

ESTUDIO SOBRE ECOLOGÍA FLORAL DEL TRIGO

EN LO REFERENTE A TEMPERATURAS EXTREMAS ¹

POR GUILLERMO RUDORF Y MARÍA M. JOB

INTRODUCCIÓN

Los ensayos de épocas de siembra con diversas variedades de trigo que se efectuaron en el Instituto fitotécnico de Santa Catalina, fueron motivo de las observaciones de las cuales nos ocupamos en este trabajo.

El 16 de abril de 1930, el trigo *38 M. A.* se sembró conjuntamente con dos trigos invernales, el *Kanred* y el *Lin Calel*.

El desarrollo de la variedad *38 M. A.* fué extraordinariamente vigoroso sobrepasando a las otras dos que, por su fisiología de trigos de invierno, estaban atrasadas en su evolución.

La fisiología del trigo *38 M. A.* presenta una característica curiosa. En efecto, si esta variedad se siembra tarde (a mediados de septiembre, por ej.), no llega a espigar, característica típica de trigos de invierno; sin embargo no se comporta como tal cuando la siembra se lleva a cabo en invierno pues no atraviesa por el período de reposo que corresponde a los trigos invernales, sino que termina las fases de entallamiento y de espigación sin retardo. El 30 de septiembre del mismo año el *38 M. A.* espigó, mientras que el *Lin Calel* alcanzó esa fase el 29 de octubre y el *Kanred* el 6 de noviembre.

Las espigas de la variedad precoz tuvieron muy buena conformación en lo que se refiere al tamaño, número de espiguillas, etc. Los detalles de la floración no se observaron, pues nada hacía prever fenómenos anormales. Sin embargo, al revisar las flores aproximadamente 8 días después de iniciarse la floración, se descubrió que no se había efectuado la fecundación en debida forma. Se observó cierto desarrollo de los óvulos y se mantuvieron plumosos los estigmas durante 10 días más o menos. Se encontraron anteras dentro y fuera de las glumas, presentándose unas

¹ Trabajo realizado en el Instituto fitotécnico de Santa Catalina.

de color verde, otras amarillas y algunas blancas. Las plantas conservaron su color verde hasta una determinada época, pero al iniciarse el período de madurez, se tornaron de un color verde grisáceo hasta producirse la muerte de las plantas, sin que ellas adquiriesen el color amarillo típico de los trigos maduros.

Después de comprobar la fecundación anormal, se recogió material de flores con anteras y óvulos, clasificándolo por el tamaño de éstos y el aspecto de las anteras. Además se marcaron unas 500 espigas aproximadamente que servirían más tarde para observar si en ellas había desarrollo de granos. Se procedió así por suponer a raíz del crecimiento de los óvulos no fecundados, que podría encontrarse partenogénesis u otra irregularidad.

La misma variedad 38 *M. A.* sembrada el 24 de mayo del mismo año, floreció el 18 de octubre y esta vez el proceso de la polinización se efectuó más regularmente. Se recogió también material de flores de esta época para observaciones comparativas con el anterior.

En procura de una explicación del fenómeno mencionado, debíamos pensar que las temperaturas bajas que regían cuando formaron sus órganos sexuales, y cuando se efectuó la floración podían ser la causa. Efectivamente, el día 6 de octubre de 1930 la temperatura descendió y la mínima de este día fué de $-2^{\circ}5$ C. Sin embargo los órganos florales no dejaron reconocer que habían sufrido, esto en lo que se refiere particularmente a los óvulos y estigmas.

Las heladas tardías que tienen lugar hasta el mes de noviembre, perjudican a veces extensas zonas, pues caen con frecuencia durante la floración del trigo. Es éste un hecho de capital importancia desde el punto de vista económico por los estragos que ocasiona y a la ciencia incumbe estudiar sus efectos.

Por otra parte las sequías prolongadas, los golpes de sol, los perjuicios enormes que pueden causar las royas y entre ellas particularmente la roya negra, que interviene en la fase de la formación y maduración del grano, hacen aconsejable la siembra temprana del trigo para sustraerlo a los efectos perniciosos mencionados. En este sentido citamos la interesante publicación de N. A. Hessling (4) sobre relaciones entre la lluvia y la temperatura y el rendimiento del trigo. Este autor llegó a establecer la relación íntima que existe entre las temperaturas de agosto hasta noviembre y el rendimiento de este cereal. En términos exactos la relación encontrada por Hessling basada en observaciones de tres décadas es la siguiente: que mientras la temperatura de dichos meses disminuye en 1° C, a partir de la temperatura normal, el rendimiento del trigo por hectárea aumenta en 208 kilos.

Ahora bien, este beneficio casual, en ciertos años de temperaturas relativamente bajas en los meses de agosto hasta noviembre, se podría

obtener con más seguridad mediante siembras más tempranas, supuesto que esta medida no acarrearía otros inconvenientes que anulasen el provecho esperado.

En resumen, convendría anticipar el desarrollo de los cultivos de trigo para substraerlos a las temperaturas elevadas de los meses de octubre, noviembre y diciembre, según la zona en que se realiza.

Aparte de la siembra temprana, el uso de variedades precoces es un recurso muy eficaz para substraer los cultivos de trigo a los efectos de sequías, golpes de sol y ataques de la roya negra. En el Canadá y Estados Unidos el progreso del cultivo triguero está íntimamente ligado a la producción de variedades muy precoces, por ejemplo *Marquis*, *Garnet*, *Reward* y *Early Blackhull*. En la Argentina el 38 M. A. puede servir como ilustración. Pero existen ciertos límites que es necesario tener en cuenta. F. L. Timmons y A. L. Clapp (11) del Kansas State College of Agriculture, Manhattan, Kans., refieren sobre una esterilidad floral encontrada en la variedad *Early Blackhull*, la cual sufrió el efecto de una temperatura de $-2^{\circ}78$ C cuando una tormenta de nieve sorprendió a este trigo en estado de espigación. Sin que hubiera sido posible constatar perjuicios en las láminas, cañas y espigas, se comprobó después una esterilidad que alcanzó hasta 90 por ciento de las flores. En todas las demás variedades que espigaron alrededor de 10 días más tarde, el efecto del mal tiempo fué nulo o casi nulo.

La descripción de los mencionados autores nos hace suponer que se trata de un fenómeno idéntico al observado en la variedad 38 M. A. Ellos no han estudiado los detalles del mismo y se limitan a llamar la atención sobre el peligro que para variedades muy precoces pueden significar las heladas tardías.

Todo esto es suficientemente justificativo como para llevar a cabo una investigación, con el objeto de aclarar las causas de la fecundación anormal en el 38 M. A. sembrado en épocas tempranas.

Las condiciones de temperatura del año 1930 en los meses de junio hasta octubre están consignadas en los gráficos números 1 y 2.

I

Estudio y observaciones microscópicas efectuadas en ovarios y anteras

El estudio histológico hecho sobre el material recogido permitió agruparlo según sus analogías en cuatro series.

La serie I corresponde al material perfectamente normal. Los ovarios de esta serie se recogieron en el trigo 38 M. A. segunda época cuya espigación había terminado el día 15 de octubre. El 18 del mismo mes al reco-

lectar el material estaba en plena floración. La siembra de este trigo se efectuó el 24 de mayo de 1930 (véanse figuras 3 y 4.)

La serie II comprende ovarios también normales pero pertenecientes al trigo de la primera época de siembra. Se recogieron de espigas que habían terminado su floración (lo prueba el hecho de que las anteras estaban blancas y flácidas al recolectarse). Los ovarios del material comprendido en esta serie estaban muy desarrollados alcanzando una longitud de 3 a 4 milímetros. Los estigmas ya habían desaparecido y el ápice se presentaba aplanado. La fecundación no se efectuó en ninguno de los ovarios observados. (Véanse figuras 5 a 12), pero se hace visible sin embargo, la cinta de células polinucleadas (véanse figuras 6 y 7.)

En condiciones semejantes se encontraba otro grupo de ovarios que no estaban tan desarrollados. Es de suponer que las flores que contenían los ovarios más avanzados hayan florecido poco después de la fuerte helada del 5 al 6 de octubre, es decir entre el 7 y el 9.

El hecho de no haberse efectuado la fecundación puede explicarse por el estado en que se encontraban las anteras de esta serie. En efecto, por una parte se reconoce anormalidad en los granos de polen (véase figura 11); y por otra demora en el desarrollo de las anteras (véase figura 12 con células madres de polen.) Estas condiciones de las anteras hallan explicación en las temperaturas bajas y en muchos casos también se observaron anteras donde no se había producido la dehiscencia.

Serie III. Los ovarios de esta serie se recogieron en espigas procedentes de tallos principales y clasificadas como viejas y otras con anteras amarillas y verdes que florecieron el 18 de octubre. La primera clase de espigas había sufrido los efectos de la helada del 6 de este mes cuando estuvieron en floración.

Los ovarios dibujados figuras 13, 14 y 15 son típicos y permiten reconocer como único defecto la degeneración de los tejidos ovulares (en el último existe una pequeña deformación también del ovario.) Por esta causa no se distinguen en ellos los sacos embrionarios.

Siendo la naturaleza de la transformación de tejidos semejante a la que encontramos en ovarios completamente deformados por la helada del 6 de octubre, debemos suponer que ésta fué también la causa de la degeneración parcial del óvulo, tal explicación es aceptable sin embargo, solamente bajo la suposición de que los tejidos ovulares sean mucho más sensibles a los efectos del frío que los correspondientes del pericarpio que los rodean y abrigan.

Serie IV. Aquí se agruparon los que sufrieron modificaciones intensas en el óvulo y ovario. Se encontraban con bastante frecuencia en espigas viejas (floración del 5, 6, ..., de octubre aproximadamente); en algunas en floración el día 18 de octubre y raras veces en las espigas de la segunda época que florecieron también el mismo día. En estos ovarios

los tejidos del óvulo están completamente deformados y los del ovario han sufrido modificaciones en grado variable (véanse figuras 16 al 19) siendo característica la *formación de mamelones* como lo muestra bien el dibujo figura 18. Además se pudo notar que los integumentos ofrecen gran resistencia a su desorganización porque se observaban intactos aun en ovarios casi completamente deformados. El caso típico lo constituye el dibujo figura 17 b.

Las observaciones llevadas a cabo en esta serie de ovarios, permiten establecer que se constituyeron normalmente los elementos formadores de los mismos y que han sufrido posteriormente las transformaciones anotadas.

Serie V. — Llegamos finalmente al grupo de ovarios donde la transformación ha alcanzado su grado máximo. No se reconocen más células vivas y apenas se distinguen los contornos morfológicos revelándose también en este caso una constitución primitivamente normal de los órganos formadores (véase dibujo figura 20.)

Las anteras que corresponden a las mismas flores se presentaban completamente atróficas con granos de polen casi desprovistos de citoplasma, muy transparentes y con la exina algo replegada.

El día 18 de octubre de 1930, se marcaron alrededor de 500 espigas que habían florecido como las primeras y cuyo estado de flores ha correspondido a las que fueron agrupadas en las investigaciones microscópicas en las series III, IV y V. En estas espigas no fué encontrado ni un solo grano cuando se trillaron después de la maduración. Este hecho está en conformidad con los resultados microscópicos que en ningún caso comprobó una fecundación realizada.

Las conclusiones a que llegamos son las siguientes :

1° Los órganos sexuales tanto los óvulos inclusive los sacos embrionarios como las anteras se constituyeron en forma normal en la variedad 38 M. A. sembrada a mediados de abril y fines de mayo de 1930.

La formación de los ovarios y desarrollo del saco embrionario a partir de la arqueospora, mediante una serie de divisiones hasta llegar a su constitución definitiva, se habrá efectuado durante el mes de agosto con temperaturas medias que oscilan alrededor de 10° C, con mínimas que llegan a — 2° y máximas que no sobrepasan 20° (véase gráfico n° 1, agosto 1930).

Puede suponerse que la formación de células madres de polen se ha efectuado en agosto con temperaturas semejantes. Otra comprobación más para esta conclusión, la constituyen algunas observaciones efectuadas en espigas embrionarias recogidas el 1° de junio de 1931 en trigos « guachos » descendientes de varios cruzamientos. Nos referimos a los dibujos figuras 21 y 22 que permiten establecer que en el momento de

recogerse el material la formación de células madres de polen se realizaba regularmente.

Las temperaturas medias de mayo de este año (1931) eran: para la primera década $11^{\circ}2$ C, para la segunda $7,0$ y para la tercera $9^{\circ}8$ C. En este mismo mes las temperaturas descendieron dos veces a menos de 0° , siendo la mínima absoluta $-4,3$ y la mínima media de $5,5$. La máxima absoluta llega a $22,6$ (en la primera década), siendo la máxima media de $15^{\circ}0$. En la primera década de junio la temperatura media fué de $8^{\circ}8$, la máxima absoluta de $16^{\circ}5$ mientras que la máxima media fué de $13^{\circ}6$. Cuatro veces las temperaturas descendieron a menos de 0° siendo la mínima absoluta de menos $4^{\circ}8$ y la mínima media de $2^{\circ}7$ (véase gráfico n° 4.)

Las temperaturas reinantes durante la formación del saco embrionario y de las células madres de polen eran semejantes a las que reinaron el año anterior en la misma fase del desarrollo. Agosto y principios de septiembre (véanse gráficos n°s 1 y 2);

2° Los órganos sexuales se hacen más sensibles a los efectos de las bajas temperaturas cuanto más desarrollados se encuentran.

3° La temperatura mínima para la fecundación, es decir, el funcionamiento normal de los órganos sexuales, es superior a la indispensable para la formación de los mismos; y mientras que las condiciones climáticas de las zonas trigueras central y norte permiten la formación de los órganos sexuales, su funcionamiento se hace imposible en la época invernal.

Hemos podido establecer cuáles son las temperaturas mínimas para la formación de los órganos sexuales. Trataremos de establecer qué temperaturas son indispensables para el funcionamiento normal de los mismos.

II

Observaciones tendientes a determinar la temperatura mínima para la fecundación normal del trigo

Las observaciones en el material del año 1930 se realizaron después que el trigo hubo soportado las condiciones que determinaron su fecundación anormal. Del punto de vista de la investigación del fenómeno en cuestión era importante efectuar una experimentación planeada durante un invierno, para establecer cuáles son las exigencias mínimas en las condiciones de temperatura a fin de que se efectúe normalmente la reproducción del trigo.

Habría sido conveniente estudiar el efecto de temperaturas reguladas, sobre el desarrollo del trigo en las diversas fases (formación de los órga-

nos sexuales y funcionamiento de los mismos), pero a falta de los elementos técnicos se recurrió a observaciones oportunas en el ambiente natural durante los meses de invierno.

El material de trigo que se observó durante el invierno y primavera del año 1931 se agrupó en material procedente de trigos « guachos » de la F_1 de varios cruzamientos y en trigos sembrados exprofeso en macetas a principios de mayo (variedad *38 M. A.* y *San Martín*). De los trigos « guachos » se enmacetaron el 10 de junio de 1931 varias plantas en distinto grado de desarrollo. Las plantas más avanzadas (serie A) estaban espigando en esta fecha y las de mediano desarrollo (serie B) estaban en la fase de la formación de las células madres, mientras que las más atrasadas (serie C) tenían las espigas de 3 a 5 milímetros de longitud aproximadamente.

De las plantas enmacetadas de las tres series, parte quedó al aire libre, otras en una habitación que mira al norte, colocadas muy próximas a una ventana y el resto en un invernáculo.

De las citadas variedades sembradas a principios de mayo, se formaron igualmente tres series que se colocaron en los mismos lugares que las anteriores.

Con el fin de practicar las observaciones necesarias se colocaron rótulos en las espigas, indicando en cada caso la fecha del comienzo de la floración.

Por otra parte se llevaron a cabo experiencias en ambiente natural con trigos que aparecieron en el jardín después de la cosecha de la F_1 de varios cruzamientos.

Las observaciones sobre temperaturas en la estación meteorológica del Instituto, permitieron establecer la relación entre la temperatura reinante durante el momento de la floración de cada espiga y el resultado de la fecundación. Esta última fué valorizada según el porcentaje del número de granos formados en las flores de una espiga, teniendo en cuenta únicamente las dos basales por espiguilla, despreciándose las demás y eliminándose las espiguillas de desarrollo imperfecto de la base y ápice del raquis.

Además de estas observaciones se practicaron otras tendientes a determinar el estado de las anteras y granos de polen y el desarrollo de los ovarios.

Anotamos aquí algunas observaciones que resultan interesantes.

El 10 de junio se halló una espiga cuyas anteras contenían granos de polen y el mismo día fueron encontradas otras en la fase de formación de las células madres. Los dibujos figuras 21 y 22 ilustran este estado en espigas embrionarias. Quince días más tarde las plantas más avanzadas de trigo « guacho » al aire libre mostraron graves perjuicios en las vainas como consecuencia de las heladas de los días precedentes. Las

espigas mismas de estas plantas sufrieron una degeneración por las temperaturas bajas, de tal manera que no llegaron a espigar los macollos que durante las heladas del mes de junio contenían las espigas en la fase de la formación de las células madres de polen y aún más desarrolladas. Por este motivo el material expuesto al aire libre presentó las primeras espigas en floración, recién el 6 de septiembre, mientras que el material enmacetado y conservado en la habitación comenzó su floración el 7 de julio. El trasplante retardó también la espigación. Las bajas temperaturas de junio anularon todas las espigas de los trigos de afuera, correspondientes a las primeras que florecieron en las plantas existentes en la habitación cerrada, como puede comprobarse en la plañilla I.

En el año 1932 las plantas de trigo pertenecientes a varios cruza- mientos que se sembraron el 18 de febrero de 1932, ofrecieron también oportunidad para estudiar los efectos de las heladas sobre las plantas.

La década más fría desde la siembra fué la primera de junio con el promedio de $7^{\circ}33$ (mínima absoluta $-3^{\circ}5$ C). En la segunda el promedio fué de $11^{\circ}98$ (mínima absoluta $3^{\circ}2$) y en la tercera $11^{\circ}17$ C (mínima absoluta $-0^{\circ}06$ C). En las tres décadas de julio las temperaturas medias fueron respectivamente: $12^{\circ}8$ (mínima absoluta $-0^{\circ}08$), $15^{\circ}3$ (mínima absoluta $5^{\circ}6$) y $13^{\circ}8$ (mínima absoluta $6^{\circ}0$). La primera década de agosto conservó mas o menos el mismo carácter con una temperatura media de $11^{\circ}6$ (mínima absoluta $5^{\circ}0$) mientras que en la segunda y tercera las temperaturas bajaron considerablemente. Los promedios respectivos son $8^{\circ}6$ (mínima absoluta $-2^{\circ}1$) y $9^{\circ}5$ (mínima absoluta $-1^{\circ}0$).

La planta de trigo de la figura 1 fué fotografiada a fines de agosto cuando los efectos de las heladas fueron bien visibles. Las cañas 1 y 4 llevan espigas bien desarrolladas mientras que las demás las tienen encerradas en las vainas. Las espigas número 1 y 4 llegaron a florecer pero las flores quedaron estériles. Exteriormente no se notaron perjuicios.

Las demás espigas habían sufrido los efectos de las heladas no llegando a salir de la vaina, los tallos encerrados en ésta mostraron también los efectos del frío y lo mismo la última hoja que resultó quemada.

En numerosas plantas se observó que las espigas de 4,5 milímetros hasta 10 centímetros de largo encerradas en las vainas ofrecieron el mismo aspecto y no llegaron a salir de ellas.

La figura 2 representa espigas y un culmo de esta naturaleza de distinto desarrollo.

Después de estas consideraciones preliminares entraremos a considerar los datos obtenidos.

Los resultados de los trigos enmacetados están consignados en la planilla I y gráfico número 3.

El resultado de la fecundación en los trigos «guachos» figura en la planilla número 2 (material que estuvo afuera) y además en el gráfico de temperaturas número 5 (meses de septiembre y octubre de 1931, en los días respectivos).

El 6 de septiembre florecieron 2 espigas (n^{os} 8 y 9) acusando un por-



Fig. 1. — Planta de trigo que sufrió los efectos de las heladas

centaje de 5 cada una. Las temperaturas del mismo día eran de $-2^{\circ}5$ la mínima, $7^{\circ}5$ la media y de $13^{\circ}5$ la máxima según el termógrafo en la casilla de la estación meteorológica. Al aire libre a la altura de 1 metro, las temperaturas son algo más bajas como lo demostraron observaciones de mediados de julio hasta fines del mismo mes de 1932. El máximo de esta desviación alcanzó $1^{\circ}5$. El día 16 las flores de la espiga número 11 mostraron el polen muy aglutinado (húmedo) en el estigma, hecho que explica perfectamente el resultado de esa fecundación irregular (0 %).

El día 19 florecieron 8 espigas (n^{os} 205 al 212), siendo el promedio de flores fecundadas de 91 por ciento. La variación oscila entre 67 y 100 por ciento. Las temperaturas eran de 4°9 y 18° C.

Durante la segunda década de septiembre las mínimas descendieron tres veces bajo cero; la media osciló entre 6 y 10 mientras que las máximas variaron de 9°5 a 18° C.

El buen resultado de la fecundación de las espigas del 19 de septiembre se explica teniendo en cuenta el ascenso de temperatura desde el 16 hasta el 28 del mismo mes (ver gráfico n° 5.)

El 21 las espigas 213 y 219 dieron 92 y 33 por ciento; y las del 24 o

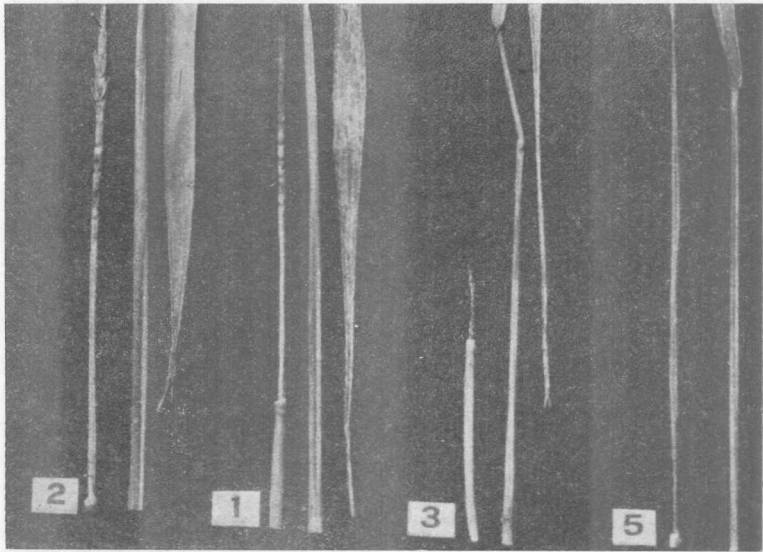


Fig. 2. — Espigas de trigo mostrando los efectos del frío

sean las que figuran con los números 10, 198 y 220 tuvieron 0,84 por ciento, y 5 por ciento de flores granadas.

Durante ambos días las temperaturas fueron tanto o más elevadas que el día 19 de septiembre.

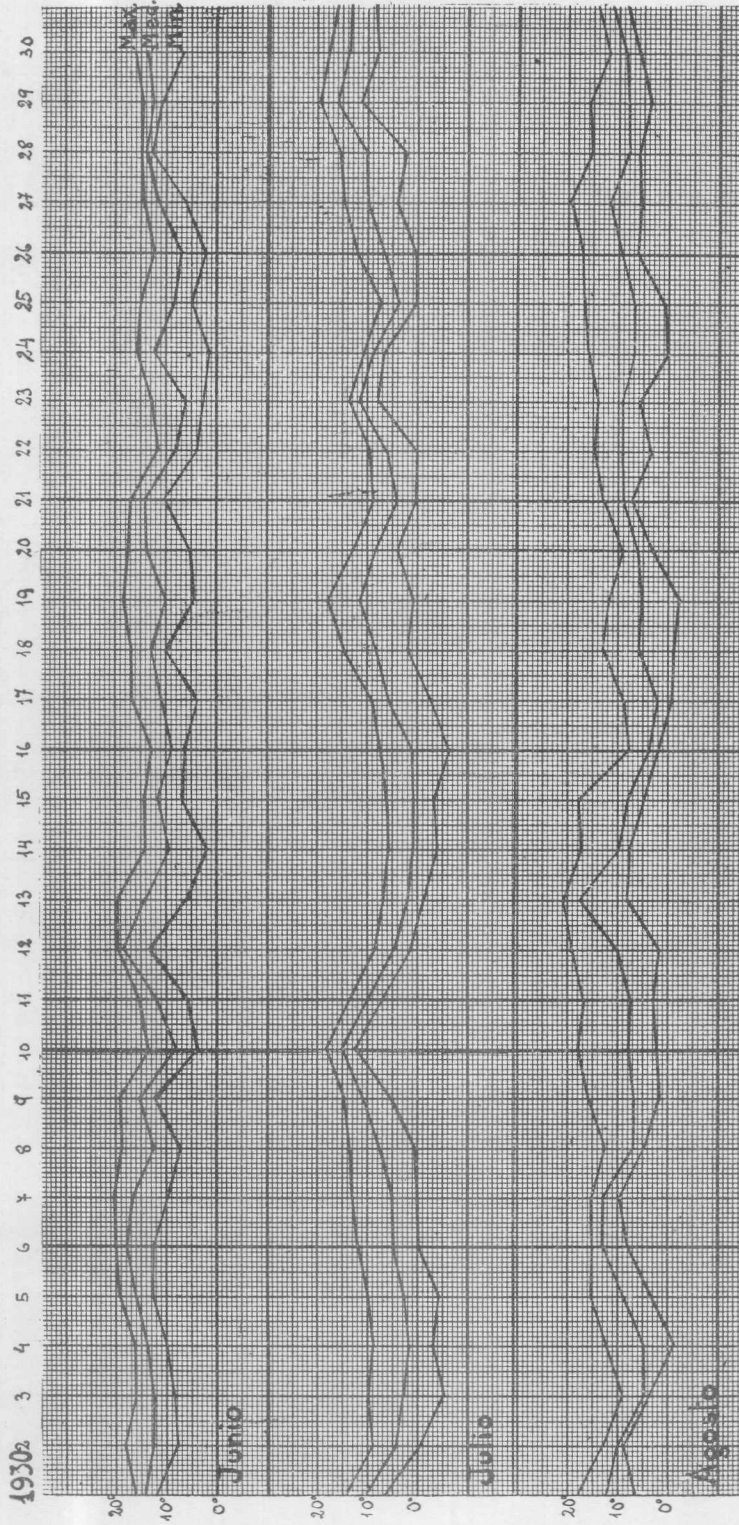
El 26 del mismo mes iniciaron la floración 8 espigas con 55 hasta 100 por ciento de fecundación. La mínima de este día era de 9°, la media de 15°5 y la máxima de 21° C.

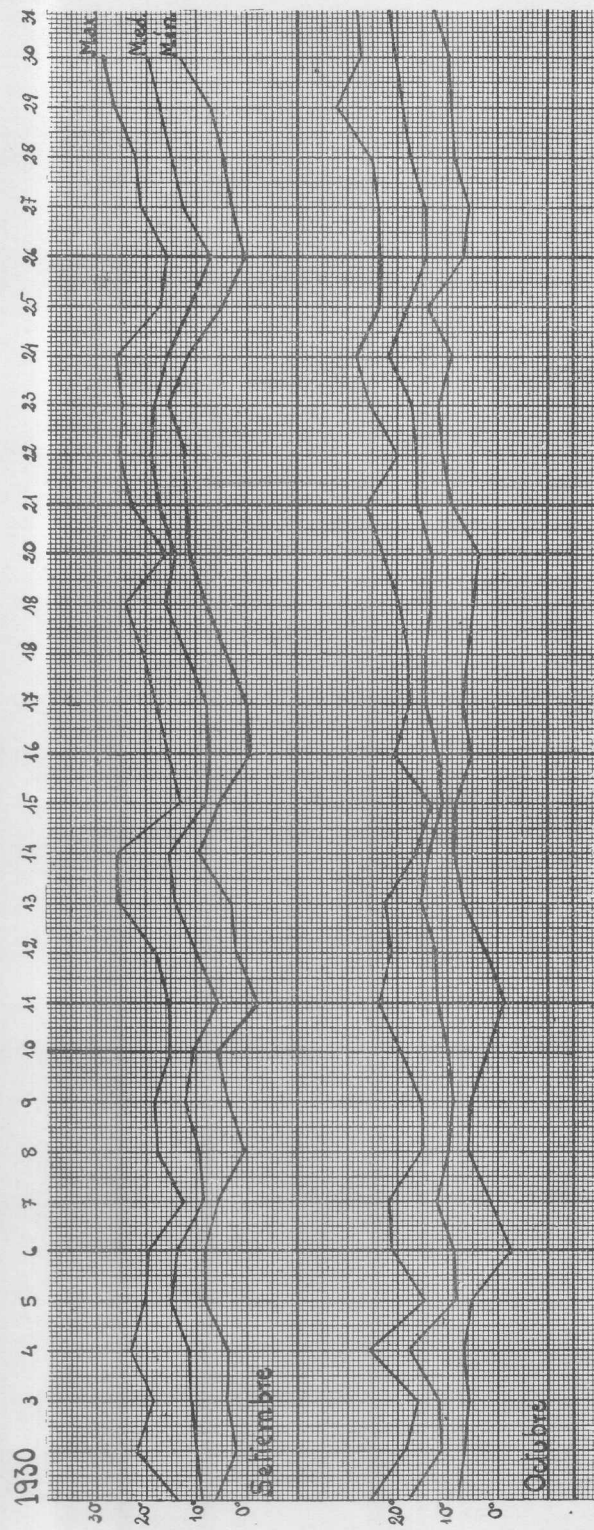
Condiciones semejantes rigieron el día 28 con 76 a 100 por ciento de flores granadas (4 espigas de 100 %). Durante los días 29 y 30 bajó la máxima hasta 18 pero las mínimas no descendieron de 10°. El resultado de la fecundación fué 100 y 96 por ciento para el día 29 y el último porcentaje rigió también el día 30 de septiembre.

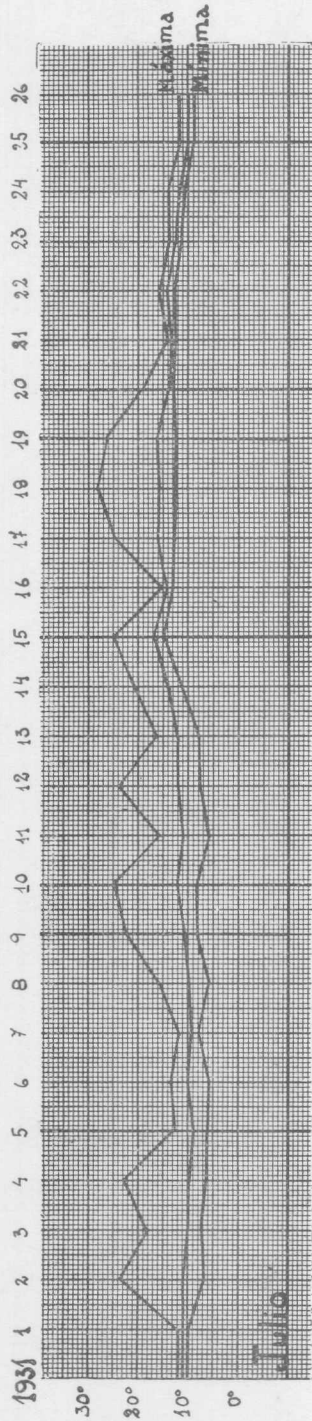
Los porcentajes bajos del 21, 24 y 26 obedecen probablemente a la misma

G. RUDORF Y M. M. JOB, *Estudio sobre ecología floral del trigo*

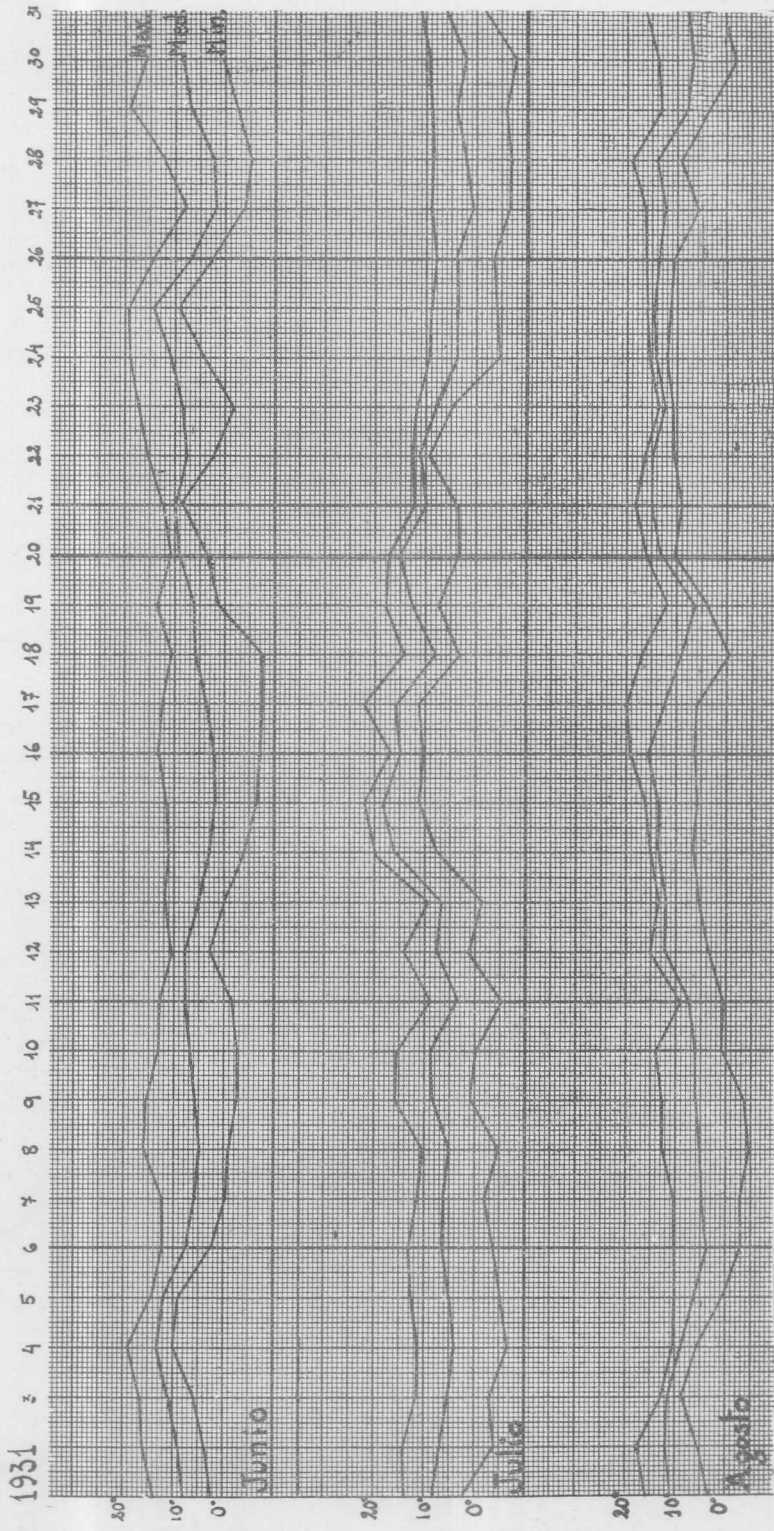
GRÁFICO I



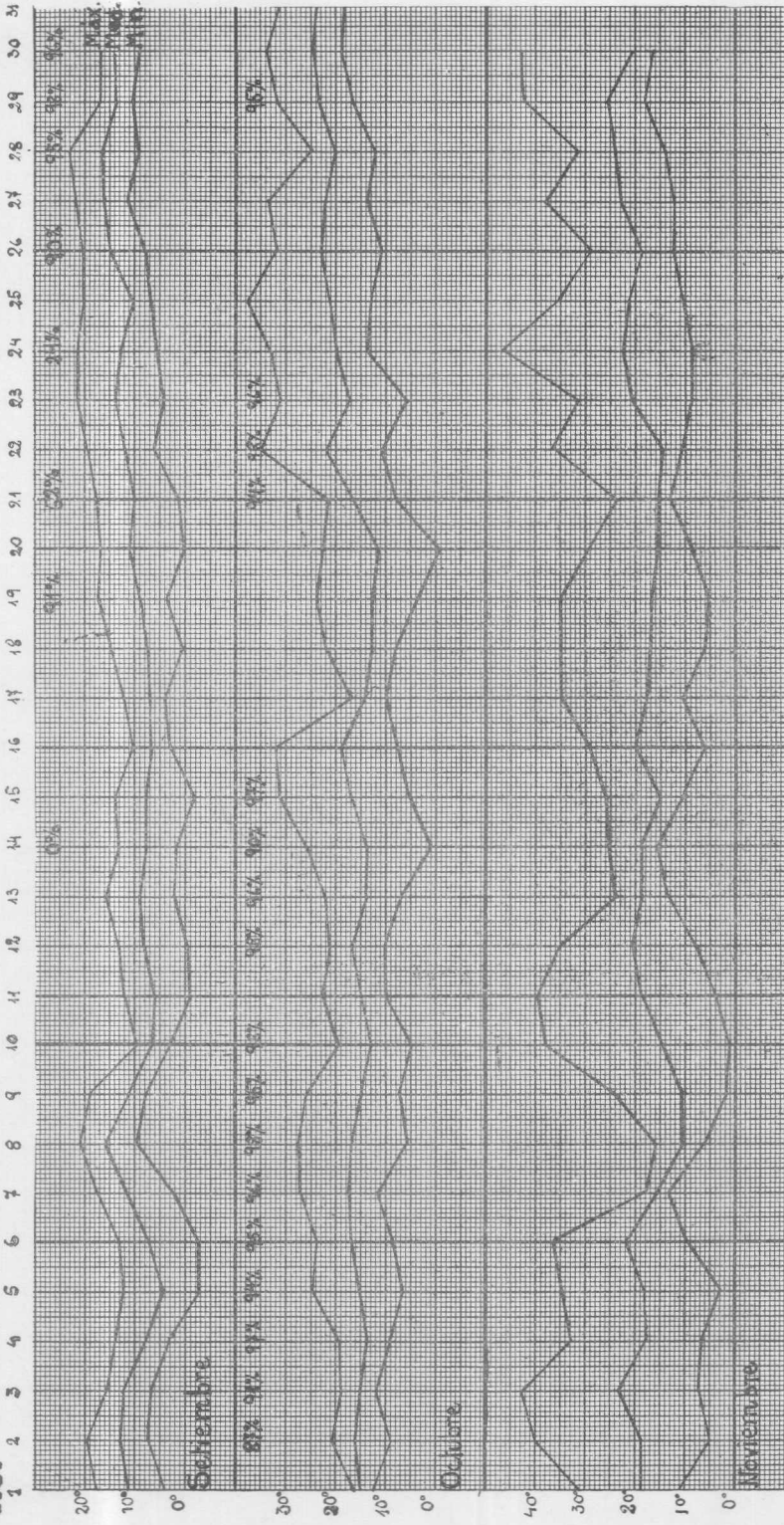




Porcentos de flores granadas : día 7, 67 %; día 13, 40 %; día 18, 25 % y día 22, 5,5 %. Las temperaturas que figuran en los gráficos 1, 2, 4, 5, 6 han sido tomadas en la sombra a 2 metros de altura. Las del gráfico 3 en una habitación cerrada



1931



Figuran los porcentajes de flores granadas

causa que los de la primera y segunda década del mes, es decir, por efecto de temperaturas bajas que originaron deformaciones en los ovarios o anteras. Creemos motivada esta interpretación porque las temperaturas reinantes en la tercera década de septiembre, fueron suficientemente elevadas como para que la polinización y fecundación se efectuasen regularmente, si los órganos sexuales no estaban afectados con anterioridad.

El resultado más importante de las observaciones del mes de septiembre figura el día 19 con una mínima de 4°, media de 10° y máxima de 18°; de 8 espigas, 6 dieron más de 90 por ciento de flores granadas.

Durante los dos días subsiguientes la media y la máxima se mantuvieron en la misma altura mientras que la mínima descendió hasta 1° C el día 20 y a 1°5 el día 21. Recién al tercer día después de iniciada la floración la temperatura se elevó algo.

Estas condiciones de temperatura parecen ser las más bajas para asegurar una fecundación normal, supuesto que los órganos sexuales no han sufrido antes por temperaturas bajas. Anteriormente a esta fecha no se observó fecundación regular al aire libre y desde el 19 en adelante las temperaturas que fueron más elevadas originaron una fecundación normal con excepción de las pocas espigas ya mencionadas.

Durante la primera década del mes de octubre las mínimas oscilaron entre 5° y 12°, la media entre 13° y 17° y la máxima entre 16° y 27°5. A pesar de las temperaturas suficientemente elevadas, se repite con frecuencia el fenómeno de que algunas espigas dan un porcentaje bastante bajo de flores granadas. Un ejemplo típico lo constituye el día 4 de octubre con la espiga 236 que dió 40 por ciento y la 237 que acusó 60 por ciento de fecundación, a pesar de que la mínima de este día fué de 9°, la media de 13°5 y la máxima de 19° C. Como en los días subsiguientes la temperatura ascendió algo, no habrá sido ésta la causa de los porcentajes reducidos de fecundación, sino defectos de los órganos sexuales.

Los promedios de fecundación aumentan desde 86 por ciento el 1° de octubre hasta 98 por ciento el día 10.

La segunda década con temperaturas algo irregulares como lo demuestra el gráfico número 5, acusó resultados normales en la fecundación salvo el día 14 en que la mínima descendió a 1° y que posiblemente ha originado la mala fecundación de la espiga 137 con 42 por ciento; pero también puede ser uno de estos casos que se repite en la tercera década de septiembre como asimismo en la primera de octubre. Esta suposición se hace más probable porque la mínima de — 0°5 del día 20 evidentemente no ha tenido efecto perjudicial sobre la fecundación el día 21 y subsiguientes.

En la tercera década de octubre la polinización y fecundación se efec-

tuó regularmente como lo prueba el hecho de que el día 21 el promedio fué de 94 por ciento; el 22 de 98; el 23 de 96, y el 29 de 95 por ciento. Las espigas del 21, 22 y 23 de octubre provienen del trigo 38 M. A. sembrado el 6 de mayo.

La tercera década de octubre constituye la época común de floración de los trigos en los grandes cultivos de esta zona y del centro de la provincia de Buenos Aires, continuándose en la primera y segunda década de noviembre. Generalmente las temperaturas en esta época son suficientemente altas como para asegurar la buena polinización; sin embargo ocurren muchas veces irregularidades climatéricas como lo comprueba el gráfico número 5 para el mes de noviembre, donde se ve que en los días 9 y 10 la mínima descendió a 1° y la temperatura media hasta 10° en los días 8 y 9 del mismo mes.

III

Ensayos para determinar la temperatura mínima necesaria para la germinación del polen de trigo

Aunque las observaciones al aire libre sobre las temperaturas que rigen la floración y fecundación normal del trigo, permiten establecer con mayor o menor exactitud las temperaturas mínimas de estos procesos, era sin embargo deseable llegar a una determinación más exacta de la menor temperatura, imprescindible para que se efectúe la polinización y fecundación.

Un papel preponderante en la fecundación hay que atribuirle, evidentemente, a la germinación del polen; por este motivo se iniciaron investigaciones tendientes a determinar las temperaturas suficientes para que ella se realice. Se llevó a cabo una serie de ensayos para lograr la germinación del polen de trigo en *substratum* artificial con temperaturas de 20 y 25° C, por considerarse éstas como las más propicias. Según H. E. Knowlton (5), 1922, las tentativas para lograr la germinación del polen de las gramíneas en *substratum* artificial, tropieza con grandes dificultades. Basándonos en ensayos que este autor efectuó con polen de maíz, usamos agar-agar con glucosa o sacarosa en las proporciones que indica el siguiente cuadro :

Agar-agar gramos	Glucosa gramos	Sacarosa gramos	20° C	25° C	Observaciones
0,50	5	5	—	—	
0,50	10	10	—	—	
0,50	15 (*)	15	(*)	—	1 1/2 diám.
0,75	5	5	—	—	
0,75	10	10	—	—	
0,75	15	15	—	—	
1,00	5 (*)	5	(*)	—	
1,00	10 (*)	10	(*)	—	
1,00	15 (*)	15	(*)	—	pequeños

El *substratum* se preparó en cápsulas Petri y se dejó caer en el mismo polen de anteras que se agitaron sobre dichas cápsulas. Se colocaron después en estufas reguladas a 20 y 25°.

Las proporciones : agar-agar 0,5 con glucosa 5 y 10, dieron por resultado la aparición de pequeñas protuberancias en los poros de germinación, y además fueron visibles aureolas lisas y granuladas rodeando a los granos de polen; en ningún caso se ha observado formación de tubos polínicos. En la proporción 0,5 de agar-agar y 15 de glucosa, se observaron tubos que alcanzaron 1,5 diámetro.

En las proporciones 0,75 de agar-agar con 5, 10 y 15 de glucosa no se observó formación de tubos polínicos. En 1 de agar-agar con 5 y 10 de glucosa se observó 1 en cada una y pequeños tubos en la última que contenía 15 de glucosa. Todos estos datos se refieren a la temperatura de 20°; los datos registrados en las series análogas con 25° fueron semejantes, las protuberancias y granulaciones que rodeaban los granos se intensificaron llegando a aprisionar a los mismos que se reunieron en grupos de 4 a 5; no encontramos aquí formación de tubos polínicos, en cambio hallamos protuberancias pedunculadas.

Las series paralelas con sacarosa sometidas a temperaturas de 20 y 25° ofrecieron un aspecto análogo, pero las protuberancias de que ya hablamos no figuraron en la mayoría de los granos, notándose además ausencia completa de tubos.

En consecuencia, es el *substratum* de agar-agar 0,5 con 15 de glucosa y a 20° que ha dado el resultado más satisfactorio; pero, a pesar de todo esto, el resultado más favorable de toda esta experimentación no ha sido el de una germinación normal con tubos polínicos de una longitud de varios milímetros, como acontece en la floración natural; tampoco se observó en ningún caso la evacuación de las gametas en las protuberancias o tubos.

(*) Significa formación de tubos polínicos.

En diversas oportunidades se agregaron fragmentos de estigmas, suponiendo que éstos pudieran ofrecer algún estímulo en la germinación, pero no se ha podido comprobar tal influencia.

Percival menciona también ensayos llevados a cabo por él con resultado negativo para obtener la germinación del polen de trigo en *substratum* artificial. No habiendo logrado la germinación del polen en las condiciones citadas, se resolvió observar la germinación sobre los estigmas mismos del trigo. Se cortaron espigas en el campo y se eliminaron las espiguillas de los extremos del raquis. Expuestas al sol, varias flores polinizaron con cortos intervalos si la espiga antes de separarse de la planta estaba por florecer. Cuando se observaron varias flores polinizadas se sometieron a temperaturas reguladas; la regulación se efectuó mediante hielo, usándose frascos vacíos en los cuales se suspendieron las espigas.

PRIMER ENSAYO

El primero de los ensayos iniciado el 10 de diciembre de 1931, figura en el cuadro siguiente:

Número de la espiga	10-XII-1931							11-XII 6 horas
	14 horas	15 horas	16 horas	17 horas	18 horas	19 horas	20 horas	
1.....	9° C	10° C	10° C	10° C	12° C	10° C	10° C	12° C
2.....	—	9-10	10	10	12	10	10	12
3.....	—	—	10	10	12	10	10	12
4.....	—	—	10	10	12	10	10	12

Observaciones. — *Espiga número 1:* Día 10 a las 21,30 horas: De 42 granos de polen, 6 formaron tubos de 2 a 3 diámetros; Día 11 a las 22,30 horas: 1ª flor, de 49 granos, 7 germinados; 2ª flor, en una rama del estigma solo 4 habían formado tubo; 3ª flor, sin germinar; 4ª flor, de 90 granos 7 únicamente formaron tubo.

Espiga número 2: Día 11 a las 22,30 horas: 1ª flor, de 109 granos 9 formaron tubo; 2ª flor, de 110 granos, 14 formaron tubo.

Espiga número 3: Día 10 a las 21,30 horas: De 91 granos 3 formaron tubo polínico; Día 11 a las 16,30 horas: 1ª flor, de 12 solo 1 grano germinó; 2ª flor, no formó tubos; 3ª flor, de 37 sólo 2 formaron tubo.

Como puede verse hay únicamente de 4-12 por ciento de germinación, observándose tubos de 2 a 3 diámetros. La temperatura variaba entre 9 y 12°C.

El resultado de esta experiencia indica que la germinación apenas se inicia con dichas temperaturas pero no es suficiente para la germinación normal.

SEGUNDO ENSAYO

Número de la espiga	11-XII-1931						
	9,30 horas	12 horas	15 horas	16 horas	17 horas	21 horas	22,30 horas
5.....	13° C	14° C	13° C	13-14° C	12°5 C	14°5 C	14°5 C
6.....	13	14	13	13-14	12,5	14,5	14,5
7.....	13	14	13	13-14	12,5	14,5	14,5
8.....	—	—	—	—	7,0	12,8	12,5

Observaciones. — *Espiga número 5*: Día 11 a las 21,30 horas. De 48 granos germinaron 27.

Espiga número 6: Día 11 a las 21,30 horas. De 45 germinaron 33.

Las espigas números 7 y 8 no se observaron.

Las temperaturas en este ensayo varían de 12°5 hasta 14°5 para las espigas 5, 6 y 7, y de 7 a 12°8 para la espiga número 8. En la número 5 alcanza la germinación a 55 por ciento y en la número 6 a 73 y 63 por ciento, respectivamente, en las dos flores. En este caso los granos de polen adheridos al estigma y los tubos, se observaban desarrollándose dentro del tejido conductor. Llegamos a la conclusión de que las temperaturas de este ensayo que durante casi todo el tiempo han oscilado alrededor de 13°5 han sido suficientemente elevadas para permitir la germinación casi regular, pero no tan elevadas para constituir condiciones óptimas.

TERCER ENSAYO

Número de la espiga	12-XII-1931					13-XII-1931		
	12 horas	16 horas	17 horas	18 horas	19 horas	7,30 horas	8,30 horas	10,30 horas
9.....	7° C	8° C	6° C	8° C	6°5 C	15° C	7°0 C	11°0 C
10.....	7	8	6	8	6,5	15	7	11
11.....	8	8	7	7	5	11	7,8	9,5

Número de la espiga	13-XII-1931							
	11,30 horas	12,15 horas	15 horas	16 horas	17 horas	18 horas	19,30 horas	21 horas
9.....	15°0 C	11° C	16°0 C	17° C	18° C	18°0 C	17°5 C	19°0 C
10.....	15	11	16	26	27	25	20	18
11.....	11,2	12	14,2	15	16	16,5	17,5	18,8

Observaciones. — La temperatura baja del día 12 anuló por completo la germinación.

La espiga número 10 fué transportada a las 15,45 horas del día 13 a una habitación cerrada donde la temperatura era bastante más elevada, como puede verse en el cuadro que antecede.

Espiga número 9: Día 12-XII a las 17,30 horas: 1ª flor, en todo el estigma con abundante polen, de 100 granos que se contaron sólo uno formó tubo de un diámetro. Principio de germinación visible. Vesículas; 2ª flor, se comprobó algo semejante, de 120 granos sólo 2 germinaron. Tubos de $\frac{1}{2}$ a 1 diámetro. Día 13-XII a las 12 horas: 3ª flor, no hubo formación de tubos; 4ª flor, en centenares de granos se observó algo semejante a los del día anterior. Principio de germinación. Vesículas. A las 18,30 horas, 5ª, 6ª y 7ª flores, sin tubos polínicos.

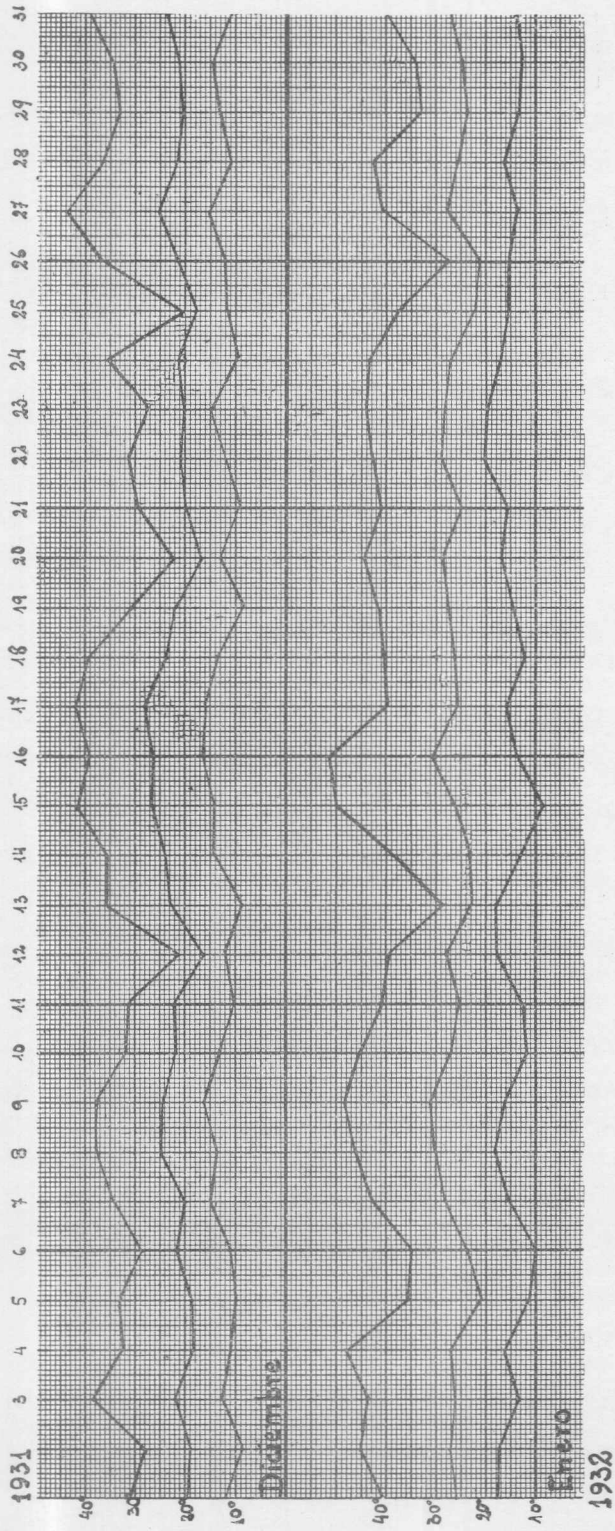
Espiga número 10: A las 15 horas, 8ª, 9ª y 10ª flores en 7, 150 y 180 granos respectivamente observados no presentaron formación de tubos; 11ª flor, de 150 granos uno solo desarrolló un tubo de un tercio de diámetro. En la mayoría se notaron vesículas semejantes a las observadas en la germinación de granos de polen; a las 15,45 horas, se llevó a una habitación con temperatura elevada, y se observó a las 18 sin encontrar tubos en la 12ª y 13ª flores. Se dejó la espiga hasta el día 14, sin notarse germinación.

Espiga número 11: Día 13-XII a las 12 horas, 14ª flor, en varios centenares de granos no se notó germinación; 15ª flor, principio de germinación en forma de vesículas de varios tamaños; a las 15,30 horas, 16ª flor, con abundantes granos en todo el estigma, no formaron tubo; a las 19 horas, en 4 flores más, abundante polen sin formación de tubos, se nota en todos grandes vesículas.

En todas las flores observadas la germinación fué completamente anormal, a pesar de que en el segundo día, durante varias horas seguidas (desde las 15 hasta las 18,30 horas), las temperaturas sobrepasaron los 16°; el estado más avanzado fué el principio de germinación con la formación de vesículas.

Hay que suponer, por consiguiente, que las temperaturas bajas han perjudicado el poder germinativo, pero suponemos que no ha sido el efecto directo de la temperatura sino la considerable condensación de vapor de agua en el aire como consecuencia de las bajas temperaturas. Es posible que al aire libre los efectos de temperaturas bajas de 6 a 12°, combinadas con mucha humedad (lluvia, neblina, rocío), puedan ser subsanados por la acción directa de los rayos solares.

El fenómeno observado en octubre de 1930, en el 38 M. A. se relaciona con temperaturas bajas; era sin embargo interesante estudiar también la influencia de temperaturas muy elevadas sobre el proceso de fecunda-



ción. Con este objeto se efectuó también una serie de observaciones, de las cuales nos ocupamos más adelante (ensayos 4 y 5).

Las temperaturas de los meses de diciembre del 31 y enero del 32, figuran en el gráfico número 6.

CUARTO ENSAYO

Observaciones hechas sobre espigas del 38 *M. A.* del campo de experimentación números 12 al 20, recogidas el 18 de diciembre de 1931.

1° Espigas florecidas en el día: 1ª flor: De 50 granos sólo 5 no formaron tubo, el resto fué de desarrollo normal permaneciendo adheridos al estigma, 90 por ciento germinaron; 2ª flor, del extremo. Granos algo vacíos, en general buena formación de tubos. Germinó más o menos el 85 por ciento, tubos de diversos diámetros; 3ª flor, pocos granos de polen, germinaron las dos terceras partes; 4ª y 5ª flores, germinación en sus comienzos más o menos un 80 por ciento.

Temperatura máxima.....	25°0 C
» mínima.....	15,0
» media.....	19,6

2° Espigas florecidas el día anterior: 1ª flor, con un 80 por ciento de granos habiendo formado tubo; 2ª y 3ª flores, pocos granos, germinación en un 10 por ciento.

Temperatura máxima.....	35°5 C
» mínima.....	18,0
» media.....	27,7

3° Espigas florecidas hacía varios días: Se obtuvo únicamente una flor con estigmas conteniendo granos de polen escasos, completamente vacíos, pero la mayoría aún adheridos a las ramitas del estigma, comprobándose que habían formado tubo. El resto de la espiga tenía los ovarios muy desarrollados y no era posible aún observar.

QUINTO ENSAYO

Con espigas del 38 *M. A.* del campo de experimentación que soportaron temperaturas elevadas, recogidas el 11 de enero de 1932.

A fin de hacer un estudio completo, se recolectó material abundante que se agrupó así:

- 1° Espigas sin florecer.
- 2° Espigas recién florecidas y floreciendo.
- 3° Polinización terminada.
- 4° Óvulos poco desarrollados.

5° Óvulos muy desarrollados.

Material del primer grupo. — No se observó.

Material del segundo grupo. — Espiga número 21, Día 11-I-1932 a las 17 horas: 1ª flor, polinizada a las 9 horas más o menos; granos de polen abundantes, germinación normal de 70 a 80 por ciento; tubos hasta de 2 diámetros; 2ª flor, polinizada probablemente el día anterior o en la madrugada del 11. Menos granos de polen. Germinación regular, desarrollo bien visible en las ramas del estigma hasta el tronco principal; 3ª flor, de la misma naturaleza. Pocos granos de polen, regular germinación.

Temperatura máxima.....	30°0 C
» mínima	13,0
» media.....	22,8

Espiga número 22: 4ª y 5ª flores, polinizadas el día 10, buena germinación, el crecimiento se observa en las ramas del estigma; 6ª flor, germinación anterior evidentemente normal, mucho polen está ya sin turgencia; 7ª flor, polinizada el día 11 por la tarde; pocos granos de polen aún sin germinar. Para ésta corresponden las temperaturas de la espiga número 21.

Temperatura máxima.....	29°0 C
» mínima	16,0
» media.....	21,9

Espiga número 23: Polinizadas el 9-I-1932. Germinación normal, polen no muy abundante, en la 8ª y 9ª flor; 10-I-1932, 10ª y 11ª la misma observación; 11-I-1932, 12ª flor, granos de polen en cantidad regular, germinación buena; 13ª flor, las anteras no han expulsado bien el polen, en el estigma queda aún muy poco sin germinar.

Temperatura máxima.....	35°0 C
» mínima	19,0
» media.....	28,7

Espiga número 24: 10-I-1932, 14ª flor, pocos granos de polen, buena germinación; 15ª flor, como la anterior pero más abundancia de polen, germinación normal; 16ª flor, germinación regular; 17ª flor, abundante polen, germinación normal; 18ª Poco polen, germinación algo deficiente.

Temperatura máxima.....	29°0 C
» mínima	16,0
» media.....	21,9

Material del tercer grupo. — *Espiga número 25:* Polinizadas el día 10 las dos primeras flores; 1ª flor, muy bien formados los tubos; 2ª flor, bastante desarrollados y abundantes; 3ª y 4ª flores, polinizadas anteriormente. La 3ª con tubos cortos bien constituidos. En la 4ª perfectamente desarrollados y abundantes.

Espiga número 26 : Las 4 primeras flores estudiadas, con estigma plumoso y otras 2 con estigmas flácidos. Las flores 5ª y 6ª sin granos de polen; la 7ª y 8ª bien germinados; la 9ª sin granos de polen; la 10ª pocos granos con un 30 por ciento germinados.

Espiga número 27 : Con estigmas plumosos las 11ª y 12ª flores ; pocos granos de polen; no formaron tubos. Con estigmas viejos las flores 13ª y 14ª ; la primera con bastantes granos de polen germinados en un 30 por ciento, y la segunda con escasos granos no habiendo germinación alguna.

Espiga número 28 : Con estigma plumoso, flores 15ª y 16ª acusando la primera un 20 por ciento de granos germinados y la segunda más o menos 50 por ciento. Otras dos flores con estigmas viejos fueron también estudiadas; en la primera no se encontró granos de polen y en la segunda los había pero sin formar tubos.

Los cuadros siguientes resumen el material estudiado perteneciente a los grupos 4º y 5º :

Cuarto grupo : Florecido entre el 2 y el 4 de enero de 1932.

Número de la espiga	Número de flores	Ovarios desarrollados	Por ciento de fecundación
29.....	34	34	100
30.....	33	32	97
31.....	31	26	84
32.....	29	24	83
33.....	34	31	91
34.....	34	32	94
35.....	30	26	87
36.....	30	28	93
37.....	37	34	92
38.....	34	31	91
39.....	26	21	81

Quinto grupo : Florecidas entre el 20 y 30 de diciembre de 1931.

Número de la espiga	Número de flores	Ovarios desarrollados	Por ciento de fecundación
40.....	34	32	94
41.....	34	30	88
42.....	36	32	89
43.....	34	32	94
44.....	34	33	97
45.....	22	20	91
46.....	38	27	71
47.....	32	29	91

SEXTO ENSAYO

Material del 38 M. A., última época de siembra, florecido a fines de diciembre de 1931 hasta mediados de enero de 1932, y recogido el 18-II-1932:

Número de la espiga	Número de flores	Ovarios desarrollados	Por ciento de fecundación	Número de la espiga	Número de flores	Ovarios desarrollados	Por ciento de fecundación
48.....	31	28	90	61.....	25	20	80
49.....	28	25	89	62.....	30	30	100
50.....	28	28	100	63.....	30	28	93
51.....	24	23	96	64.....	26	22	85
52.....	21	20	95	65.....	21	21	100
53.....	28	27	96	66.....	24	20	83
54.....	26	26	100	67.....	34	25	74
55.....	36	28	78	68.....	26	25	96
56.....	35	35	100	69.....	30	25	83
57.....	30	29	97	70.....	24	20	83
58.....	29	29	100	71.....	21	19	90
59.....	30	30	100	72.....	32	27	84
60.....	26	26	100				

De los resultados obtenidos en esta serie de experiencias, podemos deducir que la temperatura mínima para la germinación normal del grano de polen del trigo es aproximadamente de 14° C.

Las observaciones se han llevado a cabo en espigas que polinizaron por sí solas. No fué factible comprobarlo con espigas polinizadas artificialmente.

Las observaciones hechas con el material de los 4 grupos (2° a 5°, 5° ensayo) están perfectamente de acuerdo. Resulta particularmente interesante comparar los resultados del 4° y 5° grupo (5° ensayo) y del 6° ensayo con las observaciones del material en los estigmas, perteneciente a los grupos 2° y 3° (5° ensayo). En general tanto la germinación como la fecundación no es deficiente, por el contrario en la mayoría de los casos es buena. Sin embargo aparecen de vez en cuando espigas que tienen tan sólo alrededor de 70 a 80 por ciento de flores fecundadas.

Al comparar estas observaciones con las hechas en espigas florecidas desde el 21 hasta el 23 de octubre de 1931 (planilla II) encontramos que en éstas no aparecen con tanta frecuencia porcentajes bajos en flores granadas. Basándonos en estos datos llegamos a la conclusión de que temperaturas elevadas que ascienden hasta 35 y más grados, pueden perjudicar la fecundación normal del trigo. En siembras tardías este

factor adverso al buen rendimiento se suma a otros varios como por ejemplo : efectos de sequía, de golpes de sol, de neblina, los estragos de las royas, que en su influencia compleja originan rendimientos bajos en las siembras muy tardías.

Las conclusiones a que llegamos a raíz de las observaciones hechas en los ensayos descritos, son las siguientes : *Las temperaturas para asegurar una germinación normal del polen de trigo son de 14° a 14°5*. Esta conclusión está suficientemente comprobada por los resultados del ensayo número 2. Además quedó demostrado que temperaturas bajas de 6 a 8 grados, combinadas con elevada humedad son muy perjudiciales para la germinación.

Si asociamos estas conclusiones con las que figuran en el capítulo anterior, podemos establecer una concordancia muy segura. Tanto en los ensayos tendientes a determinar las temperaturas mínimas para la fecundación normal en plantas de trigo como en aquellos destinados a establecer la menor temperatura suficiente para garantizar una germinación normal del polen, la más aceptable es 14° C.

Sacamos en consecuencia que en todo proceso sexual la germinación del polen y su entrada en las ramificaciones del estigma, constituye la fase decisiva de la fecundación en lo que se refiere a dependencia de condiciones climatéricas, particularmente de la temperatura. Antes y después el polen está protegido ya sea en las anteras que a su vez están abrigadas por las glumelas o en el tejido conductor del estigma. Queda así comprobado que el momento más delicado en el ciclo de generaciones (esporófito y gametófito) es aquel en que el polen se encuentra expuesto a la acción del ambiente después de la dehiscencia de los sacos polínicos. Normalmente las condiciones climatéricas que conducen a la madurez y dehiscencia de las anteras, permiten también la germinación. Por otra parte las anteras no se abren si las temperaturas no son suficientemente elevadas y entonces se tornan algo amarillentas y contraídas. No hemos podido observar que anteras que hayan soportado esas condiciones puedan luego funcionar en forma normal cuando las temperaturas se elevan suficientemente.

Al comparar las temperaturas mínimas de la fecundación del trigo, establecidas por primera vez en la Argentina mediante los ensayos aquí comunicados, con aquellas observadas en el hemisferio norte, podemos constatar una concordancia completa. En efecto Fruwirth (3) dice que observó la polinización en las madrugadas y mañanas desde que la temperatura sobrepasó los 14° C. Este autor hizo observaciones múltiples y exactas. Según él Rimpau y Körnicke observaron la apertura de las glumelas con temperaturas de 12° y 13° respectivamente. Fruwirth notó el comienzo de este fenómeno a los 9°. Godron según el mismo autor observó el principio de floración llegando a los 16° C. Becker (2) con-

firma la observación de Fruwirth sobre temperatura mínima para la polinización que según él también es de 14° C.

Schindler (10) dice que temperaturas que bajan los 12 a 13° C impiden la apertura de las glumas y que entonces el trigo está floreciendo en forma cleistógama. Engelbrecht según Fruwirth proporciona datos semejantes.

Azzi (1), de acuerdo con lo manifestado por nosotros anteriormente dice, refiriéndose a la floración del trigo, que tiene lugar 5 a 10 días después de la espigación y que durante este período — el más importante durante la fecundación — el organismo es particularmente sensible a la acción de agentes exteriores. Los datos que comunica este autor — las mínimas y máximas — durante los meses en que se efectúa la espigación del trigo en Formosa (Taihoeku), Rusia Asiática (Temir), en Escandinavia (Karlshamn y Fahlun) y en África (Nairobi) no se refieren propiamente a la floración y no son tomadas con tal objeto. Si bien no pueden servir para establecer las temperaturas mínimas de polinización del trigo en los citados países, tampoco están en contradicción con las observaciones hechas por los autores mencionados y por nosotros. Así, para el límite norte del cultivo dice que 15° C de temperatura media de julio (es allí el mes de floración) es el mínimo para garantizar la cosecha de este cereal.

C. E. Leighty y W. I. Sando (7) han efectuado también un estudio sobre la floración del trigo. De los datos que aportan estos autores nos interesa particularmente que la separación de las glumas tuvo lugar con 12°78 C a 13°33 C (55-56 F).

Bajo las mismas condiciones crecieron los filamentos de las anteras; la dehiscencia de las mismas y el descargo del polen fué observado aún con 11°11 C (52 F).

En el invernáculo la temperatura máxima para la apertura de las glumas fué de 26°67 C (80 F).

No hicieron observaciones sobre el resultado de la fecundación bajo las condiciones citadas.

La uniformidad de las condiciones de temperatura para la fecundación normal del trigo en climas muy variados merece alguna atención. Se podría suponer que las razas de *Triticum vulgare* que se cultivan y que se han criado en la zona limítrofe norte de este cultivo, tendrían temperaturas mínimas más bajas para la polinización que en zonas templadas; por otra parte no podría sorprender que los tipos de trigo seleccionados y aclimatados en un lugar propiamente cálido para el trigo, como lo constituye el reinante en las zonas trigueras centrales y del norte de la República, tendrían temperaturas mínimas para la polinización más elevadas. El hecho de que no ocurre tal cosa es importante para el genetista empeñado en la creación de nuevas variedades.

Parece casi seguro que respecto a la fisiología de la floración del trigo (temperatura mínima), hay escasa o ninguna variación; de este modo no existen perspectivas de encontrar tipos de trigo que efectúen la floración con temperaturas inferiores y que posiblemente no serían tan sensibles a la acción de los fríos durante la floración.

Sabido es que se encuentra una variación enorme respecto a la resistencia de variedades de trigo en estado invernal a los efectos de temperaturas bajas. Uno de los autores en colaboración con Roemer y Lueg (9), ha podido elaborar un método refractométrico para determinar esta resistencia en plantitas de trigo. Por otra parte en el momento de la floración y aun antes (dentro de la vaina), los órganos sexuales son muy sensibles y aparentemente no hay variabilidad hereditaria de una variedad a otra; solamente una extensa experimentación llevada a cabo con una instalación refrigerante adecuada y otros dispositivos necesarios podrían aclarar este asunto.

IV

Cuáles son las precauciones a tomar para evitar perjuicios originados en temperaturas bajas durante la floración

El problema es muy grave por las heladas y temperaturas bajas que sorprenden con frecuencia en la estación avanzada; y a pesar de que el agricultor argentino con una intuición clara ha solucionado el problema de las épocas de siembra más propicias, aun en zonas donde hace pocos años se dedican al cultivo del trigo, no faltan las sorpresas causadas por heladas tardías que caen durante la floración, o las fases que la preceden o suceden. Son tanto más graves estos fenómenos por cuanto acontecen con mucha irregularidad.

Hemos visto que la temperatura mínima para la polinización del trigo es la misma en las zonas trigueras de la República Argentina que gozan de clima cálido, que en países de un clima mucho más frío como por ejemplo: Alemania y Suecia. Deducimos de este hecho que hay poca variabilidad entre distintos trigos en lo que respecta a la temperatura necesaria para la fecundación normal.

La variedad de trigo una vez que ha llegado al momento en que los órganos sexuales están suficientemente desarrollados, efectuará el proceso de floración cuando las temperaturas que rigen son las necesarias, es decir, con 14° a 14°5 C. Sabemos también que el desarrollo de los órganos sexuales puede tener lugar frecuentemente con temperaturas comunes de invierno en las zonas del centro y norte del país. A pesar de esto se observan grandes diferencias entre distintas variedades respecto al desarrollo invernal; mientras que algunas como por ejemplo, el *Kanred*

y *Lin Calel* pasan por un período de retardamiento (estado rastrero), otras como el *38 M. A.*, *Sin Rival* y *San Martín* si bien no terminan las fases de entallamiento y de espigación tan rápidamente como en épocas normales, llegan a pasar por estas fases aun durante el invierno.

Este retardamiento del desarrollo propio de variedades como el Kanred y Lin Calel, parece ser hasta ahora el seguro más eficaz contra los efectos de heladas tardías.

La planilla III que contiene las observaciones referentes al número de días que las variedades en ella mencionadas necesitan desde la siembra hasta la espigación puede ilustrar este asunto. Se desprende de ella que la variedad *Kanred* retarda la espigación de 10 a 29 días más que las variedades *38 M. A.*, *Record*, *Sin Rival* y *Vencedor* si se siembra desde fines de mayo hasta principios de junio; en iguales condiciones el *Lin Calel* espiga hasta 17 días más tarde que las mencionadas variedades.

En siembras de principios de julio el *Kanred* retarda la espigación en 14 a 26 días y *Lin Calel* en 12 a 19.

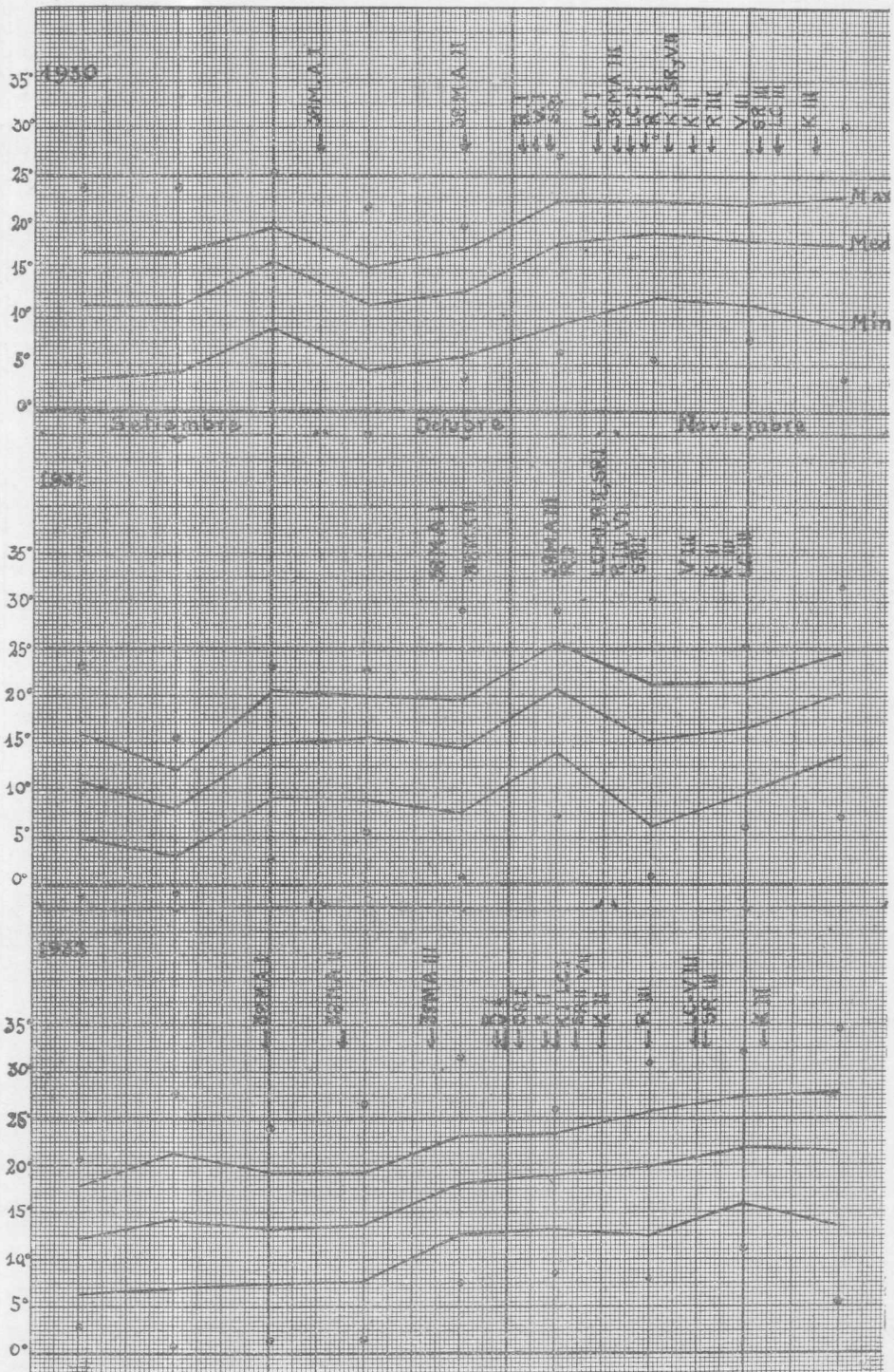
La misma planilla explica la enorme diferencia en el tiempo que transcurre entre la siembra y la espigación relativa a la misma variedad y distintas épocas de siembra. Esta diferencia es mayor para el *Kanred* (204-137, 187-137 y 177-131) para los años 1930, 31 y 32 respectivamente. La situación es semejante pero algo atenuada para *Lin Calel*; para las demás variedades se observa también una abreviación del período vegetativo en cuestión en siembras tardías, por ejemplo: para el *38 M. A.* los datos son 167-116, 159-113 y 148-105 días; para *Sin Rival* 146-97, 146-103 y 144-93 días en los tres años respectivamente.

El gráfico número 7 demuestra las temperaturas reinantes durante la época de espigación hasta la terminación de la floración.

Del gráfico que contiene las temperaturas medias y los promedios de las máximas y mínimas, como asimismo las mínimas y máximas absolutas de los años 1930-31 y 32 de los meses de septiembre, octubre y noviembre, en que se ha efectuado la espigación y floración de los distintos tipos de trigo sembrados en diversas épocas como ilustra la planilla, surge la ventaja que ofrecen los trigos *Kanred* y *Lin Calel* comparado con el *38 M. A.*, etc. En el año 1930 el *38 M. A.* en la primera época floreció con la temperatura media de 13°75 C mientras que *Lin Calel* floreció con 18°5 y *Kanred* en la misma época con 19°.

En el año 1931 los datos respectivos fueron: 14°5 C, 18°, 16° y en 1932 13°5 y 19° C.

El análisis hecho para las tres variedades y la primera época, se puede efectuar para todas las épocas y variedades. El retardo en la floración es mayor en las siembras muy tempranas pero aun en la segunda y tercera época de siembra se observa una diferencia considerable en las temperaturas de floración. Así por ejemplo: en 1930 el *38 M. A.* segunda época



Espigación de los trigos de los ensayos de épocas de siembra y de densidades en relación con la temperatura : R = trigo *Record*; V = *Vencedor*; SR = *Sin Rival*; LC = *Lin Calel*; K = *Kanred*; I = Primera época de siembra; II = Segunda época de siembra; III = Tercera época de siembra; ⊙ Máximas y mínimas absolutas.

florece con una temperatura media de 13°, mientras que el *Lin Calel* segunda época florece con 18°75 C y *Kanred* en la misma época con 18°75 C. Es innecesario ejemplificar más pues se desprende fácilmente del gráfico la naturaleza de cada variedad respecto a su ecología floral.

Queda ilustrada la diversidad de tipos que se hallan al alcance del agricultor que ha de usarlos según las necesidades de su explotación. Es particularmente el *Lin Calel* que se adapta a siembras tempranas no solamente en el sur sino también en las zonas trigueras de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos donde el *38 M. A.*, *Sin Rival* y *San Martín* están expuestos a los efectos de posibles heladas tardías que amenazan los cultivos de siembras tempranas; éstas por otra parte ofrecen muchas ventajas para la distribución de los trabajos, seguridad contra las sequías y otros factores adversos.

Para siembras medianas hasta tardías son aconsejables el *San Martín* y *38 M. A.* aunque esta última no se adapta a siembras muy tardías, después de principios de agosto.

Como hemos dicho ya anteriormente, la ciencia ha de establecer si existe otra posibilidad de encontrar un seguro contra las heladas tardías mediante una resistencia directa de los órganos sexuales y de su funcionamiento.

Resumen

Fueron estudiados microscópicamente los órganos sexuales de la variedad *38 M. A.* sembrada en dos épocas: 16 de abril y 24 de mayo de 1930. A pesar de un desarrollo vigoroso de las espigas, la fecundación no se efectuó normalmente durante la floración desde principios hasta mediados de octubre de 1930. La floración de la misma variedad (2ª época) del día 18 dió resultados casi normales.

El estudio histológico pudo establecer que la formación de los órganos sexuales se efectuó en forma regular pero que las temperaturas que precedieron la floración y las que reinaron durante ella no eran suficientemente elevadas para el funcionamiento de los mismos. Los órganos sexuales se hacen tanto más sensibles a los efectos de temperaturas bajas cuanto más se acercan a su maduración. Se encontraron modificaciones características en los elementos formadores de los ovarios y en las anteras, ilustradas en 20 dibujos de preparaciones microscópicas.

Las temperaturas reinantes durante la formación de los órganos florales desde la arqueospora y célula madre de polen, oscilaron en el año 1931 (mayo y primera década de junio) entre 7 y 11° C para las temperaturas medias. Las mínimas absolutas llegaron a — 4°8 C, la máxima media fué 13°5 a 15° C. Durante el mes de agosto de 1930, época en que se efectuó la formación de los órganos sexuales, la temperatura media era de 10° C

aproximadamente, las mínimas llegaron a -2° y las máximas absolutas no sobrepasaron 20° C.

Desde la espigación (30 de septiembre) hasta mediados de octubre de 1930 tiempo durante el cual se efectuó la floración anormal de la primera época, las características de la temperatura fueron :

Mínima absoluta : $-2^{\circ}5$ (5-6 de octubre).

Temperatura media : $12^{\circ}2$ C.

Máxima media : $19^{\circ}0$ C.

2° Mediante observaciones múltiples efectuadas durante el invierno y primavera de 1931 en plantas de trigo al aire libre y cultivadas en un invernáculo y en una habitación, se pudo establecer que con una mínima de 4° C temperatura media de 10° y una máxima de 18° C, se obtuvo un resultado normal de fecundación (19 de septiembre de 1931); temperaturas más bajas no permitieron una floración normal.

En el invernáculo y en la habitación se comprobaron estos resultados;

3° Los ensayos tendientes a determinar la temperatura mínima para la germinación del polen de trigo en substratum artificial malograron por no obtenerse la germinación con temperaturas de 20° y 25° C. El mejor resultado lo dió el substratum conteniendo 0,5 gramos por ciento de agar-agar, 15 gramos por ciento de glucosa y a la temperatura de 20° C, formándose bajo estas condiciones tubos polínicos de uno y medio diámetros sin llegarse a una germinación normal;

4° Otros ensayos en los cuales la germinación se observó en los estigmas de la flor bajo temperaturas reguladas, dieron por resultado establecer el comienzo de germinación con $10-12^{\circ}$ C mientras que con temperaturas de $13-14^{\circ}5$ C la germinación fué casi regular. Temperaturas de 6 a 8° C combinadas con elevada humedad fueron muy perjudiciales para la germinación. En otra serie de ensayos se estableció que temperaturas elevadas que ascienden hasta 35 y más grados pueden perjudicar la fecundación normal del trigo;

5° Aparentemente las condiciones de temperatura son las mismas tanto para la floración de razas de trigo de climas fríos como de clima templado y hasta cálido. Esta uniformidad podría revelar poca diferencia en la sensibilidad o resistencia contra temperaturas bajas durante la floración; sin embargo se debería experimentar sobre este asunto;

6° Actualmente el seguro más eficaz contra los efectos de heladas tardías, consiste en tipos de trigo cuya fisiología impone un retardo en el desarrollo durante la época invernal. Tales tipos son por ejemplo : el *Kanred* y el *Lin Calel*; estas variedades no obstante siembras muy tempranas llegan a espigar y a florecer únicamente cuando las temperaturas son suficientemente elevadas. Observaciones detalladas en ensayos de épocas de siembra de diversos tipos de variedades llevados a cabo durante tres años comprueban suficientemente esta opinión.

ANEXO

PLANILLA I

Datos comparativos sobre la floración de diversas variedades de trigo en ambientes diferentes, en 1931

Fecha	Habitación cerrada				Invernáculo				Al aire libre											
	38 M. A.		San Martín		38 M. A.		San Martín		38 M. A.		San Martín									
	Nº de la espiga	Nº de flores	Nº de granos	% de granos	Nº de la espiga	Nº de flores	Nº de granos	% de granos	Nº de la espiga	Nº de flores	Nº de granos	% de granos								
7-7-31..	1	18	12	67																
13-7-31..	2	10	4	40																
18-7-31..	3	8	2	25																
22-7-31..	5	26	3	11																
»	6	22	0	0																
1-10-31..	33	34	34	100	42	31	29	93												
»	34	39	38	100	43	29	20	69												
»	35	32	29	91	44	31	28	90												
					45	26	24	92												
2-10-31..					46	29	27	93												
8-10-31..				38	48	25	21	84	54	28	21	75	77	27	25	92				
»				39	50	22	21	95					78	27	27	100				
				40	113	92	81													
				41																
9-10-31..	36	28	28	100	47	15	11	73	55	26	20	77	79	23	23	100	61	25	24	96
	37	34	29	85	49	22	20	91	56	27	21	78	80	35	35	100	62	30	29	97
					51	34	27	79	57	28	23	82	81	29	29	100	84	17	14	82

Observaciones. — El resultado de las espigas números 3, 5 y 6 con temperaturas normales es irregular obedeciendo ésto a otros factores adversos. Durante los días 1 y 2 de octubre, las temperaturas en la habitación cerrada y en el invernáculo habían oscilado entre 9 y 21° C (temperatura media \pm 15° C). En los días 8 y 9 de octubre, las temperaturas oscilaron entre 6 y 28° C (temperatura media \pm 15° C).

PLANILLA II

Datos registrados en plantas de trigo que florecieron al aire libre

Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Por ciento de granos	Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Por ciento de granos
6-9-31..	8	19	1	5	1-10-31..	232	15	13	87
»	9	19	1	5	»	273	24	24	100
14-9-31..	11	15	0	0	2-10-31..	231	24	18	75
19-9-31..	205	24	23	95	»	257	19	19	100
»	206	11	10	91	3-10-31..	68	27	25	92
»	207	18	13	72	»	94	20	17	85
»	208	32	32	100	»	186	38	37	97
»	209	11	11	100	4-10-31..	164	36	35	97
»	210	19	19	100	»	233	14	14	100
»	211	15	10	67	»	236	10	4	40
»	212	22	22	100	»	237	30	18	60
21-9-31..	213	24	22	92	»	254	31	31	100
»	219	18	6	33	»	255	31	31	100
24-9-31..	10	24	0	0	»	258	20	17	85
»	198	13	11	84	»	259	21	21	100
»	220	18	1	5	»	261	33	32	100
26-9-31..	179	13	12	92	5-10-31..	73	22	22	100
»	180	10	9	90	»	165	31	31	100
»	199	9	5	55	»	166	38	38	100
»	200	23	22	96	»	167	23	20	87
»	201	8	8	100	»	187	37	36	97
»	202	24	21	87	»	188	37	36	97
»	250	36	36	100	»	189	35	35	100
»	251	33	33	100	»	190	40	40	100
28-9-31..	181	30	30	100	»	224	33	32	97
»	203	14	11	78	»	260	22	22	100
»	226	29	27	93	»	262	39	39	100
»	252	31	31	100	»	272	13	8	61
»	253	18	18	100	6-10-31..	74	32	32	100
»	260	22	22	100	»	75	31	31	100
29-9-31..	256	26	26	100	»	100	19	18	95
30-9-31..	204	29	28	96	»	101	21	15	71
1-10-31..	182	6	5	83	»	104	14	12	85
»	183	10	10	100	»	105	10	10	100
»	184	10	6	60	»	121	16	16	100
»	185	29	28	96	»	132	8	8	100
»	221	19	16	84	»	139	35	32	91
»	222	22	20	90	»	146	26	17	65
»	227	20	18	90	»	157	29	29	100
»	228	9	6	67	»	168	38	36	95
»	229	32	28	87	»	170	38	37	97
»	230	35	33	94	»	192	16	16	100

Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Porcentaje de granos	Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Porcentaje de granos
6-10-31..	196	19	19	100	13-10-31.	106	38	38	100
»	245	14	14	100	»	107	39	35	90
»	256	26	26	100	»	108	35	34	97
»	258	20	17	85	»	109	33	33	100
7-10-31..	76	25	25	100	»	119	34	34	100
»	122	34	34	100	»	120	33	32	97
»	123	32	31	97	»	134	13	13	100
»	133	26	24	92	»	135	29	29	100
»	140	15	15	100	»	136	29	28	96
»	158	21	17	81	»	142	36	34	94
»	159	21	18	86	»	160	15	15	100
»	171	29	29	100	»	175	20	20	100
»	197	39	39	100	»	176	14	14	100
»	225	32	32	100	»	235	31	31	100
»	246	21	20	95	»	240	24	23	95
»	259	21	21	100	»	241	19	18	95
8-10-31..	77	27	25	92	»	263	31	31	100
»	78	27	27	100	»	264	27	25	92
»	102	24	24	100	»	265	33	29	88
»	103	18	18	100	»	266	28	26	92
»	124	32	32	100	»	267	30	27	90
»	125	33	33	100	14-10-31.	69	20	17	85
»	141	36	36	100	»	110	33	31	94
»	172	29	27	93	»	111	37	36	97
»	173	21	21	100	»	112	38	35	92
»	238	30	30	100	»	131	35	34	97
»	239	34	33	97	»	137	26	11	42
»	247	14	14	100	»	143	31	31	100
9-10-31..	61	25	24	96	»	144	36	35	95
»	62	30	29	97	»	161	21	19	90
»	79	23	23	100	»	162	21	19	90
»	80	35	35	100	»	177	24	24	100
»	81	29	29	100	»	178	17	16	94
»	82	16	16	100	»	242	19	19	100
»	84	17	14	82	»	268	21	19	90
»	85	10	8	80	»	269	23	20	86
»	86	23	23	100	15-10-31.	63	26	25	96
»	87	35	33	94	»	64	25	23	92
10-10-31.	99	40	40	100	»	65	20	19	95
»	126	31	30	97	»	113	32	30	94
»	127	32	31	97	»	114	31	30	97
»	174	22	22	100	»	115	36	36	100
12-10-31.	117	34	34	100	»	116	33	31	94
»	118	34	34	100	»	129	21	20	95
»	128	29	27	93	»	130	26	25	96
»	234	9	9	100	»	138	31	31	100

Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Por ciento de granos	Fecha	Número de la espiga	Flores	Granos	Por ciento de granos
15-10-31.	145	38	37	97	22-10-31.	270	29	29	100
»	163	21	21	100	»	271	32	30	94
»	243	28	28	100	»	272	33	33	100
»	244	13	13	100	»	273	35	35	100
21-10-31.	261	24	21	87 ¹	23-10-31.	274	32	32	100
»	262	37	35	94	»	275	32	32	100
»	263	32	32	100	»	276	24	22	87
22-10-31.	264	30	30	100	»	277	34	34	100
»	265	32	30	94	»	278	34	32	94
»	266	32	32	100	»	279	30	28	93
»	267	34	33	97	»	280	26	26	100
»	268	28	28	100	»	281	32	32	100
»	269	26	26	100	»	282	30	26	87

¹ 38 M. A.

PLANILLA III

Cuadro comparativo de los intervalos entre siembra y espigación de las variedades Kanred y Lin Calel por una parte y 38 M. A., Record, Sin Rival y Vencedor por otra

Época	Año 1930			Año 1931			Año 1932		
	Siembra	Espiga- ción	Intervalo en días	Siembra	Espiga- ción	Intervalo en días	Siembra	Espiga- ción	Intervalo en días
<i>Variedad Kanred</i>									
1 ^a	16-IV	6-XI	204	6-V	9-XI	187	30-IV	25-X	177
2 ^a	24-V	9-XI	168	6-VI	13-XI	161	30-V	31-X	154
3 ^a	8-VII	22-XI	137	3-VII	17-XI	137	9-VII	17-XI	131
<i>Variedad Lin Calel</i>									
1 ^a	16-IV	29-X	196	6-V	31-X	178	30-IV	25-X	177
2 ^a	24-V	2-XI	161	6-VI	31-X	147	30-V	29-X	153
3 ^a	8-VII	18-XI	134	3-VII	15-XI	135	9-VII	10-XI	124
<i>Variedad 38 M. A.</i>									
1 ^a	16-IV	30-IX	167	6-V	13-X	159	30-IV	25-IX	148
2 ^a	24-V	15-X	144 ^{1 7}	6-VI	16-X	132 ^{2 8}	30-V	13-X	137 ^{3 9}
3 ^a	8-VII	1-XI	116 ^{4 10}	3-VII	24-X	113 ^{5 11}	9-VII	22-X	105 ^{6 12}
<i>Variedad Record</i>									
1 ^a	30-V	21-X	144 ^{1 7}	6-VI	25-X	141 ^{2 8}	30-V	19-X	142 ^{3 9}
2 ^a	10-VII	4-XI	117 ¹⁰	3-VII	30-X	119 ^{5 11}	9-VII	24-X	107 ^{6 12}
3 ^a	11-VIII	11-IX	92	29-VII	2-XI	96	10-VIII	5-XI	87
<i>Variedad Sin Rival</i>									
1 ^a	30-V	23-X	146 ^{1 7}	6-VI	30-X	146 ^{2 8}	30-V	21-X	144 ^{3 9}
2 ^a	10-VII	6-XI	119 ^{4 10}	3-VII	3-XI	123 ^{5 11}	9-VII	27-X	110 ^{6 12}
3 ^a	11-VIII	16-XI	97	29-VII	9-XI	103	10-VIII	11-XI	93
<i>Variedad Vencedor</i>									
1 ^a	30-V	22-X	145 ^{1 7}	6-VI	30-X	146 ^{2 8}	30-V	20-X	143 ^{3 9}
2 ^a	10-VII	6-XI	119 ^{4 8}	3-VII	2-XI	122 ^{5 11}	9-VII	27-X	110 ^{6 12}
3 ^a	11-VII	15-XI	96	29-VII	8-XI	102	10-VIII	10-XI	92

REFERENCIAS

Intervalo entre siembra y espigación

¹ 22 a 24 días menos que el Kanred en la 2^a época, año 1930.

² 15 a 19 días menos que el Kanred en la 2^a época, año 1931.

³ 10 a 17 días menos que el Kanred en la 2^a época, año 1932.

⁴ 18 a 21 días menos que el Kanred en la 3^a época, año 1930.

⁵ 14 a 24 días menos que el Kanred en la 3^a época, año 1931.

⁶ 21 a 26 días menos que el Kanred en la 3^a época, año 1932.

⁷ 15 a 17 días menos que el Lin Calel en la 2^a época, año 1930.

⁸ 1 a 15 días menos que el Lin Calel en la 2^a época, año 1931.

⁹ 9 a 16 días menos que el Lin Calel en la 2^a época, año 1932.

¹⁰ 15 a 18 días menos que el Lin Calel en la 3^a época, año 1930.

¹¹ 12 a 22 días menos que el Lin Calel en la 3^a época, año 1931.

¹² 14 a 19 días menos que el Lin Calel en la 3^a época, año 1932.

BIBLIOGRAFÍA

1. AZZI GIROLAMO, *Ecología agraria*, en *Nuova Enciclopedia Agr. Ital.*, Torino, 1928.
2. BECKER, J. A., *Handbuch des Getreidebaues*, Berlin-Parey, 1927.
3. FRUWIRTH, C., *Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung*, Band IV, Berlin-Parey, 1923.
4. HESSLING, N. A., *Relación entre la lluvia, la temperatura y el rendimiento del trigo*, en *Bol. Of. Met. Nac.*, año IV, número 4, Buenos Aires, 1922.
5. KNOWLTON, H. E., *Studies in pollen with special reference to longevity*, Cornell University Agr. Expt. Sta. Mem. 52, January, 1922.
6. KNUTH, P., *Handbuch der Blütenbiologie*, II, Bd., 547 y 548, 1899.
7. LEIGHTY, C. E. y SANDO, W. J., *The blooming of wheat flowers*, en *Jour. Agr. Res.*, 27, número 5, 231-244, 1924.
8. PERCIVAL, J., *The wheat plant.*, London, Duckwarth, 1921.
9. ROEMER, TH., RUDOLF W. y LUEG, H., *Das Refraktometer als Hilfsmittel zur Bestimmung der Winterfestigkeit bei Winterweizen*, Fortschritte in der Landwirtschaft 3, Jahrg, Heft, 9, 1828.
10. SCHINDLER, FRZ., *Handbuch des Getreidebaus*, Berlin-Parey, 1923.
11. TIMMONS, F. L. y CLAPP, A. L., *Floret sterility in wheat caused by late spring freeze*, en *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 24, número 7, 584-585, 1932.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1

Efecto producido por la helada sobre una planta de trigo.

Figura 2

Diversas espigas de trigo y culmos que sufrieron fuertemente a causa del frío.

Figura 3, serie I

Corte transversal de un ovario normal.

El pericarpio en perfecto estado de desarrollo, limitado por una epidermis de células cuadrangulares más o menos poligonales, a veces algo deformadas, provistas de grandes núcleos, con espesamientos e interrumpida en la parte superior del fruto en la región del apix por largos pelos unicelulares puntiagudos, cuyos ejes se hacen perfectamente visibles mediante la hematoxilina férrica. Células bastante grandes poligonales, en algunas partes sueltas, en otras más o menos deformadas por las presiones mútuas, forman el resto del fruto; es un parénquima delicado y las células se hallan superpuestas. Sufren deformaciones acentuadas en la proximidad del estigma, donde se notan vasos anillados que son prolongación de los haces vasculares laterales que se continúan en los estilos. Aquí las células se alargan considerablemente en sentido del eje longitudinal del ovario; inversamente, en la parte inferior las células formadoras

del ovario se reducen a un tercio de su diámetro, alargándose en sentido transversal.

El límite interior del pericarpio está determinado por células alargadas tangencialmente y dos hileras de células cuadrangulares 1 que se interrumpen en algunas regiones para dar paso a las anteriores.

La capa cruzada 2, que se halla en contacto con la epidermis interior y que se distingue claramente por su aspecto, está formada por células clorofilianas de bordes redondeados con núcleos bastante grandes. Ambas forman la porción interna del pericarpio.

Una región hueca separa el pericarpio del óvulo y desaparece en la zona funicular, los 2 tegumentos seminales se hacen perfectamente visibles, el óvulo sesil anátropo, está fijo en la región ventral por una placenta ancha a la cual está íntimamente ligado. Presenta el óvulo dos hileras de células algo degeneradas muy alargadas y provistas de núcleos poco visibles; estas células en gran parte desorganizadas, forman el tegumento externo 3-4; aquí se nota que las células han perdido parte del citoplasma y los núcleos se han hecho más pequeños.

Una capa de células cuadrilongas 5 y cuyos núcleos ocupan la casi totalidad de las células; tienen forma bien definida y aumentan de longitud con el crecimiento del grano.

Otra de células alargadas 6 constituye restos de la capa hialina. La más interesante está representada por una hilera de células cuadradas donde el núcleo ocupa gran parte de la masa celular, es la capa proteica. El albumen, formado por células poligonales más abundantes en la proximidad de la chalaza y haciéndose más compacto el tejido en la región funicular donde los espacios intercelulares desaparecen totalmente; son las células que se cargan de almidón.

Un grupo de ocho células, diferentes del resto en su constitución, limita el hueco del óvulo en esta región, frente a las mismas aparecen dos células fusionadas presentando sus correspondientes núcleos y algunas vacuolas.

Restos de tejidos ocupan el centro de la cavidad ovular.

A la izquierda tenemos una porción del mismo grano vista con más aumento:

1. Capa de células cuadrangulares;
2. Capa cruzada (ambas forman la porción interna del pericarpio);
- 3, 4, 5. Tegumento externo de la semilla;
6. Restos de la capa hialina o tegumento interno de la semilla;
7. Capa proteica;
8. Albumen, porción harinosa.

Figura 4, serie I

Corte transversal de antera aparentemente normal conteniendo granos en diverso estado de desarrollo.

La mayoría de los granos bien constituídos con sus gametas correspondientes; el resto no permite diferenciarlas siendo además de menor tamaño.

Corte de una antera pasando por la región del conectivo.

Las anteras contienen los granos de polen con sus correspondientes gametas

que se hacen visibles en la mayoría de ellos. Es una antera normal con los granos bien constituidos en distintas fases del desarrollo.

Figura 5, serie II

Corte longitudinal frontal, algo oblicuo, de un ovario.

No se distinguen los estigmas, únicamente algunos pelos en la cima.

Ovario bilobulado, una lodícula perfectamente desarrollada se halla a la derecha.

Los tegumentos ovulares bien constituidos. El complejo formado por varias células, núcleos grandes y citoplasma vacuolar. Se nota la fusión de un núcleo del saco embrionario en el cuadro de la izquierda.

Figura 6, serie II

Corte transversal de ovario pasando por el centro.

Conformación general perfectamente normal. En el saco embrionario las cintas citoplásmicas, con los núcleos provistos de varios nucleolos, hacen su aparición. A la izquierda, con más aumento, se ve una célula en división.

Figura 7, serie II

Corte transversal de ovario pasando por el centro.

Ofrece, en general, un aspecto normal en todos sus elementos constitutivos.

Los estigmas en parte destruidos; el tejido conductor de los mismos sensiblemente modificado, formado por una masa informe con restos de células. El parénquima formador del pericarpio, la epidermis interior y exterior como también la capa cruzada no han sufrido por los efectos del frío; lo mismo podemos decir de los tegumentos ovulares, la capa de aleurona y nucela. En el saco embrionario se reconoce el grupo de las antípodas, dos células con núcleos grandes bien definidos; otras dos, fusionadas y en división, parecen hallarse en la profase. Existen además otras con núcleos más pequeños y finalmente algunas que los tienen muy poco visibles. Cintas citoplásmicas aprisionando algunos núcleos completan el conjunto antipodial con su abundante citoplasma vacuolar. El tejido nucelar bastante desarrollado.

Figura 8, serie II

Corte longitudinal de una antera joven de aspecto normal.

Perfectamente diferenciados los tejidos epidérmicos, con sus células más o menos cuadradas recubiertas por una cutícula espesa.

Las células formadoras del parénquima en empalizada forman una capa transparente donde se perciben, sin ninguna dificultad, los granos de clorófila que forman hilera junto a las paredes celulares. Estas células de empalizada son uniformes en su tamaño y forma; se hallan dispuestas perpendicularmente al eje mayor de la antera.

Por transparencia encontramos los granos de polen con su exina perfecta-

mente visible, la masa citoplásmica llena bastante bien los granos y en algunos se hace notar la presencia del poro y de las gametas.

Se trata de una antera normal con sus granos de polen bien constituídos pero no maduros. Este material no ha sufrido los efectos del frío.

Figura 9, serie II

Corte de una antera pasando por el conectivo, en un momento próximo a la dehiscencia de la misma.

Los granos contenidos en los lóculos están maduros en su gran mayoría, provistos de abundante citoplasma; son normales, contienen las gametas. El poro se halla obturado como puede verse en el grano que con mayor aumento aparece en el cuadro de la derecha, y espera el momento oportuno para eclosionar. La antera presenta su epidermis provista de núcleos bien definidos y la cutícula con las líneas onduladas características; en el centro la zona del conectivo con sus epidermis de células cuadradas y algunos vasos anillados, prolongación del manajo que recorre el filamento. Se trata, en resumen, de una antera bien constituida.

Figura 10, serie II

Corte transversal de antera normal en el momento de la dehiscencia. Es interesante, por esta circunstancia, el corte que nos ocupa.

Los tejidos formadores de la antera perfectamente normales; la epidermis con su correspondiente cutícula y el tejido mecánico mostrando los espesamientos hacia la cara interna, por cuya razón la dehiscencia se produce por la cara más débil de la célula. La región del conectivo con sus cavidades esquizógenas permanece casi intacta. Los granos de polen repletos de citoplasma muestran algunos sus gametas en forma de media luna y el poro; son escasos los que tienen transparente la región de la membrana, como también los que contienen citoplasma vacuolar; algunos muy pequeños, débilmente coloreados carecen de gametas y los consideramos como granos atróficos. Arriba, con más aumento, pueden verse tres de los ya descritos.

Figura 11, serie II

Corte longitudinal de una antera normal.

Hemos tomado aquí la porción correspondiente a un lóculo de antera muy aumentada para hacer visibles hasta los últimos detalles histológicos.

La epidermis está formada por células angostas, se ve claramente la pared exterior de las mismas cuya cutícula corresponde a las líneas muy tenues onduladas del dibujo. Algunas células de la capa mecánica aparecen en la pared junto a la epidermis con sus espesamientos característicos, forman parte de la capa subepidérmica, a la que le está reservado un papel importantísimo en la dehiscencia de la antera que se efectúa aquí abriendo hacia afuera, debido a que los refuerzos están en la cara interna. El eje longitudinal es perpendicular a las

células de la epidermis. Se hacen visibles también células de la empalizada ; son alargadas y de gran tamaño.

Un tejido parenquimático forma el conectivo, el cual está provisto de un haz vascular bien desarrollado. El tejido epidérmico que lo recubre es de la misma naturaleza que el de la antera, estando provisto de una cutícula, también con las líneas onduladas, que encontramos en éstas.

Los granos de polen, esféricos o más comúnmente ovoides con deformaciones y repliegues característicos tienen la masa de citoplasma acumulada en el centro, presentando en su interior las gametas y una exina bastante transparente; no se nota claramente el poro que se halla en esta membrana, pero sin embargo en uno de ellos está muy nítido ; los granos de almidón abundantes.

Figura 12, serie II

Corte longitudinal de antera joven.

Se ve perfectamente la formación de los granos de polen y su desprendimiento de las células que le dieron origen. Aparecen en distintas fases del desarrollo hallándose algunas ya bien constituidas. Los tejidos formadores de la antera están representados a la izquierda en su mayor parte.

Figura 13, serie III

Corte longitudinal de ovario con el óvulo transformado.

El ovario se conserva perfectamente, habiendo sufrido modificación la porción correspondiente al óvulo ; quedan sin embargo restos de tejidos ovulares.

La porción nucelar con escasas células vivas, parece haberse desintegrado en el resto. Un desgarramiento producido posiblemente por diferencia de tensión, ha provocado la ruptura que aparece en el dibujo.

Figura 14, serie III

Corte longitudinal de un ovario visto de lado.

El pericarpio conserva su forma primitiva sin haberla modificado, a excepción de la porción central donde los tejidos parecen haber efectuado una transformación bastante acentuada. Las células epidérmicas y subepidérmicas permanecen intactas en casi toda la superficie ; las formadoras del parénquima del pericarpio son desiguales en su tamaño, mucho más reducidas en la proximidad del óvulo, aumentan notablemente a medida que se dirigen a la región de los estigmas donde se hace perfectamente visible el tejido conductor.

El óvulo que se ha reducido notablemente está constituido por tejidos muertos, informes que se han teñido intensamente sin permitir diferenciar nada.

La fecundación no se ha realizado por la muerte prematura de los elementos destinados a ese fin. Es dudoso aquí que la deformación del óvulo sea efecto del frío, pues los tejidos del ovario que lo rodean se han conservado bien ; pero no es difícil tampoco que los tejidos ovulares sean más sensibles al frío que los del ovario.

Figura 15, serie III

Corte longitudinal frontal oblicuo de ovario.

Se trata aquí de un ovario anormal. El corte abarca el centro de la lodícula izquierda y toca apenas la derecha. El estigma izquierdo se ve cortado por la parte céntrica, el otro por un costado. Los estigmas mamelonados y protuberancias en el carpelo, son rasgos de anormalidad en este ovario, las células de todos los tejidos permanecen vivas.

La porción correspondiente al saco embrionario está ocupada aquí por dos hileras de células replegadas, restos de tegumentos ovulares posiblemente y además, una ramificación teñida en obscuro sin núcleos aparentes, tejido degenerado que ocuparía la región nucelar.

No se notan los elementos formadores del saco embrionario.

Figura 16, serie IV

Corte longitudinal frontal, algo oblicuo, de ovario.

Los efectos desastrosos de las heladas son aquí notables; el pericarpio ha modificado, casi por completo, sus tejidos y también su constitución morfológica.

La presencia de una lodícula nos orienta para descubrir los estigmas en el extremo opuesto. Porciones mamelonares existentes en el pericarpio han sido destruidas, existiendo en cambio, proliferación de tejidos en la proximidad de los estigmas; un desprendimiento celular corona a éstos.

La región que correspondería al saco embrionario está ocupada por una masa amorfa de tejidos desprovistos de núcleos, y cuyas membranas se han fusionado entre sí.

La deformación y descomposición descritas habrán sido causadas por las bajas temperaturas que no hicieron posible la fecundación. Por una parte, la helada destruyó parcialmente los tejidos, y por otra hubo proliferación por no haberse efectuado la fecundación.

Otro corte hecho sobre el mismo ovario, pero más superficial, muestra la pérdida de agua que han sufrido los tejidos, y esto trae como consecuencia la contracción que han experimentado las células. Los estigmas son también, en este nuevo corte, histológicamente anormales.

Figura 17, serie IV

Corte longitudinal de ovario que ha sufrido parcialmente los efectos de las heladas.

La porción media inferior del ovario no se ha modificado; los tejidos formadores son normales y también lo son los de la lodícula que aparece a la izquierda del dibujo. El pericarpio, en parte normal; la epidermis conserva perfectamente su forma; células cuadradas de regular tamaño bordean el ovario provistas de sus correspondientes núcleos; el parénquima formador del pericarpio se conserva bien en la porción inferior, pero en el resto ha desaparecido casi

por completo el citoplasma, estirándose enormemente; rastros de pelos coronan el ápice.

La nucela se ha condensado y modificado notablemente. El óvulo deformado muestra un tejido anormal; el desarrollo ulterior en estas condiciones es imposible.

Hemos visto en los cortes Serie III, números 14 y 15, y Serie IV, números 16 y 17, que se observa el efecto progresivo del frío.

a, Semejante al anterior, pero aquí los efectos son más acentuados, no se ha salvado nada de los tejidos formadores del pericarpio. Restos de tegumentos ovulares aún quedan; no hay diferenciación en los tejidos del óvulo, priman los de células degeneradas; la porción inferior del ovario es la única que conserva las células bien conformadas con sus núcleos correspondientes, tiene un aspecto racimoso y se destaca la formación de células voluminosas en el mismo lugar.

El óvulo está inserto al ovario por una ancha pared placentar; el estigma, abultado y trunco, muestra en la base un grupo de células muy transparentes.

b, Análogo a los anteriores de la misma serie.

Degeneración parcial de tejidos; se conservan sin embargo los tegumentos en su mayor parte con las células nucleadas, el óvulo de naturaleza fibrosa; un estigma bien desarrollado, el otro atrofiado. Existen restos de lodículas.

Figura 18, serie IV

Corte longitudinal de un ovario.

A pesar de las formaciones mamelonadas en el pericarpio, los tejidos se conservan con más vitalidad que en el corte siguiente. No escapa sin embargo la formación de una zona de tejidos fibrosos que originan como un esqueleto donde se insertan esas formaciones que le dan un aspecto original.

La zona funicular muy racimosa. El ovario bastante degenerado, ofrece una muy leve diferenciación tegumentaria, encerrando una porción nucelar que no es sino rastro de la antigua nucela del óvulo. Como vemos, los efectos del frío se han hecho sentir también aquí en la región más delicada: el óvulo.

Figura 19, serie IV

Corte longitudinal de un ovario anormal.

Morfológicamente es muy irregular; los dos estigmas, bastante desarrollados forman la porción más notable del fruto; provistos en el ápice de numerosos pelos, muestran zonas epidérmicas desprendidas y algunos tejidos modificados, conservando sin embargo, numerosas células vivas en la zona superficial.

El resto del pericarpio contiene tejidos subepidérmicos formados por células grandes, cuyo citoplasma ha desaparecido casi por completo y conteniendo núcleos bien definidos; los tejidos del pericarpio han perdido agua llegando la contracción a tal grado, que no es posible ya distinguir elementos celulares. Algo análogo podemos opinar del óvulo, donde con mucha dificultad se distinguen rastros de los tegumentos y la nucela forma una masa compacta inde-

finida. No puede establecerse si se ha realizado la fecundación por las notables deformaciones experimentadas y los desgarramientos sufridos, probablemente por las bajas temperaturas que han originado los huecos de la parte superior.

Figura 20, Serie V

Esquema de un corte longitudinal lateral de ovario viejo.

Aquí la deformación llega a su máximo distinguiéndose únicamente el ovario y rastros del óvulo que se halla completamente transformado. Queda un solo estigma, el otro se ha destruído, el tejido conductor se hace visible; el funículo y una lodícula se notan también; los tejidos de todos los elementos se hallan desintegrados; sobreviven también en este caso por mayor tiempo los tegumentos.

Otro esquema perteneciente a la misma serie, ofrece la diferencia de ser un ovario completamente ensanchado. El óvulo ocupa la parte central, formado por células muertas y rodeado de unos escasos tejidos que conservaron la vitalidad en el momento de la fijación del material. Estigmas provistos de abundantes pelos.

Figura 21

Corte transversal esquemático de espiga embrionaria.

Una estambre visto en detalle muestra las diversas capas. De adentro hacia afuera: células madres de polen, tapetun, capa mediana, endotecio y epidérmis.

Figura 22

Otro aspecto de espiga embrionaria.

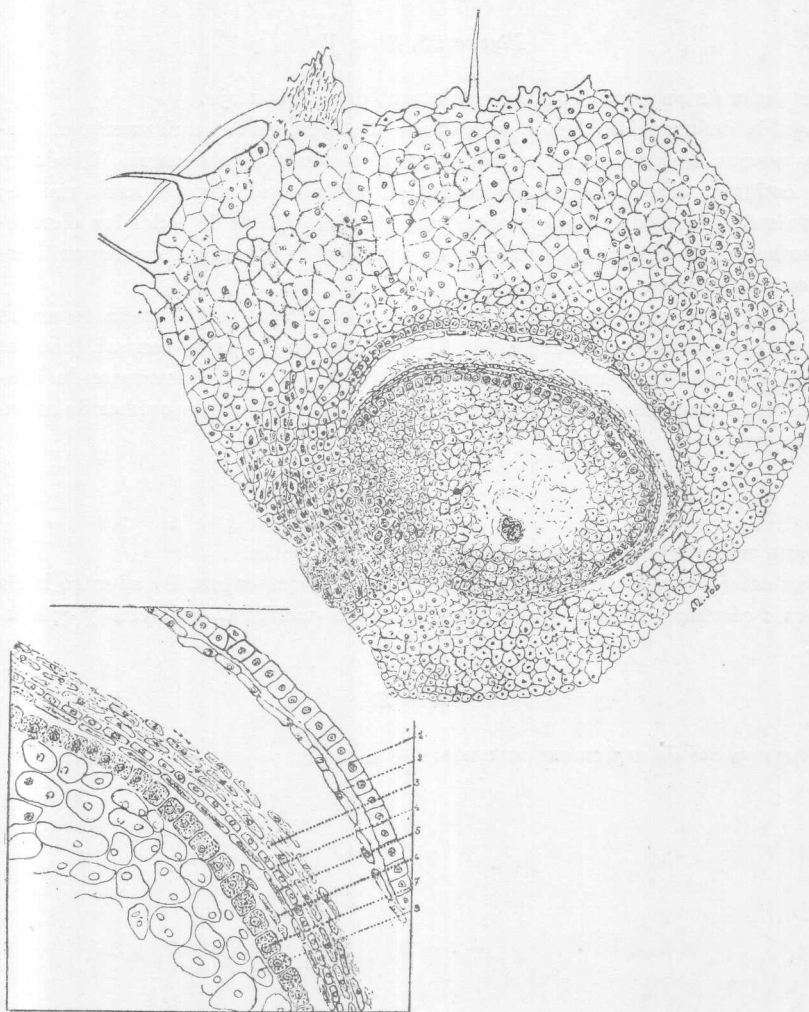


Fig. 3. — Serie I. Corte longitudinal de un ovario normal de trigo. Aumento : 80 diámetros
En cuadro : porción del mismo. Aumento 220 diámetros

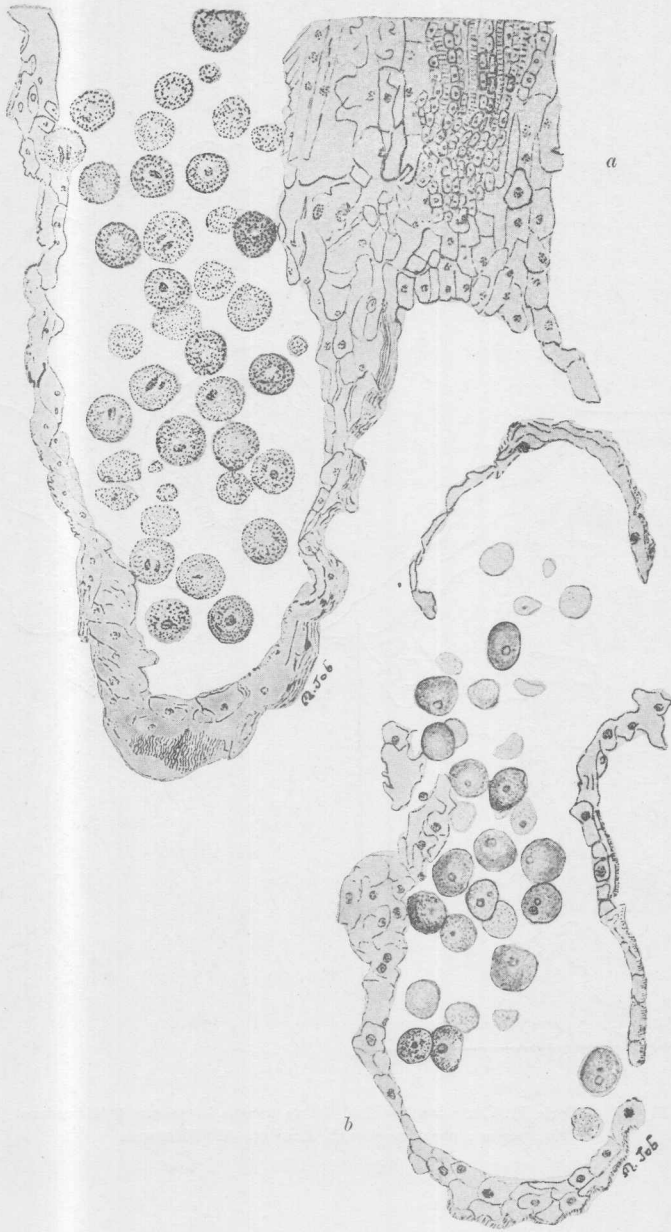


Fig. 4. — Serie I. *a*, Porción de antera en un corte pasando por el conectivo. Aumento 180 diámetros; *b*, Corte transversal de una antera. Aumento 120 diámetros.

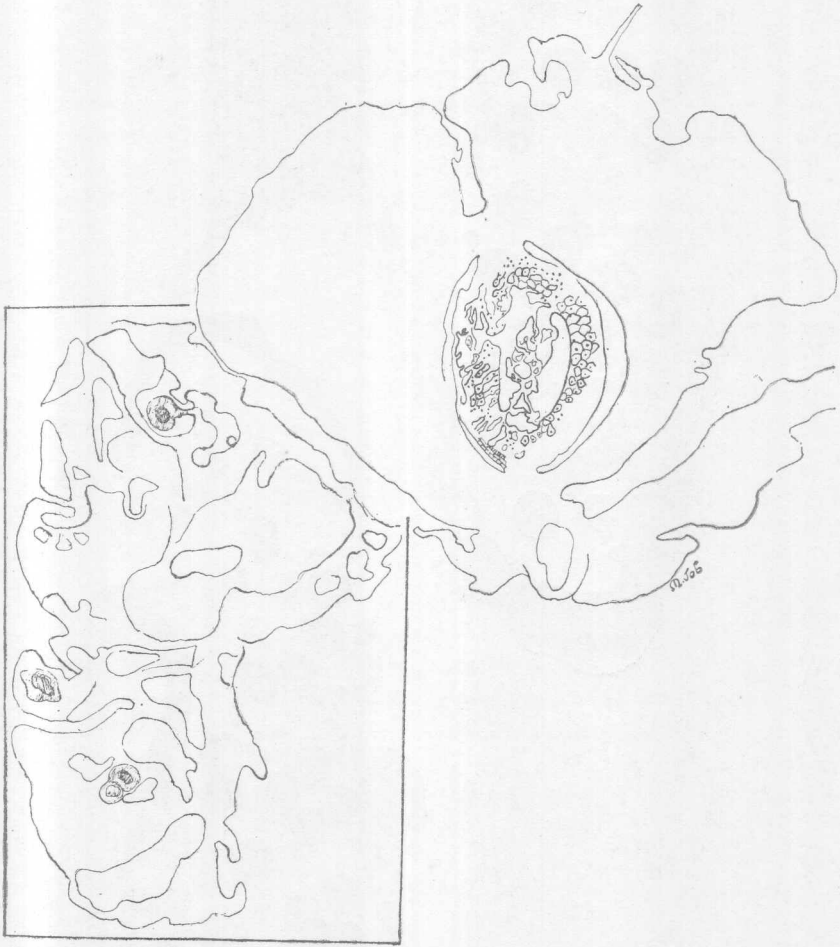


Fig. 5. — Serie II. Corte longitudinal de un ovario. Aumento 40 diámetros
En cuadro : porción central. Aumento 320 diámetros



Fig. 6. — Serie II. Corte transversal de un ovario. Aumento 40 diámetros
En cuadro : porción de la cinta citoplásmica. Aumento 320 diámetros



Fig. 7. — Serie II. Dibujo esquemático de un corte transversal de ovario. Aumento 60 diámetros. A la derecha : saco embrionario del mismo mostrando el grupo antipodial. Aumento 120 diámetros

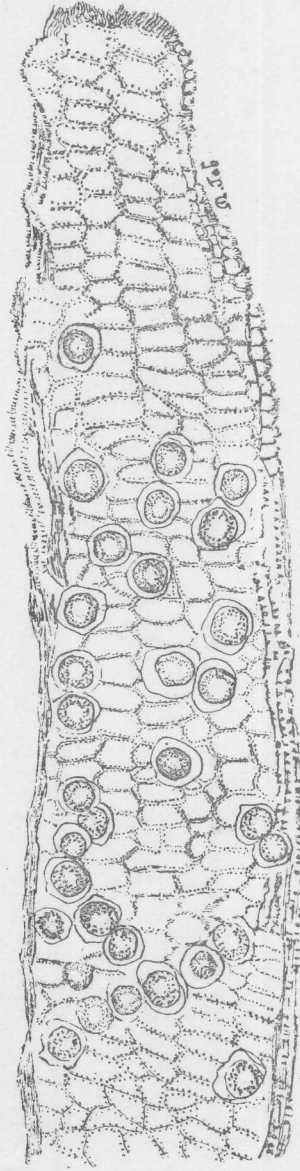


Fig. 8. — Serie II. Corte longitudinal de antera joven
Aumento 120 diámetros

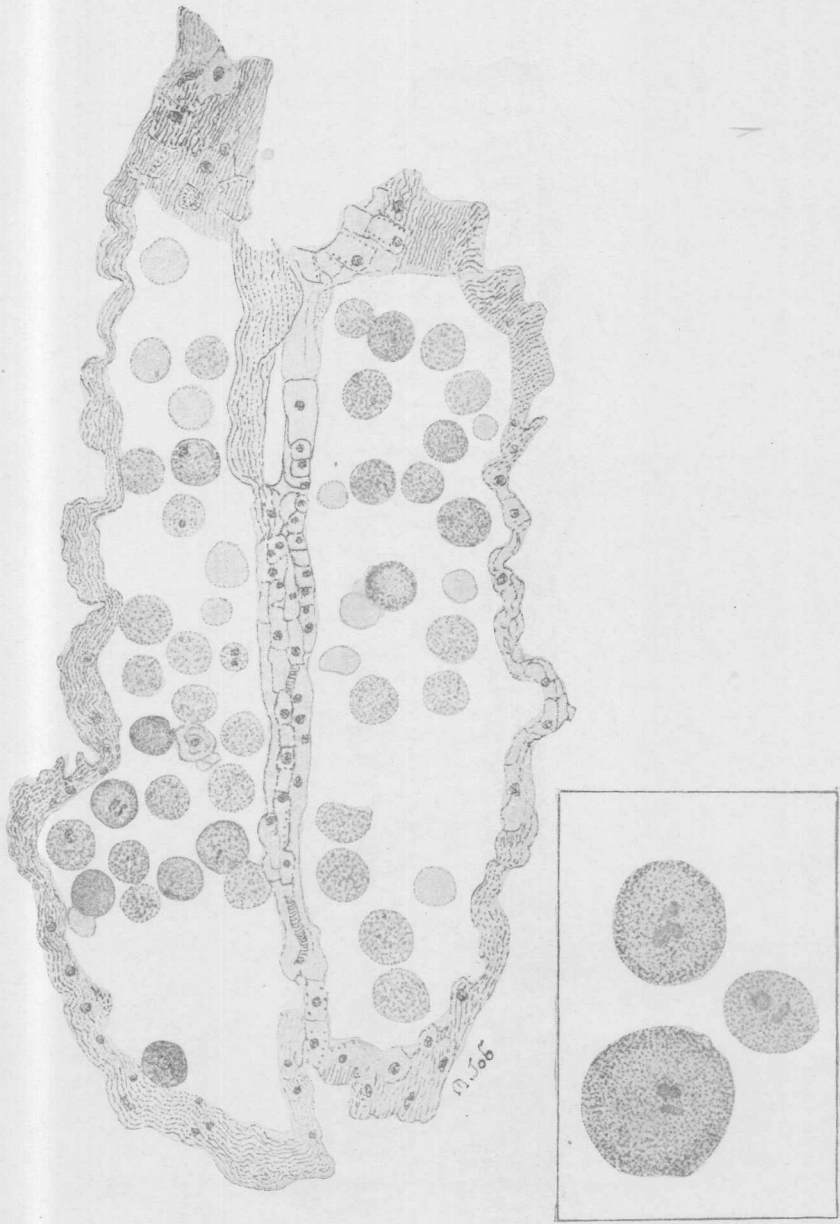


Fig. 9. — Serie II. Corte de una antera pasando por el conectivo. Aumento 180 diámetros
En cuadro : polen de la misma. Aumento 480 diámetros

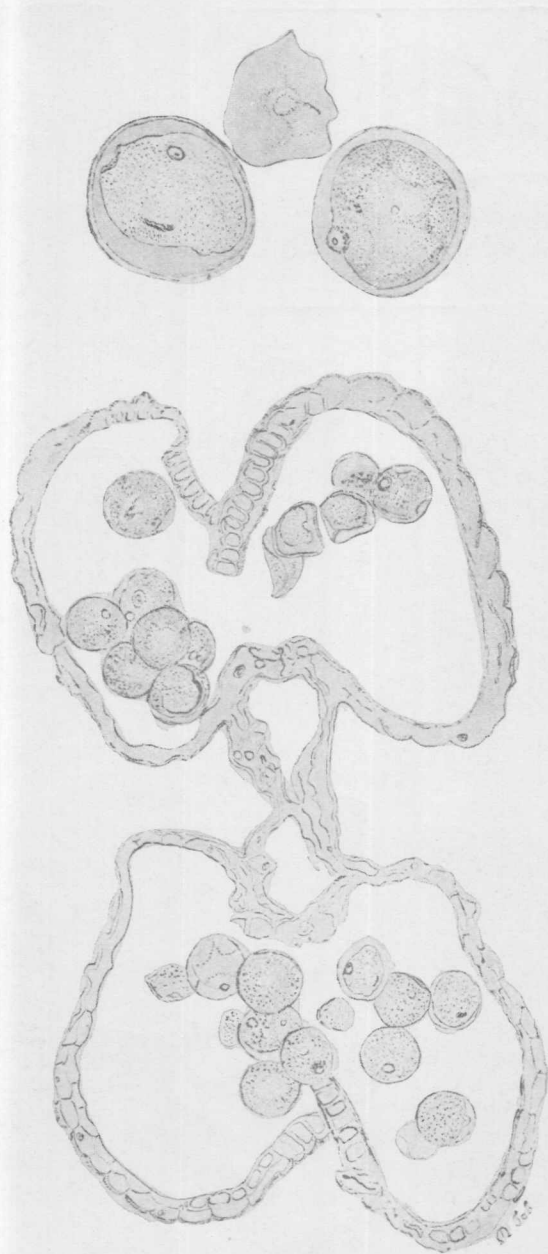


Fig. 10. — Serie II. Corte transversal de una antera. Aumento 180 diámetros
En cuadro : polen de la misma. Aumento 480 diámetros

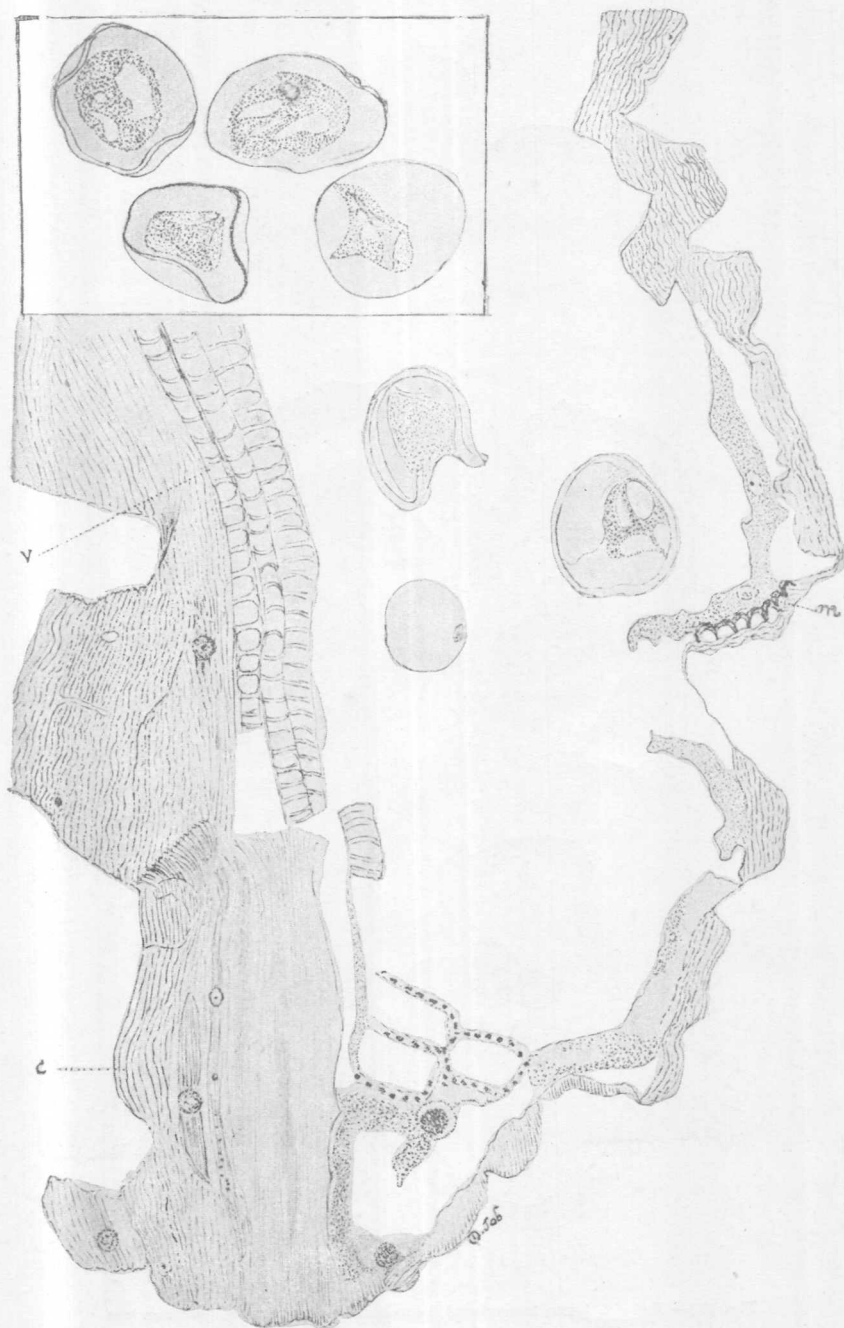


Fig. 11. — Serie II. Corte longitudinal de antera normal : *v* = vasos ; *m* = capa mecánica ; *c* = cutícula
En cuadro : polen de la misma. Aumento 480 diámetros

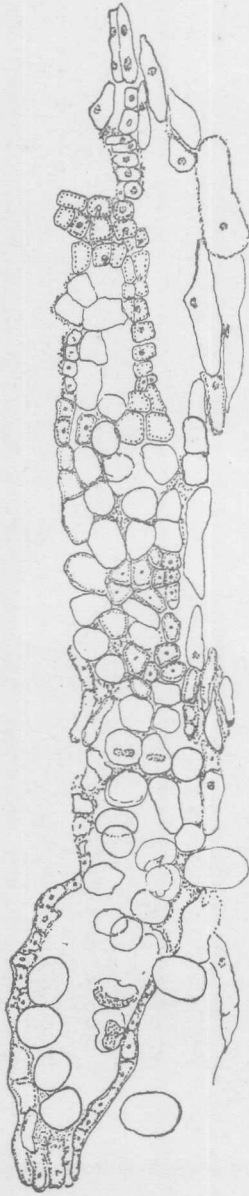


Fig. 12. — Serie II. Corte longitudinal de antera muy joven
Aumento 160 diámetros



Fig. 13. — Serie III. Corte longitudinal de un ovario. Aumento 80 diámetros

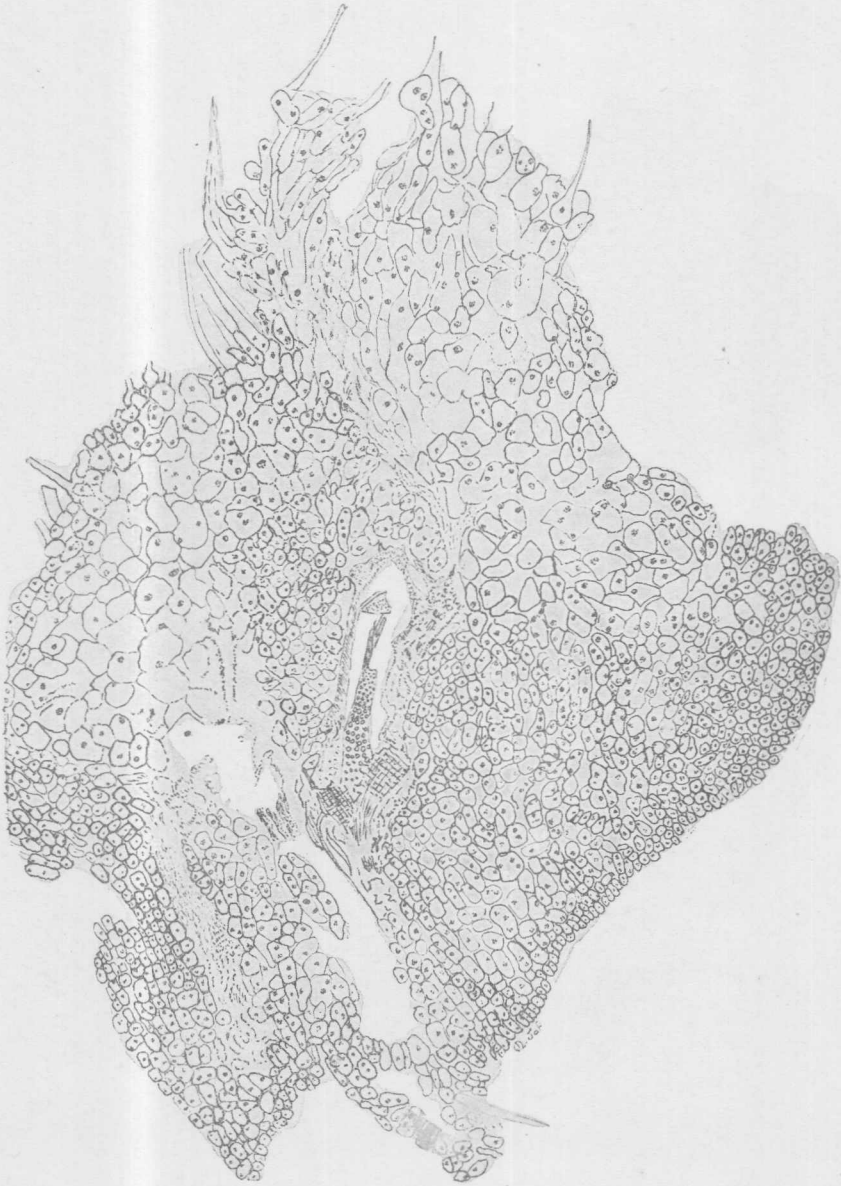


Fig. 14. — Serie III. Corte longitudinal de ovario mostrando el óvulo transformado y con tejidos degenerados. Aumento 80 diámetros



Fig. 15. — Serie III. Corte longitudinal frontal oblicuo de ovario. Aumento 120 diámetros



Fig. 16. — Serie IV. Corte longitudinal frontal oblicuo de ovario completamente deformado por las heladas. Aumento 170 diámetros



Fig. 17. — Serie IV. Tres cortes longitudinales de ovarios. Aumento 80 diámetros
a, totalmente transformado; *b* y *c*, parcialmente transformados



Fig. 18. — Serie IV. Corte longitudinal de un ovario mamelonado. Aumento 100 diámetro

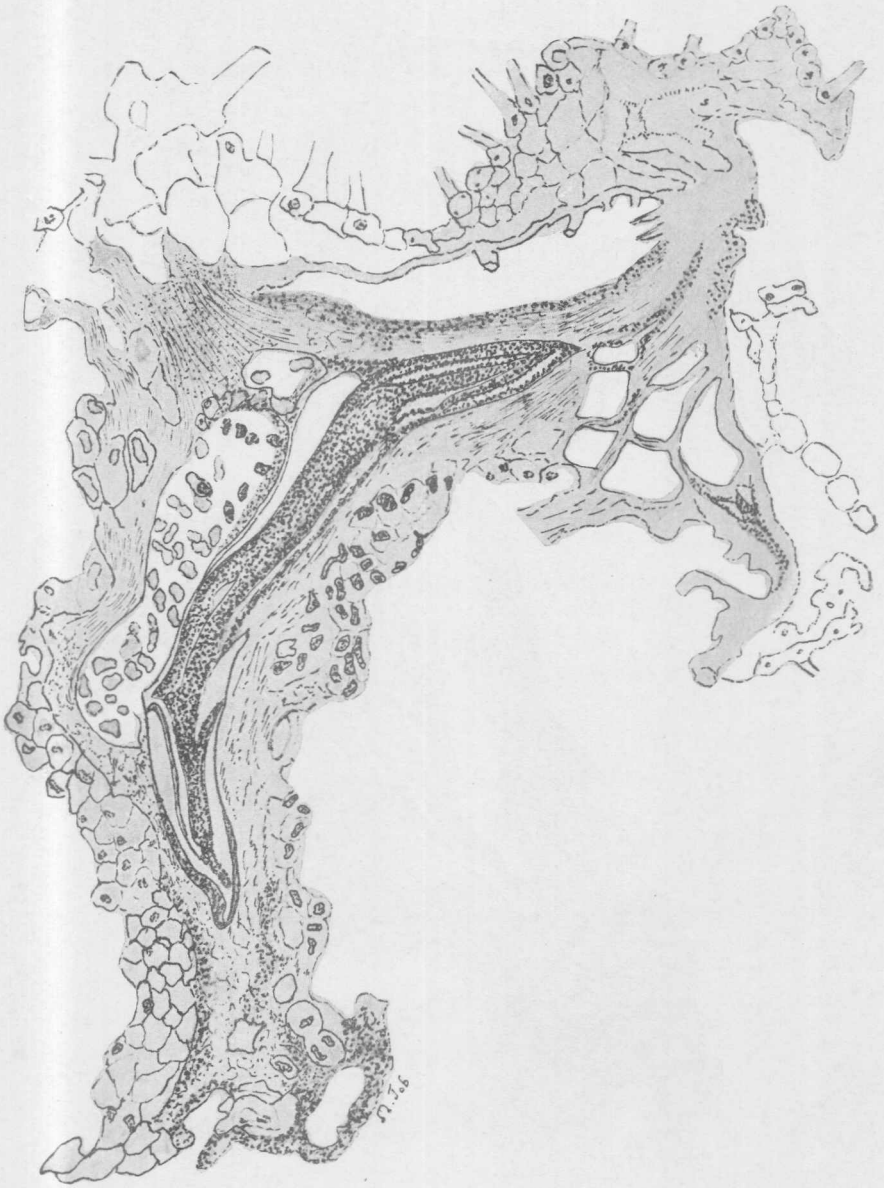


Fig. 19. — Serie IV. Corte longitudinal de ovario. Aumento 120 diámetros



Fig. 20. — Serie V. Ovarios completamente deformados. Aumento 80 diámetros



Fig. 21. — Esquema de un corte transversal de espiga embrionaria. Aumento 60 diámetros

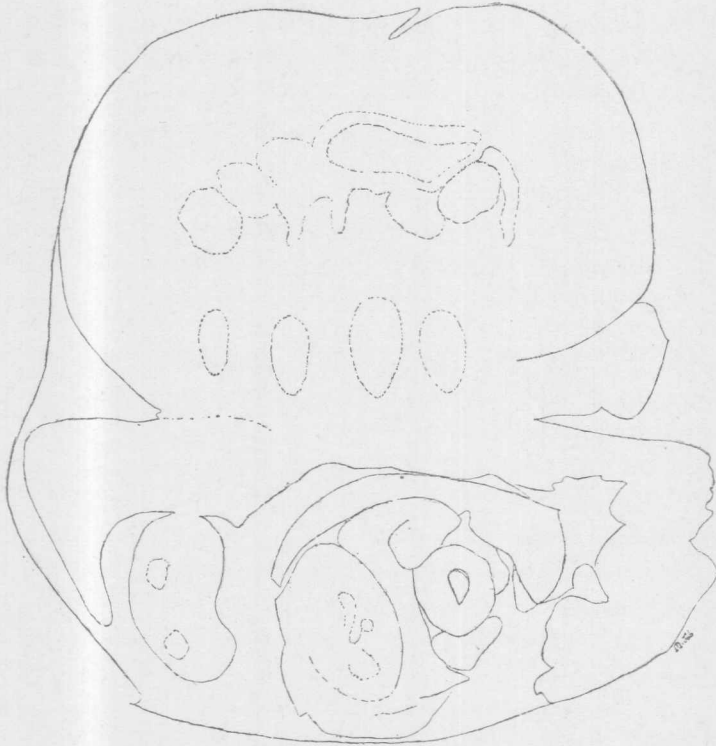


Fig. 22. — Esquema de un corte transversal de espiga embrionaria
Aumento 60 diámetros