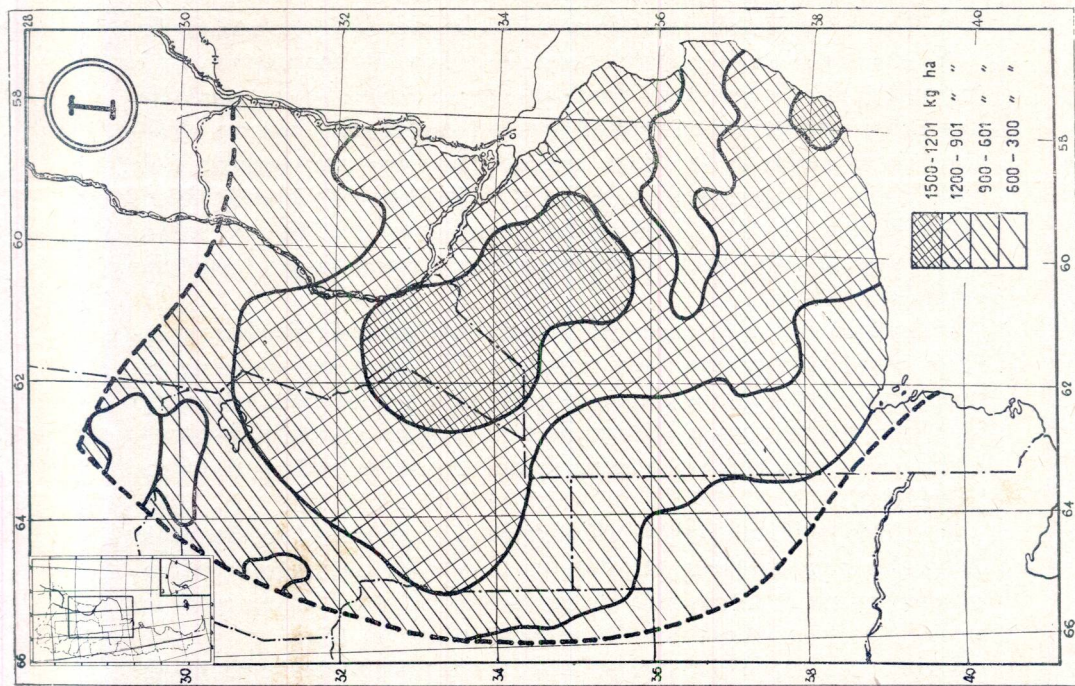


Fig. 32. — I - Rendimiento normales por hectárea cosechada de trigo. II - Aptitud normal de producción cuantitativa por hectárea sembrada de trigo. (Ribes, 1950).

invernal, todos tienen disminuída su aptitud triguera por falta de humedad edáfica en el período crítico. No hay que olvidar que en los tipos $CC' B'_1 D''$ y $CC' C'_1 D''$ se encuentran las mayores probabilidades (alrededor del 20 %) de ocurrencia de heladas en el momento de la espigazón, siendo este otro aspecto de inseguridad de las cosechas. Sin embargo, este último tipo es el bioclimáticamente más apto de los que se encuentran a occidente de la línea de 0 mm, por tener balance hidrológico negativo crítico solamente al oeste de Bahía Blanca y por gozar de la ventaja de una termofase negativa adecuadamente baja.

RESUMEN

En este trabajo se relacionan los valores climatológicos de la región triguera argentina con los valores fenológicos del cultivo, a fin de caracterizar el agroclima tipo de este cereal en su área de difusión. Esta caracterización se hace por medio de índices agroclimáticos, como suma de temperaturas, umbrales térmicos y fotoperiódicos, índices bioclimáticos, probabilidad de ocurrencia de adversidades climáticas, etc.

El conocimiento bioclimático de la especie en estudio y el relacionamiento de los índices agroclimáticos con las fases importantes del cultivo, lleva a la obtención del atlas agroclimático del cultivo en una región.

Lo enunciado se ha realizado para la extensa región triguera de la Argentina, utilizándose datos fenológicos provenientes de corresponsales honorarios distribuidos en toda el área del cultivo. Los valores climáticos corresponden a la densa red de estaciones meteorológicas de toda la región pampeana y los índices y parámetros bio y agroclimáticos utilizados son los que la bibliografía aconseja para este tipo de cultivo y que en su mayoría fueron anteriormente experimentados por los autores en trabajos previos.

Se confeccionaron, entonces, los mapas fenológicos de siembra, encañazón, espigazón, maduración y cosecha, los de duraciones de los subperíodos que comprende cada una de esas fases, y para cada subperíodo se calculó y llevó a mapa la suma de temperaturas —método directo—, la duración media del día, la suma de milímetros de lluvia y el balance hidrológico.

Se calculó también el índice heliotérmico, la probabilidad de ocurrencia de heladas en la espigazón, etc. Para las fases más importantes se calculó la temperatura y fotoperíodo de iniciación así como la precipitación media y balance hidrológico del período crítico del trigo.

Todos estos mapas se realizaron para los dos tipos en que se dividieron las variedades que se siembran en el país: semiprecoces y semitardíos.

Bioclimáticamente, estos dos tipos son de comportamiento intermedio a los típicos trigos primaverales e invernales del hemisferio norte.

Se realizó el estudio comparativo de la región triguera argentina con algunas importantes del otro hemisferio, como son la norteamericana y la rusa, concluyéndose que la diferencia bioclimática de las variedades utilizadas en cada lugar, son el producto de los distintos regímenes climáticos en que deben vegetar, especialmente en cuanto a la intensidad de la termofase negativa del termoperíodo anual, que al ser comparativamente más suave en el hemisferio sud, sólo permite la utilización de variedades poco o nada exigentes en frío.

En la segunda parte del trabajo se desarrolla un esquema de clasificación agroclimática del cultivo de trigo, teniendo en cuenta los elementos climáticos que mayor influencia tienen en el crecimiento y desarrollo, conforme a las exigencias bioclimáticas de la especie.

Se ha estimado que las características agroclimáticas de una región triguera pueden expresarse por la forma en que están representados los aspectos fotoperiódico, térmico e hidológico durante el período vegetativo del cultivo. Se obtienen así las regiones agroclimáticas correspondientes que pueden definirse por los parámetros climáticos siguientes: amplitud fotoperiódica anual, temperatura media del mes más frío del año, temperatura media del trimestre más caluroso o temperatura media del trimestre posterior al mes del equinoccio de primavera y balance hidrológico del mes de la espigazón.

Un cuadro en el que se analiza la forma en que varían las distintas jerarquías de las regiones, en localidades trigueras de todo el mundo, tiende a demostrar la aplicabilidad del sistema propuesto.

Finalmente, como complemento y tema central del trabajo, se estudian los tipos agroclimáticos de la región triguera argentina resultantes de la aplicación de la clasificación agroclimática. Pareciera resultar del análisis de cada tipo, en su relación con los rendimientos y aptitud de producción, que el tipo agroclimático $DC' B'_1 C''$ es el más representativo y apto de la región triguera argentina, siguiéndole en una escala algo menor el $CC' C'_1 C''$.

SUMMARY

In this work the climatological values of the Argentine wheat region are related to the phenological values of cultivation with a view to characterize the agroclimatic type of this cereal in its area of diffusion. This characterization is worked out through the agroclimatic indexes, as the temperatures, summation thermal and photoperiodical thresholds, bioclimatical indexes, probability of climatic adversities, etc.

The bioclimatic knowledge of the species under study and the relationship of the agroclimatic indexes with the important phases of the cultivation, leads to the obtention of an agroclimatic atlas of the cultivation of the region.

The above mentioned has been realized for the extensive cereal region of Argentina, utilizing phenological data obtained from honorary observers placed throughout the whole area of cultivation. The climatic values correspond to an numerous network of meteorological stations of the whole Pampean Region and the indexes and bio and agroclimatic parameters utilized, are those which the bibliography recommends for this type of cultivation, and which in their majority have been experimented previously by the authors in preliminary works.

Then, there have been prepared, the phenological charts of seeding, booting, earing, ripening and harvesting, those of length of the sub-periods which comprise each one of these phases, and for each sub-period there have been calculated and brought into charts the temperatures summation—direct method—, the average day-length, the amount of millimeters of rain and the hydrological balance.

There also have been calculated the heliothermic index, the probability of frost occurrence in the earing moment, etc. For the more important phases these have been calculated the temperature and photoperiod of the initiation as well as the precipitation and the hydrological balance of the critical period of wheat.

All these charts have been made for the two types in which the varieties sown in the country have been divided: semi-early and semi-late. In a bioclimatic way, these two types are of intermediate behaviour to the typical spring and winter wheats of the Northern hemisphere.

There has been realized the comparative study of the Argentine wheat region with some important ones of the other hemisphere, as the North American and Russian ones, coming to the conclusion that the bioclimatic difference of the varieties that have been used in each place, are the production of the different climatic regimen in which they have to vegetate, specially with regard to the intensity of the negative thermophase of the annual thermoperiod, which being comparatively milder in the Southern hemisphere, only permits the use of varieties of little or no chilling requirements.

In the second part of the work, an agroclimatical classification scheme of wheat crop is developed, taking into account the climatical elements which perform the major influence in the growth and development in agreement with the bioclimatic requirements of the species.

It has been estimated that the agroclimatic characteristics of a wheat region may be expressed by the way in which the photoperiodical, thermal and hydrological aspects are presented during the vegetative period of the cultivation. Thus the corresponding agroclimatic regions are obtained, which may be defined by the following climatic parameters; annual photoperiodical amplitude, the mean temperature of the coldest month of the year, the mean temperature of the hottest quarter or mean temperature of the quarter subsequent to the spring equinox month, and hydrological balance of the earing month.

A schedule in which the form in that the different hierarchies of regions vary in the world wheat localities, have the tendency to demonstrate the application of the proposed system.

Finally, as a complement and central theme of the work, the agroclimatic types of the wheat region of Argentina, as a result of the application of agroclimatic classification, are studied. It gives the impression that of the analysis of each type, in its relationship with the yields and capacity of production, that the agroclimatic Type DC' B'₁ C'', is the most outstanding and fit of the Argentine wheat region, following in a somewhat lower scale the CC' C'₁ C''.

BIBLIOGRAFIA

- AZZI, G. 1939. *Trattato di Ecologia Agraria*. Torino Soc. Ed. Internaz, 594 p.
- AZZI, G. 1959. *Ecología Agraria*. Colección Agrícola Salvat. Barcelona, 439 p.
- BOEUF, F. 1932. *Le ble en Tunisie*. Annales du Service Botanique e Agronomique. Tunis, 45 p.
- BRUNINI, V. C. 1939. *Relevamiento geográfico de la producción argentina de granos*. Comisión Nacional de Granos y Elevadores. Publicación N.º 45, 116 p. Buenos Aires.
- BURGOS, J. J. 1952. *El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales*. Meteoros, Año II, N.º 3 - 4, p. 215 - 242.
- BURGOS, J. J. 1958 (a). *Agroclimatic classifications and representations*. CAgM. II/ Doc. 18/24 IX 1958/Item 10. World Meteorological Organization Comission for Agricultural Meteorological, Second Session, Varsaw.
- BURGOS, J. J. 1958 (b). *Tipos agroclimáticos para el cultivo de la palma datilífera (Phoenix dactylifera) en la Rep. Argentina*. Congreso Frutícola Argentino. 25 hojas Rotaprint.
- BURGOS, J. J. y VIDAL, A. L. 1951. *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*. Meteoros, Año I N.º 1 p. 3-32.
- CANEL, M. 1938. *Las teorías de Lisenko y su aplicación en el Uruguay*. Rev. Asoc. Ing. Agr. N.º 1. Marzo pp. 8-16.
- CANEL, M. y CONDE JAHN, E. 1945. *Ensayo de vernalización y fotoperiodismo*. Rev. Fac. Agr. N.º 41. Montevideo. pp. 107-113.
- CLAVER, F. K. y SÍVORI, E. M. 1950. *Estudio de la reacción al fotoperíodo y temperaturas de tres variedades de trigo*. Rev. Fac. Agr. de La Plata. Tomo XXVIII (2a. entrega) p. 129-140.
- DAIGO, Y. 1957. *A study on the Agroclimate of Japan*. Geophysical Magazine Vol. 28 N.º 2. pp. 149-236, Tokyo.
- DA MOTA, F. S. 1960. *Agroclima do Rio Grande do Sul*. I Parte: Relação entre as chuvas a evaporação e a unidades do solo. Boletín Técnico N.º 19. Instituto Agronómico do Sul. Rio Grande do Sul.

- DE FINA, A. L. 1939. *Suma de temperaturas y duraciones del día que determinan la floración del lino*. Physis T. XVIII. p. 291-315.
- DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA E HIDROLOGÍA. 1943. *El régimen pluviométrico de la República Argentina (Años 1913-37)*. Publicación N.º 2. Serie F. Ministerio de Agricultura. Buenos Aires.
- DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA E HIDROLOGÍA. 1914. *Salida y puesta del sol y duración del crepúsculo civil*. Ministerio de Agricultura. Buenos Aires.
- DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA E HIDROLOGÍA. 1914. *Estadísticas climatológicas (1928-37)*. Publicación N.º 1. Serie B. Ministerio de Agricultura. Buenos Aires.
- FISHER, R. A. y YATES, F. 1949. *Tablas estadísticas*. Aguilar, S. A. de ediciones. Madrid, 133 p.
- GESLIN, H. 1944. *Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du milieu (température et radiation solaire); contribution a l'étude du climat du blé*. Thèse. Paris, Imprimerie Nationale.
- HANSEL, H. 1953. *Vernalization of winter rye by negative temperatures and the influence of vernalization upon the lamina length of the first and second leaf in winter rye, spring barley and winter barley*. Ann. of Bot. N. S. Vol. XVII. N.º 67 p. 417-432.
- HOUNAM, C. E. 1947. (a) *Climate of the West Australian Wheat Belt. Studies in applied Climatology*. Commonwealth Meteorological Bureau. Pamphlet N.º 1-32 p.
- HOUNAM, C. E. 1947. (b) *Climate of the South West Wheat Belt of N. S. W. Studies in Applied Climatology*. Commonwealth Meteorological Bureau. Pamphlet N.º 2-21 p.
- HOUNAM, C. E. 1950. *Climate of the North-West Wheat Belt of N. S. W. Studies in Applied Climatology*. Commonwealth Meteorological Bureau. Pamphlet N.º 4-31 p.
- KINCER, J. E. 1919. *Temperature influence on planting and harvest date*. Mo. Weather Rev. pp. 312-323.
- KOPPEN, W. und GEIGER, R. 1933. *Handbuch der Klimatologie*. Berlin.
- LISENKO, T. D. 1946. *Agrobiología*. 407 pp. Moscú. Traducción inédita del Ing. V. Michajlikov. S. M. N. Buenos Aires.
- MARCHETTI, A. A. 1952. *Estudio del régimen pluviométrico de la República Argentina*. Meteoros. Año II, N.º 3-4 p. 243-309.
- MCKINNEY, H. H. and W. J. SANDO 1933. *Earliness and seasonal growth habit in wheat as influenced by temperature and photoperiodism*. The Journal of Heredity. Vol. XXIV My. N.º 5. p. 169-179.
- METEOROLOGICAL OFFICE 1958. *Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the world*. Air Ministry. London.
- MURNEEK, A. E. and WHYTE, R. O. 1948. *Vernalization and photoperiodism*. A Symposium. Waltham, Mass. U. S. A. Publ. by the Chronica Botanica Co.
- NUTTONSON, M. Y. 1953. *Phenology and thermal environment as a means for a physiological classification of wheat varieties and for predicting maturity dates of wheat*. American Institute of Crop Ecology. Washington. D. C. 103 p.
- NUTTONSON, M. Y. 1955. *Wheat climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photo - thermal requirements of wheat*. American Institute of Crop Ecology. Washington, D. C. 288 p.
- PAPADAKIS, J. 1933. *Not only winter wheat varieties but spring varieties also require cold for earing. The relative earliness depends on temperature conditions prevailing during early growth. Cold as positive factor of wheat yield*. Acta Phaenologica, 2-3.
- PAPADAKIS, J. 1951. *Mapa ecológico de la República Argentina*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires. I texto: 158 p. y II Atlas.
- PAPADAKIS, J. 1954. *Ecología de los cultivos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires. T. I. Ecología General 222 p. T. II. Ecología Especial 461 p.
- PASCALE, A. J. 1949. *Exigencia en frío de siete variedades de trigo*. Departamento de Agrometeorología. Servicio Meteorológico Nacional. Informe inédito. 20 p. máquina.
- PASCALE, A. J. 1950. *Comportamiento bioclimático de tres variedades de trigo en un ensayo de siembras continuadas*. Tesis. Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. 57 p. máq. 14 fig. Inédito.
- PASCALE, A. J. 1951. *Reacción de los trigos argentinos a la vernalización*. Fac. de Agron. y Vet. 29 p. máquina. 8 fig. Buenos Aires. Inédito.

- PASCALE, A. J. 1952. *Mapa fenológico del trigo en la República Argentina*. Meteoros, Año II, N.º 1-2 p. 50-65.
- PASCALE, A. J. 1953 (a). *Comportamiento fotoperiódico de algunos trigos argentinos*. Meteoros, Año III, N.º 1 p. 97-112.
- PASCALE, A. J. 1953 (b). *Mapa fenológico del maíz en la República Argentina*. Meteoros, Año III, N.º 4 p. 383-391.
- PASCALE, A. J. 1955. *Método para determinar las características bioclimáticas de una variedad de trigo*. Meteoros, Año V, N.º 1-2, p. 5-18.
- PASCALE, A. J. 1957. «*Richtlinien für bioklimatische Untersuchungen von Wintergetreiden*» (*Normas para la investigación bioclimática en cereales invernales*). Rep. First Biocl. Congr. Vienna, 23-27 Sep., I. J. B. B., I. II. B₁, p. 1-8.
- PASCALE, A. J. 1959. *Características bioclimáticas de cuatro híbridos de trigo de la Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Rev. Fac. Agr. y Vet. T. XIV. Entrega III p. 474-498.
- PASCALE, A. J. y DAMARIO, E. A. 1954. *El índice heliotérmico aplicado a los trigos argentinos*. Meteoros, Año IV, N.º 3 p. 129-157.
- PASCALE, A. J. y DAMARIO, E. A. 1960. *Características bioclimáticas de las avenas, cebadas y centenos cultivados en la República Argentina*. Rev. Fac. Agr. de La Plata. (3.ª época) T. XXXVI, p. 9-31.
- PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO 1960. *Agroclimatic wheat crop types in the world*. 13 p. a máquina, 3 fig. 2.º Congreso Internacional de Bioclimatología. Londres, 5-10 set. 1960.
- RISSO PATRON, R. 1948. *Influencia de la temperatura y de la duración del día en el desarrollo morfológico de algunos trigos*. Rev. Fac. Agr. de La Plata. T. XXVI.
- RIVES, E. A. 1948. *Difusión del trigo en la República Argentina. Series estadísticas*. Publicación miscelánea N.º 282. Dirección de Informaciones. Dirección General de Economía Rural y Estadística. M. A. N.
- RIVES, E. A. 1950. *Valores normales de rendimiento de trigo, de proporción de superficie cosechable y de aptitud cuantitativa de producción en la Rep. Argentina*. Publicación miscelánea N.º 332. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- ROSSI, M. R. 1954. *Mejoramiento en trigo*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Publicación N.º 3, 152 p. Buenos Aires.
- SCHNELLE, F. 1955. *Pflanzen-Phanologie*. Geest & Portig. Leipzig, 299 p.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 1960. *Tribunal de Fiscalización de semillas*. Consejos de siembra de trigos.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1953, 1954 y 1955. *Atlas Agroclimático Argentino*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1954. *Atlas Climático Argentino. (1901-1950)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Buenos Aires.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1958 (a). *Estadísticas Climatológicas (1901-1950)*. Publicación B¹. N.º 1 Ministerio de Aeronáutica. Buenos Aires.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 1958 (b). *Estadísticas Climatológicas (1941-1950)*. Publicación B¹. N.º 3. Ministerio de Aeronáutica. Buenos Aires.
- THORNTHWAITE, C. W. and J. R. MATHER 1955. *The water balance. Publications in Climatology*. Vol. VIII N.º 1 Drexel Institute of Technology. Centerton, New Jersey, 104 p.
- THORNTHWAITE, C. W. and MATHER, J. R. 1957. *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Centerton, N. J. 311 p.
- TIRLOK SINGH, P. N. SAXENA and C. DAKSHINAMURTHI, 1957. *Influence of climate and date sowing on the growth of wheat*. Indian Journal of Meteorology & Geophysics (Agricultural Number) Vol. 8 p. 52-59.
- UNITED STATES WEATHER BUREAU 1959. *World Weather Records (1941-50)*. U. S. Department of Commerce. Washington D. C.
- VAVILOV, N. I. 1951. *Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas*. Versión española por Felipe Freier. 185 p. Acme Agency. Buenos Aires.
- WOYTINSKY, W. S. y WOYTINSKY, E. S. 1953. *World population and production, trends and outlook*. The 20 th Century. Fund. New York. Citado por Nuttonson, M. Y. 1955. Wheat climate relationships...

I N D I C E

	Pág.
<i>Introducción</i>	3
PARTE I — ATLAS AGROCLIMATICO	
A. <i>Material y Método</i>	6
I. Datos fenológicos	6
II. Datos climáticos	7
B. <i>El cultivo del trigo en la República Argentina</i>	8
I. Características ecológicas generales de la región triguera ..	3
a) Clima	10
b) Suelo	12
c) Variedades	12
1) Clasificación bioclimática	13
II. Cartas agroclimáticas	16
a) Siembra	16
1) Isofenas	17
2) Indices agroclimáticos	20
3) Subperíodo siembra-nacimiento	26
b) Macollaje	30
1) Influencia de la temperatura y la humedad	30
c) Encañazón	33
1) Isofenas	34
2) Indices agroclimáticos	35
d) Espigazón	41
1) Exigencias bioclimáticas de los trigos	41
2) Isofenas	42
3) Subperíodo nacimiento espigazón	43
4) Indices agroclimáticos	47
e) Maduración	64
1) Isofenas	64
2) Subperíodo espigazón-maduración	66
3) Indices agroclimáticos	69
f) Cosecha	75
1) Isofenas	75

	Pág.
III. Características del agroclima del cultivo de trigo en la República Argentina	75

PARTE II — TIPOS AGROCLIMATICOS

A. <i>Material y Método</i>	89
B. <i>Tipos Agroclimáticos para el cultivo del trigo</i>	94
I. Regiones fotoperiódicas	94
II. Regiones térmicas	95
a) Termofase negativa del ciclo vegetativo	95
b) Termofase positiva del ciclo vegetativo	97
III. Regiones hidrológicas	99
C. <i>Tipos Agroclimáticos de la región triguera argentina</i>	100
<i>Resumen</i>	110
<i>Summary</i>	111
<i>Bibliografía</i>	113

CARTAS AGROCLIMATICAS DEL TRIGO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

	Fig. N.º	Pág.
1 Región triguera argentina.....	1	9
2 - 3 Valores climáticos anuales	2a, b	11
4 - 5 Isofenas de siembra	4a, b	18
6 - 7 Temperatura media normal de siembra, °C ...	5a, b	21
8 - 9 Precipitación media en los treinta días anteriores a la siembra, mm.....	6a, b	24
10 - 11 Balance hidrológico en los treinta días anteriores a la siembra, mm	6c, d	25
12 - 13 Isofenas de encañazón	9a, b	36
14 Temperatura media del mes más frío durante el cultivo, °C	10a	38
15 Temperatura mínima media del mes más frío durante el cultivo, °C	10b	38
16 Número de días con temperatura mínima igual o inferior a 5° C durante el cultivo	10c	39
17 - 18 Isofenas de espigazón	11a, b	44
19 - 20 Duración en días del subperíodo nacimiento- espigazón	12a, b	45
21 - 22 Suma de temperaturas (método directo) para el subperíodo nacimiento-espigazón .. .	13a, b	48
23 - 24 Temperatura media normal en la fecha de espi- gazón	13c, d	49
25 - 26 Duración de día en el momento de la espigazón.	14a, b	54
27 - 28 Fotoperíodo medio del subperíodo nacimiento- espigazón	14c, d	55
29 - 30 Índice heliotérmico	15a, b	56
31 - 32 Balance hidrológico para el subperíodo siembra- espigazón	16a, b	59
33 - 34 Precipitación media en los treinta días anteriores a la espigazón, mm	17a, b	60
35 - 36 Balance hidrológico en los treinta días anterio- res a la espigazón mm	17c, d	61

	Fig.	N.º	Pág.
37 - 38 Probabilidad de años con heladas en el momento de la espigazón	18a, b		65
39 - 40 Isofenas de maduración	19a, b		67
41 - 42 Duración en días del subperíodo espigazón-maduración	20a, b		68
43 - 44 Temperatura media normal en la fecha de la maduración, °C	21a, b		70
45 - 46 Suma de temperaturas (método directo) para el subperíodo espigazón-maduración, °C	21c, d		71
47 - 48 Porcentaje de días con temperatura media igual o superior a 20°C durante el subperíodo espigazón maduración.....	22a, b		74
49 - 50 Isofenas de cosecha	23a, b		76
51 Amplitud térmica media entre el mes más caliente y el mes más frío del período siembra-maduración, °C	24a		79
52 Frecuencia media de días con heladas en el período siembra-maduración	24b		79
53 - 54 Duración en días del ciclo nacimiento-maduración	26a, b		82
55 - 56 Suma de temperaturas en el período siembra-maduración, °C	27a, b		83
57 - 58 Precipitación media en el período siembra-maduración, mm	28a, b		86
59 - 60 Balance hidrológico en el período siembra-maduración, mm.....	28c, d		87