

Contribución al estudio del problema de los abonos en el Uruguay

Ing. Agr. JORGE SPANGENBERG

Ayudante Técnico de la Cátedra
de Química Agrícola

Trabajo realizado a solicitud de la Dirección de Agronomía en la Sección Laboratorios de dicha repartición y los Laboratorios de Química Agrícola y Agricultura de la Facultad de Agronomía. (1)

CAPÍTULO I

Consideraciones generales sobre el problema técnico-económico de la producción cerealera

De tiempo atrás es una preocupación constante para los Poderes Públicos, que han tratado de fomentar la agricultura nacional, los escasos rendimientos registrados en la producción de nuestros cereales más cultivados: trigo y maíz. Sus rendimientos en promedio nunca han sobrepasado los 1.000 kilogramos por hectárea y en general oscilan alrededor de los 700 kilogramos, con fuertes fluctuaciones que tienden a disminuir ese nivel de la producción unitaria. Así vemos en el cuadro N.º 1, estudiando la producción triguera, (cuadro comparativo

(1) Agradezco al Sr. Decano de la Facultad de Agronomía Ing. Pedro Menéndez Lees; Director de Agronomía, Ing. Roberto Sundberg; Director del Instituto de Química Industrial, Sr. Angel Goslino; Jefe de la Sección Laboratorios de la Dirección de Agronomía, Ing. Samuel Moreira Acosta; y a los Profesores de Agricultura y Química, Ings. Gustavo Spangenberg y Miguel de Medina, por el apoyo prestado en la realización del presente trabajo.

del número de hectareas cultivadas con trigo y maíz y de la producción total y unitaria de estos cereales desde el año 1900 al año 1929), que mientras hay muchos años que registran, en término medio, una producción inferior a los 700 kilogramos, promediales con mermas acusadas, llegando en algunos, como en 1901 y 1915, a 361 y 309 kilogramos, respectivamente; solo en muy contados casos el índice de la producción se eleva en proporción semejante, pues únicamente en los años 1918 y 1928 se alcanza un rendimiento unitario de 900 kilogramos.

En la actualidad, con rendimientos de alrededor de 700 kilogramos por hectárea, la agricultura cerealera no es una industria remuneradora, pues el beneficio que obtiene el agricultor no pasa de \$ 0.50 los cien kilogramos de trigo (nuestro cereal más cultivado), tomando de base para este cálculo un costo reducido de \$ 21.00 para la hectárea de cultivo, un rendimiento medio de 700 kilogramos y un precio de \$ 3.50 los cien kilos en el lugar de producción. Este cálculo adolece de optimismo, pues, en general, el costo de la hectárea de cultivo es mayor y oscila entre \$ 25.00 y \$ 30.00, siendo entonces el beneficio nulo, o mejor dicho, no existe tal, sino una pérdida, variable de acuerdo con el costo de la hectárea, de \$ 0.50 a \$ 5.50, por unidad de superficie. Sin embargo, consideramos que nuestro cálculo se halla dentro de la realidad, respondiendo, en general, al máximun de economía con que trabajan nuestros agricultores, desgraciadamente en desmedro de la producción, mientras que con los costos de producción más elevados se obtienen rendimientos mayores, reduciendo, en consecuencia, la pérdida o dando margen a algún beneficio.

La agricultura con rendimientos promediales como el tomado de base para el cálculo efectuado, es una industria que no compensa los sacrificios del productor; es una industria destinada a vegetar, que no puede tomar incremento. Los Poderes Públicos, entendiéndolo así, han tratado de todas maneras de mejorar su situación, y a esta preocupación es que obedece la creación de la Comisión Oficial de Semillas, el Instituto Fito-técnico "La Estanzuela", los Equipos de Selección de Semillas a cargo de la Dirección de Agronomía y la Sección productora de abonos en el Instituto de Química Industrial.

La creación de estas diversas instituciones obedece a que el escaso índice de productividad registrado en nuestras tierras, se ha atribuído principalmente al empleo de simiente sucia, a la utilización de variedades improductivas, a la escasa fertilidad de la tierra, como también a las malas prácticas culturales obser-

vadas. Para subsanar — entre otros importantes fines — este último inconveniente se creó la Dirección de Agronomía, ampliando y refundiendo en una misma entidad, la ex-Defensa Agrícola con la ex-Inspección Nacional de Ganadería y Agricultura.

Abordaremos el estudio de la influencia de estos distintos organismos en el mejoramiento de nuestra producción triguera, nuestro cereal más importante, analizando estadísticamente el cuadro N.º 1.

En primer término, consideraremos la labor realizada por la Comisión Oficial de Semillas. Esta entidad, que bajo diversas denominaciones actúa en beneficio de la agricultura nacional, recién en el año 1915 empezó a realizar la limpieza y clasificación mecánica de la simiente con una maquinaria provisoria que se estableció en la Granja Modelo (Sayago), instalándose en el año 1916 en el local de la zona portuaria que ocupa en la actualidad.

Con anterioridad a esta fecha se limitaba a adquirir en plaza los trigos que presentaban mejores condiciones macroscópicas, es decir, granos más grandes, sanos y mayor peso hectolitrico, para distribuirlo luego como semilla entre los agricultores del país.

Desde 1911 hasta la fecha, la Comisión Oficial de Semillas distribuyó las siguientes cantidades de trigo para simiente:

Trigo

<u>Año</u>	<u>Kilogramos</u>	<u>Año</u>	<u>Kilogramos</u>
1911	116.340	1921	1.772.482
1912	126.707	1922	996.100
1913	459.900	1923	3.003.830
1914	411.961	1924	592.490
1915	1.185.162	1925	1.392.900
1916	578.830	1926	2.090.235
1917	2.338.878	1927	1.565.589
1918	1.456.120	1928	1.385.990
1919	1.079.820	1929	1.067.222
1920	994.210	1930	1.603.700

Con el fin de analizar la influencia que ha podido tener la distribución de simiente limpia y de aspecto sobresaliente como

factor de aumento del índice de productividad del trigo, estudiaremos las mismas desde el año 1911 a 1920 inclusive, ya que después de esta fecha el efecto que haya podido tener se encuentra influenciado por las semillas de "pedigree" producidas por el Semillero Nacional de "La Estanzuela".

La acción que por su naturaleza debería ser complementaria de los abonos producidos en el Instituto de Química Industrial, es, como se puede observar por el cuadro de venta de los años 1926, 1927 y 1928, muy restringida, máxime si se tiene en cuenta que debido a su costo relativamente elevado no se debe haber utilizado en gran escala en un cultivo eminentemente extensivo como es el trigo.

Abonos químicos vendidos con destino a la agricultura de nuestro país

<u>Año</u>	<u>Kilogramos</u>
1926 (1)	97.188
1927	585.599
1928	1.535.500

Aun calculando que estos abonos se hubieran empleado exclusivamente para el cultivo de este cereal, observamos que su influencia en nuestra estadística ha sido nula, ya que con esta cantidad de abonos, suponiendo una aplicación baja correspondiente a un promedio de 300 kilogramos por hectárea, se hubieran abonado las siguientes áreas:

<u>Años</u>	<u>Hectareas</u>
1926	324
1927	1.952
1928	5.118

Esta última cantidad no llega a representar el 1.2 por ciento de la superficie cultivada ese año con trigo, de manera que aun llegando a tener una gran importancia los abonos como factores eficientes del mejoramiento de nuestra producción cerealera (punto que estudiaremos detenidamente más adelante), su acción por la causa indicada no se puede haber hecho sentir en los guarismos de la estadística.

(1) Datos extraídos del Boletín del Instituto de Química Industrial del año 1929.

La utilización de los equipos seleccionadores de la Dirección de Agronomía data de 1924, siendo las cantidades maquinadas por los mismos, las siguientes:

Años	Kgs. de semillas sucias	Kgs. semilla limpia	Residuos
1924	227.715	193.999	33.716
1925	361.750	315.936	45.814
1926	554.582	498.175	56.407
1927	1.800.061	1.563.571	236.490
1928(1)	3.337.809	2.929.748	408.061
1929	5.045.537	4.604.603	440.934
1930	6.677.687	6.071.741	605.946

Esta acción es difícil de limitar ya que su influencia se ha ejercido no sólo sobre trigos comunes, sino también sobre trigos influenciados por la semilla de "pedigree" proveniente del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela", y en descendientes directos de los mismos. Sin embargo, hemos tratado de avaluar esa influencia al realizar el estudio bio-estadístico del cuadro N.º 1.

La acción de la Dirección de Agronomía se ha ejercido desde la época de la ex-Defensa Agrícola y ex-Inspección Nacional de Ganadería y Agricultura, aconsejando prácticas beneficiosas, tratando de mejorar por medio de prédicas constantes los procedimientos culturales y difundiendo entre los agricultores las ventajas derivadas del empleo de semillas limpias y simientes de pedigree para las siembras.

Por ende, la influencia del Semillero Nacional de "La Estanzuela" se empieza a ejercer desde el año 1917-18 (2), fecha en

(1) En los datos correspondientes a este año de las cantidades maquinadas se encuentran englobadas las de trigo y lino. Los demás años son exclusivamente de trigo.

(2) Dato extraído de la página 93 del trabajo titulado: "El Problema Agrícola de la República Oriental del Uruguay", del Dr. Alberto Boerger e Ing. Agr. Gustavo Fischer. 1922.

que se entregaron a los agricultores las siguientes cantidades de simientes:

Trigo americano	26 n	13	toneladas
»	»	44 d	6.5 »
»	Pelón	33 c	<u>13</u> »
	Total	<u>32.5</u>	»

Con este aporte solo se hubiera podido sembrar, calculando una siembra promedial de 70 kilos por hectárea, alrededor de 464 hectáreas, cantidad insignificante que no se puede tomar en cuenta. Suponiendo un rendimiento de 900 kilos por hectárea, esta superficie hubiera dado una cosecha de 417.600 kilos. Si esta se hubiera utilizado totalmente como simiente, lo que es bastante probable, las sementeras de pedigree hubieran importado 5.966 hectáreas, lo que no alcanza al 1.8 % de la superficie que se cultivó en ese año con este cereal. De manera que para estudiar la influencia de la simiente de "pedigree", partiremos del año 1920, correspondiente al 1921 de nuestra estadística, ya que los guarismos que en ella se consignan se refieren a los cultivos del año anterior.

Consideramos, por lo expuesto, que si en los rendimientos del trigo se registran fluctuaciones favorables, es decir, aumento de la producción unitaria, esto se debe imputar principalmente al empleo de semilla limpia y seleccionada biológicamente, especialmente a esta última, por su mayor facilidad de actuar, ya que debido a su misma naturaleza permite una difusión rápida.

Estudiando estadísticamente el cuadro N.º 1, obtendremos los siguientes resultados:

Trigo

Periodo	Promedio del rendimiento por Hct.	Error medio
1900 — 1909 inclusive	644.78 Kgrs.	± 58.43 Kgrs.
1900 — 1920 »	608.84 »	± 38.58 »
1911 — 1920 »	576.50 »	± 54.72 »
1921 — 1930 »	759.60 »	± 33.05 »
1919 — 1924 »	680.17 »	± 58.73 »
1925 — 1930 »	775.83 »	± 30.48 »

Maíz

Período	Promedio del rendimiento por Hct.	Error medio
1900 — 1919 inclusive	676.05 Kgrs.	+ 32.25 Kgrs.
1920 — 1929	667.10 »	+ 63.21 »

Cuadro comparativo del número de hectáreas cultivadas con trigo y maíz y de la producción total y unitaria de estos cereales, desde el año 1900 al año 1929.

Trigo

Años	No. de hectáreas cultivadas	Producción total	Rendimiento por hectárea
		Kgs.	Kgs.
1900	328.488	187.553.154	571
1901	276.511	99.719.771	361
1902	292.616	206.936.668	707
1903	265.638	142.611.674	536
1904	—	—	—
1905	260.770	205.888.045	790
1906	288.468	125.344.152	435
1907	252.258	186.884.422	741
1908	247.606	202.208.218	817
1909	276.787	233.910.034	845
1910	—	—	—
1911	257.609	162.543.769	631
1912	323.244	238.323.030	737
1913	330.252	148.631.673	450
1914	368.846	160.227.690	434
1915	316.962	97.855.127	309
1916	384.290	268.543.310	699
1917	315.549	146.697.952	465
1918	394.949	355.443.999	900
1919	339.771	187.523.183	552
1920	275.363	161.891.229	588
1921	283.254	211.419.709	746
1922	328.650	270.627.060	823
1923	268.450	140.220.910	522
1924	427.147	363.178.095	850
1925	344.108	269.665.338	784
1926	387.164	272.807.827	705
1927	399.812	278.643.087	697
1928	465.804	419.034.108	900
1929	439.226	334.872.000	762
1930	443.915	358.079.000	807

Maíz

Años	No. de hectáreas cultivadas	Producción total	Rendimiento por hectárea
		Kgs.	Kgs.
1900	145.668	77.093.944	529
1901	181.558	141.647.916	780
1902	178.238	128.539.335	721
1903	162.467	134.335.534	827
1904	—	—	—
1905	176.899	112.186.773	634
1906	166.361	81.952.339	493
1907	212.154	136.136.240	642
1908	174.516	101.717.276	583
1909	203.268	169.464.099	834
1910	216.278	165.466.168	765
1911	201.705	92.445.257	458
1912	239.118	202.282.961	846
1913	254.666	135.719.736	533
1914	280.234	181.422.860	647
1915	318.501	289.108.179	908
1916	281.994	116.942.609	415
1917	253.836	173.109.485	682
1918	238.696	191.181.080	801
1919	223.501	166.988.017	747
1920	199.933	116.842.059	584
1921	221.300	200.425.010	906
1922	193.856	122.245.840	631
1923	230.375	165.086.200	717
1924	186.329	116.849.355	627
1925	164.478	135.888.050	826
1926	176.331	84.940.510	480
1927	200.092	125.890.962	629
1928	231.407	224.874.000	972
1929	176.732	52.895.000	299

Para conocer si los trigos de pedigree han actuado en forma capaz de influenciar favorablemente los rendimientos, hemos determinado los promedios de los periodos 1900-1920 y 1921-1930, con sus fluctuaciones indicadas en sus errores medios respectivos, deduciendo conclusiones correctas al calcular el error medio de la diferencia de los promedios de ambos periodos:

Diferencia de promedios

150.76 kilogramos

Error medio de la diferencia

50.80 kilogramos

Si consideramos el duplo del error medio, exigencia estadística requerida para dirimir superioridades; el remanente existente al restar éste de la diferencia media arroja un saldo favorable de 49.16 kilogramos. Esto nos permite afirmar sin lugar a dudas que ha habido un aumento efectivo de 49.16 kilogramos en los últimos diez años que abarca nuestra estadística con respecto al período 1900-1920.

Pero esta superioridad se pone aún más de manifiesto si se comparan las dos series de diez años cada una, que comprenden los períodos 1911 - 1920 y 1921 - 1930 respectivamente:

Periodos	Rendimiento medio	Diferencia media	Límite del error casual $P = 0.05$	Diferencia significativa
1911 — 1920	576.50 Ks.	183.10 Ks.	110.60 Ks.	72.5 Ks.
1921 — 1930	759.60 »			

La diferencia significativa de 72.5 kilos por hectárea representa un aumento sobre el rendimiento medio del período 1911-20, de 12.6 por ciento. A esta ventaja habría que agregar el menor índice de variabilidad, característica perseguida en la selección biológica, ya que el máximo de constancia posible en los rendimientos, constituye un factor económico de peso para el bienestar de hogares pobres, como el de la mayoría de los agricultores.

Todas estas características se sintetizan y ponen bien de relieve en el gráfico N.º 1.

Esta superioridad, como lo probaremos de inmediato, se debe casi exclusivamente a la acción de las simientes seleccionadas biológicamente, siendo la acción de la Comisión Oficial de Semillas y de los Equipos Seleccionadores de la Dirección de Agronomía, como también la acción de la misma en lo que a propaganda y mejoramiento de los procedimientos culturales concierne, exclusivamente coadyuvantes.

En efecto, la acción de la Comisión Oficial de Semillas, previa a la aparición de las simientes de "pedigree" en nuestro ambiente agrícola, se pone de relieve comparando los rendimien-

tos unitarios del período 1911-1920 en relación al de 1900-1909. Efectuando el análisis bio-estadístico tenemos:

Diferencia de promedios

60.28 Kgrs.

Error medio de la diferencia

± 80.05 Kgrs.

Es suficiente un ligero examen de éstos datos para observar que la superioridad del período 1900-1909, sobre el de 1911-1920 carece en absoluto de importancia, ya que no resiste el análisis estadístico, como lo demuestra el hecho de que no ya el duplo sino el simple error medio, sea superior a la diferencia observada. En consecuencia, los dos períodos son semejantes en lo que al índice de productividad unitaria se refiere, siendo la mayor producción observada en el promedio del primer período imputable a causas fortuitas.

Podemos, pues, afirmar que la acción de la Comisión Oficial de Semillas, hasta la aparición de la simiente de "pedigree", si bien, quizás, ha evitado una merma en la producción, no ha tenido mayores efectos en lo relativo al aumento de los rendimientos unitarios. El hecho es bien explicable pues, abstracción hecha de las ventajas de difundir semilla limpia, un grano por más buenas características que presente en su aspecto exterior, nada nos dice respecto a sus cualidades intrínsecas, es decir, en lo concerniente a su productividad, ya que es imposible distinguir macroscópicamente las variedades productivas de las que arrojan deficiencias en tal sentido.

En cuanto a la influencia de los Equipos Seleccionadores de la Dirección de Agronomía, hemos tratado de determinarla analizando los siguientes períodos: 1919-1924 y 1925-1930, lo que sólo hemos logrado en parte, pues debemos tener en cuenta la acción progresiva de la simiente de "pedigree" en ese lapso de tiempo, y además considerar que, dado el reducido número de observaciones (seis años), las condiciones climáticas alteran probablemente como factor de peso, la finalidad perseguida en el análisis bio-estadístico:

Diferencia de promedios

95.66 Kgrs.

Error medio de la diferencia

± 66.17 Kgrs.

Para eliminar en absoluto la influencia de las diferencias casuales, hemos utilizado el método "Student" (1) "para series

(1) Nociones de cálculo estadístico del Ing. Gustavo Spangenberg. "Agros", N.º 112. Año 1928. Statistical methods for research workers. R. A. Fisher. London. 1925.

de valores independientes" empleando las tables "t" de R. A. Fisher, obteniendo los siguientes valores para las diferencias casuales, con un noventa y noventa y cinco por ciento de seguridad, respectivamente:

<u>Porcentaje de seguridad</u>	<u>Límite de las diferencias casuales</u>
90 %	90.65 Kgrs.
95 %	119.77 %

Este resultado, si bien nos demuestra que ha habido un aumento de los rendimientos unitarios en el último período, también pone en evidencia que éste aumento carece de significación, ya que no alcanza a sobrepasar a las diferencias casuales con un 95 % de seguridad.

De lo expuesto, se deduce que el único período que arroja diferencias significativas en su productividad triguera con respecto a los anteriores, es el que se extiende desde 1921-1930. Tal resultado confirma en forma indudable la importancia de la simiente de "pedigree" como factor eficiente en el mejoramiento de nuestros rendimientos unitarios, probando con la fuerza innegable de los guarismos, el aserto del distinguido Director del Semillero Nacional La Estanzuela, Dr. Alberto Boerger, al afirmar "que la semilla de pedigree sería el factor preponderante en la evolución agrícola del país."

En cuanto a la refutación que se podría hacer al atribuirlo en forma preponderante a la semilla de "pedigree", aduciendo que hubiese influido el porcentaje de tierras nuevas incorporadas a la labranza, queda de hecho desvirtuado, si se considera que las tierras viejas, como consecuencia de un laboreo consecutivo, han exagerado sus características desfavorables al buen desarrollo del cultivo, por empeorarse sus condiciones físico-químicas (aumento de las características coloidales, disminución del pH. por acidificación progresiva, etc.) (2)

En cuanto al argumento de que la mayor producción sea debida a mejores prácticas culturales, es fácil destruirlo, estudiando estadísticamente los rendimientos del maíz en el período 1900-1919 y 1920-1929:

<u>Diferencia de promedios</u>	<u>Error medio de la diferencia</u>
8.95 Kgrs.	+ 70.96 Kgrs.

(2) Hecho que se pone palpablemente de relieve en el capítulo tercero.

lo que nos permite asegurar la no existencia de aumento alguno.

En efecto, si en un cultivo como el maíz, en que las prácticas culturales buenas son factores de capital importancia para la obtención de altos rendimientos, no se ha podido señalar ningún aumento significativo de su producción, es lógico suponer que estas prácticas beneficiosas no se han adoptado o solo en caso afirmativo, en tan pequeña escala que sus efectos no han transcendido dentro de la producción nacional de dicho cereal. La influencia de la semilla de "pedigree" es en este caso nula, ya que su selección en el maíz no es fundamentalmente representativa de la productividad sino de la homogeneidad del tipo.

Para aumentar la producción habría que ir a la formación de simiente híbrida, dentro de la misma chacra.

De las consideraciones hechas, se infiere que el aumento de la productividad unitaria del trigo, en el último decenio, es fruto casi exclusivo de la acción de la simiente de "pedigree", siendo la acción de la Comisión Oficial de Semillas y de los Equipos Seleccionadores de la Dirección de Agronomía, esencialmente coadyuvantes, contribuyendo a una manifestación más nítida de los beneficios que se derivan de la selección biológica.

La plus producción de aproximadamente 72.5 kilos sobre el promedio de 576.50 kilogramos del período 1911-1920 inclusive, representa un aumento del 12.6 % en el peor de los casos (siendo probable el de 31.8 %). Sin embargo, dada la extrema variabilidad de nuestro clima y suelo, el dato que puede aceptarse como base absolutamente segura es el 12.6 %, que ha considerado todas las variaciones de índole ecológica que han podido influir exagerando la diferencia productiva a favor de los trigos de selección biológica.

La superproducción de esos trigos de "pedigree" sobre los trigos comunes se ha apreciado en diferentes trabajos ⁽¹⁾, en un 30 % para todo el país, pero, al hacer tal afirmación, se ha calculado en porcentaje, el monto de la diferencia sobre el menor de los promedios en cotejo, sin procederse a un análisis previo de las causas fortuitas que hubieran podido también intervenir en dicha variación.

(1) "El Trigo Artigas. Su valor Agrícola-Industrial. Informe de la Comisión Especial de Estudio. Año 1928.

"Observaciones sobre agricultura". Año 1928. Dr. Alberto Boerger.

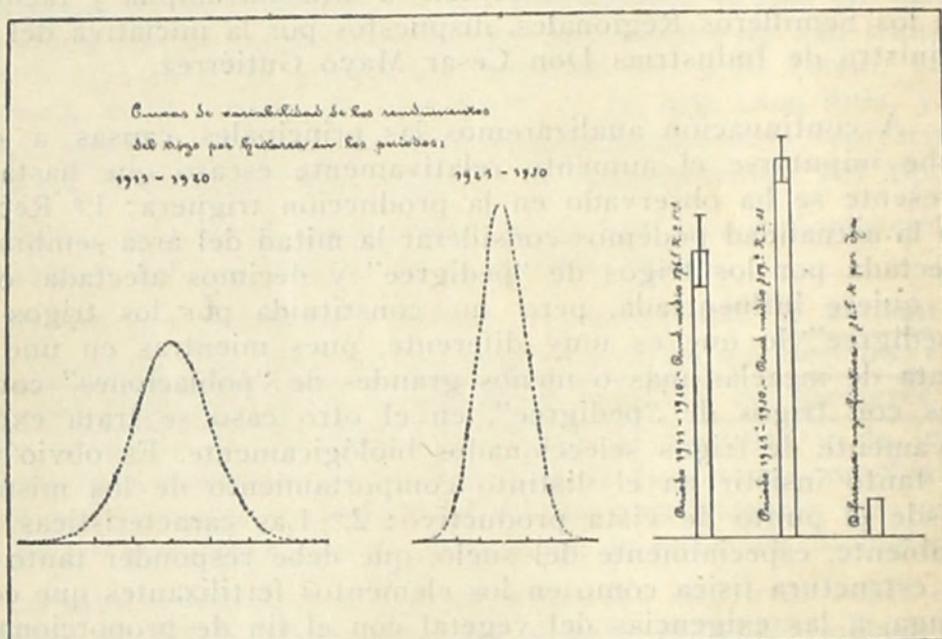
El 12.6 % de aumento o sean 72.5 kilos por hectárea registrado en el período 1921-1930, en relación al anterior (1911-1920), implica para el área actualmente sembrada, un mayor valor en la productividad de la tierra dedicada al cultivo del trigo de 400.000 has. $\times 72.5 \text{ kilos} \times \$ 0.035 = \underline{\$ 1.015.000}$. Este beneficio derivado de la utilización de semillas de pedigree, podría aumentarse considerablemente con la difusión amplia y racional de los Semilleros Regionales, dispuestos por la iniciativa del ex-Ministro de Industrias Don César Mayo Gutiérrez.

A continuación analizaremos las principales causas a que debe imputarse el aumento relativamente escaso que hasta el presente se ha observado en la producción triguera: 1.º Recién en la actualidad podemos considerar la mitad del área sembrada, afectada por los trigos de "pedigree" y decimos afectada, o si se quiere influenciada, pero no constituida por los trigos de "pedigree" lo que es muy diferente, pues mientras en uno se trata de mezclas más o menos grandes de "poblaciones" comunes con trigos de "pedigree", en el otro caso se trata exclusivamente de trigos seleccionados biológicamente. Es obvio por lo tanto insistir en el distinto comportamiento de los mismos desde el punto de vista productivo; 2.º Las características del ambiente, especialmente del suelo, que debe responder tanto en su estructura física como en los elementos fertilizantes que contenga, a las exigencias del vegetal con el fin de proporcionarle una alimentación abundante y adecuada. Este factor generalmente no se observa, con el agravante que se omite bastante, mismo en los casos en que se trataba de elegir campos para colonización.

No entramos a considerar el factor patológico, especialmente "las rullas", por depender su solución de la selección de tipos resistentes, pero en cambio insistimos en la necesidad de valorar las plantas selectas en condiciones ecológicas favorables para que su explotación reditúe beneficios capaces de estimular en forma eficiente el desarrollo de nuestra industria agraria.

¿La orientación ha de buscarse en la utilización de abonos químicos o en la elección de tierras más convenientes para la colonización? Tanto en uno como en otro caso no habría que descuidar el perfeccionamiento de los métodos culturales (siembra a máquina en líneas, buena preparación de la tierra, etc.); pero en lo fundamental el problema queda planteado en la interrogación formulada. Trataremos de dilucidarlo en los capítulos siguientes, donde abordaremos los tópicos:

- “Antecedentes de la Experimentación de Abonos.”
- “Correlaciones fito-agrológicas observadas.”
- “Experiencias realizadas por el autor.”
- “Conclusiones.”



Curvas de variabilidad de los rendimientos del trigo por hectárea en los períodos: 1911 - 1920 y 1921 - 1930.

CAPÍTULO II

Antecedentes de la Experimentación con Abonos

Nos concretaremos a comentar únicamente los ensayos en que se han empleado métodos científicos y observado una técnica experimental que, por lo menos, respondiese a los progresos alcanzados en la época en que se ejecutaron.

Esta norma limita los antecedentes a algunas experiencias realizadas en la Facultad de Agronomía, Dirección de Agronomía, e Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional “La Estanzuela”.

Ensayos realizados en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía

Los Doctores Damman y Schroeder obtuvieron en 1907 en ensayos de abonos realizados con diversos cultivos (1) los siguientes resultados:

Trigo Americano

Grupo de parcelas	Pend. parcelario	Rendimiento promedial del grupo	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif. significativa	Aumento o/o en relación al testigo												
Sin abono	Kgs. 10.45 10.52 9.02 15.22	11.30 Kgs.	± 1.35	---	---	---												
	Abono completo						14.29 18.85 18.56 23.44	18.785 »	± 1.87	4.62	2.86	25.3 %						
							Abono completo - K ² O						19.13 22.14	20.635 »	± 1.505	4.04	5.29	46.8 »
													Abono completo - P ² O ⁵					
Abono completo - N		16.65 19.77	18.21 »	± 1.560	4.12	2.79	24.7 »											

Diferencias registradas entre:	Diferencia media	Error medio de la difer.	Diferencia significativa
Abono comp. - (Abono comp. - K ² O)	1.85	2.40	---
Abono comp. - K ² O (Ab. comp. - N)	2.425	2.17	---

Las dosis de los distintos abonos utilizados en este ensayo fueron las siguientes:

Cal cocida	200 kilos por hectárea
Sulfato de Amonio (N H ⁴) ² SO ⁴	120 " " "
Cloruro de Potasio (K Cl).	400 " " "
Fosfato doble de cal.	240 " " "

(1) Para mayores detalles consultar los diversos trabajos publicados en la Revista N.º 3 de la Sección Agronomía de la Universidad de Montevideo. Uruguay. Año 1908.

Las parcelas con abonos completo; con P^2O^5 , N, CaO; y con K^2O , P^2O^5 , CaO, han arrojado mayores rendimientos que las no abonadas, pero no acusan entre sí ninguna superioridad significativa.

Puede aceptarse, pues, cualquiera de las tres diferencias, (aumento de 25.3 %, 46.8 % y 24.7 %) como punto de partida para determinar el efecto surtido por el abono; las oscilaciones se deben en lo fundamental a la heterogeneidad del suelo.

Admitiendo que la "plus-producción" sea consecuencia de la incorporación del abono fosfatado, que fué aplicado en forma de fosfato doble de cal y en la cantidad ya mencionada, y aceptando el porcentaje de 25 como aumento más probable, tendremos:

Grupo de parcelas	Rendimiento parcelario	Rendimiento por hectárea	Aumento del 25 o/o en el rendimiento unitario por la incorporación del abono
Sin abonar	11.30 Kgs.	1.130 Kgs.	282.5 Kgs. por hectárea.

Ensayos de abonos con remolacha forrajera Año 1907

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial del grupo	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo $P = 0.05$	Dif. significativa	Aumento o/o en relación al testigo
Sin abono	117 Kgs. 257 »	187 Kgs.	± 70	—	—	—
Abono completo	252 » 278 »	265 »	± 13	142.40	—	—
Abono completo - K^2O	234 » 340 »	287 »	± 53	175.60	—	—
Abono completo - P^2O^5	111 » 270 »	190.5 »	± 79.5	211.80	—	—
Abono completo - N	236 » 343 »	289.5 »	± 53.5	166.20	—	—
Abono completo - CaO	397 » 366 »	381.5 »	± 15.5	143.40	51.1	27.3 %
Estiercol	707 » 673 »	690.0 »	± 17.0	144.10	358.9	191.9 »

Las dosis de abonos utilizados en este ensayo fueron las siguientes:

Estiércol de vaca.	40.000 kilos por hectárea
Salitre de Chile	150 " " "
Superfosfato de Cal	200 " " "
Cloruro de Potasio	300 " " "
Cal (Ca O).	2.000 " " "

Las parcelas que arrojan una diferencia significativa con los testigos (sin abonos) y las demás, son las fertilizadas con estiércol, aumento que en relación al testigo es de 192 %. (1)

Ensayos de abono con maíz. Año 1908

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial del grupo	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif. significativa	Aumento o en relación al testigo
Sin abono	28.5 Kg. 20.0 "	24.25 Kgs.	+ 1.25	---	---	---
Harina de Huesos	38.5 " 25.0 "	31.75 "	+ 6.75	16.0	---	---
Guano de Fray Bentos	35.5 " 31.5 "	33.50 "	+ 2.00	9.4	---	---

Los abonos fueron incorporados al suelo en las siguientes cantidades:

Harina de huesos	780 kilos por hectárea
Guano de Fray Bentos	625 " " "

No existen diferencias significativas entre los diversos grupos de parcelas que abarca el ensayo.

(1) Estimo que la corrección expuesta por los Doctores Dammann y Schroeder en el N.º 3 de la Revista ya mencionada es arbitraria.

Ensayo de abonos con papas Año 1907-08

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif. significativa	Aumento % en relación al testigo
Sin abonos	29 Kg. 33 »	31 Kgs.	+ 2	---	---	---
P ² O ⁵ - N - CaO	44 » 45 » 44 » 42.5 »	43.9 »	+ 0.52	4.14	8.8	28.4 %
N, CaO	34 » 35 »	34.5 »	+ 0.50	4.12	---	---
P ² O ⁵ - CaO	40 » 42 »	41.0 »	+ 1.00	4.47	5.53	17.8 »
P ² O ⁵ - N	43.5 » 45.5 »	44.5 »	+ 1.00	4.47	9.03	29.1 »
Estiercol	51.5 » 57.5 »	54.5 »	+ 3.00	7.20	16.30	52.6 »
Estiercol + P ² O ⁵ , N, CaO	70.30 » 76.5 »	73.4 »	+ 3.10	7.38	35.00	112.9 »

Las parcelas tenían una superficie de 1 área. (1)

Los distintos abonos se incorporaron al suelo en las siguientes dosis:

Estiercol	40.000 kilos por hectárea
Fosfato doble de cal	240 " " "
Salitre de Chile	150 " " "
Cal (Ca O).	2.000 " " "

El P²O⁵ ha producido un aumento del 17.8 %; y las parcelas abonadas con estiércol. y abono químico completo y estiércol solo, una "plus-cosecha" de 112.9 % y 52.6 %, respectivamente:

(1) Revista de la Sección Agronomía de la Universidad de Montevideo, N.º 4, 1908, para mayores detalles.

Grupo de parcelas	Rendimiento por parcela	Rendimiento por hectárea	Aumento en relación al testigo en Kgs. por Hect.	Aumento o/o
Sin abono . . .	31 Kgs.	3100 Kgs.		
Fosfato doble de cal	41 »	4100 »	553 Kgs.	17.8 %
Estiércol	54.5 »	5450 »	1630 »	52.6 »
Estiercol y abono completo	73.4 »	7340 »	3502 »	112.9 »

Ensayo de abonos con cebada. Año 1908. (1)

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif. significativa	Aumento o/o en relación al testigo
Sin abono	19.5 Kg.	26 Kgs.	± 3.518	---	---	---
	21. - »					
	29. - »					
	34.5 »					
K ² O, P ² O ⁵ , N	27.5 »	29.8 »	± 1.085	7.36	---	---
	29.8 »					
	29. - »					
	35. - »					
P ² O ⁵ , N	28.8 »	29.4 »	± 0.60	7.14	---	---
	30. - »					
K ² O, N	20.5 »	21. - »	± 0.50	7.11	---	---
	21.5 »					
K ² O, P ² O ⁵	25.5 »	25.25 »	± 0.25	7.06	---	---
	25. - »					

No existen diferencias significativas.

(1) Para consultas la misma revista.

Ensayo de abonos con remolacha forrajera
Año 1909 (1)

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial del grupo	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif. significativa	Aumento o en relación al testigo
	Kgs.					
Sin fosfatos	159.5 150.-	154.75 Kgs.	± 4.75	---	---	---
Harina de Huesos	478.- 627.-	552.5 »	± 74.50	149.30	248.45	160.5 %
Superfosfato	499.- 493.-	496.0 »	± 3.00	11.20	330.05	213.6 »
Escorias de Thomas	515.- 458.-	486.5 »	± 28.5	57.80	274.00	177.1 »

Diferencias registradas entre:	Diferencia media	Límite del error casual P = 0.05	Diferencia significativa
Harina de Huesos - (Superfosfato) .	56.5	149.12	---
Harina de Huesos - (Escorias Th.) .	66.-	159.52	---
Superfosfato - (Escorias de Thomas).	9.5	57.30	---

Los distintos abonos fosfatados no han acusado diferencias entre sí. En promedio han producido un aumento de 183.7 %, igual a 28.400 kilos por hectárea.

Las parcelas tenían una superficie de 1 área.

De cada abono se empleó una cantidad equivalente a 100 kilos de ácido fosfórico anhidro por hectárea.

Los abonos dosaban en fosfórico las siguientes cantidades:

Harina de huesos de Fray Bentos, 30 % de ácido fosfórico anhidro (P²O⁵).

(1) Revista N.º 5 del Instituto de Agronomía, 1909. "Ensayos de cultivos con diferentes abonos fosfatados". Dres. Dammann y Schroeder.

Escorias de Thomas, 20 % de ácido fosfórico anhidro. (P² O⁵).

Superfosfato de cal, 12 % de ácido fósforo anhidro. (P² O⁵).

Ensayos de abono con Centeno
Año 1909 (1)

Grupo de parcelas	Rend. parcelario	Rendimiento promedial del grupo	Error medio	Límite del error casual en relación al testigo P = 0.05	Dif significativa	Aumento o/o en relación al testigo
Sin abono	4.5 Kgs. 4.0 »	4.25 Kgs.	± 0.25	—	—	—
Superfosfato Lawes	6.1 » 5.5 »	5.80 »	± 0.30	0.78	0.77	18.1 %
Cenizas de Huesos	6.1 » 6.0 »	6.05 »	± 0.05	0.50	1.30	30.6 »
Har. de hue. del comercio	5.6 » 5.3 »	5.45 »	± 0.15	0.58	0.62	14.6 »
Har. de hue. (pol. grueso)	4.7 » 5.1 »	4.9 »	± 0.20	0.64	—	— »
Har. de hue. (polvo fino)	6.5 » 6.0 »	6.25 »	± 0.25	0.71	1.29	30.4 »
Har. de hue. (polvo finis.)	6.5 » 5.9 »	6.20 »	± 0.30	0.78	1.17	27.5 »

Diferencias entre :	Diferencia media	Límite del error casual P = 0.05	Diferencia significativa
Harina de huesos comercial-(harina de huesos polvo grueso)	0.55	0.50	0.05
Harina de huesos comercial-(harina de huesos polvo fino)	-0.80	0.58	-0.22

Todas las parcelas percibieron una cantidad de abono fosfatado igual a 100 kilogramos de ácido fosfórico anhidro por hectárea.

(1) Revista N.º 7 del Instituto de Agronomía. "Ensayos de cultivos con diferentes abonos fosfatados". Dres. Dammann y Schroeder. Año 1910.

Superficie de las parcelas 53 m².

Harina de huesos (polvo grueso) es la pasada por un tamiz con orificios mayores de 0.40 mm.

Harina de huesos (polvo fino) es la tamizada por orificios mayores de 0.20 mm.

Harina de huesos (polvo finísimo) corresponde a un tamiz con orificios menores de 0.20 mm.

Estudiando este cuadro se constata que existe una diferencia a favor de la harina de huesos suministrada en polvo fino en relación a la incorporada en forma de polvo grueso; pero no entre la de polvo fino y polvo finísimo.

En síntesis, se desprende de los resultados expuestos, realizados en la Facultad de Agronomía:

- 1.º Que en 1907, el abono fosfatado produjo un aumento en la cosecha de trigo Americano de 25 % sobre un rendimiento medio por hectárea de 1130 kilos o sea 282.5 kilos;
- 2.º La remolacha forrajera en 1907 reaccionó únicamente al abonado con estiércol, con un aumento del 192 % sobre lo cosechado sin el abono que ascendió a 18700 kilogramos por hectárea. El mismo cultivo se utilizó en 1909 en otro ensayo dispuesto en suelo más uniforme, respondiendo a la fertilización con fosfatos con un aumento de 183.7 %, equivalente a 28.400 kilogramos por hectárea. (Las parcelas no abonadas rindieron en promedio 15.475 kilogramos por hectárea);
- 3.º El maíz (ensayo efectuado en 1907-1908) no reaccionó ante la incorporación al cultivo de diversos abonos fosfatados;
- 4.º Las papas (variedad Early Rose) en una experiencia realizada en 1907-1908 han producido un aumento de 18 % por el agregado de abono fosfatado. En cambio el estiércol por sí solo y conjuntamente con abono químico completo determinaron respectivamente aumento de 52.6 % y 113 %.

(El rendimiento por hectárea de las parcelas no abonadas fué de 3100 kilogramos). Estos resultados prueban, lo mismo que el realizado en 1907 con la remolacha forrajera, que el suelo se ha mostrado en primer término

agradecido a una enmienda física (incorporación del estiércol) y que recién después de mejorar convenientemente su constitución (suelos arcillosos de Sayago) ha podido el cultivo sacar el máximo provecho del abono químico agregado (aumento del 113 % en la cosecha de papas en relación al 52.6 % producido por el abono físico solamente);

- 5.º La cebada (1908) no reaccionó en forma significativa al suministro de abonos químicos;
- 6.º En un ensayo realizado con centeno (1909) para determinar el valor de distintos lotes de harinas de huesos diferenciables por su grado de finura, se constató un aumento del 4 % en los rendimientos a favor del empleo de harina de huesos fina (20 — 40 mm.) en relación a la comercial. La harina de huesos gruesa (mayor de 40 mm.) dió rendimientos algo menores que la comercial, y la finísima (menor de 20 mm.) no superó en sus efectos a la fina.

Todos estos ensayos adolecen del inconveniente de no haberse repetido con los mismos cultivos, un número suficiente de años, como para poder deducir conclusiones libres de críticas justificables, ya que en la forma en que se ha operado no se independiza la acción del abono de condiciones climatéricas más o menos favorables o adversas.

Ensayos realizados en la Sección Laboratorios de la Dirección de Agronomía

Nos referiremos a las experiencias realizadas por los distinguidos colegas Ingenieros Samuel Moreira Acosta y Manuel F. Mendizabal (Jefe y Ayudante Técnico, respectivamente, de la Sección mencionada), con alfalfa "Grim", publicadas en el Boletín N.º 18 de la Inspección Nacional de Ganadería y Agricultura (1916).

El ensayo puso en evidencia las ventajas de utilización de un abono biológico, la "nitragina" (cultivo de bacillus radicola), por lo menos durante el primer año de crecimiento de la alfalfa. Este preparado se empleó en las parcelas 78 y 93, disponiéndose como control las parcelas 86 y 100.

No. de las parcelas	Producción por hectárea	Producción media por hectárea	Error medio
78 y 93 (con Nitrag.) . . .	7.751 Kgs. 7.791 »	7.771 Kgs.	± 20. --
86 y 100 (sin Nitrag.) . . .	4.640 » 4.610 »	4.625 »	± 15. —

Diferencia entre :	Diferencia media	Lím. del error casual P=0.05	Diferencia significativa	Aum. o/o en relac. al test.
Parcelas inoculadas y sin inocular	3.146 Kgs.	50 Kgs.	3.096 Kgs.	66.9 o/o

Los datos estudiados estadísticamente se refieren a la producción en verde.

El resultado expuesto corresponde al primer corte efectuado desde Noviembre 6 - 9|1915. (La siembra se ejecutó el 20 de Mayo).

El segundo corte se llevó a cabo el 9 de Diciembre (30 días después) con los siguientes resultados:

No. de las parcelas	Producción por hectárea	Producción media por hectárea	Error medio
78 y 93 (con Nitrag.) . . .	11.200 Kgs. 12.410 »	11.805 Kgs.	± 605 Kgs.
86 y 100 (sin Nitrag.) . . .	9.960 » 8.800 »	9.380 »	± 580 »

Diferencia entre :	Diferencia media	Lím. del error casual P=0.05	Diferencia significativa	Aum. o/o en relac. al test.
Parcelas inoculadas y sin inocular	2.425 Kgs.	1.676 Kgs.	749 Kgs.	8. — o/o

En este último corte no se nota ya un efecto tan sensible, y es probable (aunque ignoro si se han publicado los resultados de años posteriores) que en el transcurso del tiempo, que comprendió el período productivo del alfalfar, se haya nivelado la producción. Con todo es suficiente el hecho de haber determinado al principio un excedente notable en el rendimiento para que se justifique la práctica de la inoculación de la semilla. Y esta práctica asume caracteres imprescindibles cuando se trata de especies de leguminosas exóticas, pues hoy día se ha probado que el bacillus radicolica es específico, o por lo menos, existen varios tipos que tienen aplicación únicamente para determinados grupos de leguminosas, imponiéndose su inoculación si se desea obtener rendimientos lucrativos.

Ensayos realizados en el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional "La Estanzuela"

Son, tanto por su amplitud como por la técnica experimental observada, los que cabe destacarlos dentro del conjunto de investigaciones efectuadas en el país.

El prestigioso Director de este establecimiento, Dr. Alberto Boerger, al comentar en su valiosa obra "Observaciones sobre Agricultura" (1) los resultados de los ensayos, dice en lo fundamental:

- a) " Los abonos fosfatados han provocado un aumento seguro de cosecha en todos los cultivos observados. "
- b) " Los abonos potásicos, en contraposición a ésto, no influyen sobre las cosechas, lo que está en consonancia con otras observaciones análogas realizadas en el país y de acuerdo también con la riqueza del suelo en esta materia. "
- c) " Si bien hubo casos aislados de un efecto favorable de los abonos nitrogenados, queda en principio dudosa su eficacia para el mencionado ensayo permanente en conjunto, requiriendo, pues, este punto una aclaración ulterior. "

(1) Año 1928.

Como las experiencias que hemos efectuado se refieren especialmente a cereales, comentaremos el cuadro del ensayo permanente de abonos referente a trigo, expuesto en el interesante trabajo "Experimentación Agrícola" (Año 1929) (1) del distinguido colega Ing. Gustavo J. Fischer, ex-Sub director de "La Estanzuela" y actual Jefe de la División de Genética Vegetal del Ministerio de Agricultura de la República Argentina, ampliándolo con los datos relativos a los años 1927-1928, 1928-1929 y 1929-1930, los que nos fueron facilitados gentilmente por el ilustrado Director de "La Estanzuela", Dr. Alberto Boerger, atención que agradezco. Conjuntamente con los datos relativos al trigo, me fueron facilitados los resultados obtenidos con el maíz en el ensayo permanente de abonos en el mismo establecimiento, en los años 1922-1923, 1923-1924, 1925-1926, 1926-1927 y 1927-1928.

Dividiendo el período que comprenden las experiencias realizadas con abonos en el trigo (1915-1929) en tres sub-períodos de 5 años y cotejando en cada uno de estos, las parcelas que han recibido abonos completos (K^2O , P^2O^5 , N) con las no abonadas, no sólo podremos poner de relieve las diferencias significativas entre el grupo de parcelas abonadas y no abonadas, sino también, si es dado observar una disminución progresiva de la fertilidad del suelo. Trataremos también de determinar en cada sub-período las influencias debidas al clima y las originadas por la heterogeneidad del suelo. Para satisfacer en un todo estas exigencias es que hemos realizado conjuntamente con el método "Student" para pares de observaciones (método que es posible emplear dado el alto coeficiente de correlación registrado en los diversos sub-períodos entre las fluctuaciones de los rendimientos de las parcelas abonadas y no abonadas), el análisis de la variación (método del Cuadrado Latino) en cada uno de los sub-períodos.

(1) Publicado en la Revista de la Facultad de Agronomía N.º 2. 1929.

Trigo

El análisis de la variación en el primer sub-periodo (1915-1919) nos arroja los siguientes resultados:

Fajas	Años	Diferencia entre los rendimientos de las parcelas correspondientes abonadas y no abonadas				Suma de hileras
K 3	1915	0.76	0.96	0.28	0.22	2.22
K 2	1916	0.21	1.37	0.64	1.36	3.58
K 1	1917	1.80	-0.10	1.80	2.60	6.10
K 6	1918	1.50	0.50	2.30	1.80	6.10
K 5	1919	0.48	2.01	0.83	2.97	6.29
Suma de columnas . . .		4.75	4.74	5.85	8.95	24.29

Diferencias entre:	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desviación típica
Hileras (Norte a Sur)	4	3.4320	0.9263
Columnas (Este a Oeste)	3	2.5708	0.9257
Residuo.	12	8.3635	0.8348

$$\text{Error experimental} = \frac{0.8348}{\sqrt{20}} = \pm 0.187$$

Límite del Error Experimental para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.187 = 0.3235$.

$$\text{Hileras: error medio} = \frac{0.9263}{\sqrt{20}} = \pm 0.2071$$

Límite del error casual de las Hileras para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.2071 = 0.3583$.

$$\text{Columnas: error medio} = \frac{0.9257}{\sqrt{20}} = \pm 0.2070$$

Límite del error casual de las Columnas para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.2070 = 0.3581$.

Método "Student" (para pares de observaciones), aplicado al estudio de los rendimientos del trigo en el ensayo permanente de abonos del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela".

AÑOS	Rend. parcelas no abonadas	Rend. parcelas abonadas (abono compl.)	Diferencia a favor de las abonadas	Dif. al cuadrado	Rendimiento no abonadas al cuadrado	Rendimiento abonadas al cuadrado
1915	6.40 Kg	7.16 Kg	0.76 Kg.	0.5776	40.9600	51.2656
	6.32 »	7.28 »	0.96 »	0.9216	39.9424	52.9984
	6.04 »	6.32 »	0.28 »	0.0784	36.4816	39.9424
	5.38 »	5.60 »	0.22 »	0.0484	28.9444	31.3600
1916	4.49 »	4.70 »	0.21 »	0.0441	20.1601	22.0900
	4.13 »	5.50 »	1.37 »	1.8769	17.0569	30.2500
	5.08 »	5.72 »	0.64 »	0.4096	25.8064	32.7184
	4.24 »	5.60 »	1.36 »	1.8496	17.9776	31.3600
1917	16.70 »	18.50 »	1.80 »	3.2400	278.8900	342.2500
	15.50 »	15.40 »	-0.10 »	0.0100	240.2500	237.1600
	13.40 »	15.20 »	1.80 »	3.2400	179.5600	231.0400
	13.00 »	15.60 »	2.60 »	6.7600	169.0000	243.3600
1918	11.30 »	12.80 »	1.50 »	2.2500	127.6900	163.8400
	10.40 »	10.90 »	0.50 »	0.2500	108.1600	118.8100
	7.50 »	9.80 »	2.30 »	5.2900	56.2500	96.0400
	8.80 »	10.60 »	1.80 »	3.2400	77.4400	112.3600
1919	6.79 »	7.27 »	0.48 »	0.2304	46.1041	52.8529
	4.94 »	6.95 »	2.01 »	4.0401	24.4036	48.3025
	4.47 »	5.30 »	0.83 »	0.6889	19.9809	28.0900
	5.88 »	8.85 »	2.97 »	8.8209	34.5744	78.3225
-nw ²	160.76 kg	185.05 kg	24.29 Kgs.	Sd ² 43.8665	Sd ² 1589.6324	Sd ² 2044.4127
	—	—	—	29.5002	1292.1889	1712.1751
				Sd ² 14.3663	Sd ² 297.4435	Sd ² 332.2376

Base de cálculo = 0.

Promedio de las parcelas abonadas = 9.2525 kilogramos.

Promedio de las parcelas no abonadas = 8.0380 kilogramos.

Coefficiente de correlación entre los dos grupos de parcelas:

$$r = \frac{297.4435 + 332.2376 - 14.3663}{2 \sqrt{297.4435 \times 332.2376}} = \frac{615.3148}{628.72} = 0.9787$$

equivalente a una correlación de más del 99 % de probabilidades; podemos en consecuencia utilizar el método "Student" para pares de observaciones para medir la influencia del abonado.

Error Standard de la diferencia:

$$= \sqrt{\frac{14.3663}{19 \times 20}} = \sqrt{0.037806} = \pm 0.1944$$

Límite del error casual con un 95 % de seguridad $1.73 \times 0.1944 = 0.3363$.

Diferencia media (diferencia entre promedios) = $9.2525 - 8.038 = 1.2145$, y la diferencia significativa (diferencia media menos el límite del error casual) = $1.2145 - 0.3363 = 0.8782$. Existe en consecuencia un aumento de las parcelas abonadas, con respecto a las no abonadas, de 0.8782.

Trigo

Período (1920-1924)

Efectuado el análisis de la variación en este sub-período se obtuvieron los resultados que exponemos a continuación:

Fajas	Años	Diferencia entre los rendimientos de las parcelas correspondientes, abonadas y no abonadas				Suma de hileras
K 4	1920	1.76	1.63	0.95	-0.76	3.58
K 3	1921	0.61	1.20	1.06	1.67	4.54
K 2	1922	0.48	0.39	0.67	0.42	1.96
K 1	1923	2.02	2.30	1.88	2.36	8.56
K 6	1924	0.58	1.98	-0.47	3.74	5.83
Suma de columnas		5.45	7.50	4.09	7.43	24.47

Diferencia entre	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desviación típica
Hileras (Noite a Sur)	4	6.19398	1.244
Columnas (Este a Oeste)	3	1.63806	0.7389
Residuo	12	13.13566	1.046

$$\text{Error Experimental} = \frac{1.046}{\sqrt{20}} = \pm 0.2339$$

Límite del Error Experimental para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.2339 = 0.4046$.

$$\text{Hileras: error medio} = \frac{1.244}{\sqrt{20}} = \pm 0.2782$$

Límite del error casual de las Hileras para una seguridad de 95 % = $1.73 \times 0.2782 = 0.4813$.

$$\text{Columnas: error medio} = \frac{0.7389}{\sqrt{20}} = \pm 0.1652$$

Límite del error casual de las Columnas (95 % de seguridad) = $0.1652 \times 1.73 = 0.2858$.

Método "Student" (para pares de observaciones) aplicado al estudio de los rendimientos del trigo en el ensayo permanente de abonos del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela".

AÑOS	Rend. parcelas no abonadas	Rend. parcelas abonadas (abono compl.)	Diferencia a favor de las abonadas	Dif. al cuadrado	Rendimiento no abonadas al cuadrado	Rendimiento abonadas al cuadrado
1920	11.34 Kg	13.10 Kg	1.76 Kg.	3.0976	128.5956	171.6100
	10.25 »	11.88 »	1.63 »	2.6569	105.0625	141.1344
	10.24 »	11.19 »	0.95 »	0.9025	104.8576	125.2161
	9.91 »	9.15 »	-0.76 »	0.5776	98.2081	83.7225
1921	1.47 »	2.08 »	0.61 »	0.3721	2.1609	4.3264
	1.41 »	2.61 »	1.20 »	1.4400	1.9881	6.8121
	2.05 »	3.11 »	1.06 »	1.1236	4.2025	9.6721
	2.84 »	4.51 »	1.67 »	2.7889	8.0656	20.3401
1922	0.70 »	1.18 »	0.48 »	0.2304	0.4900	1.3924
	1.00 »	1.39 »	0.39 »	0.1521	1.0000	1.9321
	1.05 »	1.72 »	0.67 »	0.4489	1.1025	2.9584
	1.06 »	1.48 »	0.42 »	0.1764	1.1236	2.1904
1923	12.62 »	14.64 »	2.02 »	4.0804	159.2644	214.3296
	13.23 »	15.53 »	2.30 »	5.2900	175.0329	241.1809
	13.31 »	15.19 »	1.88 »	3.5344	177.1561	230.7361
	13.69 »	16.05 »	2.36 »	5.5696	187.4161	257.6025
1924	7.35 »	7.93 »	0.58 »	0.3364	54.0225	62.8849
	4.69 »	6.67 »	1.98 »	3.9204	21.9961	44.4889
	4.41 »	3.94 »	-0.47 »	0.2209	19.4481	15.5236
	7.00 »	10.74 »	3.74 »	13.9876	49.0000	115.3476
-nw ²	129.62 Kg	154.09 Kg	24.47 Kgs.	Sd ² 50.9067	Sd ² 1300.1932	Sd ² 1753.4011
	—	—	—	29.9390	840.0672	1187.1864
				Sd ² 20.9677	Sd ² 460.1260	Sd ² 566.2147

Base de cálculo = 0.

Promedio de las parcelas abonadas = 7.7045 kilogramos.

Promedio de las parcelas no abonadas = 6.481 kilogramos.

Coefficiente de correlación entre los dos grupos de parcelas:

$$r = \frac{460.1260 + 566.2147 - 20.9677}{2 \sqrt{460.1260 \times 566.2147}} = \frac{1.005,373}{1.020,843} = 0.9848$$

Correlación absoluta de más del 99 % de probabilidades, procede en consecuencia aplicar el método "Student" para pares de observaciones, para establecer la acción de los fertilizantes.

$$\text{Error Standard de la diferencia} = \sqrt{\frac{20,9677}{19 \times 20}} = \sqrt{0.055178} = \pm 0.2349.$$

Límite del error casual con un 95 % de seguridad = 1.73 \times 0.2349 = 0.4064.

Diferencia media (diferencia entre promedios) = 7.7045 — 6.481 = 1.2235

Diferencia significativa (diferencia media menos el límite del error casual) = 1.2235 — 0.4064 = 0.8171. Existe por lo tanto un aumento real de 0.8171 kilogramos para las parcelas abonadas con respecto a las no abonadas.

Trigo

Los resultados obtenidos en el análisis de la variación de este sub-período son los que siguen:

Fajas	Años	Diferencia entre los rendimientos de las parcelas correspondientes, abonadas y no abonadas				Suma de las hileras
K 5	1925	0.30	1.87	1.82	1.61	5.60
K 4	1926	0.28	0.90	0.98	1.66	3.82
— (1)	1927	2.19	2.67	2.12	-0.10	6.88
—	1928	2.31	2.28	0.85	2.27	7.71
—	1929	-0.12	0.26	0.47	0.35	0.96
Suma de columnas . .		4.96	7.98	6.24	5.79	24.97

(1) Carecemos de los datos relativos a las fajas que ocupó el ensayo en los años 1927, 1928 y 1929.

Diferencia entre :	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desviación típica
Hileras (Norte a Sur)	4	7.23808	1.345
Columnas (Este a Oeste)	3	0.9737	0.5697
Residuo.	12	7.97368	0.8152

$$\text{Error Experimental} = \frac{0.8152}{\sqrt{20}} = \pm 0.1823.$$

Límite del error experimental para un 95 % de seguridad = $0.1823 \times 1.73 = 0.3154$.

$$\text{Error medio Hileras} = \frac{1.345}{\sqrt{20}} = \pm 0.3008.$$

Límite del error casual de las Hileras para un 95 % de seguridad = $0.3008 \times 1.73 = 0.5204$.

$$\text{Error medio Columnas} = \frac{0.5697}{\sqrt{20}} = \pm 0.1274.$$

Límite del error casual de las Columnas para un 95 % de seguridad = $0.1274 \times 1.73 = 0.2204$.

Método "Student" (para pares de observaciones) aplicado al estudio de los rendimientos del trigo en el ensayo permanente de abonos del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela".

AÑOS	Rend. parcelas no abonadas	Rend. parcelas abonadas (abono compl.)	Diferencia a favor de las abonadas	Dif. al cuadrado	Rendimiento no abonadas al cuadrado	Rendimiento abonadas al cuadrado
1925	6.30 Kg	6.60 Kg	0.30 Kgs.	0.0900	39.6900	43.5600
	6.00 »	7.87 »	1.87 »	3.4969	36.0000	61.9369
	5.11 »	6.93 »	1.82 »	3.3124	26.1121	48.0249
	7.70 »	9.31 »	1.61 »	2.5921	59.2900	86.6761
1926	6.37 »	6.65 »	0.28 »	0.0784	40.5769	44.2225
	5.48 »	6.38 »	0.90 »	0.8100	30.0304	40.7044
	7.22 »	8.20 »	0.98 »	0.9604	52.1284	67.2400
	9.81 »	11.47 »	1.66 »	2.7556	96.2361	131.5609
1927	7.01 »	9.20 »	2.19 »	4.7961	49.1401	84.6400
	8.28 »	10.95 »	2.67 »	7.1289	68.5584	119.9025
	8.97 »	11.09 »	2.12 »	4.4944	80.4609	122.9881
	8.60 »	8.50 »	-0.10 »	0.0100	73.9600	72.2500
1958	10.20 »	12.51 »	2.31 »	5.3361	104.0400	156.5001
	11.56 »	13.84 »	2.28 »	5.1984	133.6336	191.5456
	12.55 »	13.40 »	0.85 »	0.7225	157.5025	179.5600
	12.43 »	14.70 »	2.27 »	5.1529	154.5049	216.0900
1929	4.78 »	4.66 »	-0.12 »	0.0144	22.8484	21.7156
	4.92 »	5.18 »	0.26 »	0.0676	24.2064	26.8324
	4.95 »	5.42 »	0.47 »	0.2209	24.5025	29.3764
	4.78 »	5.13 »	0.35 »	0.1225	22.8484	26.3169
-nw ²	153.02 Kg	177.99 Kg	24.97 Kgs.	Sd ² 47.3605 31.17504	Sd ² 1296.2700 1170.75602	Sd ² 1771.6433 1584.022
				Sd ² 16.18546	Sd ² 125.51398	Sd ² 187.6213

Base de cálculo = 0.

Promedio de las parcelas abonadas = 8.8995 kilogramos.

Promedio de las parcelas no abonadas = 7.651 kilogramos.

Coefficiente de correlación entre los dos grupos de parcelas:

$$r = \frac{125.51398 + 187.6213 - 16.18546}{2 \sqrt{125.51398 \times 187.6213}} = \frac{296.94982}{306.914} = 0.9675$$

Correlación absoluta de más del 99 % de probabilidad; cabe por consiguiente, emplear el método "Student" para pares de observaciones.

Error Standard de la diferencia:

$$= \sqrt{\frac{16.18546}{19 \times 20}} = \sqrt{0.042593} = \pm 0.2064.$$

Límite del error casual con 95 % de probabilidades = 1.73 \times 0.2064 = 0.3571.

Diferencia media (diferencia entre promedios) = 8.8995 - 7.651 = 1.2485.

Diferencia significativa (diferencia media menos el límite del error casual) = 1.2485 - 0.3571 = 0.8914. Existe en consecuencia un aumento en las parcelas abonadas con respecto a las no abonadas de 0.8914.

Maíz

Período (1922 - 1927)

El estudio estadístico de los resultados comprende los rendimientos registrados en los años, 1922, 1923, 1925, 1926 y 1927; carecemos de los datos correspondientes al año 1924, por haber sido destruidos los cultivos por la langosta. Los resultados del análisis de la variación en este período son los que exponemos a continuación:

Fajas	Años	Diferencia entre los rendimientos de las parcelas correspondientes, abonadas y no abonadas				Suma de las hileras
K 6	1922	0.44	1.43	0.22	2.86	4.95
K 5	1923	0.63	0.59	1.73	1.93	4.88
K 3	1925	-0.47	1.29	-1.85	-1.01	-2.04
K 2	1926	1.69	0.46	-0.07	1.77	3.85
— (1)	1927	-2.46	-1.34	3.49	3.21	2.90
Suma de columnas . . .		-0.17	2.43	3.52	8.76	14.54

(1) Carecemos del dato relativo a la faja que ocupó el ensayo de 1927.

Diferencias entre :	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desviación típica
Hileras (Norte a Sur)	4	8.35717	1.4454
Columnas (Este a Oeste)	3	8.44178	1.677
Residuos	12	33.42427	1.669

$$\text{Error Experimental} = \frac{1.669}{\sqrt{20}} = \pm 0.3732$$

Límite del error Experimental para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.3732 = 0.6456$.

$$\text{Error medio Hileras} = \frac{1.4454}{\sqrt{20}} = \pm 0.3232$$

Límite del error casual para un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.3232 = 0.5591$.

$$\text{Error medio; Columnas} = \frac{1.677}{\sqrt{20}} = \pm 0.375.$$

Límite del error casual de las Columnas para un 95 % de seguridad = $0.375 \times 1.73 = 0.6488$.

Método "Student" (para pares de observaciones), aplicado al estudio de los rendimientos del maíz en el ensayo permanente de abonos del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela". (1)

AÑOS	Rend. parcelas no abonadas	Rend parcelas abonadas (abono compl.)	Diferencia a favor de las abonadas	Dif. al cuadrado	Rendimiento no abonadas al cuadrado	Rendimiento abonadas al cuadrado
1922	6.86 Kg	7.30 Kg	0.44 Kgs.	0.1936	47.0596	53.2900
	5.67 »	7.10 »	1.43 »	2.0449	32.1489	50.4100
	4.81 »	5.03 »	0.22 »	0.0484	23.1361	25.3009
	7.78 »	10.64 »	2.86 »	8.1796	60.5284	113.2096
1923	9.31 »	9.94 »	0.63 »	0.3969	86.6761	98.8036
	8.25 »	8.84 »	0.59 »	0.3481	68.0625	78.1456
	7.47 »	9.20 »	1.73 »	2.9929	55.8009	84.6400
	8.75 »	10.68 »	1.93 »	3.7249	76.5625	114.0624
1925	0.94 »	0.47 »	-0.47 »	0.2209	0.8836	0.2209
	2.14 »	3.43 »	1.29 »	1.6641	4.5796	11.7649
	5.82 »	3.97 »	-1.85 »	3.4225	33.8724	15.7609
	5.34 »	4.33 »	-1.01 »	1.0201	28.5156	18.7489
1926	5.46 »	7.15 »	1.69 »	2.8561	29.8116	51.1225
	5.87 »	6.33 »	0.46 »	0.2116	34.4569	40.0689
	6.83 »	6.76 »	-0.07 »	0.0049	46.6489	45.6976
	5.36 »	7.13 »	1.77 »	3.1329	28.7296	50.8369
1927	17.69 »	15.23 »	-2.46 »	6.0516	312.9361	231.9529
	14.92 »	13.58 »	-1.34 »	1.7956	222.6064	184.4164
	14.79 »	18.28 »	3.49 »	12.1801	218.7441	334.1584
	14.00 »	17.21 »	3.21 »	10.3041	196.0000	296.1841
-nw ²	158.06 Kg	172.60 Kg	14.54 Kgs.	Sd ² 60.7938	Sd ² 1607.7598	Sd ² 1898.7954
	—	—	—	10.57058	1249.14818	1489.538
				Sd ² 50.22322	Sd ² 358.61162	Sd ² 409.2574

Base de cálculo = 0.

Promedio de las parcelas abonadas = 8.63 kilogramos.

Promedio de las parcelas no abonadas = 7.903 kilogramos.

Coefficiente de correlación entre los dos grupos de parcelas:

$$r = \frac{358.61162 + 409.2574 - 50.22322}{2 \sqrt{358.61162 \times 409.2574}} = \frac{717.6458}{766.1970} = 0.9366$$

(1) Datos suministrados por el distinguido Director del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela".

Correlación absoluta de más del 99 % de probabilidades, que faculta la aplicación del método "Student", para medir la influencia del abonado.

Error Standard de la diferencia:

$$= \sqrt{\frac{50.22322}{20 \times 19}} = \sqrt{0.132166} = \pm 0.3635.$$

Límite del error casual con un 95 % de seguridad = $1.73 \times 0.3635 = 0.6289$.

Diferencia media (diferencia entre promedios) = $8.63 - 7.903 = 0.727$.

Diferencia significativa (diferencia media menos el límite del error casual) = $0.727 - 0.6289 = 0.0981$. Existe, en consecuencia, una "plus-producción" de 0.0981 para las parcelas abonadas en relación a las no abonadas.

Los resultados referentes a los tres sub-periodos del ensayo de abonos en el trigo, se insertan en el siguiente cuadro:

Período	Rendimiento de las parcelas no abonadas. Promedio	Diferencia media entre parcelas abonadas y no abonadas	Diferencia significativa por el método «Student»	Diferencia significativa por el análisis de la variación
1915-1919	8.038 Kgs.	1.2145 Kgs.	0.8782 Kgs.	0.8910 Kgs.
1920-1924	6.481 »	1.2235 »	0.8171 »	0.8189 »
1925-1929	7.651 »	1.2485 »	0.8914 »	0.9331 »

A fin de hacer resaltar la influencia del abonado, calcularemos los rendimientos por hectárea correspondientes a cada sub-período (basándonos en que la superficie de la parcela es de 60 mts.² para el trigo); además calcularemos el aumento debido a la acción de los abonos, en kilogramos por hectárea, en cada una de estas divisiones, como también el porcentaje del aumento (para estos dos últimos casos haremos uso de las diferencias significativas registradas por el análisis de la variación, por ser más favorables al abonado).

Periodo	Rendimiento por hectárea de las parcelas no abonadas. Promedio	Diferencia significativa por hectarea	Aumento porcentual
1915-1919	1340 Kgs.	148.5 Kgs.	11.1 %
1920-1924	1080 »	136 »	12.6 »
1925-1929	1275 »	155.5 »	12.2 »

Estos datos nos permiten estimar en un 12 % las diferencias a favor de las parcelas beneficiadas con abono completo. Si admitimos que ese aumento haya sido debido casi exclusivamente al abono fosfatado (ya que los potásicos no han influenciado las cosechas y la acción de los nitrogenados no ha sido aún bien delimitada) podremos analizar la influencia del mismo como factor en la mayor producción unitaria y determinar la conveniencia económica de su eventual aplicación.

Comentaremos solamente estos resultados, pues los obtenidos en las experiencias realizadas en Sayago no se han repetido un número de años suficientes como para eliminar la influencia de la modalidad del clima y mismo tampoco la del suelo en una amplitud aceptable, pues la mayoría de los ensayos se han repetido únicamente dos veces.

En efecto, dentro de una serie experimental, puede haber observaciones anuales que casualmente se distinguen en uno y otro sentido en forma desmedida, pero que por su propia naturaleza ocasional pierden todo su significado al considerar el resultado global del ensayo.

Un ejemplo sobre este particular lo exponemos a continuación:

Año	Rendimiento parcelas no abonadas por hect. Prom.	Rendimiento parcelas abonadas por hectárea. Prom.	Diferencia media	Diferencia significativa	Aumento por ciento
1921	3.2 q	5.1 q	1.9 q	1.0 q	31 %
1920	17.4 »	18.9 »	1.5 »	—	—

En el cuadro que sigue ponemos de manifiesto la variación en los rendimientos, determinada prevalentemente por la distinta influencia climática y la heterogeneidad del suelo:

Variación debida a la distinta modalidad climática de los años ⁽¹⁾

Cereal	Periodo	Diferencia media entre parcelas abonadas y no abonadas	Límite del error casual debido prevalentemente a causas climáticas. P=0.05	Variación por ciento debida al factor climático
Trigo .	1915-1919	1.2145 Kgs.	0.3583 Kgs.	29.5 o/o
» .	1920-1924	1.2235 »	0.4813 »	39.3 »
» .	1925-1929	1.2485 »	0.5204 »	41.7 »
Maiz .	1922-1927	0.727 »	0.5591 »	76.9 »

Variación debida prevalentemente a la heterogeneidad del suelo ⁽²⁾

Cereal	Periodo	Diferencia media entre parcelas abonadas y no abonadas	Límite del error casual debido prevalentemente a causas agrológicas. P=0.05	Variación porcentual debida al factor agrológico
Trigo .	1915-1919	1.2145 Kgs.	0.3581 Kgs.	29.5 o/o
» .	1920-1924	1.2235 »	0.2858 »	23.4 »
» .	1925-1929	1.2485 »	0.2204 »	17.7 »
Maiz .	1922-1927	0.7270 »	0.6488 »	89.2 »

En los ensayos de trigo, en los diversos sub-periodos que abarcan las experiencias comentadas, se observa una mayor influencia de los agentes climáticos en relación a los factores agrológicos. En cuanto a la influencia del suelo en el cultivo del maíz es notable, pues llega a superar a la debida prevalentemente a factores climatológicos. Es, por lo tanto, necesario, para obtener altos rendimientos en el maíz, observar dicho factor.

(1) y (2) El porcentaje de la variación se ha calculado sobre la diferencia media entre parcelas abonadas y no abonadas.

De la inspección de los cuadros anteriores no se puede deducir que haya habido una disminución de fertilidad del suelo (ver cuadro rendimiento por hectárea de las parcelas no abonadas de trigo en los tres sub-períodos) después de quince años de cultivo consecutivo, resultado que por otra parte confirma el obtenido por el Ingeniero Gustavo J. Fisher. (1) En efecto, la diferencia hallada por este distinguido técnico en el cotejo de las cosechas de trigo 1915-1920 con 1921-1926; diferencia media por parcela debida a una mayor reacción del abono es de:

$$\frac{2.44}{24} = 0.1017 \text{ kilogramos por parcela de } 60 \text{ met}^2.$$

El error medio de esta diferencia es de $\frac{0.35}{\sqrt{24}} = \pm 0.0714$, y

el límite del error casual para un 95 % de seguridad, es de:

$$0.0714 \times 1.655 \text{ (}^2\text{)} = 0.1182 \text{ (dicho límite es para un } 90 \text{ \% de seguridad de } 0.0714 \times 1.2735 = 0.0910)$$

lo que demuestra la no existencia de una diferencia significativa.

Comparando el período 1915-1919 con el de 1925-1929, tampoco se puede observar una disminución en la fertilidad del suelo:

Período	Diferencia entre parcelas abonadas y no abonadas
1915-1919	24.29
1925-1929	24.97

$$\text{Diferencia: } 0.68^2 = 0.4624.$$

0.4624 hay que dividirlo por 40, debido a que se trata de la diferencia elevada al cuadrado de 20 observaciones y además se ha tomado la diferencia entre las sumas de los dos períodos

(1) "Experimentación agrícola". Revista N.º 2 de la Facultad de Agronomía. Año 1929.

(2) Factor indicado en la tabla "t" ya mencionada.

y no la diferencia con el promedio (mitad) de aquellas dos. Se impone, por lo tanto, dividir por 20 y por 2 (total 40).

$$0.4624 : 40 = 0.0115.$$

$$\text{Desviación típica} = \sqrt{0.0115} = \pm 0.1072.$$

$$\text{Error medio} = 0.1072 : \sqrt{20} = \pm 0.024.$$

$$\text{Límite del error casual para 95 \% de seguridad} = 0.04152.$$

$$\text{Límite del error casual para 90 \% de seguridad} = 0.03192.$$

La diferencia media por parcela entre los efectos del abonado para el período 1915-1919 y 1925-1929 es de $0.034 = (0.68/20)$.

En este cotejo tampoco se constató disminución en el grado de fertilidad.

Con el fin de estimar la importancia económica del abonado y sus proyecciones futuras para nuestra agricultura cerealera, efectuaremos el siguiente cálculo, basándonos exclusivamente en los datos obtenidos del análisis bio-estadístico de los resultados de las experiencias realizadas en el Instituto Fitotécnico de "La Estanzuela", haciendo caso omiso de los ensayos efectuados en Sayago por las causas ya mencionadas (falta de repeticiones suficientes para eliminar la influencia climatológica y aún agrológica).

Admitiendo un 12 % de aumento, tendremos tomando de base un precio del trigo de \$ 4.20 los cien kilos:

Rendimiento en kilos por hectárea	Aumento a esperar del abonado	Valor del aumento
700 Kgs.	84 Kgs.	\$ 3.53
800 »	96 »	» 4.03
900 »	108 »	» 4.54
1000 »	120 »	» 5.04
1100 »	132 »	» 5.54
1200 »	144 »	» 6.05
1300 »	156 »	» 6.55
1400 »	168 »	» 7.06

Para apreciar los beneficios calcularemos de acuerdo con las cantidades de abonos fosfatados aplicadas en el ensayo permanente de abonos del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela", el costo del abonado por hectárea.

Las cantidades de abono para cada cultivo se aplicaron teniendo en cuenta las exigencias del cultivo y calculando un aumento posible del 33 %. También se consideró la riqueza en principios fertilizantes del abono y la proporción de asimilabilidad que se les otorgó.

Clase de abono	Riqueza porcentual	Porcentaje de asimilabilidad admitido	Cantidad de abono utilizada en el trigo Por hectárea
Superfosfato	17 (P ² O ⁵)	30 %	136 Kgs.
Harina de huesos	27 (P ² O ⁵)	30 »	85 »

El costo de la tonelada de harina de huesos es de \$ 33. (1)

El costo de la tonelada de superfosfato es de \$ 31. (2)

En consecuencia tenemos para el abonado de una hectárea con **harina de huesos un costo de \$ 2.80 exclusivamente por el precio del abono**, costo que se encuentra aumentado por el flete \$ 0.42, acarreo \$ 0.17, y trabajos de distribución \$ 0.50 por hectárea, lo que nos representa un costo global de \$ 3.90. El costo de la hectárea abonada con superfosfato es de: 136 kilos a \$ 31 los mil kilos, \$ 4.22. A esta cantidad hay que agregarle el costo de esparcir el abono \$ 0.50 por hectárea y el acarreo y flete, que lo apreciamos en \$ 0.95, elevándose el costo, pues, a \$ 5.67 por hectárea.

Costo hectárea abonada con harina de huesos: \$ 3.90. (3)

Costo hectárea abonada con superfosfatos: \$ 5.67. (4)

(1) Dato suministrado por el Frigorífico Swift el 11 de Diciembre de 1930.

(2) Dato suministrado por el Instituto de Química Industrial el 9 de Diciembre de 1930.

(3) y (4) El costo del abonado por hectárea tanto respecto a la harina de huesos como al superfosfato, se calculó suponiendo se realizara el abonado en el Instituto Fitotécnico "La Estanzuela".

De este cotejo se destaca la ventaja del empleo de la harina de huesos como más conveniente, dado su menor costo de aplicación, que nos permite obtener en tierras con una producción promedial de 800 kilogramos por hectárea, un beneficio de \$ 0.13.

En tierras muy pobres la utilidad derivada de la aplicación del abono fosfatado no es remunerativa, con aumentos de sólo 12 %, pero es probable que aquí el aumento sea mayor, aunque no alcance las cifras registradas en algunos de los ensayos realizados en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía, donde la tierra se trabajaba (en aquella época) casi como si fuera de jardín, lo que desgraciadamente vicia los resultados por no ser aplicables a nuestras prácticas extensivas, que caracterizan al cultivo en gran escala.

Capítulo III

Correlaciones fitoagrológicas

Si bien con el agregado de abonos químicos (fosfatos, como ser harina de huesos, etc.) se ha conseguido en término medio un aumento de más o menos 12 % en el trigo; no es menos cierto que según la clase de tierra, es decir, su mayor o menor grado de fertilidad (constitución conveniente y suficiente contenido en elementos fertilizantes) se manifiestan diferencias aún mucho mayores en los rendimientos de los cultivos.

Ultimamente varios investigadores en los Laboratorios de la Facultad de Agronomía se han ocupado de establecer correlaciones entre el monto de los rendimientos y los principales factores agrológicos de la vegetación, como también han estudiado la forma en que dichos factores del suelo se hallan correlacionados entre sí.

Sobre éste particular hay que hacer notar que para revelarse los elementos agrológicos como factores importantes de la vegetación, es menester que no solamente respondan a las exigencias biológicas de los cultivos, proporcionándoles condiciones ecológicas favorables, sino arrojar variaciones en forma tal que estén en condiciones de poder determinar fluctuaciones correlativas en las cosechas. El cuadro que sigue indica las relaciones halladas en diversas investigaciones:

Investigadores	N.o de observac.	Coefic. de correlac. hallados	% de seg. del coef. de correl.	Términos de la correlación
G. Spangenberg y C. Brotos . . . 1927	7	0.725	90-95 %	Rendimiento - pH .
J. Spangenberg 1928	8	0.6997	90-95 »	Rendimiento-Humus
Bernabé Caravia 1928	8	0.83	99 »	» »
» » 1928	8	0.72	95 »	» »
» » 1928	16	0.54	95 »	» »
» » 1928	6	0.82	95 »	» »
Manuel Canel 1929	21	0.502	95 »	» »

Los cultivos ensayados por estos diversos investigadores, como también el promedio de los factores agrológicos determinados y las variaciones de los mismos fueron los siguientes:

Investigadores	Promedio o/o	Cultivo	Variación de los elementos agrológicos determinados				Localidad
			PH		Humus		
			Desv. t.	Coef.V.	Desv.t.	Coef.V.	
G. Spangenberg y C. Brotos .	6.9 pH	Trigo	0.56	8.1%			
J. Spangenberg	20.6 Humus	» Kanred			2.95	14.3%	Sayago
B. Caravia . .	61.3 »	» Larrañ.			4.74	7.7 »	B. de Medina
» » . . .	60.3 »	» »			4.02	7.9 »	» »
» » . . .	61.3 »	» 44 D			4.52	7.4 »	» »
» » . . .	60.4 »	Avena 64 S			5.42	9. - »	» »
Manuel Canel .	21.9 »	Trigo			3.4	15.5 »	Sayago

De la lectura de ambos cuadros se deduce que el contenido húmico del suelo y pH del mismo, han determinado fluctuaciones en las cosechas arrojando altos coeficientes de correlación (hasta 99 % de seguridad), siendo las variaciones que han determinado éstos factores agrológicos muy superiores a los aumentos registrados por incorporación de abonos a los cultivos cerealeros (p| ej. trigo).

Tal reacción se pone de manifiesto claramente en los guarismos que insertamos a continuación: (1)

(1) El trigo Artigas; su valor agrícola industrial. Informe de la

Investigadores	Localidad	Cultivo	Extremos del contenido en humus	Fórmula de regresión
J. Spang. 1929	Sayago	Trigo Kanred	17.8 ‰ - 25.9 ‰	$y = 23.12 + 71.978x$
B. Caravia 1928	B. de Medina	Trigo Larrañ.	55.9 ‰ - 66.6 ‰	$y = 17.6 \mp 0.65x$

Rendimiento diferencial correspondiente a los extrm. húmicos	Aumento porcentual
5.9 q	45.4 ‰
7. - q	37.4 ‰

Por otra parte tenemos una prueba de la ventaja de un mayor contenido húmico del suelo, al incorporarse a éste, materia orgánica en forma de estiércol. Una abonadura mediana requiere 40.000 kilogramos y asignando al suelo un peso volumétrico de 1.2 kilogramos y considerando que se beneficia con dicho agregado un capa de 0.25 mts. de tierra tendremos que para una hectárea:

Peso de una hectárea de tierra de 0.25 mts. de espesor
 $= 10.000 \text{ mts.}^2 \times 0.25 \times 1.2 \times 1.000 = 3.000.000 \text{ kilogramos.}$

40.000 kilogramos de materia orgánica (estiércol) incorporada corresponden a 10.000 kilogramos de materia orgánica seca equivalentes a un aumento de humus de 3.3 ‰.

En los ensayos de abonos realizados en la Facultad de Agronomía, las aplicaciones de estiércol, son los que siempre han determinado los mayores aumentos en los rendimientos (52.6 % en las papas y 191.9 % en las remolachas) y si bien es cierto que éste no puede identificarse con el humus, guarda, sin em-

Comisión Especial de Estudio. Año 1928.

El trigo Kanred. Revista de la Asociación Rural. N.º 5. Año 1929.
 Ing. Jorge Spangenberg.

Influencia del "medio exterior" en los rendimientos de los principales trigos de pedigree. Ing. Bernabé Caravia. Revista de la Facultad de Agronomía. N.º 3. Año 1929.

bargo, bajo múltiples aspectos, gran analogía con el mismo (modifican ambos favorablemente los caracteres físicos, proporciona mejores condiciones a la microflora del suelo y tanto uno como otro enriquecen la tierra en elementos fertilizantes pues por su gran poder absorbente el aumento húmico es generalmente correlativo con el de los elementos químicos necesarios a la vida vegetal).

Quedan evidenciadas las analogías referidas al consignar la interdependencia que guardan los elementos agrológicos según las investigaciones realizadas por diversos distinguidos técnicos en los Laboratorios de la Cátedra de Agricultura de la Facultad de Agronomía.

En 1928 el Ing. Manuel Canel actual Ayudante Técnico del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela" halló para 21 observaciones las siguientes relaciones entre diversos elementos agrológicos del Campo Experimental de Sayago:

Correlación "Humus-Arena Gruesa" $r = - 0.4957$ (95 % de seguridad).

Correlación "pH temporales - Calcareo" a constancia de humus, coloides, arena gruesa y pH actuales $r = - 0.4495$ (90-95 % de seguridad).

Correlación "pH actuales - Calcareo" a constancia de humus, coloides, arena gruesa y pH temporales $r = 0.5471$ (95 % de seguridad).

Correlación "Calcareo - Arena Gruesa" a constancia de humus, coloides, pH actuales y temporales $r = - 0.5299$ (95 % de seguridad).

Correlación "pH actuales - Arena Gruesa" a constancia de humus, coloides, calcareo y pH temporales $r = 0.5951$ (más del 98 % de seguridad).

Posteriormente (en 1929) el Ing. Juan C. Morixe Ilarraz (1) determinó también las siguientes relaciones significativas entre

(1) Contribución al estudio del maní y de la soja en el Uruguay. Ing. Juan Carlos Morixe Ylarraz. Revista de la Facultad de Agronomía. N.º 4. Año 1931.

algunos caracteres agrológicos del mismo Campo Experimental de Sayago:

“Arena Gruesa - Humus”; $r = -0.7808$; $n = 22$.

“Arena Gruesa - pH actuales”; $r = 0.5582$; $n = 22$.

“pH actuales - Humus”; $r = -0.5568$; $n = 22$.

Resultados que conciden con los de la investigación anterior.

De ambas experiencias se deduce que el aumento de Humus observa una correlación negativa con el de arena gruesa; que los pH actuales y pH temporales son respectivamente correlativos en sentido positivo y negativo con el calcareo; y que éste último y la arena gruesa observan entre sí una relación negativa. En cambio pH actuales guarda (por la modalidad agrológica del campo Experimental) una correlación positiva con la arena gruesa.

En 1928 estudiando las zonas más aptas para el cultivo de “Citrus” los Ings. Arturo Soneira y José M. Guerra (1) hallaron para 21 observaciones realizadas en los Departamentos de Salto, Cerro Largo, Rivera y Montevideo, las siguientes relaciones entre diversos componentes del suelo:

r “Humus - Arena Gruesa” = -0.9033 ; $n = 21$ (99 % de seguridad).

r “Humus - Calcareo” = 0.9169 ; $n = 21$ (99 % de seguridad).

r “Arena gruesa - Calcareo” = -0.9213 ; $n = 21$ (99 % de seguridad).

Por último el Ing. Juan C. Morixe Ilarraz recorriendo las zonas con cultivo de maní en los Departamentos de Salto, Cerro Largo, Tacuarembó, Rivera y Canelones, al determinar las correlaciones fitoagrológicas calculó los siguientes coeficientes sig-

(1) Contribución al estudio de la determinación de las zonas y tierras más aptas para fomentar la producción citrícola en el Uruguay. Ings. José M. Guerra y Arturo Soneira. Revista de la Facultad de Agronomía. N.º 2. Año 1929.

nificativos (más de 95 % de seguridad) de correlación para distintos componentes del suelo: (1)

r «Humus - Calcarea»	a constancia de los demás, (2)	r = 0.7705; n = 68
r «Coloides - Humus»	» » » » »	r = 0.2727; n = 68
r «pH temp. - Calcarea»	» » » » »	r = -0.3137; n = 68
r «pH temp. - Humus»	» » » » »	r = 0.2383; n = 68
(90 - 95 % de seguridad)		
r «pH actuales - Calc.»	» » » » »	r = 0.4642; n = 68
r «pH actuales - Humus»	» » » » »	r = -0.6458; n = 68
r «Arena Gruesa - Calc.»	» » » » »	r = -0.3037; n = 68
r «Arena Gr. - Coloides»	» » » » »	r = -0.7599; n = 68

Todos estos resultados confirman las conclusiones deducidas para el Campo Experimental de Sayago, poniendo además en evidencia (dado el alto número de observaciones realizadas) la relación positiva existente entre el humus y coloides; la correlación negativa entre estos últimos y la arena gruesa; y la variación correlativa negativa existente entre el Humus y pH actuales. (Esta última relación puede ser a veces positiva).

En el próximo capítulo, abordaremos con más detalles el estudio del suelo y la modalidad de relación de sus diversos componentes entre sí y con respecto a la mayor o menor productividad de nuestros principales cereales.

Capítulo IV

Experiencias realizadas

Expondremos los resultados de análisis del suelo, correlaciones agrológicas y fitoagrológicas de 32 parcelas del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela" que fueron destinadas a ensayo de una misma variedad de trigo "Pelón IV x" (1927) y de maíz

(1) Trabajo ya citado.

(2) Los demás elementos agrológicos son: Coloides, arena gruesa, pH actuales y temporales.

Cuarenton de "pedigree" (1926) con el fin de estudiar la reacción de estos cereales ante la heterogeneidad del suelo, ya determinada por el Ing. Gustavo Spangenberg al efectuar un examen agrológico de 32 parcelas sembradas con cebada cervecera (1925) en el mencionado Instituto. Este último ensayo se relacionó con una experiencia de abonos dispuesta por el Sub-director de dicho establecimiento, Ing. Gustavo J. Fischer, cuyos resultados conjuntamente con los análisis concernientes a la tierra se expusieron en el folleto "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno en la cantidad y calidad de las cosechas" del Ing. Gustavo Spangenberg (1926). Pero como la ubicación de las parcelas destinadas a las experiencias ya citadas de trigo IV x (1927) y maíz Cuarentón (1926) no coincide exactamente en su disposición con la ocupada en 1925 por la cebada cervecera, tuvimos que proceder al análisis de tierra de estas 32 parcelas, comprendiendo las determinaciones de:

- 1.º pH libres.
- 2.º pH potenciales.
- 3.º Humus o|oo.
- 4.º Coloides o|oo.
- 5.º P^2O^5 o|oo.
- 6.º Nitrógeno o|oo.

Además determinamos la proteína de las 32 muestras de maíz recogidas en el ensayo precitado. En cuanto al trigo IV x no pudimos extender tal investigación, por no haber dispuesto del material correspondiente.

Para mayor claridad trataremos sucesivamente:

- a) Interdependencia observada entre los distintos factores agrológicos determinados;
- b) Correlaciones fito-agrológicas;
- c) Modalidad de la asimilación del nitrógeno en cereales de invierno y verano.

Cuadro analítico de la cosecha y de las tierras del ensayo de maíz realizado en el Semillero Nacional de "La Estanzuela" en 1926

Número de las parcelas	COSECHA		DETERMINACION DEL PH ACTUAL						POR 1000 GRAMOS DE TIERRA SECA				
	Rend. en granos p. Hect en q.	Proteína porcentual	p. método Merck	p. método Comber	p. método electro-métrico	pH. potencial	pH. de cambio	Calca-reo	Humus	Coloides	Nitrógeno	Acido Fosfórico (P ₂ O ₅)	
													Calca-reo
1	17	13.05	6.75	6.5-7	6.39	5.5	1.25	15.65	45.16	395.01	2.83	0.585	
2	16.2	12.80	6.75	6.5-7	6.77	5.5	1.75	14.92	40.78	378.88	2.76	0.515	
3	28.8	13.42	7.25	7	7.03	6.06	0.59	17.29	43.76	322.12	2.82	0.550	
4	25.1	12.90	7.5	7	7.40	6.06	0.50	21.24	48.66	309.09	2.78	0.590	
5	18.3	12.83	6.17	6-6.5	6.06	4.92	1.25	19.01	42.00	342.07	2.61	0.490	
6	19.2	13.22	6.25	6-6.5	6.26	5.17	1.08	10.76	39.55	357.68	2.69	0.530	
7	17.9	12.74	7.5	7	7.21	6.75	0.75	17.61	45.78	354.82	2.80	0.630	
8	24.9	12.65	7.5	7	8.04	6.75	0.50	32.08	48.23	378.31	2.91	0.570	
9	9.1	13.36	7.25	6-6.5	7.09	4.75	0.50	13.34	32.62	349.37	2.62	0.550	
10	12.3	13.25	5.92	6-6.5	6.24	4.75	1.17	7.94	33.79	337.83	2.42	0.520	
11	22.9	12.63	7.5	7	7.15	7.25	0.50	21.64	42.12	352.10	2.76	0.610	
12	22.9	12.91	7.5	7	8.15	4.75	0.25	36.36	49.58	342.53	2.88	0.590	
13	25.6	12.70	6.25	6.5	5.81	4.75	1.60	10.12	35.64	371.66	2.53	0.550	
14	8.2	18.06	5.5	6.5	5.97	4.75	0.75	8.44	33.29	383.82	2.44	0.560	
15	15.1	12.95	6.00	6.5	5.97	4.75	1.00	9.84	36.79	371.70	2.66	0.560	
16	18.6	12.98	7.5	7	7.93	5	0.50	29.30	41.03	382.55	2.72	0.550	
17	5.2	13.23	5.25	5.5	5.99	4.25	1	8.14	34.11	347.38	2.31	0.510	
18	4.9	13.16	5.25	6.5	5.86	4.75	1.50	8.24	35.25	320.64	2.33	0.515	
19	10.2	13.21	6.5	6.5	5.87	4.75	1.75	9.25	32.91	343.89	2.43	0.570	
20	6.9	13.37	6.5	6.5	6.82	4.25	1.25	10.03	32.84	331.20	2.43	0.460	
21	8.3	12.69	6.5	6.5	5.79	4.50	1.25	7.57	31.95	374.24	2.43	0.390	
22	8.3	13.66	5.75	5.5	6.25	5	2	8.18	31.81	378.11	2.41	0.535	
23	9.0	13.19	6.75	6.5	5.89	5	0.75	8.60	33.67	375.74	2.52	0.510	
24	10.3	13.11	6.5	6.5	5.72	4.92	1.58	8.57	33.46	371.92	2.57	0.485	
25	8.7	13.08	6.5	6.5	5.78	4.75	0.75	8.66	34.77	379.58	2.49	0.465	
26	10.7	13.14	5.75	6	6.02	4.75	1.71	8.78	37.95	378.57	2.43	0.530	
27	10.7	13.35	6.5	6	5.97	4.79	1.71	8.75	33.12	384.50	2.52	0.555	
28	3.4	13.74	5.75	6	5.92	4.5	1.25	8.35	33.32	387.92	2.54	0.510	
29	13.5	12.74	7	6.5	6.23	4.75	1.25	11.36	36.89	383.57	2.56	0.460	
30	12.6	12.79	6.25	6-6.5	6.13	4.75	1.50	9.22	38.91	382.44	2.30	0.470	
31	13.4	13.05	6.25	6-6.5	6.14	4.25	2	8.52	33.83	380.67	2.31	0.505	

NOTA. a) El ensayo comprendía 32 parcelas, pero esta última no se pudo tomar en cuenta por perderse la muestra de tierra. b) La acidez de cambio se determinó por diferencia entre el pH actual y el pH potencial, ambos determinados por el procedimiento Merck.

Cosecha registrada por el trigo "Pelón IV x" en el ensayo efectuado en 1927, en el Semillero Nacional de la Estanzuela.

N.o de las parcelas Rendimiento en q. por Hect.

1	19.3	q.
2	21.2	"
3	21.3	"
4	20.6	"
5	20—	"
6	19.1	"
7	22—	"
8	18.8	"
9	21.2	"
10	18.3	"
11	22.9	"
12	20—	"
13	15.8	"
14	19.4	"
15	20.3	"
16	21.3	"
17	13—	"
18	16.1	"
19	17—	"
20	14.5	"
21	14.5	"
22	15.5	"
23	19.3	"
24	17—	"
25	19.9	"
26	21—	"
27	20.7	"
28	12.5	"
29	21—	"
30	18.1	"
31	20.1	"

Nota: En este cuadro no se incluyen los factores agrológicos de las diversas parcelas, dado que por haberse efectuado el ensayo exactamente en las mismas parcelas que el de maíz cuarentón de 1926, los elementos agrológicos son los mismos. Con ellos se realizaron los cálculos de correlación pertinentes.

Interdependencia observada entre los distintos factores agrológicos

Del cuadro que se insertó conteniendo los resultados de los rendimientos del maíz Cuarentón de "pedigree" y del trigo IV x, como también los análisis de las parcelas correspondientes, se deducen, recurriendo al cálculo estadístico de correlación parcial, las siguientes relaciones entre los diversos elementos agrológicos (con un límite para 95 % de seguridad, de 0.362).

r "Humus - P^2O^5 " a constancia de calcareo, pH actuales y nitrógeno = 0.0747.

r "Calcareo - P^2O^5 " a constancia de humus, pH actuales y nitrógeno = - 0.0703.

r "pH - P^2O^5 " a constancia de humus, calcareo y nitrógeno = 0.1174.

r "Nitrógeno - P^2O^5 " a constancia de humus, calcareo y pH actual = 0.3180.

r "Nitrógeno - P^2O^5 " a constancia de calcareo y pH actuales = 0.3950.

r "Humus - pH actuales" a constancia de calcareo, nitrógeno y P^2O^5 = - 0.0135.

r "Humus - pH actuales" a constancia de nitrógeno y P^2O^5 = 0.49.

r "Calcareo - pH actuales" a constancia de Humus, P^2O^5 y nitrógeno = 0.8546.

r "Nitrógeno - pH actuales" a constancia de Humus, P^2O^5 y calcareo = - 0.1137.

r "Humus - Nitrógeno" a constancia de calcareo, pH actuales y P^2O^5 = 0.4505.

r "Calcareo - Nitrógeno" a constancia de Humus, pH actuales y P^2O^5 = 0.2179.

r "Calcareo - Nitrógeno" a constancia de pH actuales y P^2O^5 = 0.3955.

r "Humus - Calcareo" a constancia de pH actuales, P^2O^5 y nitrógeno = 0.2709.

r "Humus - Calcareo" a constancia de P^2O^5 y nitrógeno = 0.5438.

r "Humus - Calcareo" a constancia de pH actuales y P^2O^5 = 0.4237.

Lo que nos prueba una relación absoluta entre "pH actuales - Calcareo" y "Humus - Nitrógeno". Por otra parte si no se desglosa el calcareo existe entre el aumento de "pH actuales - Humus" una correlación positiva. Otro tanto acontece con "Humus - Calcareo" que es de significado siempre que no se elimine "pH actuales" del aumento correlativo o al "Nitrógeno" por ser factores que por su propia naturaleza están muy ligados, el primero al calcareo y el segundo al "Humus" respectivamente.

Entre "Calcareo - Nitrógeno" y " P_2O_5 - Nitrógeno" sin obligar paridad de humus, existe correlación positiva significativa; y por último entre "Humus - pH actuales" siempre que se proceda a igualdad de calcareo existe una correlación positiva y de significación.

En síntesis se deduce del ensayo de las 32 parcelas de maíz (o mejor dicho 31, ya que se perdió una muestra, viendonos en consecuencia obligados a basar todos nuestros cálculos sobre 31 repeticiones), que las parcelas más ricas en humus han tenido generalmente más calcareo, pH actuales altos, nitrógeno y P_2O_5 ; lo que justifica el nombre vulgar de "tierra gorda" con que se designa en general a los suelos topográficamente bien situados y ricos en humus.

Correlaciones fito-agrológicas

Las correlaciones generales halladas entre el rendimiento del maíz y los distintos factores agrológicos, se exponen en el cuadro que sigue siendo el límite del coeficiente de correlación para un 95 % de seguridad de: 0.356.

Ver cuadro página siguiente.

Correlaciones Generales entre los factores agrológicos determinados y el rendimiento en el ensayo realizado con maíz de "pedigree" en el Semillero N. de la Estanzuela en el año 1927.

	1 Rend. en q. por hect.	2 Humus o/oo	3 Calcareo o/oo	4 pH. Actual	5 Nitrógeno o/oo	6 pH. de Cambio	7 Acido Fos- fórico o/oo	8 Coloides o/oo
Rendimiento en q. por hectárea	0.8781	0.8781	0.8273	0.8158	0.8167	-0.4871	0.5335	0.0116
Humus o/oo	0.8273	0.8198	0.8198	0.7710	0.8048	-0.5112	0.5497	0.0196
Calcareo o/oo	0.8158	0.7710	0.9453	0.9453	0.7499	-0.5957	0.5182	-0.0218
pH. actual	0.8167	0.8048	0.7499	0.6914	0.6914	-0.5922	0.5116	-0.0745
Nitrógeno o/oo	-0.4871	-0.5112	-0.5957	-0.5922	-0.4464	-0.4464	0.6071	0.0010
pH. de cambio.	0.5335	0.5497	0.5182	0.5116	0.6071	-0.4114	0.6071	0.1447
Acido Fosfórico (P ² O ⁵) o/oo. .	0.0116	0.0196	-0.0218	-0.0745	0.0010	0.1447	-0.0304	-0.0304

Correlación general entre el rendimiento en quintales por hectárea y la proteína porcentual en el ensayo realizado con maíz de "pedigree" en el Semillero Nacional 'La Estanzuela' en el año 1927

	Rendimiento en q. por hectárea	Proteína porcentual por sustancia seca
Rendimiento en q. por hectárea		-0.5774
Proteína porcentual por sustancia seca	-0.5774	

Todas las relaciones observadas con los rendimientos y hasta con los mismos factores agrológicos entre si son significativas, a excepción hecha de los coloides.

Procediendo al cálculo estadístico de "correlación parcial" para concretar la influencia que ha cabido a cada factor del suelo como determinante del rendimiento del maíz y desprovisto de la acción concomitante de los demás, se llega a las siguientes conclusiones: (el límite para 95 % de seguridad es 0.38).

r "Rendimiento - Humus" a constancia de calcareo, pH actuales, nitrógeno y $P^2O^5 = 0.5000$.

r "Rendimiento - Calcareo" a constancia de humus, pH actuales, nitrógeno y $P^2O^5 = -0.0795$.

r "Rendimiento - pH actuales" a constancia de humus, calcareo, nitrógeno y $P^2O^5 = 0.2988$.

r "Rendimiento - Nitrógeno" a constancia de humus, calcareo, pH actuales y $P^2O^5 = 0.3526$.

r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de humus, pH actuales, calcareo y nitrógeno = -0.0597 .

Si en la relación "Rendimiento - Nitrógeno" se libra de la paridad al humus, procediendo en igual forma con el calcareo en la relación "Rendimiento - pH actuales" los coeficientes de correlación arrojados son positivos y de significación, siendo su límite para 95 % de seguridad de 0.374.

r "Rendimiento - Nitrógeno" a constancia de calcareo, pH actuales y $P^2O^5 = 0.5256$.

r "Rendimiento - pH actuales" a constancia de humus, nitrógeno y $P^2O^5 = 0.4256$.

Lo que pone en evidencia que el humus en primer término y el "pH actual" han sido los factores de mayor trascendencia como determinantes del monto de las cosechas. En cuanto al P^2O^5 , su mayor o menor contenido ha sido absolutamente indiferente, sino es acompañado de un mejoramiento correlativo de

las condiciones físicas del suelo, como lo prueban los resultados del siguiente cuadro:

r "Rendimiento - P^2O^5 " = 0.5335 (95 % de seguridad).

r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de humus = 0.1271 (indiferente).

r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de pH = 0.2337 (indiferente).

r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de calcareo = 0.2181 (indiferente).

r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de nitrógeno = 0.0820 (indiferente).

Estos guarismos evidencian que lo que interesa no es la mayor o menor cantidad de P^2O^5 total, sino el P^2O^5 soluble, pero no soluble exclusivamente por su naturaleza, sino por las características ecológicas favorables que permiten la meteorización del suelo, y su solubilización ulterior. Vale decir que no es suficiente concretar el grado de solubilidad del P^2O^5 de una tierra en el laboratorio, sino se indaga previamente si existe una constitución agrológica apropiada para determinar esa solubilización; y en caso negativo es la enmienda física y no el agregado de abono fosfatado, lo que subsana la deficiencia de P^2O^5 en el vegetal, con la ventaja de que resuelve el problema de fondo, evitando de recurrir a un paliativo temporal (abono fosfatado) que puede recomendarse como precedente únicamente en caso de una deficiencia bastante acentuada de P^2O^5 en el suelo. Si tal deficiencia no es de consideración, mejor resultado se obtiene con un laboreo profundo y esmerado o incorporación de abonos verdes que proporcionan bajo múltiples aspectos condiciones ecológicas favorables, cuyo costo se halla con creces compensado en los rendimientos a obtenerse (estas consideraciones se refieren por ahora únicamente al cultivo cerealero).

Las correlaciones generales de los rendimientos con los componentes del suelo y de estos entre sí, en el cultivo del trigo IVx realizado en el mismo conjunto de parcelas en 1927, nos revelan los guarismos que insertamos en el cuadro que va a continuación:

(Ver cuadro mencionado en la página que sigue).

Correlaciones fito-agrológicas del ensayo realizado con trigo "Pelón IVx" en el Semillero Nacional "La Estanzuela". Año 1927. (1)

	Rendimiento en q. por Ha.	Humus %	Calcareo ‰	pH. actual	Nitrógeno %	pH. de Cambio	Acido fosfórico ‰	Coloides ‰
Rendimiento en q. por Hectárea	—	0.5088	0.4215	0.4687	0.4850	-0.3285	0.4470	0.1071

Delimitando la influencia de los principales factores de vegetación del suelo determinados a constancia de P^2O^5 , se obtienen los siguientes resultados, con un límite de seguridad para 95 % de 0.362 y para 90 % de seguridad de 0.308:

- r "Rendimiento - Humus" a constancia de $P^2O^5 = 0.3514$.
 r "Rendimiento - pH actual" a constancia de $P^2O^5 = 0.3123$.

En cambio:

- r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de Humus = 0.2330.
 r "Rendimiento - P^2O^5 " a constancia de pH actual = 0.2730.

Correlaciones que conciden con las obtenidas en el ensayo de maíz Cuarentón.

En este año (1927, cultivo de trigo) no se ha podido proceder a la eliminación de varias variantes del suelo, en el cálculo estadístico de "correlación parcial", debido a haberse caracterizado por una modalidad climática tan favorable, que ha tenido la virtud de nivelar hasta cierto grado las diferencias agrológicas existentes como trasuntas de la productividad. Este hecho vuelve a confirmar nuestro concepto, de que en el examen de la tierra hay que tener presente, en primer término, su constitución física, que nos revela la "forma de reacción ante la modalidad climática". Si esta modalidad es desfavorable se destacan las parcelas con buenas características físicas, en caso contrario

(1) Las correlaciones generales entre los diversos factores agrológicos determinados, no se expusieron en este cuadro por ser las mismas del cuadro del ensayo de maíz de "pedigree" realizado en el Instituto Fitotécnico "La Estanzuela" en el año 1926.

se tiende hacia una nivelación de la productividad, limándose, puede decirse, las asperezas agrológicas, dado la coexistencia de un ambiente (clima) en general muy favorable al crecimiento del vegetal.

La cebada cervecera, en 1925, tuvo un año que no se sindicó por sus características tan favorables a la vegetación como 1927. Procediendo al análisis bio-estadístico de "correlación general y parcial" de los cuadros expuesto en el folleto ya mencionado: "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno en la cantidad y calidad de las cosechas", se llegan a las conclusiones que se insertan en el siguiente cuadro indicador de los coeficientes de correlación generales:

Correlaciones generales entre los factores agrológicos determinados y el rendimiento; y entre los factores agrológicos entre sí, en el ensayo de abonos realizado con "Cebada Cervecera" en el Semillero N. de "La Estanzuela" en el año 1925.

	Rend. en q. por Ha.	Humus ‰	Calcareao ‰	pH. Actual	Ar. gruesa ‰
Rendim. en q. por Ha.	—	0.6332	0.6594	0.8423	-0.2741
Humus por ‰ . . .	0.6332	—	0.6483	0.6254	-0.3166
Calcareao por ‰ . . .	0.6594	0.6483	—	0.7560	-0.3497
pH. Actual	0.8423	0.6254	0.7560	—	-0.4703
Arena Gruesa por ‰ . . .	-0.2741	-0.3166	-0.3497	-0.4703	—

Correlaciones generales entre el rendimiento en quintales, peso de mil granos y proteína % por sustancia seca en el mismo ensayo realizado en el Semillero N. de "La Estanzuela". Año 1925.

	Rendimiento en q. por Ha.	Proteína % por sust. seca	Peso de 1000 gramos
Rendimiento en q. por Ha. . . .	—	0.6956	-0.2165
Proteína % por sustancia seca . . .	0.6956	—	-0.2537
Peso de 1000 granos	-0.2165	-0.2537	—

Correlaciones generales entre los factores agrológicos determinados y el rendimiento; y entre los factores agrológicos entre sí, en el ensayo realizado con variedades de "Cebada Cervecera" en la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de Bañados de Medina en el año 1925.

	Rendimiento en q. por Ha.	Humus ‰	Calcareo ‰	PH. actual	Arena gruesa ‰
Rendim. en q. por Ha.	—	0.6890	0.5833	0.7043	-0.2062
Humus por ‰	0.6890	—	0.3070	0.6308	-0.0262
Calcareo por ‰	0.5833	0.3070	—	0.5272	-0.4336
PH. Actual	0.7043	0.6308	0.5272	—	-0.1312
Arena Gruesa por ‰	-0.2062	-0.0262	-0.4336	-0.1312	—

Correlaciones generales entre el rendimiento, proteína porcentual por sustancia seca, peso de mil granos, en el ensayo realizado con "Cebada Cervecera" en la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de Bañados de Medina. Año 1925.

	Rendimiento en q. por Ha.	Peso de 1000 gramos	Proteína ‰ por sustancia seca
Rendimiento en q. por Ha.	—	-0.1772	-0.1409
Proteína ‰ por sust. seca	-0.1409	0.6950	—
Peso de 1000 gramos	-0.1772	—	0.6950

En cuanto a las correlaciones parciales entre rendimiento y cada uno de los factores del suelo determinados a constancia de los demás, nos arroja los siguientes coeficientes, con un límite de seguridad para 95 % de 0.368, en el ensayo realizado en "La Estanzuela".

r "Rendimiento - Humus" a constancia de pH actuales, calcareo y arena gruesa = 0.2653.

r "Rendimiento - pH actuales" a constancia de humus, calcareo y arena gruesa = 0.6995.

r "Rendimiento - Calcareo" a constancia de humus, pH actuales y arena gruesa = -0.0325.

r "Rendimiento - Arena Gruesa" a constancia de humus, calcareo y pH actuales = 0.2746.

La cebada cervecera ha reaccionado especialmente ante el "pH" del suelo, lo que está en concordancia con lo indicado por Arrhenius y Trenel ⁽¹⁾ que adjudican al trigo como reacción más conveniente del suelo de 5-7 y 6-7 pH respectivamente y por lo que atañe a la cebada de 7,2-8 y 7-8 respectivamente.

El mismo año (1925) realizamos un ensayo comparativo de rendimientos con cebada cervecera en la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de Bañados de Medina. ⁽²⁾

Los coeficientes de correlaciones parciales entre rendimiento y cada uno de los factores agrológicos determinados a constancia de los demás, han sido los siguientes: (siendo el límite para 95 % de seguridad de 0.50).

r "Rendimiento - Humus" a constancia de pH actuales, calcareo y arena gruesa = 0.4912.

r "Rendimiento - pH actuales" a constancia de humus, calcareo y arena gruesa = 0.3166.

r "Rendimiento - Calcareo" a constancia de humus, pH actuales y arena gruesa = 0.3609.

r "Rendimiento - Arena Gruesa" a constancia de humus, pH actuales y calcareo = - 0.0491.

Límite para 95 % de seguridad: 0.48.

r "Rendimiento - pH actuales" a constancia de humus y arena gruesa = 0.4620.

r "Rendimiento - Calcareo" a constancia de humus y arena gruesa = 0.4894.

El humus llega a afectar casi un coeficiente significativo a constancia de todos los demás componentes del suelo; y calcareo y pH actuales siempre que no se desglose en la paridad ninguno de ellos, llegan a tener significado como elementos positivos de correlación con el rendimiento.

(1) Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensäurefrage und ihre Nutzenwendung in der praktischen Landwirtschaft. Dr. Max Trénel. Año 1927.

(2) Cuyos resultados se publicaron en "Agros". N.º 110. Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad de la tierra, por el Ing. Jorge Spangenberg. Año 1927.

Este resultado que difiere únicamente en "matices" del anterior (ensayo realizado con cebada cervecera en el Semillero N. de "La Estanzuela") se debe a las características y variación propia de cada lugar que damos a conocer a continuación:

**Semillero N. "La Estanzuela" Escuela de P. y Campo Experimental
de Agronomía de Bañados de Medina**

	Prome- dio	Desvia- ción Típica	Coficien- te de va- riabilidad		Prome- dio	Desvia- ción Típica	Coficien- te de va- riabilidad
Humus ^{0/00} .	38.59	4.80	12.44 %	Humus ^{0/00} .	60.40	6.18	10.23 %
pH. actual .	6.195	0.51	8.23 %	PH. actual .	5.74	0.35	6.10 %
Calcareo ^{0/00}	14.11	6.57	46.56 %	Calcareo ^{0/00}	17.92	1.10	6.14 %
Arena Gr ^{0/00}	274.9	39.66	14.43 %	Arena Gr ^{0/00}	264.6	29.96	11.32 %
Rendimiento	Promedio 12.72 q.	Error Medio ± 0.23 q.		Rendimiento	Promedio 11.9 q.	Error Medio ± 0.44 q.	

En cuanto a la influencia del humus en el ensayo de Bañados de Medina como codeterminante con la reacción (y mismo en mayor grado aún) del monto de los rendimientos, se explica si se tiene en cuenta que las tierras de Bañados de Medina son más arcillosas (tenaces) que las de la Estanzuela y el clima también algo continental en relación al de éste último. El humus ha atenuado la tenacidad y aumentado el "stock" de agua para soportar mejor los contratiempos de un verano más riguroso. (1) La acción beneficiosa del humus ha resaltado más en este ensayo debido también a la demora de la fecha de siembra del ensayo (26 de Agosto).

Estos resultados confirman la importancia del contenido húmico y como corolario de la materia nitrogenada del suelo, hecho que ya se puso de relieve al establecer las correlaciones fito-agrológicas para el maíz (cultivo de verano).

(1) El ensayo de cebada cervecera realizado en Bañados de Medina comprendía 4 variedades distintas que se pudieron involucrar a los efectos del cálculo de correlación por arrojar todas ellas variaciones perfectamente compatibles.

A continuación ponemos de relieve en los gráficos que siguen la variación de los rendimientos de maíz, trigo y cebada cervecera (tanto de Estanzuela como de Bañados de Medina) en función de la oscilación del humus, pH actual, y nitrógeno (éste último en relación al trigo y maíz).

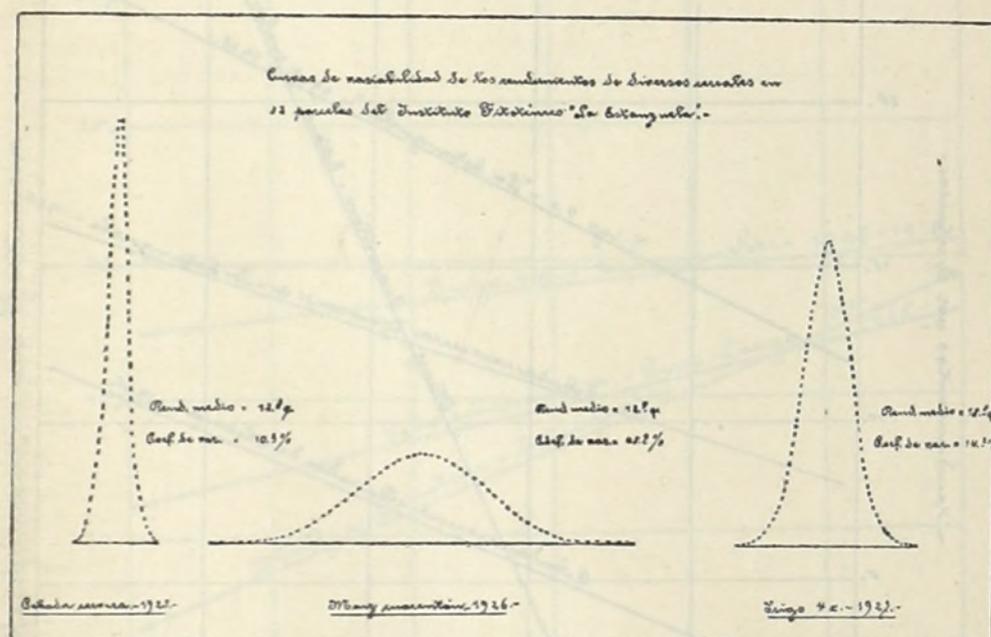
Llama la atención la reacción extraordinaria del maíz ante el aumento en el contenido húmico del suelo, hecho que confirma los resultados obtenidos en el capítulo II al proceder al análisis estadístico, que establece una mayor variación imputable a la heterogeneidad del suelo que a la distinta modalidad climática de los años.

También se exponen en los gráficos las curvas de variabilidad de los rendimientos de trigo, maíz, y las de las cebadas cerveceras de Estanzuela y Bañados de Medina.

Modalidad de la asimilación del nitrógeno en cereales de invierno y verano

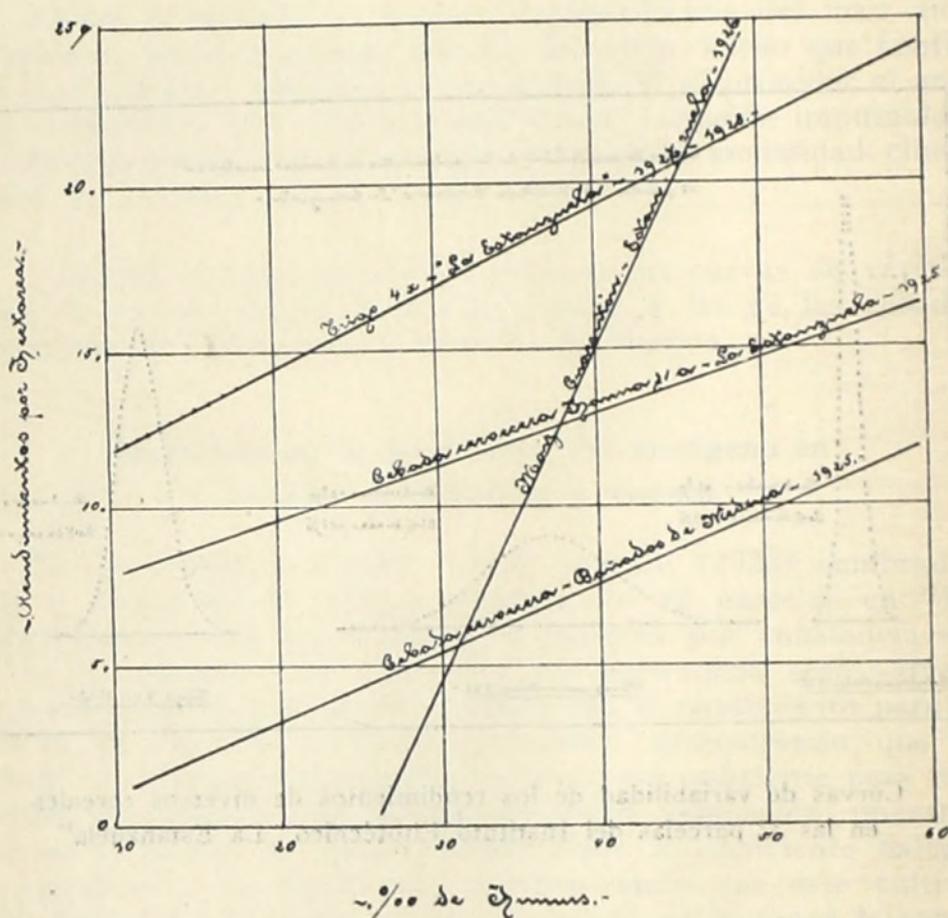
En la cebada cervecera (1925) y maíz (1926) sembrados más o menos en el mismo conjunto de 32 parcelas en "La Estanzuela" se ha determinado, la proteína por substancia seca de los granos. Esta (proteína por substancia seca) arroja un coeficiente de correlación positivo con el rendimiento para el cultivo de invierno (cebada cervecera), demostrando que el "stock" de nitrógeno asimilable del suelo era suficiente para responder con creces a las necesidades de la vegetación, mientras que en el cultivo de verano (maíz 1926) el coeficiente hallado es negativo y de significado, exteriorizando que este cultivo, muy ávido de nitrógeno, no ha encontrado en la tierra la cantidad de dicho elemento en forma soluble, y en una cantidad tal como para responder en idéntica proporción a las exigencias de una vegetación más vigorosa.

CULTIVO	Coefficiente de correlación	Límite para un 95 % de seguridad
Cebada cervecera (1925)	0.6956	0.35
Maíz (1926)	-0.5774	0.356



Curvas de variabilidad de los rendimientos de diversos cereales en las 32 parcelas del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela"

Variación de los rendimientos cereales en función de las fluctuaciones del contenido húmico del suelo.



Variación de los rendimientos cereales en función del Humus por o/oo

Fórmulas de las regresiones lineales:

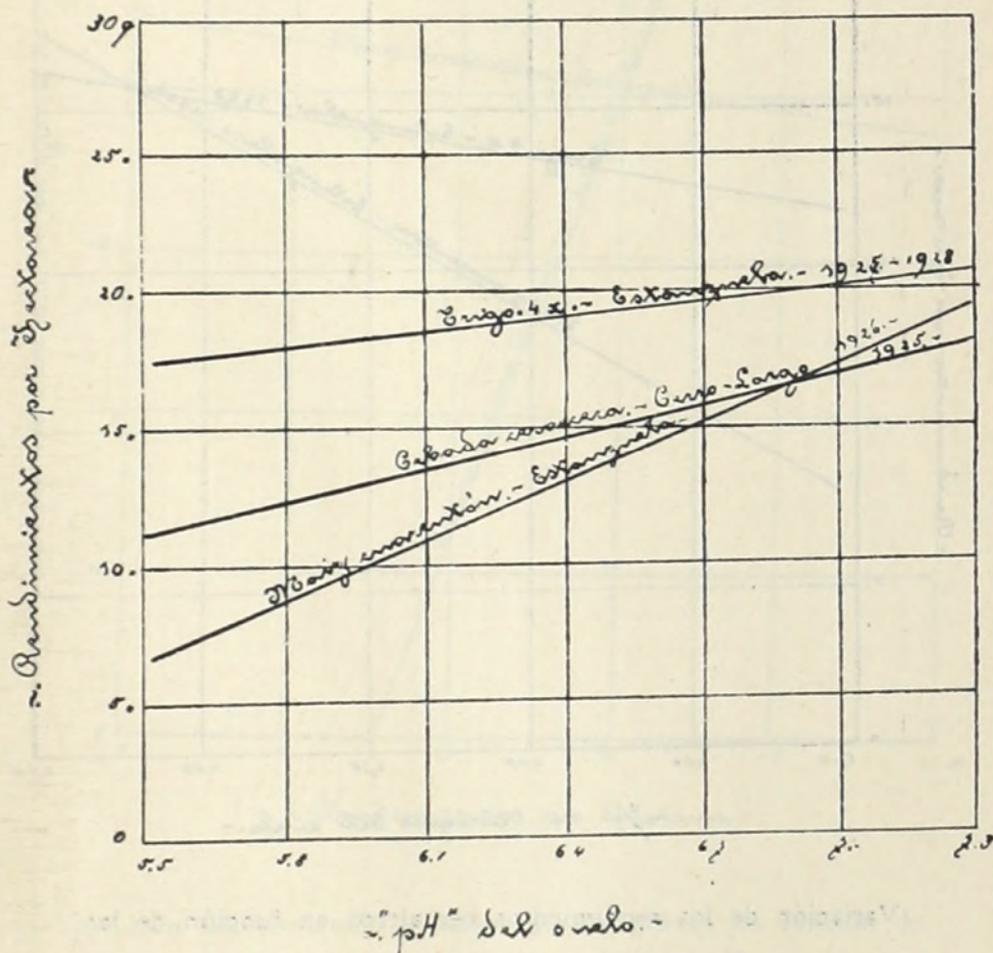
Maíz (Estanzuela, 1926) $y = -26.29 + 1.0353 x$

Cebada cervecera (Estanzuela, 1925) $y = 6.11 + 0.1708 x$

Cebada cervecera (Cerro Largo, 1925) $y = -0.97 + 0.2130 x$

Trigo Pelón IX x (Estanzuela, 1927), $y = 9.20 + 0.2537 x$

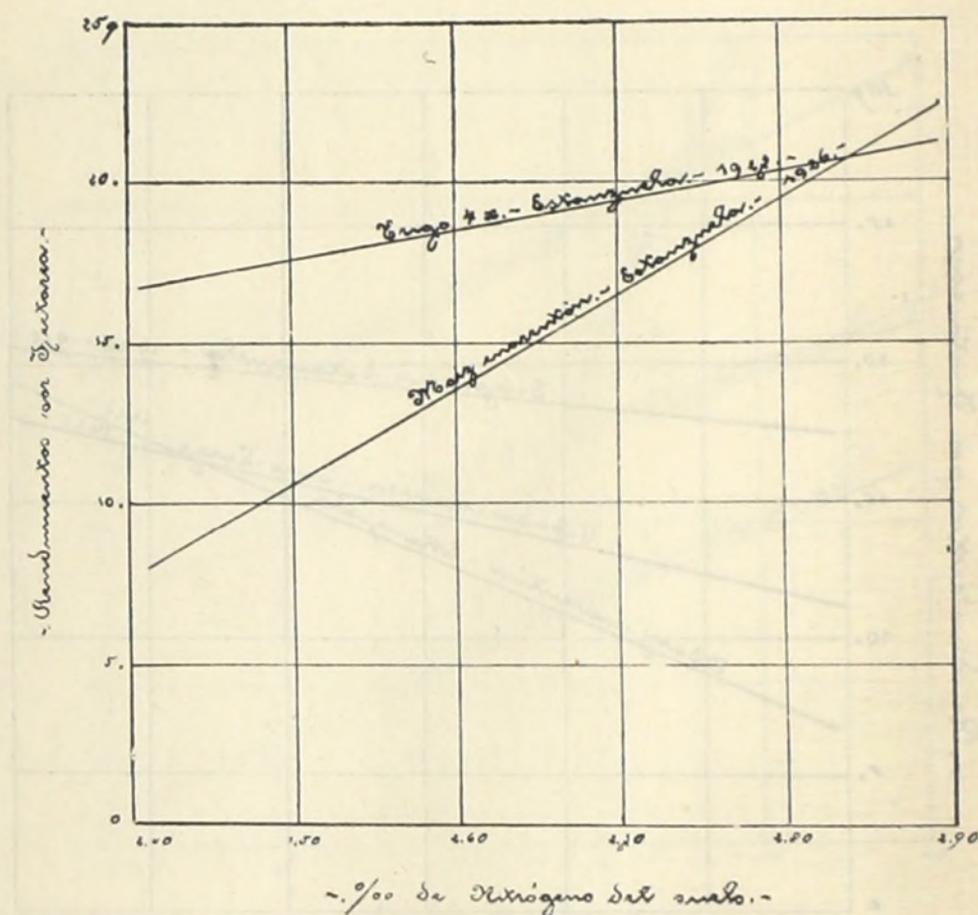
Variación de los rendimientos cereales en función de la oscilación de "pH" del suelo.



Variación de los rendimientos cereales en función del "pH" del suelo

Trigo IV x (Estanduela, 1927) $y = 7.36 + 1.788 x$
 Maíz Cuarentón (Estanduela, 1926) $y = -0.56 + 2.1388 x$
 Cebada cervecera (Cerro Largo, 1925) $y = -9.99 + 3.84 x$

Variación de los rendimientos cereales en función
de las fluctuaciones del nitrógeno del suelo.

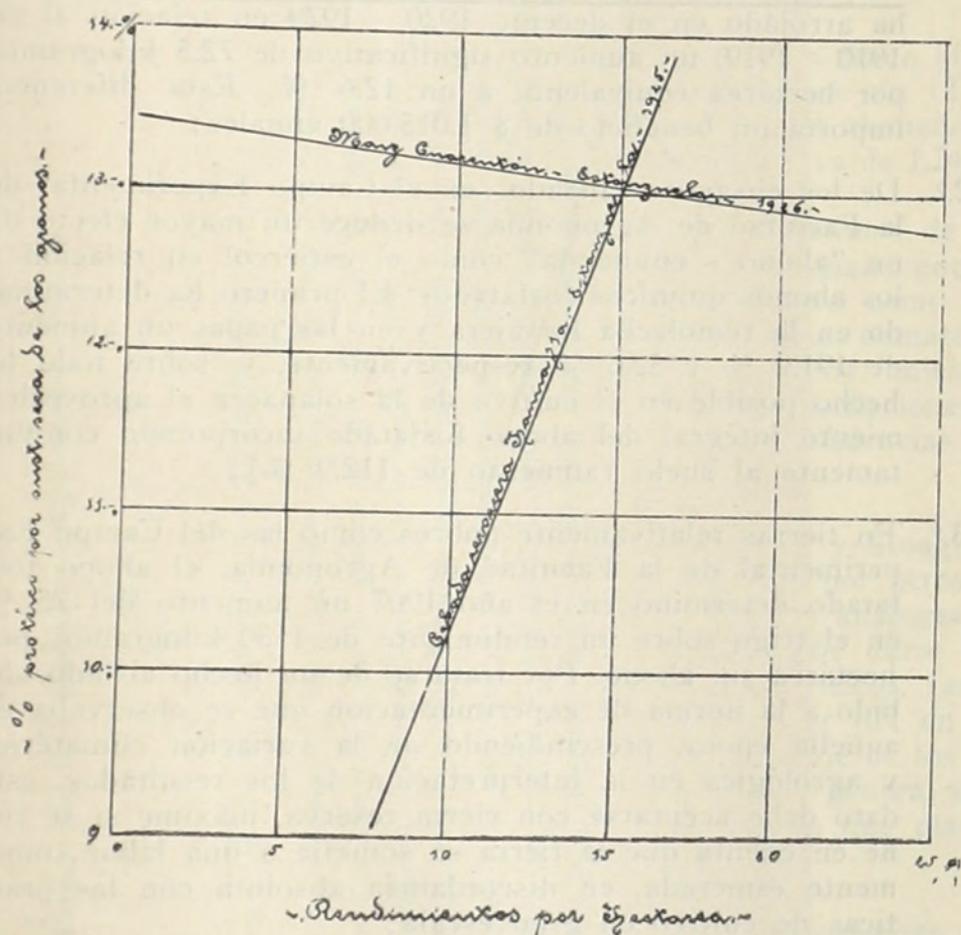


Variación de los rendimientos cereales en función de las
fluctuaciones del nitrógeno del suelo

$$\text{Trigo Pelón 4 x; } y = - 0.18 + 7.3577 x$$

$$\text{Maíz Cuarentón; } y = - 34.165 + 7.3539 x$$

Variación del contenido protéico de los granos en función de las oscilaciones del rendimiento.



Variación del contenido protéico de los granos en función de las oscilaciones del rendimiento

Cebada cervecera (Estanzuela, 1925) $y = 4.65 + 0.55 x$
 Maíz Cuarentón (Estanzuela, 1926) $y = 13.45 - 0.0273 x$

Conclusiones

- 1.º En el mejoramiento de nuestra producción triguera se destaca entre todos el factor semilla de "pedigree" que ha arrojado en el decenio 1920 - 1929 en relación al de 1910 - 1919, un aumento significativo de 72.5 kilogramos por hectárea equivalente a un 12.6 %. Esta diferencia importa un beneficio de \$ 1.015.000 anuales;
- 2.º De los ensayos realizados en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía se deduce un mayor efecto de un "abono - enmienda" como el estiércol en relación a los abonos químicos fosfatados. El primero ha determinado en la remolacha forrajera y en las papas un aumento de 191.9 % y 52.6 % respectivamente, y, sobre todo ha hecho posible en el cultivo de la solanácea el aprovechamiento integral del abono fosfatado incorporado conjuntamente al suelo (aumento de 112.9 %);
- 3.º En tierras relativamente pobres como las del Campo Experimental de la Facultad de Agronomía, el abono fosfatado determinó en el año 1907 un aumento del 25 % en el trigo sobre un rendimiento de 1130 kilogramos por hectárea sin abono. Por tratarse de un hecho aislado, debido a la norma de experimentación que se observaba en aquella época, prescindiendo de la variación climática y agrológica en la interpretación de los resultados, este dato debe aceptarse con cierta reserva, máxime si se tiene en cuenta que la tierra se sometía a una labor sumamente esmerada, en discordancia absoluta con las prácticas de cultivo en gran escala;
- 4.º La inoculación artificial de la simiente de alfalfa con "bacillus radicicola" ha determinado en los primeros dos cortes, un aumento notable en la producción, aumento que tiende a reducirse, nivelándose casi siempre la producción en el segundo año de las parcelas inoculadas con las testigo. Como existen diversos tipos de "bacillus radicicola" que ostentan carácter específico para grupos de diversas leguminosas, se impondría cultivar aquellos tipos que requieran las leguminosas exóticas en los ensayos de aclimatación;
- 5.º El ensayo permanente de abonos realizado con trigo en el Instituto Fitotécnico "La Estanzuela" durante quince

- años consecutivos no permite señalar, apesar de haber procedido a un prolijo análisis de la variación, una disminución en el grado de fertilidad del suelo (resultado que únicamente es válido para las características agrológicas de aquel campo de experimentación);
- 6.º El referido ensayo ha arrojado para el trigo como efecto del abonado un aumento de aproximadamente un 12 %; en el maíz durante los años 1922 - 1927 el abonado ha provocado una "plus - producción" significativa de 1.24 %;
 - 7.º El análisis de la variación del ensayo de abonos de trigo y maíz en "La Estanzuela" indica al maíz, por las fluctuaciones de los rendimientos observadas, como más sensible a la variación agrológica que a la climática (por lo menos dentro del período estudiado); mientras que en el trigo se han registrado mayores oscilaciones en su productividad como consecuencia de influencias climáticas;
 - 8.º Del estudio de las correlaciones agrológicas y fitoagrológicas halladas por el autor y corroboradas por otros investigadores en experiencias más o menos análogas, se deduce que en el análisis de los suelos debe darse preferencia a la determinación de los agentes físicos, (arena gruesa) y físico-químicos (humus y el valor pH en sus distintas manifestaciones) en relación al dosaje de los elementos químicos (materias nutritivas) que en general aportan escasa luz sobre los diversos problemas que plantea en la práctica la explotación del suelo;
 - 9.º Las mismas correlaciones referenciadas nos permiten sentar el concepto, que la mayor o menor cantidad de las materias nutritivas, (siempre que no acuse una deficiencia real) no pueden aceptarse, ni aún teniendo en cuenta su grado de solubilidad, como índice de la capacidad productiva del suelo, si se prescinde de las características físicas del mismo;
 - 10 Se ha observado en un cultivo cerealero de verano (maíz) una disminución correlativa en el contenido proteico de los granos con el aumento de los mismos rendimientos en la misma tierra cultivada con cebada cervecera. La relación hallada revela paralelismo entre el aumento proteico y de los rendimientos. Este hecho es menester tomarlo

en cuenta al encarar el valor bromatológico de los distintos forrajes a explotar según la estación que comprenda su ciclo vegetativo.

Técnica analítica observada

Análisis de las tierras

Determinación del pH actual:

Se determinó electrométricamente utilizando electrodos de quinhidrona ⁽¹⁾ y también por procedimientos colorimétricos en el aparato Hellige con colorantes de Clark y Lubs y por el procedimiento Merck con el indicador Universal de dicha casa, como igualmente por el método Comber modificado por el Dr. Günther. Los cálculos se basan exclusivamente sobre los datos suministrados por la determinación electrométrica.

Determinación de pH potenciales:

Se utilizó el procedimiento Merck con el indicador Universal.

Determinación del humus:

Se siguió un método por combustión empleando como oxidante el bicromato de potasio en presencia de ácido sulfúrico. ⁽²⁾

Determinación de la Arena Gruesa:

Empleóse el método por decantación de Schloesing.

(1) Las determinaciones electrométricas se realizaron en el Instituto de Química Industrial, en el potenciómetro de Leeds y Northrup, que posee esa entidad, y que me fué amablemente cedido por el Director del Instituto, señor Angel Goslino, atención que agradezco.

(2) Para mayores detalles consultar "Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad de la tierra", por el Ing. Jorge Spangenberg, "Agros". N.º 110. Año 1927.

Determinación de coloides:

Se siguió el método del Dr. Georges Bouyoucos de la Michigan Agricultural Experiment Station. (3)

Determinación del calcareo:

Empleóse el procedimiento de análisis volumétrico (oxidimetría).

Determinación del nitrógeno:

Se efectuó por el procedimiento Kjeldahl.

Determinación del ácido fosfórico (P^2O^5):

Se determinó en la solución nítrica del suelo por medio de molibdato de amonio según la técnica indicada por Lagatu y Sicard.

b) Análisis de las cosechas**Determinación de la proteína porcentual:**

Se determinó según el método Kjeldahl, utilizándose el factor 6.25.

BIBLIOGRAFÍA

Drs. Dammann y Schroeder. — Ensayos de cultivos efectuados en el Campo Experimental de Agricultura. Revista N.º 3 de la Sección Agronomía de la Universidad de Montevideo. Año 1907.

Drs. Dammann y Schroeder. — Ensayos de cultivo. 1) Ensayo permanente de abonos. Revista N.º 4 de la Sección Agronomía de la Universidad de Montevideo. Año 1908.

Drs. Dammann y Schroeder. — Ensayos de cultivo con diferentes abonos fosfatados. Revista N.º 5 del Instituto de Agronomía de Montevideo. Año 1909.

(3) "Soil Science". Volume XXV. Number 6. June 1928. Baltimore. Maryland.

Drs. Dammann y Schroeder. — Ensayos de cultivo con diferentes abonos fosfatados. Revista N.º 7 del Instituto de Agronomía de Montevideo. Año 1910.

Dr. Alberto Boerger e Ing. Gustavo Fischer. — El problema agrícola de la República Oriental del Uruguay. Año 1922.

Ings. Samuel Moreira Acosta y Manuel F. Mendizábal. — Contribución al estudio del Problema Forrajero en el Uruguay. Año 1916.

Dr. Alberto Boerger. — "Observaciones sobre Agricultura". Año 1928.

Informe de la Comisión Especial de Estudio. — El trigo "Artigas". Su valor agrícola-industrial. Año 1928.

Ing. Jorge Spangenberg. — El trigo Kanred. Contribución al estudio de su valor agrícola-industrial. Revista de la Asociación Rural del Uruguay. Año LVI. N.º 5. Año 1929.

Ing. Bernabé Caravia. — Influencia del "medio exterior" en los rendimientos de los principales trigos de pedigree. Revista N.º 2 de la Facultad de Agronomía. Año 1929.

Ings. Arturo Soneira y José M. Guerra. — Contribución al estudio de la determinación de las tierras y zonas más aptas para fomentar la producción citrícola en el Uruguay. Revista N.º 2 de la Facultad de Agronomía. Año 1929.

Ings. Gustavo Spangenberg y Manuel Canel. — El trigo Artigas. Su valor agrícola-industrial. Revista N.º 3 de la Facultad de Agronomía. Año 1930.

Dr. Max Trénel. — Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensaurefrage und ihre Nutzenwendung in der praktischen Lamtnirtsschrift Año 1927.

Ing. Gustavo J. Fischer. — Experimentación Agrícola. Cuarta contribución al estudio de sus problemas. Revista N.º 2 de la Facultad de Agronomía. Año 1929.

Ing. Gustavo Spangenberg. — Influencia de la concentración de iones de hidrógeno del suelo en la cantidad y calidad de las cosechas. 1926.

Ing. Jorge Spangenberg. — Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad de la tierra (cálculo estadístico y correlaciones fito-agrológicas). "Agros". N.º 110. Año 1927.

Fé de erratas

Revista de la Facultad de Agronomía. - N.º 5

En la página 199, en la conclusión N.º 10, debe decir:

10.^a Se ha observado en un cultivo cerealero de verano (maíz) una disminución correlativa en el contenido proteico de los granos con el aumento de los rendimientos. En la misma tierra cultivada con cebada cervecera la relación hallada revela paralelismo entre el aumento proteico y el aumento de los rendimientos. Este hecho es menester tomarlo en cuenta al encarar el valor bromatológico de los distintos forrajes a explotar según la estación que comprende su ciclo vegetativo.