

LA GERMINACION DEL LINO

SIN EL AUXILIO DE LLUVIAS NI DE RIEGOS (*)

Por ARMANDO L. DE FINA (*)

(CON CUATRO GRÁFICOS. UNO FUERA DE TEXTO)

OBJETO

La observación metódica del ciclo evolutivo de la planta de lino (*Linum usitatissimum* L.) nos reveló que, en ciertas ocasiones la semilla, aunque depositada en suelo seco, puede germinar, en forma perfecta, sin el auxilio de lluvias ni de riegos.

El presente trabajo tiene por finalidad determinar qué condiciones físicas, de atmósfera y suelo, provocan fenómeno tan curioso.

Agradezco a mi colega, ingeniero agrónomo Jorge I. Bellatti, la inteligente colaboración prestada, para la confección de los gráficos intercalados más adelante.

TÉCNICA EXPERIMENTAL

El material informativo proviene del mismo ensayo ecológico utilizado para documentar mis trabajos anteriores (5) y (6).

Para evitar dificultades, indico, nuevamente, las condiciones experimentales.

En el campo de la Cátedra de Cultivos Industriales, de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, todos los días lunes se sembró por duplicado, en lugares distintos, un surco-parcela de 3 metros de largo.

(*) Trabajo del Laboratorio de Botánica de la Dirección de Agricultura de la Nación, cuyo director, doctor Carlos D. Storni, autorizó su publicación.

(*) Profesor titular de Climatología y Fenología agrícolas de la Facultad de Agronomía de La Plata. Técnico del citado Laboratorio de Botánica.

La variedad empleada fué la *Pergamino 330 M. A.* que es una selección del tipo « Malabrigo ».

La siembra se efectuó a mano, a chorro continuo, a una profundidad de 1 ó 2 centímetros aproximadamente, y a razón de unos 3 gramos por surco-parcela, siendo el peso de 1000 semillas de esta variedad de 6 a 7 gramos.

Entre dos siembras sucesivas se dejó un espacio de 20 centímetros; los surcos-parcelas estaban orientados de este a oeste y las siembras progresan de norte a sur.

Al cultivo no se le prodigó ningún cuidado especial ni riegos.

El suelo, donde se realizó el ensayo, presentaba una leve pendiente.

Según Arena (2) el suelo de la Facultad, hasta la profundidad de 30 centímetros, por su composición elemental es netamente arcilloso, con un 33 por ciento de coloides totales.

La situación geográfica del lugar es la siguiente: latitud sur, 34°36', longitud oeste, 58°22'; altura sobre el nivel del mar, 25 metros, siendo éstas las coordenadas geográficas del Observatorio Meteorológico Nacional, ubicado a unos 350 metros del ensayo.

Los datos meteorológicos y geotérmicos, consignados en este trabajo, son los registrados en dicho Observatorio, y fueron puestos gentilmente a nuestra disposición por el señor Director de Meteorología, ingeniero Alfredo G. Galmarini.

Desde la siembra hasta la cosecha de cada surco-parcela, practiqué continuadas observaciones agronómicas, fenológicas y fitopatológicas.

Los datos fenológicos, utilizados en el presente estudio, son :

- 1° fecha de siembra ;
- 2° fecha de la aparición de la primer plantita ;
- 3° fecha de la aparición del 50 por ciento de las plantitas ;
- 4° fecha de la total aparición de las plantitas (100 %).

Todas estas fechas se suponen anotadas de 8 a 10 horas de la mañana.

En el mismo instante de registrar la fecha del 100 por ciento de la germinación, se apreció el aspecto del cultivo, de acuerdo a la escala de valores siguiente :

100 = ideal.	50 = deficiente.
90 = muy bueno.	40 = muy deficiente.
80 = bueno.	30 = malo.
70 = mediocre.	20 = muy malo.
60 = muy mediocre.	10 = pésimo.
	0 = desastroso.

Dos días antes de la siembra, o sea el sábado, a eso de las 14 horas se extraían muestras de suelo, en los lugares donde se realizarían las siembras del lunes inmediato. En el mismo instante se apreciaba la aptitud del suelo para la realización de una siembra; la escala usada es idéntica a la mencionada anteriormente, para el estado del cultivo.

Con las muestras de tierra se determinó, a estufa a 105° durante 40 horas, la humedad en por ciento, referida al peso del suelo seco (*).

Los valores que figuran en este trabajo, son los correspondientes a 5 centímetros de profundidad.

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL SUELO, EN EL MOMENTO DE LA SIEMBRA, SOBRE EL DESARROLLO DE LA GERMINACIÓN

Fichadas las 156 siembras, practicadas entre el 21 de septiembre de 1936 y el 14 de marzo de 1938, aparecieron 13 que no recibieron lluvia medible alguna, desde 2 días antes de la siembra hasta el momento de la germinación total (100 %).

Por medio de la humedad del suelo 2 días antes y 5 días después de la siembra, y con la ayuda de los datos de evaporación diaria bajo casilla (instrumento Wild), se calculó la humedad del suelo para el día mismo de la siembra (cuadro I).

Este procedimiento de cálculo queda justificado, si se consideran los resultados halagüeños obtenidos por Geslin (10).

En el gráfico 1, se correlacionó la humedad del suelo, a 5 centímetros, el día de la siembra, con el aspecto del cultivo al finalizar la germinación. La observación del gráfico indica que, dentro de los límites de humedad presentados, el aspecto del cultivo resultó independiente del grado de humedad del suelo.

Las parcelas con suelo más seco produjeron cultivos tan buenos, o mejores, que las parcelas con suelo más húmedo.

El mal estado del cultivo de las parcelas n° 130 y 1130 fué ocasionado por una intensa evaporación, registrada entre los momentos del 50 y 100 por ciento de germinación, lo que dañó considerablemente a las plantitas.

(*) El ingeniero agrónomo Antonio Arena siempre me dió toda clase de facilidades, para realizar esta tarea en el Laboratorio a su cargo.

CUADRO I

Buenos Aires, 1936-1937. Datos de humedad del suelo, a 5 centímetros de profundidad, para las 13 siembras de lino « Pergamino 330 M. A. », germinadas sin el auxilio de lluvias ni de riegos desde dos días antes de la siembra.

Parcela	Por ciento de humedad del suelo a 5 centímetros de profundidad			Milímetros evaporados Instrumento Wild bajo casilla		Humedad del suelo calculada para el día de la siembra
	2 días antes de la siembra	5 días después de la siembra	Variación durante la semana	Durante la semana	Durante los 2 días anteriores a la siembra	
Nº 60.....	25,0	22,5	— 2,5	11,4	2,7	24,4
» 1069.....	27,0	23,0	— 4,0	11,4	2,7	26,1
» 92.....	23,0	22,5	— 0,5	17,5	3,8	22,9
» 1092.....	23,0	20,5	— 4,5	17,5	3,8	24,0
» 96.....	25,0	18,0	— 7,0	16,2	4,6	23,0
» 1096.....	24,5	18,5	— 6,0	16,2	4,6	22,8
» 101.....	22,5	21,5	— 1,0	9,7	1,6	22,3
» 1101.....	21,5	21,5	0,0	9,7	1,6	21,5
» 102.....	21,5	21,5	0,0	10,7	3,3	21,5
» 1102.....	21,5	22,5	+ 1,0	10,7	3,3	21,8
» 103.....	21,5	21,5	0,0	8,7	1,4	21,5
» 130.....	24,0	22,5	— 1,5	30,9	7,5	23,6
» 1130.....	22,5	23,0	+ 0,5	30,9	7,5	22,6

La conclusión es la misma si, en el gráfico, se utilizan los datos *reales* de humedad del suelo, de 2 días antes, o 5 días después de la siembra, en cambio de la humedad *calculada* para el día de la siembra.

Como lo indica el gráfico 1, las siembras efectuadas sobre el suelo más seco (21,5 %) produjeron cultivos buenos o muy buenos.

Para el suelo de la Facultad, una humedad de 21,5 por ciento generalmente corresponde a una aptitud para la siembra inferior a buena, resultando el promedio de 10 casos observados con dicha humedad, igual a mediocre.

En el mismo gráfico 1 se comprueba que, sobre las 13 siembras objeto de este estudio, 5 se practicaron sobre suelo con humedad inferior a la mediana del lugar (22,5 %). Estas 5 siembras, sin excepción, acusaron cultivos buenos o muy buenos.

Debe aclararse que, la mediana citada, representa un valor bien

bajo para la época de siembra normal del lino que, en la región (11), corresponde al invierno : agosto.

En efecto, el valor 22,5 por ciento fué establecido sobre 156 determinaciones semanales practicadas entre el 19 de septiembre de 1936 y el 12 de marzo de 1938, incluyendo este período 2 veranos y un solo invierno; además, uno de los veranos fué marcadamente seco.

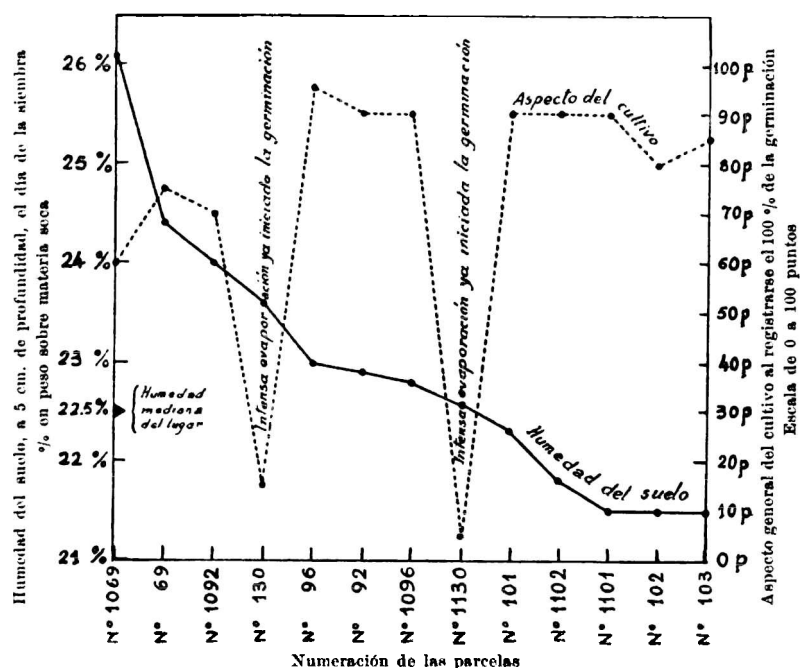


Gráfico n° 1. — Buenos Aires 1936-37. Siembras del lino «Pergamino 330 M. A.», germinadas sin el auxilio de lluvias ni de riegos. El aspecto del cultivo es independiente del grado de humedad del suelo en el momento de la siembra.

Por otra parte, la lluvia durante todo el período, en general fué inferior a la normal (8); todas estas consideraciones pueden apreciarse, claramente, en el gráfico 2.

En resumen: la semilla del lino *Pergamino 330 M. A.* puede germinar, en forma perfecta, sin el auxilio de lluvias o riegos, aunque depositada en suelo de aptitud mediocre para la siembra por su bajo porcentaje de humedad.

De acuerdo a los datos presentados, la germinación perfecta fué posible aun sobre suelos que, en el momento de la siembra, no

poseían agua aprovechable para plantas con una presión de succión de 10 atmósferas (2); es el caso de las parcelas n° 102-103 y 1101, con sólo 21,5 por ciento de humedad.

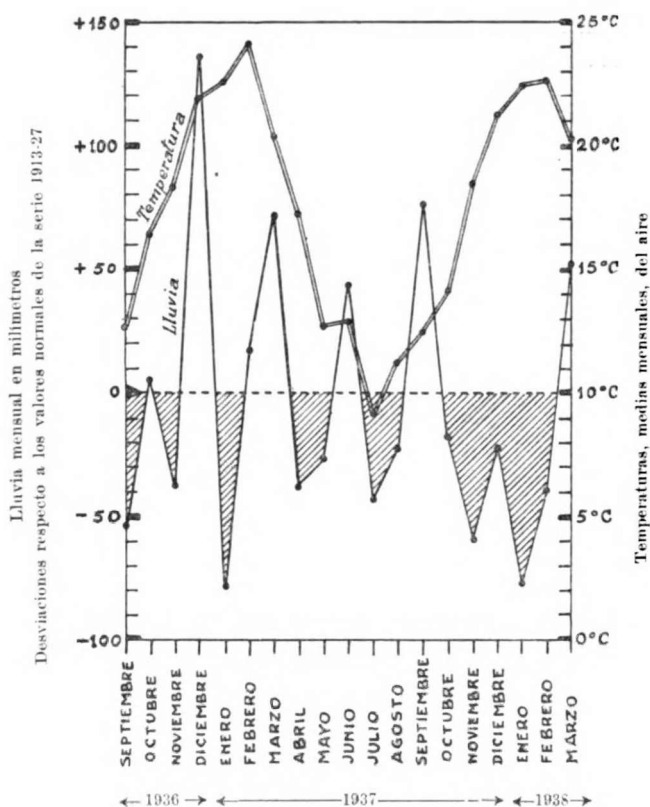


Gráfico nº 2. — Buenos Aires 1936-38. Condiciones de lluvia y temperatura, durante el período utilizado para determinar la humedad mediana del suelo. 78 extracciones semanales por duplicado.

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

Cabe preguntarse, ¿cómo es posible la buena germinación de la semilla depositada en suelo seco?

Dado que no se produjeron lluvias, ni se suministró riego, es necesario establecer de dónde procede el agua indispensable para la germinación. En el gráfico 3 se ha relacionado, para los 13 casos, la

humedad del suelo, a 5 centímetros, el día de la siembra, con la humedad relativa media del aire durante los tres días anteriores a la fecha del 50 por ciento de la germinación.

En él, se observa que la humedad relativa media del aire se mantuvo muy elevada (80 % o más), en el caso de las siembras practicadas en suelo con humedad inferior a la mediana 22,5 por ciento. Por otra parte, la semilla depositada en suelo con humedad superior

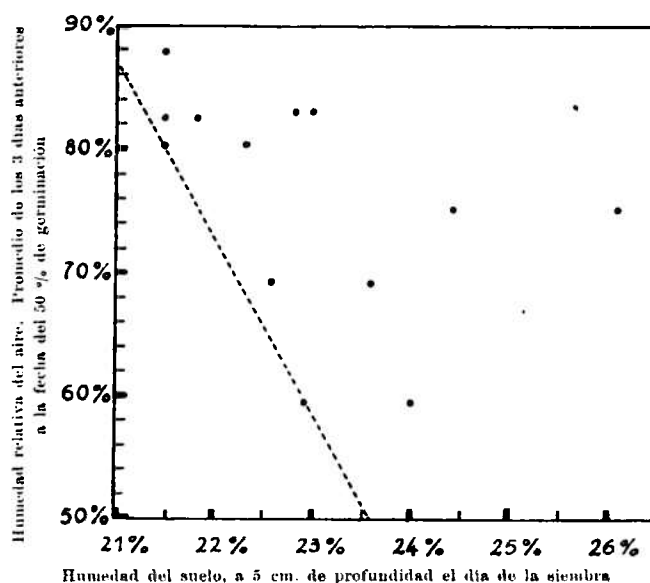


Gráfico nº 3. — Buenos Aires 1936-37. Siembras, del lino «Pergamino 330 M. A.», germinadas sin el auxilio de lluvias ni de riegos. La elevada humedad del aire compensa la sequedad del suelo.

a la mediana (22,5 %), pudo germinar, aunque la humedad del aire haya sido muy escasa.

Es interesante comprobar que, según lo indica la recta punteada, una *pequeña* disminución de la humedad del suelo exige un *gran* aumento de la humedad atmosférica; así por ejemplo, comparando las parcelas 92 y 1101, se pone de manifiesto que una diferencia de 1,5 por ciento en la humedad del suelo equivale a una diferencia de 20 por ciento en la humedad atmosférica.

Concretando: por lo indicado en el gráfico 3, la elevada humedad atmosférica compensaría la sequedad del suelo.

Esta conclusión concuerda con lo establecido por Thorps (3), para

los suelos de la China. Según dicho autor, los suelos de regiones con elevada humedad atmosférica, resultan más húmedos que los de regiones con escasa humedad atmosférica y *mayor* cantidad de lluvia.

CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y GEOTÉRMICAS QUE PROVOCAN LA GERMINACIÓN EN SUELO SECO

Varios autores han estudiado la influencia de la humedad atmosférica sobre el contenido en agua del suelo. Entre ellos, Chaptal, quien en 1928 (4) establece que la diferencia de temperatura entre el aire y el suelo es suficiente para permitir la condensación del vapor acuoso atmosférico dentro del suelo.

Lugeon, también en 1928 (14), destaca la importancia que tiene, en ese proceso, el movimiento del aire. En 1935, Ramdas y Katti (16) afirman que, durante el día, el momento de la máxima humedad del suelo coincide con el momento de la mínima temperatura del aire y la máxima humedad relativa del aire. De acuerdo a estos dos autores, el fenómeno se observa con nitidez, solamente, en las capas muy superficiales del suelo.

A fin de comprobar si los principios establecidos por todos los investigadores citados, son valederos para explicar la germinación del lino en suelo seco, se construyó el gráfico 4.

En él se analiza, para las 13 parcelas estudiadas, la marcha, día a día, de los tres factores siguientes:

- 1° humedad relativa del aire a las 5 horas:
- 2° velocidad del viento, entre las 4 y 5 horas, en kilómetros por hora;
- 3° diferencia de temperatura suelo (a 5 cm.) — aire, a las 8 horas.

Los datos de temperatura y humedad del aire, corresponden a determinaciones efectuadas a 1,50 metros sobre el suelo y en casilla reglamentaria. La velocidad del viento fué registrada con anemógrafo, del tipo Robinson, ubicado a 17 metros sobre el suelo.

La diferencia de temperatura suelo-aire se tomó para las 8 horas, en cambio de hacerlo para las 5 horas, porque mientras la temperatura del aire se registra en forma horaria, la del suelo sólo se observa tres veces al día, a las 8-14 y 20 horas.

El gráfico 4 indica que siempre dentro de las tres madrugadas anteriores a la fecha del 50 por ciento de germinación, en una o más ocasiones se produjo la combinación sincrónica siguiente: a) la humedad

atmosférica alcanzó valor muy elevado: 90 por ciento o más; b) el aire poseía una velocidad apreciable: 4 kilómetros por hora o más; c) el suelo, a 5 centímetros, se hallaba más frío que el aire.

Respecto al último punto, pareciera producirse una ligera excepción el 20 de diciembre de 1937, en las parcelas n^o 130 y 1130.

A las 8 horas de ese día, la temperatura del suelo es 0°2 más elevada que la del aire, pero debe recordarse que se trata del momento del solsticio de verano; a las 8 horas hace ya 3 horas 23 minutos que ha salido el sol: dado que el cielo se mantenía despejado en ese instante, los rayos solares debieron ser intensos.

Agréguese a ello que, en ese momento (9), reinaba una calma absoluta, lo que permite una marcada estratificación del aire (1), con fuerte disminución de la temperatura desde el nivel del suelo hasta la altura de 1,50 metros, donde se encuentra situado el termómetro.

Por todo lo dicho, durante las horas de la madrugada del 20 de diciembre de 1937, la temperatura del suelo debió ser inferior a la temperatura del aire, como sucedió en todos los demás casos estudiados.

INTERPRETACIÓN DE LOS FENÓMENOS OBSERVADOS

La interpretación que se debe dar a los hechos señalados en el gráfico 4, es la siguiente: durante las noches y madrugadas que reúnen las combinaciones citadas, el aire muy húmedo, al encontrarse dentro del suelo con una superficie de contacto fría, alcanza con facilidad el punto de rocío y condensa parte de su vapor acuoso, aumentando así la humedad del suelo.

El movimiento del aire tiene un efecto benéfico, porque renueva continuamente la atmósfera del suelo, aportando siempre nuevo aire húmedo, lo que permite aumentar el depósito de vapor condensado.

Dada la pequeñez de las partículas del suelo, lo que engendra un sinnúmero de cavidades capilares, en el proceso descrito más arriba, los fenómenos de adsorción (13) deben favorecer notablemente la condensación del vapor acuoso.

A partir del momento de la siembra, la semilla de lino *siempre* aumentará algo su contenido en agua, aun cuando no se produzcan las combinaciones sincrónicas ya citadas.

En efecto, según Lebedeff (12), la atmósfera interior del suelo se

halla saturada de vapor de agua, siempre que el porcentaje de humedad del suelo sea superior al agua higroscópica, que, en nuestro ensayo, es de 6,5 por ciento.

Por otra parte, Dillman (7) con sus ensayos establece que la semilla de lino en una atmósfera saturada aumenta su contenido en agua; por ejemplo, a 30° en ocho días, absorbe 18 por ciento del peso inicial de la semilla.

Shull (15), aunque experimentando con semillas de otra especie, *Xanthium pennsylvanicum*, comprueba que, efectivamente, la semilla depositada en suelo muy seco, es capaz de absorber una cierta cantidad de agua.

Si la semilla de lino se comporta en forma semejante a la de *Xanthium pennsylvanicum*, es lógico que no se pueda hablar de una determinada presión de succión de la semilla de lino, pues ésta poseerá un sinnúmero de valores, de acuerdo a la humedad del suelo, como los indicados por las experiencias de Shull (15).

Enunciados todos estos antecedentes, se explica que la germinación del lino se produzca, rápidamente, poco tiempo después de registradas las combinaciones sincrónicas representadas en el gráfico 4, ya que éstas actuarían, solamente, *acelerando* el proceso de germinación, que aunque en forma lenta, se inicia siempre desde el momento de la siembra.

RESUMEN

1° Durante las 78 semanas comprendidas entre el 21 de septiembre de 1936 y el 14 de marzo de 1938, se realizaron 156 siembras semanales de lino *Pergamino 330 M. A.* ;

2° Las siembras se practicaron a pleno aire, en Buenos Aires, siendo las coordenadas geográficas: latitud sur, 34°36', longitud oeste, 58°22', altura sobre el nivel del mar, 25 metros ;

3° Cada siembra está constituida por un surco de 3 metros de largo ;

4° El suelo del ensayo es netamente arcilloso, con un 33 por ciento de coloides totales ;

5° Al cultivo no se le suministró riego, ni tratamiento especial alguno ;

6° La semilla se depositó a 1 ó 2 centímetros de profundidad ;

7° Sobre 156 siembras, 13 germinaron sin haber recibido ninguna lluvia medible desde 2 días antes de la siembra ;

8° En el presente trabajo se analizan únicamente esas 13 siembras;

9° El aspecto del cultivo, al finalizar la germinación, resultó independiente del grado de humedad del suelo, a 5 centímetros, el día de la siembra;

10° La germinación fué perfecta, aún sobre suelo que contenía únicamente 21,5 por ciento de humedad, o sea que no poseía agua aprovechable para plantas con una presión de succión de 10 atmósferas;

11° Para el suelo del ensayo, una humedad del 21,5 por ciento implica generalmente una aptitud mediocre para la siembra;

12° *Concordando con investigaciones modernas, la elevada humedad atmosférica aparece compensando la sequedad del suelo* (gráfico 3);

13° *Para que actúe, en forma benéfica, la humedad del aire, se requieren ciertas condiciones físicas sincrónicas*;

14° En los 13 casos estudiados, en una o varias de las tres madrugadas anteriores a la fecha del 50 por ciento de la germinación, siempre se produjo esta combinación sincrónica: (gráfico 4) a) la humedad relativa del aire llegó a un valor muy alto; 90 por ciento o más; b) el aire poseía una velocidad apreciable: 4 kilómetros por hora o más; c) el suelo, a 5 centímetros, se hallaba más frío que el aire.

15° *La variedad «Pergamino 330 M. A.», bajo ciertas condiciones meteorológicas y de suelo, se manifestó capaz de germinar en forma perfecta, sin el auxilio de lluvias ni de riegos, aun cuando depositada en suelo que, por su bajo porcentaje de humedad, es juzgado de aptitud mediocre para la siembra de lino.*

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ANGSTRÖM, A. 1930. *Mesure de la température des couches les plus basses de l'atmosphère*, in *La Météorologie*, 6 : 179-182, Paris.
2. ARENA, A. 1936. *El agua del suelo utilizable por las plantas*, en *Revista del Centro de Estudiantes de Agronomía*, 29 (154) : 5-76, Buenos Aires.
3. BYERS, H. G. and others. 1938. *Formation of soil*, in *Yearbook of Agriculture*, 1938 : 948-978, Washington, D. C.
4. CHAPTAL, L. 1928. *Contribution a l'étude de la rosée et des sources secondaires de l'humidité du sol*, in *Ann. de la Scien. Agron.*, 134-154, Paris.
5. DE FINA, A. L. 1938. *La posibilidad de reducir la inseguridad de las cosechas*, en *Archivo Fitotécnico del Uruguay*, 3 (1) : 1-8, Montevideo.
6. DE FINA, A. L. 1939. *Sumas de temperaturas y duraciones del día que determinan la floración del lino*, en *Physis*, 18 : 291-315, Buenos Aires.

7. DILLMAN, A. C. 1930. *Hygroscopic moisture of flax seed and wheat and its relation to combine harvesting*, in *Journ. of the Amer. Soc. of Agron.*, 22 (1) : 51-74, Geneva, N. Y.
8. DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, G. E. H. 1934. *El régimen pluviométrico de la República Argentina*, Dirección de Meteorología, G. e H., serie F, Publicación n° 1, Buenos Aires.
9. DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA, G. E. H. 1937. *Carta del tiempo*, 36 (354), Buenos Aires.
10. GESLIN, H. 1936. *Pouvoir évaporant de l'air et humidité du sol*, in *Comp. Rend. des Séan. de l'Acad. des Sci.*, 203 (21) : 1095-1097, Paris.
11. HIRSCH, H. y R. J. SARLI. 1937. *Las épocas de siembra del lino en la República Argentina*, en *Revista Argentina de Agronomía*, 4 (3) : 202-206, Buenos Aires.
12. LEBEDEFF, A. F. 1928. *The movement of ground and soil waters*, in *Proc. and Papers of the First Int. Cong. of Soil Science*, 1 : 459-494, Washington.
13. LEDOUX, E. 1937. *Séchage des produits hygroscopiques. Adsorption de la vapeur d'eau*, 1 vol., 93 págs., Paris.
14. LUGEON, J. 1928. *Précipitations atmosphériques, écoulement et hydroélectricité*, 1 vol., 366 págs., Neuchatel (Suisse).
15. MAXIMOV, N. A. 1929. *The plant in relation to water*, 1 vol., 451 págs., London.
16. RAMDAS, L. A. and M. S. KATTI. 1935. *The diurnal variation of moisture in the soil during the clear season*, in *Current Science*, 3 (12) : 612-613.

Summary (*). — 1. *According to the latest investigations, the high atmospheric moisture appears to offset the dryness of the soil. (Graphic 3).*

2. *In order that the atmospheric moisture may act profitably, certain physical synchronous conditions are required.*

3. *In the 13 cases considered, in one or several of the three dawn previous to date of 50% germination, the following synchronous combination was always observed (Graphic 4) :*

- a) *the relative air moisture amounted to a very high value, 90% or more ;*
- b) *the air had a noticeable speed, 4 km or more per hour ;*
- c) *the soil at a depth of 5 cm was found to be colder than the air.*

4. *The variety « Pergamino 330 M. A. » was found to be capable of a perfect germination, under certain meteorological and soil conditions, without rainfall nor irrigation, even when placed in soil that, on account of its low moisture percentage, is considered of a mediocre aptitude for the planting of flax.*

(*) Translated by Agronomic engineer Jorge R. Lorenzo.

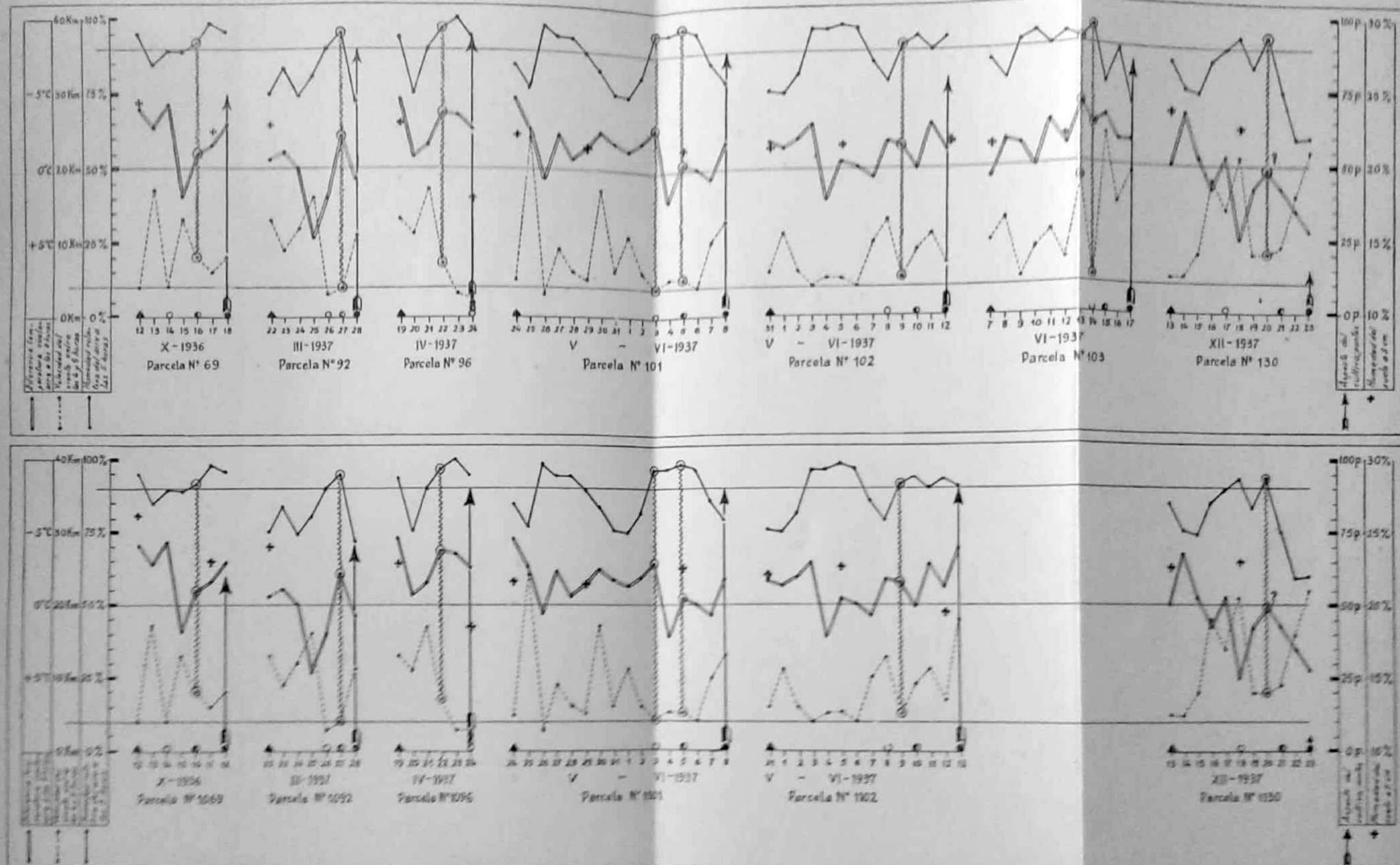


Gráfico n° 4. — Buenos Aires 1936-37. Siembras de lino Pergamino 339 M. A., germinadas sin el auxilio de lluvias ni de riegos. Condiciones meteorológicas que provocan el fenómeno.
Referencias: ▲, fecha de siembra; ○, fecha de aparición de la primera plantita; ●, fecha de aparición del 50% de las plantitas; ●, fecha de aparición del 100% de las plantitas.