

INFLUENCIA DE LA REACCION DEL SUELO

SOBRE

EL RENDIMIENTO DE UN ENSAYO DE LINOS OLEAGINOSOS

DURANTE EL BIENIO 1940-1941 ¹

Por RUBÉN H. MOLFINO ²

I. INTRODUCCIÓN

A. *Objeto del trabajo.* — En un opúsculo anterior (Molfino, 1943), se analizó detalladamente, frente a la reacción del suelo, el rendimiento de un ensayo ecológico de 12 linos oleaginosos, conducido en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, durante el año 1940. En el presente, se trata de confirmar las conclusiones a que entonces se arribara, agregando a los resultados de tal año, los correspondientes a 1941 y formando, así, un bienio (1940-1941) en el estudio del fenómeno apuntado.

Consecuente con ello, en el texto que sigue, así también como en los cuadros numéricos y representaciones gráficas, se tratará del bienio 1940-1941, en su conjunto, detallándose los datos correspondientes al ensayo año 1941, y otras informaciones, solamente cuando sean imprescindibles y signifiquen un aporte novedoso para el estudio; cada vez que sea necesario, nos referiremos, por consiguiente, a la publicación precitada, para evitar, así, repeticiones de hechos conocidos.

B. *Colaboración recibida.* — Hago pública la expresión de mi sincero agradecimiento, a los señores profesores titulares de la Facultad premencionada, ingenieros agrónomos Armando L. De Fina y César

¹ Primer trabajo de adscripción a la Cátedra de Agrología y Complementos de Mineralogía y Geología (Profesor: Ing. Agrón. César Ferri), 1946.

² Ingeniero Agrónomo.

Ferri, por haber permitido, mediante sus atenciones, la continuación del estudio comenzado en oportunidad de realizar mi trabajo de tesis. Como entonces, el primero concedió la utilización del ensayo por él planeado y dirigido desde 1938, dió los datos parcelarios de rendimiento y las normas para la interpretación estadística de los resultados. El segundo, tuvo a su cargo las determinaciones parcelarias de reacción del suelo y la investigación del estado de saturación del mismo con bases.

Se hace extensivo, éste mi agradecimiento, al señor profesor suplente y jefe de trabajos prácticos de la Cátedra de Agrología y Complementos de Mineralogía y Geología, ingeniero agrónomo Pedro S. Toulicot, así también como al operador analítico, señor Carmelo P. Molinari, por su eficaz colaboración en toda la labor desarrollada.

II. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Con posterioridad a la presentación del trabajo anterior, fué dable conocer otros tres antecedentes bibliográficos sobre el tema, que se expresan a continuación.

Morani (1934), entre otros cultivos, da, para lino, los valores de pH 7,2 a 7,9, para que aquél alcance una producción óptima; pH 6,3 a 7,2 y pH 7,9 a 8,3 para una producción media y pH 5,5 a 6,3 y pH 8,3 a 8,6 para una producción deficiente. Emplea, eficazmente, como método de expresión gráfica, el losanje coloreado de Hiltner, según Honcamp; resultando, tales valores, de la experiencia acumulada en Italia, unida a la propia labor del autor.

González Gallardo (1941), cita al lino, entre las plantas que son muy tolerantes para la acidez del suelo y que no reciben beneficio alguno con la aplicación de enmiendas calcáreas, perjudicándose aun. Acepta que la reacción del suelo más adecuada para lino, entre otras plantas, es a pH 6 a 7.

Spurway (1941), en un extenso trabajo de compilación bibliográfica, da, para lino, el óptimo a pH 5,0 a 7,0.

RESUMEN DE LOS NUEVOS ANTECEDENTES DOCUMENTALES

Autor	Valores de pH óptimos
Morani (1934)	7,2 a 7,9
González Gallardo (1941)	6 a 7
Spurway (1941)	5,0 a 7,0

Como se observa, vuélvense a encontrar discrepancias e imprecisiones entre los resultados dados por los autores citados. Atribúyese esta circunstancia, al hecho de que, dichos valores óptimos, surgen, principalmente, de una síntesis bibliográfica o documental, de carácter regional o universal, pero siempre compuesta de datos correspondientes a distintas variedades agrícolas de lino, que, si bien pertenecen, como se dijo antes (Molfino, 1943), a la misma grande especie botánica (*Linum usitatissimum* Linn.), se comportan diferentemente ante los diversos factores agroecológicos. Por otra parte, las condiciones experimentales o, simplemente, ambientales, que condujeron a tales datos, deben haber variado entre sí.

Tales hechos, imprimen a los resultados así obtenidos, un signo de inseguridad, el cual, unido a la carencia de información referente al origen genético y geográfico de los materiales con los cuales se ha trabajado, el método de trabajo y las condiciones ambientales correspondientes, impide juzgar con certeza, repetimos, sobre tales valores.

III. MÉTODOS DE EXPERIMENTACIÓN

A. *Investigación del estado de saturación e insaturación del suelo del ensayo (1942) y su contenido en calcio y potasio de cambio.*

1. *Toma de las muestras* : Se hizo con fecha 2 de diciembre de 1942 a una profundidad de 15 cm, utilizando un aparato cilíndrico, de acero, de 5 cm de diámetro, al que hacíamos referencia en el trabajo previo.

2. *Procesos de laboratorio* : La determinación de los valores globales para calcular la fórmula de Hissink, se hizo con fecha 7 a 16 de diciembre de 1942, aplicando el método que utiliza la solución normal de acetato de amonio neutro.

Las bases, calcio y potasio, de cambio, se determinaron, según los procedimientos gravimétricos clásicos, en enero de 1943.

B. *Determinaciones de reacción del suelo.*

1. *Toma de las muestras* : La toma, para el ensayo del año 1941 se realizó con fecha 2 a 4 de diciembre, encontrándose entonces, los linos del ensayo, en el subperíodo comprendido entre las fases de la floración y de la madurez.

Los demás detalles de toma, no variaron con respecto a los consignados en el trabajo anterior (Molfino, 1943), salvo en lo que se refiere a la profundidad, que, en 1941, fué de 15 cm.

2. *Procesos de laboratorio* : Igualmente, no experimentó variante alguna, el procedimiento seguido en el laboratorio para llegar a la determinación de la reacción (pH) del suelo. Se realizó con fecha 3 a 5 de diciembre del mismo año.

C. *Descripción del ensayo de lino*. — *La disposición experimental, las dimensiones de las parcelas, — en la siembra y en la cosecha —, las dimensiones del ensayo y la densidad de la siembra*, no variaron en 1941 con respecto al año anterior, por lo cual, no se repiten los detalles correspondientes a ellas.

El número de parcelas por variedad, continúa siendo, de acuerdo con la disposición experimental adoptada (cuadrado latino), de 12; en consecuencia, el número de parcelas que constituye el ensayo es de 144.

La conducción del ensayo, estuvo siempre a cargo del ingeniero agrónomo Rafael Castells, jefe de trabajos prácticos de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas.

1. *Fecha de siembra* : Se sembró el 16 de agosto de 1941.

2. *Fecha de cosecha* : Se cosechó, con hoz a ras del suelo, el 5 de enero de 1942.

3. *Nómina, designación, origen genético, geográfico y procedencia de las variedades ensayadas* : La nómina de los linos ensayados, no sufrió alteración, salvo en lo que respecta a la variedad *Lineta Klein 10e* que, en 1941, por su bajo rendimiento en los años anteriores, fué reemplazada por la variedad *Entre Ríos (195)*. El origen genético y geográfico de la última, es el siguiente: Selección de lino común de la zona de Sola (Provincia de Entre Ríos) y Llavallol, F.C.S. (Provincia de Buenos Aires), respectivamente.

La designación que les cupo en 1941 se encuentra tabulada en la primera columna del cuadro IV. El material utilizado en la siembra, procedió de la entonces (1941) División Producción de Granos, Red Oficial de Ensayos Territoriales, excepto para la *Población Facultad*, que provino de la multiplicación de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas.

Las variedades *Benvenuto 1268* y *Benvenuto 1269*, se han difundido recientemente, con los nombres de *Labrador* y *Real*, respectivamente, luego de ser inscriptas definitivamente por el Tribunal de Fiscalización de Semillas.

IV. CONDICIONES EXPERIMENTALES

A. *El lugar de la experiencia.* — El ensayo ecológico de 12 linos oleaginosos, que motiva el presente estudio, se cultivó en el campo didáctico-experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, en la sección correspondiente a la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas y en los años de 1940 y de 1941. En este último, se utilizó una parte de la misma sección, vecina a la que se ocupara en 1940 y desplazada, con respecto a la anterior, en sentido sudeste. El año precedente, el suelo había sido dejado en barbecho. Los datos *corográficos* y *climáticos*, correspondientes al lugar de la experiencia, se encuentran reseñados en Molino (1943).

B. *Investigación del estado de saturación e insaturación del suelo del ensayo (1942) y su contenido en calcio y potasio de cambio* (cuadro I).— A título puramente ilustrativo, se incorporan al presente estudio los resultados de tal investigación, correspondientes al ensayo del año 1942, es decir, al siguiente del bienio aquí tratado (1940-1941).

CUADRO I

Estado de saturación e insaturación del suelo del ensayo (1942)
y su contenido en calcio y potasio de cambio

(Fórmula de Hissink)

Muestra	S	T	T-S	V	I	CaO	K ₂ O
	M. E.	M. E.	M. E.	%	%	M. E.	M. E.
1.....	15,20	16,92	1,72	89,83	10,17	12,28	2,39
2.....	13,33	15,80	2,47	84,36	15,63	9,67	3,23
3.....	14,40	16,65	2,25	86,48	13,51	11,07	1,24
4.....	13,86	16,25	2,39	85,29	14,71	10,00	1,97
5.....	16,00	17,70	1,70	90,39	9,60	11,78	2,33
6.....	14,43	15,65	1,22	92,20	7,80	10,78	2,33
7.....	15,73	17,40	1,67	90,40	9,60	11,42	2,15
8.....	16,00	17,20	1,20	93,02	6,98	11,42	2,22
Media...	14,87	16,70	1,83	89,69	11,00	11,05	2,23

Se tomaron ocho muestras, en otros tantos lugares del suelo del ensayo.

Las determinaciones analíticas, se hicieron en el Laboratorio de Edafología de la Facultad antes citada.

Los valores que expresan, globalmente las bases de cambio (S), y la máxima capacidad adsorbente (T), se calcularon de acuerdo con la conocida fórmula de Hissink, $V = \frac{S}{T} 100$, en la cual V expresa en por ciento, el estado de saturación del suelo con bases de cambio.

La deficiencia de saturación, o hidrógeno de cambio (T - S), da en por ciento, el estado de insaturación (I) del suelo, con arreglo a la fórmula $I = \frac{T - S}{T} 100$.

Los resultados obtenidos, expresados en miliequivalentes, así como las respectivas medias, se encuentran tabulados en el cuadro I, agregándose el contenido en bases calcio y potasio de cambio.

Observando las medias relativas a los valores enunciados, la máxima capacidad adsorbente (T) es medianamente elevada, lo que está de acuerdo con el contenido en coloides de la clase de tierra cultivada con el ensayo y que fuera fijada en nuestro trabajo anterior. Los valores individuales de T sufren poca oscilación con respecto de la media (16,70). Las sumas de las bases de cambio (S) son más elevadas en las muestras con valores de T altos, siendo igualmente bastante uniformes en su conjunto (media 14,87). Inversamente, a los valores de T más bajos, corresponden, generalmente, la deficiencia de saturación (T-S) más elevada, cuyos valores individuales ya sufren una oscilación mayor con respecto de la media (1,83).

En suma, el grado medio de saturación (89,69 %) es elevado y, correspondientemente, bajo el grado medio de insaturación (11,00 %).

C. *Condiciones meteorológicas registradas durante la evolución completa de los ensayos* (cuadro II). — Las observaciones meteorológicas mensuales, registradas durante la evolución completa (julio a enero) de los ensayos, fueron obtenidas del Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Secretaría de Aeronáutica y corresponden al Observatorio que la Universidad Nacional tiene instalado en la ciudad de La Plata, situado a 500 m, aproximadamente, del lugar de la experiencia. La duración del día, para el día 15 de cada mes, permanece constante. En el cuadro II, se han tabulado las observaciones correspondientes al bienio, estableciéndose luego la diferencia entre los valores del año 1941 con respecto al anterior y calculándose, finalmente, las respectivas medias del período julio-enero.

CUADRO II

Observaciones meteorológicas mensuales registradas durante la evolución completa de los ensayos de los años 1940 y 1941

Observaciones meteorológicas	Años y diferencias	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Enero 1941-1942	Período julio-enero
Temperatura media..... °C	Año 1940	12°4	9°7	12°6	13°5	18°2	21°2	21°5	15°6
	» 1941	11 1	12 2	11 2	15 4	18 3	20 8	24 5	16 2
	Diferencia.....	-1 3	+2 5	-1 4	+1 9	+0 1	-0 4	+3 0	+0 6
Temperatura máxima media... »	Año 1940	15 2	14 0	16 5	17 7	23 4	25 8	26 2	19 8
	» 1941	14 9	16 5	16 6	20 9	23 8	26 0	30 6	21 3
	Diferencia.....	-0 3	+2 5	+0 1	+3 2	+0 4	+0 2	+4 4	+1 5
Temperatura mínima media... »	Año 1940	10 0	6 3	9 9	10 3	13 8	18 4	17 6	12 3
	» 1941	8 2	8 6	6 0	11 4	13 5	15 8	19 3	11 8
	Diferencia.....	-1 8	+2 3	-3 9	+1 1	-0 3	-2 6	+1 7	-0 5
Temperatura máxima absoluta »	Año 1940	20 2	19 2	22 7	26 1	29 5	30 6	31 7	25 7
	» 1941	21 0	23 4	28 6	28 4	32 7	30 9	34 5	28 5
	Diferencia.....	+0 8	+4 6	+5 9	+2 3	+3 2	-0 3	+2 8	+2 8
Temperatura mínima absoluta »	Año 1940	3 6	1 3	4 6	5 8	6 6	10 3	11 9	6 3
	» 1941	2 7	1 4	0 9	4 3	4 9	10 0	13 9	5 4
	Diferencia.....	-0 9	+0 1	-3 7	-1 5	-1 7	-0 3	+2 0	-0 9
Lluvia..... mm	Año 1940	146,5	25,1	134,7	61,6	65,1	232,0	82,1	747,1
	» 1941	40,9	179,1	4,6	68,8	60,2	54,5	67,9	476,0
	Diferencia.....	-105,6	+154,0	-130,1	+7,2	-4 9	-177,5	-14,2	-271,1
Días con precipit. observada.....	Año 1940	12	7	11	6	8	16	9	69
	» 1941	5	11	3	5	15	7	4	50
	Diferencia.....	-7	+4	-8	-1	+7	-9	-5	-19
Humedad relativa media..... %	Año 1940	89	79	81	76	72	83	73	79
	» 1941	85	82	68	74	69	69	62	73
	Diferencia.....	-4	+3	-13	-2	-3	-14	-11	-6
Nubosidad ; escala de 0 a 10.....	Año 1940	7,9	4,6	6,6	6,2	5,6	6,5	4,1	5,9
	» 1941	6,8	5,5	2,9	4,4	4,4	5,0	3,9	4,7
	Diferencia.....	-1,1	+0,9	-3,7	-1,8	-1,2	-1,5	-0,2	-1,2
Duración del día, para el día 15, en horas y minutos.....		10,01	10,47	11,50	12,55	13,55	14,30	14,16	12,36

CUADRO III

Datos fenológicos, agronómicos y fitopatológicos correspondientes al ensayo del año 1941 (Valores extremos)

Fase	Subfase	Fechas registradas para las parcelas		Estado del suelo o del cultivo en las parcelas		Plagas observadas en las parcelas		Altura de las plantas en las parcelas con individuos	
		Más tempranas	Más tardías	Mejor	Peor	Menos atac.	Más atac.	Más bajos	Más altos
Siembra	General	16-VIII-1941	16-VIII-1941	85 puntos	50 p. × muy húmedo, terrenos y malezas				
Germinación	General	1-IX-1941	7-IX-1941	70 p. × algo raro, algo malezas y algo irregular	1 p. × muy pocas plantitas	0	0		
Macollaje	1ª plantita	7-IX-1941	19-IX-1941						
Aparición pimpollos	General	25-X-1941	2-XI-1941						
Floración	1ª flor	20-X-1941	31-X-1941						
	General	4-XI-1941	13-XI-1941						
Madurez	General	20-XII-1941	31-XII-1941	80 puntos	3 p. × muy pocas plantas y dominadas por malezas	Pasmo, 1 p.	Pasmo, 25 p.	35 cm	58 cm
Cosecha	General	5-I-1942	5-I-1942						

De su lectura, se infiere, con respecto a la *lluvia*, que, durante el mes de septiembre de 1941 ha llovido excesivamente poco; pero, la exigencia hídrica del cultivo de lino, durante la fase del macollaje, es muy baja. Por otra parte, esta escasez de lluvia en septiembre de 1941, queda compensada por la gran precipitación ocurrida en agosto del mismo año. Durante el año 1940, en cambio, ha ocurrido el mismo fenómeno, pero a la inversa. En los meses de octubre y de noviembre, la lluvia fué suficiente en ambos años.

En cuanto a la *humedad relativa media*, después de la fase del macollaje, meses de septiembre y de octubre, fué menor en 1941, a lo que se atribuye el mayor desarrollo del « pasmo » ocurrido en 1940. A esto puede agregarse la *nubosidad*, que en 1940 fué excesiva y mucho mayor que en 1941.

D. *Datos fenológicos, agronómicos y fitopatológicos registrados durante el ciclo completo del ensayo (1941)* (cuadro III). — Los valores extremos de los datos fenológicos, agronómicos y fitopatológicos, correspondientes al ensayo del año 1941, fueron extraídos del *Registro del ensayo comparativo sobre linos* de la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, correspondiente a dicho año. La valoración se hizo siempre de acuerdo con la publicación de De Fina (1940).

V. DATOS EXPERIMENTALES E INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS MISMOS

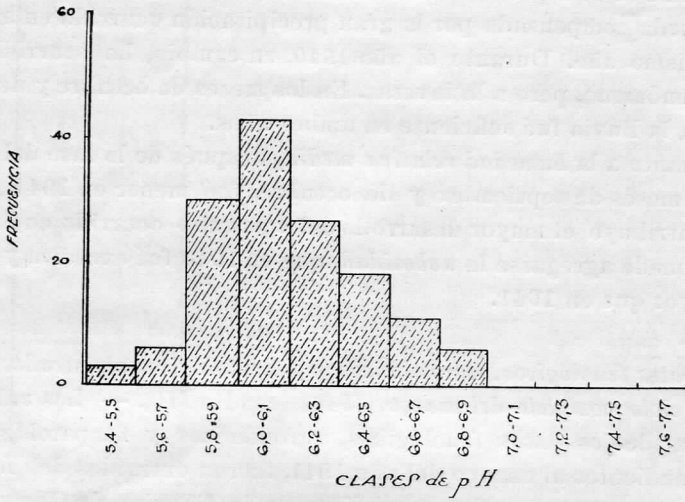
A. *Datos parcelarios de reacción del suelo* (pH) (histogramas n^{os} 1, 2 y 3). — Siguiendo el mismo procedimiento indicado en el trabajo anterior (Molano, 1943), se tomaron en 1941 muestras de suelo, para determinaciones de reacción, en el centro de cada una de las 144 parcelas que integraron el ensayo de ese año.

La operación de toma se realizó con fecha 2 a 4 de diciembre de 1941. Como se ve, comprendió un lapso menor que en 1940, lo que da mayor solidez aún, a las conclusiones que de los nuevos resultados se obtengan. El lino se encontraba entonces, en el subperíodo comprendido por las fases de la floración y de la madurez.

Las determinaciones de reacción, se realizaron en el Laboratorio de Edafología de la Facultad prealudida, con fecha 3 a 5 de diciembre de 1941.

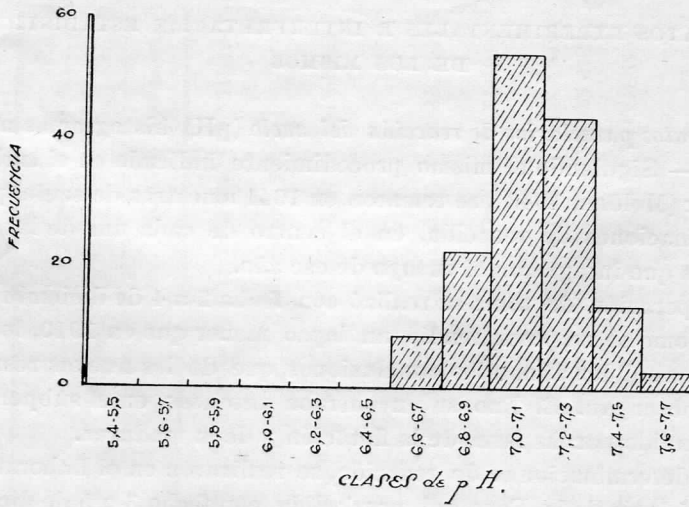
HISTOGRAMA 1

Valores de pH y frecuencia en las parcelas. (Ensayo año 1940)



HISTOGRAMA 2

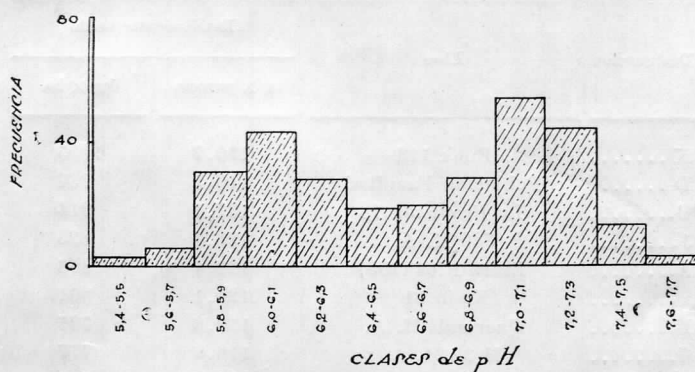
Valores de pH y frecuencia en las parcelas. (Ensayo año 1941)



Con los valores parcelarios de pH del suelo y su frecuencia en los ensayos de los años 1940, 1941 y en el bienio, se construyeron los histogramas n^{os} 1, 2 y 3, respectivamente. Tanto la agrupación de las clases, de a dos décimas de pH, como la amplitud de la escala de frecuencia, se mantuvieron constantes en todos ellos, salvo en el tercero, en el que, por ser el resultante de la suma de los 288 valores pertenecientes a los otros dos, se redujo a la mitad la amplitud de la escala de frecuencia, con el solo objeto de que sean comparables los dibujos respectivos.

HISTOGRAMA 3

Valores de pH y frecuencia en las parcelas. (Bienio 1940-1941)



Observándolos, resalta el desplazamiento, acaecido en el ensayo del año 1941, con respecto al anterior, de las clases de pH, las que, transpasando el punto teórico de la neutralidad (pH 7,0), se ubican en la zona alcalina. De ello, resulta para el bienio 1940-1941, una curva de frecuencia netamente bimodal; siendo las clases modales pH 6,0-6,1 y pH 7,0-7,1, impresas por los valores de dichas clases, correspondientes, respectivamente, al primero y al segundo de los años estudiados.

De acuerdo con la clasificación, establecida en el trabajo anterior, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, la reacción del suelo, considerando todas las parcelas de los ensayos del bienio, varió de *fuertemente ácida* a *suavemente alcalina*.

Luego se verá, cómo, tal desplazamiento en la reacción del suelo, influyó sobre los rendimientos del segundo año, respecto del primero.

B. *Datos parcelarios de rendimiento de granos* (cuadros IV y V).— Los rendimientos medios de granos de las variedades ensayadas en 1941, expresados en gramos por parcela y en kilogramos por hectárea, se encuentran tabulados, en orden decreciente de productividad, en el cuadro IV. En la columna de la izquierda, se encuentra la letra-designación que les cupo en el sorteo de tal año, habiéndose calculado además, la media general del ensayo.

CUADRO IV
Rendimientos medios de granos de los linos ensayados (1941)
ordenados en forma decreciente

Designación	Lino	Rendimiento medio	
		g × parcela	kg × ha
K	Buck 113	150,7	1005
D	Población Facultad	140,5	937
B.....	La Previsión 18	137,1	914
J.....	330 M. A.	123,8	825
A.....	Entre Ríos (195)	122,4	816
I.....	Klein 11	120,1	801
E.....	Querandí M. A.	119,6	797
G.....	H 39 M. A.	116,6	777
H.....	Benvenuto 1268	114,7	765
C.....	Lineta Buck 114	114,5	763
F.....	Buck 3	112,6	751
L.....	Benvenuto 1269	110,5	737
Media general.....		123,6	824

Los datos parcelarios de rendimiento fueron extraídos del *Registro* precitado de la Cátedra de Climatología.

En el cuadro V se encuentran tabulados los rendimientos medios de granos y el orden de colocación de los linos ensayados para el bienio 1940-1941. Igualmente se los expresa en gramos por parcela y en kilogramos por hectárea; el número que, entre paréntesis, se encuentra al lado de los rendimientos medios varietales, representa el número de colocación que les cupo a las variedades, por su rendimiento, en el año o en el bienio. También se calcularon las respectivas medias generales.

Las variedades *Lineta Klein 10e* y *Entre Ríos (195)*, se eliminaron

CUADRO V

Rendimientos medios de granos y orden de colocación de los linos ensayados (años 1940 y 1941)

Lino	Rendimiento medio g $\times$ parcela			Rendimiento medio kg $\times$ ha		
	1940	1941	Bienio 1940-1941	1940	1941	Bienio 1940-1941
Buck 113.....	92,9 (4)	150,7 (1)	121,8 (1)	619 (4)	1005 (1)	812 (1)
Población Facultad.....	100,5 (1)	140,5 (2)	120,5 (2)	670 (1)	937 (2)	804 (2)
330 M. A.....	98,3 (2)	123,8 (4)	111,1 (3)	655 (2)	825 (4)	740 (3)
H 39.....	96,1 (3)	116,6 (8)	106,4 (4)	641 (3)	777 (8)	709 (4)
Querandí M. A.....	82,8 (5)	119,6 (7)	101,2 (5)	552 (5)	797 (7)	675 (5)
La Previsión 18.....	62,9 (11)	137,1 (3)	100,0 (6)	419 (11)	914 (3)	667 (6)
Lineta Buck 114.....	82,7 (6)	114,5 (10)	98,6 (7)	551 (6)	763 (10)	657 (7)
Klein 11.....	74,6 (8)	120,1 (6)	97,4 (8)	497 (8)	801 (6)	649 (8)
Benvenuto 1268.....	77,0 (7)	114,7 (9)	95,9 (9)	513 (7)	765 (9)	639 (9)
Buck 3.....	74,2 (9)	112,6 (11)	93,4 (10)	495 (9)	751 (11)	623 (10)
Benvenuto 1269.....	72,4 (10)	110,5 (12)	91,5 (11)	483 (10)	737 (12)	610 (11)
Media general.....	83,1	123,7	103,4	554	825	690

Observación: Las variedades *Lineta Klein 10* e *Entre Ríos (195)* se eliminaron por figurar en un solo año de ensayo (año 1940 y año 1941, respectivamente).

de los cálculos, por participar de un solo año de ensayo : 1940-1941, respectivamente.

Se observa claramente, en el mismo cuadro, que los rendimientos, han sufrido en todos los casos, un aumento en el año 1941 con respecto al anterior.

C. *Correlación entre pH del suelo y rendimiento de granos* (gráfica 1, cuadros VI y VII). — Con el mismo objeto de saber si el rendimiento de granos de los linos, estuvo vinculado con la reacción del suelo de las parcelas de los ensayos del bienio 1940-1941, se aplicó nuevamente el cálculo estadístico de correlación. Se hicieron las representaciones gráficas y calcularon los coeficientes respectivos, previas ciertas consideraciones, que se pasan a exponer.

CUADRO VI

Cotejo entre los rendimientos medios de granos de las variedades ensayadas y los respectivos valores medios de pH del suelo en ambos años del bienio

Variedad	Rendimiento medio de granos en kg × ha			Valor medio de pH del suelo		
	1940	1941	Dif.	1940	1941	Dif.
Buck 113.....	619	1005	+386	6,0	7,1	+1,1
Población Facultad	670	937	+267	6,2	7,1	+0,9
330 M. A.....	655	825	+170	6,2	7,1	+0,9
H 39.....	641	777	+136	6,1	7,1	+1,0
Querandí M. A.....	552	797	+245	6,2	7,1	+0,9
La Previsión 18.....	419	914	+495	6,1	7,1	+1,0
Lineta Buck 114.....	551	763	+212	6,2	7,1	+0,9
Klein 11	497	801	+304	6,2	7,1	+0,9
Benvenuto 1268.....	513	765	+252	6,2	7,0	+0,8
Buck 3.....	495	751	+256	6,2	7,1	+0,9
Benvenuto 1269	483	737	+254	6,2	7,2	+1,0
Media general.....	554	825	+271	6,2	7,1	+0,9

1. *Consideraciones previas.* — Dado que, tanto los valores parcelarios de pH del suelo, como los respectivos rendimientos de granos, demostraron a su análisis un sensible incremento en 1941 con respecto a 1940, se consideró necesario hacer un cotejo entre la diferencia de los rendimientos medios de granos de las variedades ensaya-

das y las respectivas diferencias de los valores medios de pH del suelo, en ambos años del bienio.

A tal efecto, se calculó el cuadro VI, de donde resultan las diferencias, todas positivas, entre los rendimientos medios varietales, expresados en kilogramos por hectárea, de 1941 con respecto a 1940 y, también positivas, las diferencias de los respectivos valores medios de pH del suelo entre ambos años.

CUADRO VII

Resumen del coeficiente de correlación entre pH del suelo y rendimiento de granos durante el bienio 1940-1941

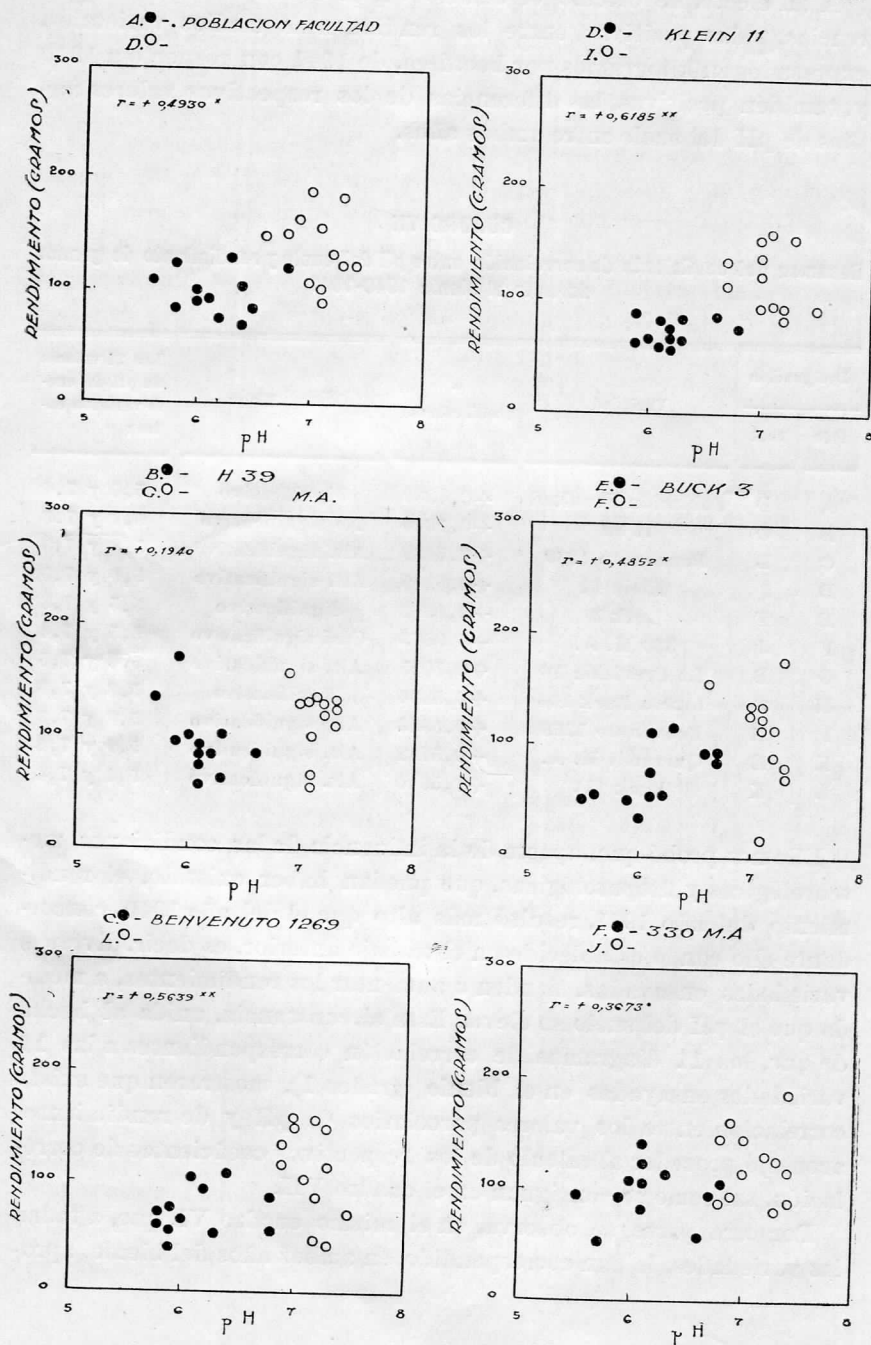
Designación		Variedad	r (coef. correl.)	Significancia	Los 24 valores de pH del suelo variaron entre :
1940	1941				
A	D	Población Facultad	+0,4930	Significativo	5,6 y 7,4
B	G	H 39	+0,1940	No significativo	5,7 y 7,3
C	L	Benvenuto 1269	+0,5639	Alt. significativo	5,8 y 7,5
D	I	Klein 11	+0,6185	Alt. significativo	5,9 y 7,5
E	F	Buck 3	+0,4852	Significativo	5,5 y 7,3
F	J	330 M. A.	+0,3673	Casi significativo	5,5 y 7,4
G	B	La Previsión 18	+0,7095	Alt. significativo	5,6 y 7,5
H	C	Lineta Buck 114	+0,5236	Significativo	5,8 y 7,6
I	H	Benvenuto 1268	+0,5813	Alt. significativo	5,8 y 7,3
K	E	Querandí M. A.	+0,5742	Alt. significativo	5,9 y 7,6
L	K	Buck 113	+0,5910	Alt. significativo	5,4 y 7,4

Ello nos probó que, aparte de la influencia de las condiciones meteorológicas y fitopatológicas, que puedan haber existido, el rendimiento del año 1941, resultó más alto que el del año 1940, concordante ello con lo establecido en el trabajo anterior, es decir, diversas variedades ensayadas, tienden a aumentar los rendimientos, a medida que el pH del suelo se eleva. Esta circunstancia, unida al hecho de que, los 11 diagramas de correlación correspondientes a las 11 variedades ensayadas en el bienio (gráfica 1), mostraron que existe correlación entre los valores parcelarios de pH y de rendimiento, aconsejó proceder al cálculo de los respectivos coeficientes de correlación, tal como se consignan en el cuadro VII.

Por otra parte, se observa, en el mismo cuadro VI, que, a todas las variedades, le han correspondido, en ambos años del bienio, apro-

GRAFICA 1

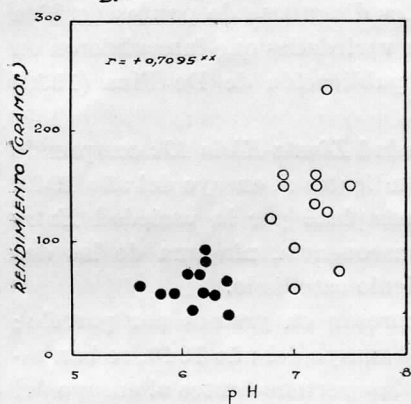
Correlación entre pH del suelo y rendimiento. Ensayos años 1940 (●) y 1941 (○)



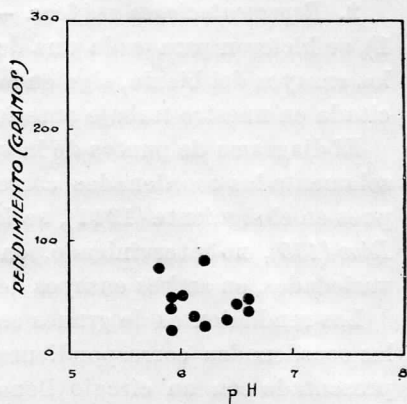
GRAFICA 1 a

Correlación entre pH del suelo y rendimiento. Ensayos años 1940 (●) y 1941 (○)

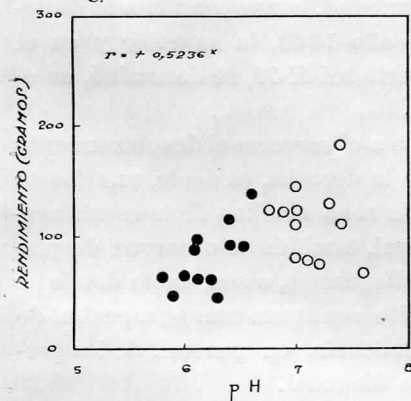
G.● - LA PREVISION 18
B.O. -



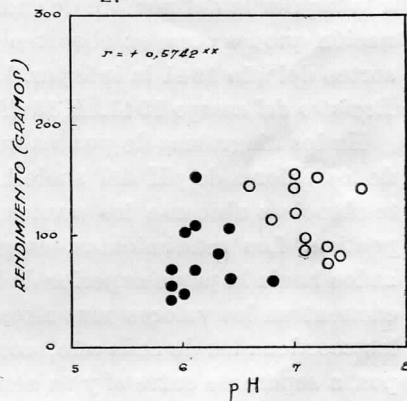
J.● - LINETA KLEIN 10e



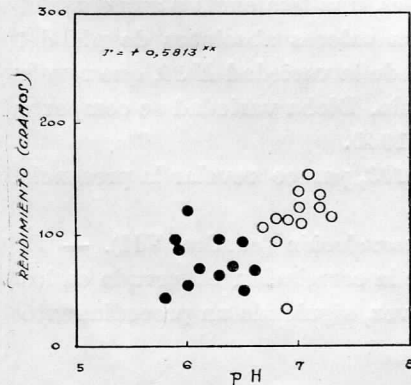
H.● - LINETA BUCK 114
C.O. -



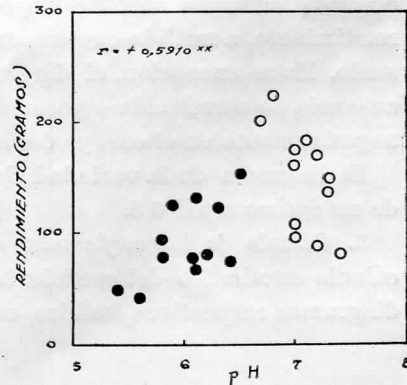
K.● - QUERANDI M.A
E.O. -



I.● - BENVENUTO 1268
H.O. -



L.● - BUCK 113
K.O. -



ximadamente los mismos valores medios de pH del suelo; lo que concuerda con la variación anotada en la última columna del cuadro VII, pues, según ella todas las variedades han estado, aproximadamente, en igualdad de condiciones frente a la reacción del suelo.

2. *Representaciones gráficas.* — Los diagramas de puntos (gráfica 1), se hicieron para cada una de las variedades que intervinieron en los ensayos del bienio, siguiendo la publicación de De Fina (1939) citada en nuestro trabajo anterior.

El diagrama de puntos de la variedad *Lineta Klein 10c* comprende solamente las coordenadas correspondientes al ensayo del año 1940, pues en el siguiente (1941), se la reemplazó por la variedad *Entre Ríos (195)*, no interviniendo, en consecuencia, ninguna de las dos variedades, en ambos ensayos del bienio estudiado.

Los rendimientos de granos se expresan en gramos por parcela; las coordenadas correspondientes al ensayo del año 1940, se han representado con un círculo lleno y las pertenecientes al ensayo del año siguiente (1941), con un círculo en blanco. Las letras colocadas a la izquierda del nombre de cada variedad, corresponden a la designación que les cupo en el sorteo del año 1940, la superior y en el sorteo del año 1941 la inferior. La variedad *H 39*, se denominó, en el *Registro del ensayo 1941*, *H 39 M. A.*

En los diagramas de puntos vuelve a observarse el desplazamiento de los valores de pH del suelo hacia la derecha, es decir, una fuerte tendencia a ubicarse los puntos en la zona alcalina de la escala respectiva. Los rendimientos, en general, también se observan desplazados hacia la parte superior de los diagramas, o sea, hacia donde se encuentran los valores mas altos. Ello configura una agrupación de las coordenadas de cada año, con tendencia, en general, de los grupos, a separarse entre sí y en sentido diagonal.

Se observa una *correlación positiva*, más o menos acentuada, en todos los diagramas contruidos, esto es, una tendencia a aumentar el rendimiento, a medida que crecen los valores absolutos de pH del suelo. Hace excepción, el diagrama de la variedad *H 39*, que revela ausencia de correlación o poco definida. Dicha variedad se comportó negativamente en el ensayo del año 1940.

El diagrama de la variedad *Buck 113*, parece revelar la presencia de un *óptimo* a pH 6,8.

3. *Cálculo de los coeficientes de correlación* (cuadro VII). — El cálculo estadístico del coeficiente de la correlación observada en los diagramas respectivos, se hizo, esta vez, siguiendo un procedimiento

abreviado (Irving Gavett, 1941); consistente en trabajar directamente, para el cálculo de la fórmula, que en este caso es más compleja, con los cuadrados y productos de las observaciones, en lugar de hacerlo previamente con las desviaciones, positivas o negativas, de las mismas con respecto a la media, en el método clásico de Galton y Pearson. Dicho procedimiento, nos fué dable practicarlo, gracias a la atención del ingeniero agrónomo Teodoro F. A. Weber. Los cálculos realizados, se encuentran resumidos en el cuadro VII.

Trabajando con *veinticuatro* pares de factores y un nivel de seguridad de 95 %, el coeficiente de correlación, positivo o negativo, para ser *significativo*, tiene que ser mayor de 0,4227, según la tabla contenida en el libro de Fisher, invocado en el trabajo anterior. Considero *casi significativo* un coeficiente que no lo es para 95 %, pero sí para 90 % y, *altamente significativo*, el que lo es para 99 % de seguridad.

En síntesis, *todas las variedades observadas, salvo la «H39», aumentaron notablemente sus rendimientos, cuando se elevó el pH del suelo; hecho más pronunciado en el caso de la variedad La Previsión 18. La variedad H39 que se comportó, contra todas las demás, como oxifila en el año 1940, considerado el bienio, da un coeficiente de correlación positivo, pero que está lejos de ser significativo: a la luz de esta nueva información, la variedad H39 debe ser considerada, no como oxifila, sino como tolerante a amplitudes grandes de pH del suelo.*

D. *El rendimiento en función de la reacción del suelo* (gráfica 2). — Siendo objeto primordial del presente estudio, saber con certeza, en qué forma los valores de pH del suelo determinan el rendimiento de granos de las variedades ensayadas durante el bienio, se construyó la gráfica 2.

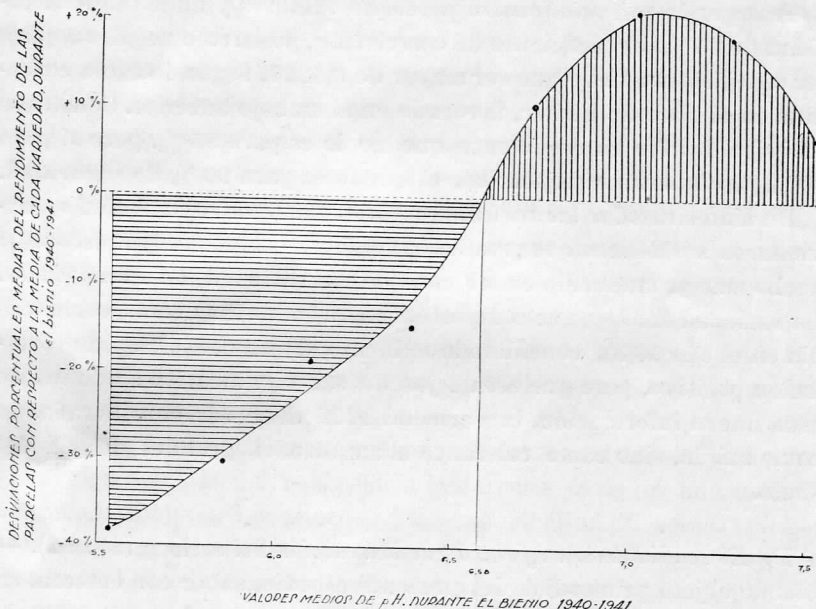
Para ello, también siguióse el procedimiento expuesto en el opúsculo anterior (Molfino, 1943). Dicho método consiste, someramente, en trabajar, en lo que a las ordenadas respecta, con las desviaciones porcentuales medias (positivas o negativas) del rendimiento de granos de las parcelas, con respecto al rendimiento medio de cada variedad, que se consideró el 100 %. En cuanto a las abscisas, se trabaja, igualmente, con los correspondientes valores medios de pH del suelo. Este proceder, trae aparejada la *eliminación de las dificultades que acarrea el diferente nivel de productividad, propio de cada variedad*. Por otra parte, cada uno de los puntos del trazado de la curva, ocho en este caso, son la resultante de un conjunto numeroso de pares de

valores, lo que da *solidez* a la misma y *seguridad* a las conclusiones prácticas que de ella se obtengan.

Es necesario hacer notar, con respecto al año 1940, que, al realizar los cálculos correspondiente al bienio, los 240 pares de valores (desviaciones porcentuales del rendimiento-pH) fueron agrupados, dada

GRAFICA 2

El rendimiento en función de la reacción del suelo, durante el bienio 1940-1941



Observación : Dado que el coeficiente de correlación entre pH del suelo y rendimiento, para la variedad H39, resultó ser positivo y *no significativo*, se la eliminó de la construcción de esta gráfica. Igualmente, fueron excluidas de los cálculos, las *Lineta Klein 10e* y *Entre Ríos (195)*, por haber participado, cada una, de un solo año de ensayo, en el bienio 1940-1941.

la mayor amplitud de la variación del pH, en ocho clases, siempre de tres décimas de pH por clase.

Además, las variedades H39, *Lineta Klein 10e* y *Entre Ríos (195)*, no fueron incluidas en los cálculos enunciados precedentemente. La primera, por su comportamiento discordante con el de las demás, y, las otras dos, por haber intervenido, cada una, en un solo año de ensayo durante el bienio : 1940 y 1941, respectivamente.

Entrando a examinar, detenidamente, la gráfica 2, que es la representación fundamental del fenómeno que se pretende dilucidar con el presente estudio, se llega a los siguientes hechos :

- 1° Los rendimientos más *elevados* se encuentran a pH medio 7,0;
- 2° Los rendimientos *medios* se encuentran a pH medio 6,6; y, también, presumiblemente, a pH 7,6;
- 3° Los rendimientos más *bajos* registrados se encuentran a pH medio 5,5;
- 4° La curva sufre un pronunciado ascenso hasta llegar a pH 7,0, descendiendo luego más suavemente hasta pH 7,5;
- 5° En la práctica, *no conviene cultivar* las diez variedades oleaginosas de lino, comprendidas en la gráfica, en suelos cuya reacción sea inferior a pH 6,6 o superior a pH 7,6, punto aproximado en que, presumiblemente, la curva corta, en su descenso, la línea de los rendimientos medios, que parte del punto 0 % del eje de las ordenadas.

VI. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto precedentemente se desprenden las siguientes conclusiones:

1ª Los 288 valores parcelarios de pH, fluctuaron, en el suelo del rectángulo (de, aproximadamente, 20×100 m) que constituyó los ensayos de los años 1940 y 1941, entre pH 5,4 y pH 7,6. El valor de pH medio, para todo el bienio, fué de pH 6,6. El rendimiento medio de granos en el bienio, fué de 679 kilogramos por hectárea.

2ª Al disponerse de una cantidad doblemente mayor de pares de los factores en estudio, el óptimo entre los valores de pH del suelo, para todas las variedades ensayadas, menos para las *H 39*, *Lineta Klein 10e* y *Entre Ríos* (195), se ha desplazado hacia la zona básica. *Los rendimientos más altos se encontraron a pH medio 7,0, los rendimientos medios a pH medio 6,6 y, presumiblemente, a pH medio 7,6; y los rendimientos más bajos a pH medio 5,5.*

3ª *La reacción del suelo no debe ser motivo de preocupación, cuando sus valores oscilan entre pH 6,6 y pH 7,6.*

4ª La variedad *H 39* volvió a comportarse excepcionalmente al estudiar el bienio, con respecto de todas las demás, pues fué la única que dió un coeficiente de correlación no significativo. Si bien no se la puede considerar oxífila, ha demostrado ser *la más tolerante a oscilaciones amplias de la reacción del medio.*

5ª Las demás variedades, aumentaron sus rendimientos a medida que se elevó la reacción (pH) del suelo, dando, para el bienio, coeficientes de correlación positivos y altamente significativos, en la ma-

yoría de los casos. Las variedades *Lineta Klein 10e* y *Entre Ríos (195)* se eliminaron de los cálculos del bienio, por participar de un solo año de ensayo.

6^a Los resultados de nuestra experiencia, obtenidos en un solo lugar y en dos años, coinciden bastante bien con los de Opitz (Berlín), los de Morani (Italia), los que trae González Gallardo y los compilados por Spurway, en el sentido de que, *el pH del suelo 7, o valores próximos a él, son los óptimos para lino.*

CONCLUSIONS ¹

From the preceding exposure, the following conclusions are drawn:

1st The 288 pH plot values, in the rectangle of soil (approximately 20 × 100 m) which performed 1940 and 1941 tests, fluctuated between pH 5,⁴ and pH 7,⁶. The medium pH value for the whole two-years period was pH 6,⁶. The medium grain yield in the same period was 679 kg per ha.

2nd Having twice more pairs quantity of the studied factors, the optimum of the soil pH values for all the varieties tested, except *H 39*, *Lineta Klein 10e* and *Entre Ríos (195)*, have been moved to the basic zone. *The highest yields were established at medium pH 7,0; half yields were found at medium pH 6,6, and perhaps at medium pH 7,6. The lowest yields were stated at medium pH 5,5.*

3rd *Soil reaction should not be a matter to worry about when its values range between pH 6,6 and pH 7,6.*

4th In the analytic study of two-years period, variety *H 39* again be held in an exceptional way related to others. It was the only one that did not gave a significant correlation factor. Although it cannot be considered as an « oxiphilous » variety; it has showed to be *the most tolerant, against broad reaction ranges in the soil.*

5th Other varieties increased their yields as soil reaction (pH) rose. They gave for the two-years period, positive correlation factors and highly significant for the most of them. The varieties *Lineta Klein 10e* and *Entre Ríos (195)* were eliminated from the two-years period computations because they were tested only one year.

6th Our experience results obtained during two years in only one place, fairly agree with those drawn by Opitz (Berlín), Morani (Ita-

¹ Vertido al inglés por Jaime Miguel Alazraqui Alonso, ingeniero agrónomo.

ly), González Gallardo and those compiled by Spurway. These results settle down that soil pH 7,0 or nearly 7,0 are the optimum values for linseed crop.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

En el presente trabajo, se ha citado la bibliografía, cuyas respectivas noticias catalográficas van a continuación, que es necesario agregar a la contenida en el mismo capítulo de nuestro opúsculo anterior.

- GONZÁLEZ GALLARDO, A., 1941. *Introducción al estudio de los suelos*. Un vol. in-8º, VIII + 484 págs., mapas. México, D. F., Banco Nacional de Crédito Agrícola. *Tolerancia de las plantas a la reacción del suelo* : 97-99.
- IRVING GAVETT, G., 1941. *Principios de metodología estadística*. Traduc. y adapt. de M. Gleason Alvarez. Un vol. in-8º, VIII + 327 págs. en « multilit ». Public. Univ. Nac. Antón. Méx., Esc. Nac. Econ. México. *Correlación, método abreviado* : 170.
- MOLFINO, R. H. E., 1943. *Influencia de la reacción del suelo sobre el rendimiento de un ensayo de linos oleaginosos*. Rev. Fac. Agron. La Plata (tercera época) 25 (1940) : 141-174, 7 cuadros y 9 gráf. La Plata.
- MORANI, V., 1934. *La reazione dei terreni e la produzione delle culture*. Ann. Staz. Chim. Agr. Sperim. Roma (segunda serie) 14 (312) : 1-12, Roma.
- SPURWAY, C. H., 1941. *Soil reaction (pH) preferences of plants*. Michigan. St. Col., Agric. Exp. Stat., Sect. Soils, *Spec. Bull.* 306, 36 págs. East Lansing. Reimpreso en 1944.

La Plata, abril de 1946.