

## Tesis de Posgrado

# Relaciones entre algunos elementos del suelo y el contenido proteico del grano de trigo

Caravello, Roberto Victorio Armando

1950

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Química de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Caravello, Roberto Victorio Armando. (1950). Relaciones entre algunos elementos del suelo y el contenido proteico del grano de trigo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0627\\_Caravello.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0627_Caravello.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Caravello, Roberto Victorio Armando. "Relaciones entre algunos elementos del suelo y el contenido proteico del grano de trigo". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1950. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0627\\_Caravello.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0627_Caravello.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

# Relaciones entre algunos Elementos del Suelo

y

# el Contenido Proteico del Grano de Trigo

(TESIS)

POR

Roberto Victorio Armando Caravello

PARA OPTAR AL TITULO  
de  
DOCTOR EN QUIMICA

*Tesis:*



BUENOS AIRES  
1950

Año del Libertador General San Martín

**A la memoria de mi madre**

**ANGELA NAPOLITANO DE CARAVELLO**

**(Q.E.P.D.)**

## C O N T E N I D O

|  | Pág. |
|--|------|
| Prólogo del autor .....  | 1    |
| <br><b>PARTE PRIMERA</b><br><br><u>ANTECEDENTES Y PLANTEO DEL PROBLEMA</u>   |      |
| Capítulo I - <u>La calidad del trigo y el contenido proteico</u> ....  | 5    |
| 1 - La calidad en el trigo .....   | 5    |
| 2 - Factores que determinan la calidad del trigo ..  | 6    |
| 3 - Variación cuantitativa del contenido proteico .  | 9    |
| 4 - El contenido proteico en función de la calidad industrial .....  | 16   |
| Capítulo II - <u>Relaciones entre los principales elementos del suelo y el contenido proteico del grano de trigo</u> | 19   |
| 1 - La síntesis proteica en la planta de trigo .....   | 19   |
| 2 - Los elementos del suelo y el contenido proteico  | 22   |
| 3 - Otros factores que gravitan sobre el contenido proteico .....  | 26   |
| <br><b>PARTE SEGUNDA</b><br><br><u>APORTE EXPERIMENTAL</u>   |      |
| Capítulo III - <u>Técnicas de campo y laboratorio</u> .....  | 29   |
| 1 - Ubicación geográfica de los ensayos .....  | 29   |
| 2 - Variedades consideradas .....  | 32   |
| 3 - Disposición de los ensayos .....   | 34   |
| 4 - Observaciones a campo .....  | 34   |
| 5 - Estudios de los suelos .....   | 36   |

|  | Pág. |
|--|------|
| 6 - Estudios de los granos .....                       | 46   |
| Capítulo IV - <u>Resultados e interpretación</u> ..... | 48   |
| 1 - Resultados .....                                   | 48   |
| 2 - Interpretación .....                               | 48   |
| <u>Conclusiones</u> .....                              | 72   |
| Bibliografía consultada .....                          | 74   |
| Sumario .....  | 77   |
| Summary .....  | 78   |

PROLOGO

En el período anterior a la segunda guerra mundial, los esfuerzos realizados en distintos países con miras a un abastecimiento propio en sus necesidades trigueras, dieron particular impulso al estudio de los factores que gravitan no solo sobre el rendimiento, sino también sobre el contenido proteico del grano de trigo.

Restablecida la normalidad interrumpida por la guerra, esos estudios cobran nuevo valor, en particular para la Argentina ubicada siempre entre los mayores exportadores cerealeros. Para el mantenimiento de nuestros tradicionales mercados compradores, no basta el aumento global de nuestra producción, sino que es necesario abaratarla, aumentando el rendimiento por hectarea; por otra parte se impone el mejoramiento constante de nuestros trigos, con lo que podremos afrontar el doble aspecto de los bajos precios y de la buena calidad. A uno y otro resultado se ha de llegar no solo por la mecanización y la selección de nuevas variedades; el conocimiento de la vinculación de los elementos del suelo con el rendimiento y con la calidad triguera, ha de ayudar al logro de aquellos fines y por lo tanto, cuanto se haga por ampliar ese conocimiento, significará un aporte real a la economía del país.

El Instituto de Suelos y Agrotecnia, interpretando el verdadero valor de tales estudios, ha iniciado en el año 1946 y a sugestión del Ing. De Fina, un trabajo que abarca el trienio 1946-1947-1948, con miras a esclarecer las relaciones entre algunos elementos del suelo y el rendimiento en grano de tres variedades de trigo de distinto hábito vegetativo. Se ha aprovechado con ese objeto las siembras geográfico-

experimentales que la División Red Oficial de Ensayos Territoriales, dependiente de la Dirección de Producción de Granos y Forrajes, realiza anualmente en estaciones experimentales oficiales y campos particulares que integran aquella red.

Si bien las vinculaciones del suelo con la calidad, no eran consideradas en el plan original de trabajo, la circunstancia de haber solicitado autorización para realizar mi tesis doctoral en los laboratorios de aquel Instituto, llevó a su Dirección a sugerirme como tema de mi trabajo, el estudio de las relaciones de los elementos más importantes del suelo con el contenido proteico, uno de los aspectos de la calidad del grano de trigo. He tenido, así, la oportunidad de realizar un estudio que por sus características particulares se aparte de cuantos figuran en la bibliografía a mi alcance, ya que él se ha llevado a cabo sobre la base de ensayos a campo en condiciones normales de producción y sin abonado, en las principales zonas trigueras del país, lo que confiere a las conclusiones alcanzadas, la posibilidad de un aplicación real en la práctica.

La ejecución del trabajo en sí, se vió facilitada por la buena disposición hallada entre el personal del Instituto de Suelos y Agrotecnia, en particular el de la División Fertilidad y Nutrición Vegetal que en todo momento me brindó su colaboración desinteresada, sin olvidar por ello a las secciones Física y Mecánica, Mapoteca y Fotografía.

El asesoramiento recibido de mi padrino de tesis, Ing. Agr. Alfredo M. Offermann y del Ing. Agr. Armando L. De Fina, me obliga a un particular reconocimiento por el interés tomado en mi trabajo.

Dejo constancia de mi especial agradecimiento a los Ings. Agrs. Marino J. R. Zaffanella y Pedro Cepero, quienes me facilitaron las muestras de suelo y de grano respectivamente. Hago extensivo ese agradecimiento a los Sres. Luis Sabella y Juan B. Fernandez que me brindaron su colaboración no solo en el laboratorio químico sino también en el cálculo estadístico y a los Sres. Pascual Betrillo, Gaspar Causa, Miguel A. Medici, Guillermo Estany y Oscar Menini que contribuyeron en la presentación del trabajo.

*Roberto V. A. Caravello*

Roberto V. A. Caravello

"Año del Libertador General San Martín"  
Buenos Aires, Agosto de 1950



PARTE PRIMERA

ANTECEDENTES Y PLANTEO DEL PROBLEMA

## CAPITULO I

### LA CALIDAD DEL TRIGO Y EL CONTENIDO PROTEICO

#### La calidad en el trigo

La calidad del trigo es de difícil definición, dado que el grano es una materia prima y la harina un producto semimanufacturado, o sea, un artículo de más valor para los productores que para los consumidores. Es característica común de muchos artículos ser valorados de acuerdo con su comportamiento y en el caso del trigo, al molinero atañe la forma como se muele el grano, al panadero como se panifica la harina y al consumidor, en general, la apariencia y sabor del pan. Por consiguiente, es muy difícil conseguir algo que se asemeje al ideal de clasificación, puesto que tales tipos y grados debieran basarse en pruebas de comportamiento y utilidad.

Podemos decir, sin embargo, que la alta calidad en el trigo significa capacidad de extracción de harina de elevada absorción de agua y que produzca panes del agrado del consumidor, es decir, de gran volumen, de textura excelente y con una corteza de forma redondeada y elevada en su parte superior; una harina de tales características se llama fuerte, porque posee buena fuerza panadera. Este concepto de la calidad puede variar, sin embargo, con los cambios en el arte y práctica de la molinería y panificación. En el siglo XIX, en su última década, fué testigo de uno de esos cambios como consecuencia de la introducción del molino a cilindros. Antes de esa época se preferían los trigos blandos a los duros, especialmente porque cuando se molían con piedras (muelas) aquellos producían una harina de mayor blancura que los últimos; en cambio a partir de entonces los duros se han vendido

siempre a un precio mayor, porque las nuevas técnicas permitían obtener a partir de ellos, harina de tan buen aspecto como la que resultaba de la molienda de los trigos blandos.

### Factores que determinan la calidad del trigo

Considerada en tales términos, la calidad es la resultante de un gran número de factores que pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

- 1 - presencia de cuerpos extraños
- 2 - presencia de granos dañados
- 3 - presencia de granos anormales
- 4 - características inherentes al trigo mismo.

La última de estas categorías, es decir, la que se refiere a las propiedades intrínsecas del grano, comprende, a su vez:

- a - peso hectolítrico
- b - contenido proteico
- c - calidad del gluten
- d - calidad industrial
- e - presencia de granos panza blanca

El peso hectolítrico está directamente relacionado con el rendimiento en harina. En general y para la misma variedad, cuanto mayor sea el peso hectolítrico, mayor será la extracción de harina, tal como lo demostraron Shaw y Gaumnitz (1911) moliendo muestras de trigo de un tamaño determinado de grano. También hallaron la tendencia dentro de la variedad, de que los granos más grandes eran los más duros, que como se notará, es también un índice del rendimiento en harina. Es

obvio, entonces, que el peso hectolítrico es una característica muy importante para los molineros, atribuyéndosele mayor importancia en Europa que en América.

Pasemos ahora a considerar los cuatro factores restantes, que son los que particularmente nos interesan.

La mayor importancia del contenido proteico surge de su contribución a la obtención de un pan de buen aspecto y que sea fácilmente digerible, manifestándose su acción beneficiosa durante todo el proceso de panificación y por medio de las dos principales proteínas presentes en la harina, es decir, por la gliadina y la glutenina que juntas forman el gluten, que a su vez se constituye en el verdadero esqueleto o sostén de las masas obtenidas en el empastado de la panificación, operación en la cual el gluten absorbe hasta dos veces su peso en agua.

En la etapa siguiente, conocida con el nombre de fermentación panaria, las proteasas, enzimas proteolíticas de enorme importancia, atacan el gluten dando lugar a productos más elásticos y resistentes a la presión ejercida por los gases producidos en la fermentación de los azúcares resultantes del desdoblamiento del almidón, sacarosa y maltosa normalmente presentes en la harina; en esta forma se favorece la obtención de masas levantadas, al evitar el escape del  $\text{CO}_2$  que luego al dilatarse por el calor, en el horneado, comunica al pan porosidad y ligereza; el gluten regula, también, con sus propiedades elásticas esa dilatación, siempre que durante la fermentación no se haya sobrepasado el punto óptimo, porque de lo contrario la degradación conduciría a productos faltos de cohesión y por consiguiente incapaces de retener los gases, con lo que resulta un pan aplastado.

En la cocción a la par que se inactivan las enzimas, se produce la coagulación del gluten que se une al almidón en forma tal, que

ya no es posible separarlo por simple levigación.

A través de todo este proceso, pues, el gluten contribuye a la obtención de panes esponjosos y de gran volumen. Sólo las harinas bien provistas de proteínas pueden dar un pan de este tipo, mientras que las pobres no tienen resistencia, fuerza de cohesión ni elasticidad, absorben menores cantidades de agua y con ellas se obtienen masas blancas, acuosas, pegajosas y panes chicos, pesados, no esponjosos, de cáscara irregular, reventada en algunos puntos y cubierta de bollos en otros, todo lo cual da a los mismos un aspecto desagradable.

Es con el objeto de evitar todos estos inconvenientes que las harinas flojas se mezclan con otras más fuertes y es con ese mismo objeto que en algunos países se sugirió el enriquecimiento de las harinas pobres en proteínas mediante el agregado de polvo de leche magra o de gluten seco.

No es suficiente, sin embargo, considerar el contenido proteico sólo en su aspecto cuantitativo, porque la calidad del mismo, aún cuando existan dudas acerca del modo de evaluarla, es un factor de importancia para juzgar el valor de una harina.

A fines del siglo pasado, Guess (1900), sugirió la relación gliadina-glutenina como factor de calidad, la que fué aceptada universalmente y adoptada en la industria molinera y harinera. Sin embargo bien pronto comenzaron a surgir las primeras dudas acerca de su verdadero valor, pronunciándose en este sentido König y Rintelen (1904), Ramsted (1909), Shutt (1910); el resultado de todo ello fué que se propusieran nuevas relaciones las que resultaron de escaso valor, continuándose en el uso de la primera.

El estudio de las proteínas del gluten en los últimos tiempos, ha introducido un nuevo y más importante factor de incertidumbre

representado por la falta de seguridad acerca de la verdadera individualidad de la gliadina y de la glutenina (Csonka y Jones, 1927; McCalla y Gralen, 1942). En el estado actual de nuestros conocimientos cabrían tres posibilidades para explicar la variación en las propiedades físicas de las distintas fracciones del gluten:

1 - admitir que esté formado por tres o cuatro proteínas presentes en distintas proporciones.

2 - aceptar procesos de conversión de tipo fermentativo, lo cual es muy discutible.

3 - considerar al gluten como un sistema proteico que varía progresiva y regularmente en propiedades físicas y químicas.

Resulta difícil decidir cual de las tres posibilidades es la correcta y en ese sentido es informativa la opinión de Crescini; "conviene dejar por ahora este problema insoluble a las investigaciones venideras".

Vemos pues que la predicción de la calidad basada en la relación gliadina-glutenina es muy frágil y es por ello que en la actualidad el criterio imperante es el de atribuir mayor importancia al contenido total de proteína y a las propiedades coloidales del gluten, que a la constitución química de éste. De allí el interés por el estudio de las variaciones observadas en las cantidades de proteínas contenidas en el grano de trigo.

#### Variación cuantitativa del contenido proteico

El contenido proteico considerado cuantitativamente no representa un valor constante, sino que varía dentro de límites muy amplios,

como pudo comprobar Königs ya en 1889, estudiando los trigos de Europa y en particular los de Alemania (Cuadro Nº 1). Al considerar los valores logrados por ese autor, debemos tener en cuenta que ellos son anteriores a la aparición del método Kjeldahl para la valoración del nitrógeno y que están expresados, considerando a las proteínas como sustancias nitrogenadas, sin emplear factor de conversión.

Cuadro Nº 1

Valores de proteína, en por ciento en peso, hallados  
por Königs en trigos europeos (1889)

|                         | Máximo          | Mínimo        |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| Sud y Oeste de Alemania | 19,01           | 8,83          |
| Toda Alemania           | 21,18           | 7,60          |
| Toda Europa             | 24,16 (Caucaso) | 7,07(Escocia) |

Más reciente es el estudio de Ginnis en los Estados Unidos trabajando con un trigo duro de primavera cultivado en el año 1920 en Havre (Montana) y en Waterwille (Washington) y al año siguiente en Fargo (N. Dakota) y en Puyallup (Washington); los resultados obtenidos (Cuadro Nº 2) nos muestran como varía con la zona de cultivo el contenido proteico de una misma variedad.

Cuadro N° 2

Valores de proteína en por ciento, hallados por Ginnis en un trigo duro cultivado en distintas zonas de los Estados Unidos.

| Localidad               | Año  | Proteína | Diferencia |
|-------------------------|------|----------|------------|
| Havre (Montana)         | 1920 | 18,24    |            |
| Waterwille (Washington) | 1920 | 9,19     | 9,05       |
| Fargo (N. Dakota)       | 1921 | 16,10    |            |
| Puyallup (Washington)   | 1921 | 9,98     | 6,12       |

En los últimos tiempos el tema ha merecido la atención de distintos investigadores, pero resulta particularmente interesante el estudio realizado por Bailey en los Estados Unidos y cuyos resultados fueron publicados en el Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. (1941).

En ese trabajo el autor ha distribuido los datos correspondientes a las cosechas de trigo de primavera comprendidas entre los años 1925 - 1938 inclusive y que totalizan unos 4000 análisis. Sin entrar a un detenido examen de los datos o de las razones de las grandes diferencias observadas entre algunos de los períodos de cultivo, surge de los Cuadros 3, 4 y 5 que los años 1925, 1927 y 1928 fueron más bajos, en lo que se refiere al contenido proteico, que los siguientes y que en dos de ellos esas diferencias son relativamente pequeñas; en esas estaciones las lluvias y las condiciones climáticas fueron normales, mientras que, como las condiciones de sequía imperantes en el norte del área de la Gran Planicie se hicieron más y más agudas durante el período 1929-1936, hubo un aumento en el contenido proteico y una tendencia hacia grandes variaciones en esta característica de los cultivos del trigo.



Porcientos promedios de contenido proteico en trigo spring, por cosecha (Bailey)

| Año  | Minnesota |  | N. Dakota |  | S. Dakota |  | Montana |  | Totales |             |            |
|------|-----------|--|-----------|--|-----------|--|---------|--|---------|-------------|------------|
|      | %         |  | %         |  | %         |  | %       |  | %       | des. stand. | hu. med. % |
| 1925 | 11,90     |  | 11,22     |  | 12,47     |  | 14,30   |  | 12,49   | 1,34        | -----      |
| 1926 | 12,47     |  | 13,19     |  | 14,02     |  | 14,26   |  | 13,28   | 1,55        | 13,7       |
| 1927 | 11,70     |  | 11,82     |  | 12,26     |  | 12,46   |  | 11,96   | 0,78        | 13,2       |
| 1928 | 12,46     |  | 12,23     |  | 12,69     |  | 12,60   |  | 12,42   | 0,77        | 13,4       |
| 1929 | 12,05     |  | 13,75     |  | 13,64     |  | 13,30   |  | 13,70   | 1,41        | 13,4       |
| 1930 | 12,95     |  | 14,75     |  | 15,50     |  | 15,80   |  | 14,85   | 1,47        | 13,1       |
| 1931 | 14,00     |  | 15,20     |  | 15,66     |  | 16,88   |  | 15,00   | 1,22        | ----       |
| 1932 | 13,87     |  | 14,11     |  | 14,12     |  | 15,10   |  | 14,21   | 0,99        | 11,7       |
| 1933 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 15,03   | 0,89        | 11,5       |
| 1934 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 14,80   | 1,04        | 11,4       |
| 1935 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 15,30   | 1,71        | 11,8       |
| 1936 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 15,92   | 1,64        | -----      |
| 1937 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 14,83   | 1,28        | 11,6       |
| 1938 | -----     |  | -----     |  | -----     |  | -----   |  | 18,78   | 1,04        | 11,5       |

Cuadro No 4

Porcientos promedios de contenido proteico en trigos rojos blandos de invierno (Bailey)

| Año  | Ohio<br>% | Illinois<br>% | Indiana<br>% | Michigan<br>% | Totales<br>%<br>des.sta. |
|------|-----------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|
| 1931 | 10,31     | 9,75          | 10,19        | 10,18         | 10,26 0,67               |
| 1932 | 9,82      | -----         | 9,85         | 9,52          | 9,82 0,49                |
| 1933 | 10,63     | -----         | 10,73        | 10,38         | 10,65 0,69               |
| 1934 | 11,69     | -----         | 11,53        | 11,22         | 11,61 0,82               |
| 1935 | 9,72      | -----         | 10,33        | 9,81          | 9,89 0,64                |
| 1936 | 9,42      | 10,04         | 9,56         | -----         | 9,49 0,49                |
| 1937 | 9,35      | 9,86          | 9,24         | 8,85          | 9,35 <sup>(1)</sup> 0,59 |

(1) Incluyendo los datos de Kentucky con un porcentaje en protefinas de 9,44.

Los datos más significativos de catorce cosechas quedan consignados en el cuadro N° 3 y su importancia se puede ver con más detalle en el trabajo ya citado. Algunos datos similares para trigos blandos rojos de invierno y blancos de invierno cultivados en estados centrales entre 1931 a 1937 inclusive, son recordados en los cuadros N° 4 Y N° 5. De la comparación de los valores en proteínas de los trigos blandos y de los trigos duros, es evidente que la riqueza proteica es mayor en éstos que en aquellos.

Cuadro N° 5

Valores de proteína en por ciento, en trigos blancos de invierno

| Año  | Ohio             |            | Indiana          |            | Michigan          |            | Totales          |            |              |
|------|------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|--------------|
|      | nú. de<br>muest. | %<br>prot. | nú. de<br>muest. | %<br>prot. | núm. de<br>muest. | %<br>prot. | nú. de<br>muest. | %<br>prot. | des.<br>sta. |
| 1931 | 50               | 9,70       | 2                | 9,75       | 300               | 10,54      | 352              | 10,30      | 0,81         |
| 1932 | 95               | 9,09       | -                | - --       | 402               | 9,00       | 497              | 9,01       | 0,41         |
| 1933 | 64               | 10,58      | -                | - --       | 243               | 9,84       | 307              | 9,92       | 0,58         |
| 1934 | 84               | 10,95      | -                | - --       | 161               | 11,32      | 245              | 11,19      | 0,67         |
| 1935 | 175              | 8,83       | -                | - --       | 402               | 9,03       | 577              | 8,97       | 0,54         |
| 1936 | 241              | 8,98       | -                | - --       | 284               | 8,98       | 525              | 8,98       | 0,43         |

Los trabajos de Ginnis y Bailey así como muchos otros entre los que podríamos citar el de la Comisión de Laboratorios de Granos del Canadá, nos muestran como varía el contenido proteico con la variedad y con las zonas de cultivo; pero las posibilidades de variación no se detienen allí, ya que se pueden encontrar valores distintos aún den-

tro de la misma planta, como pudo observar Gericke cultivando trigo en suelos pobres en nitrógeno, los que corregía en esa deficiencia mediante el agregado de  $\text{NO}_3\text{Na}$  que era incorporado a los 90 días después de la siembra, con lo que inducía una nueva macollación. A los fines de determinar el contenido proteico, Gericke consideraba cada caña separadamente de las demás y de la observación del cuadro N° 6, se desprende que aunque resulte problemático decidir si variaciones equivalentes pueden aparecer bajo condiciones de campaña, es significativo que la planta de trigo reaccione de esa manera a los cambios químicos del suelo.

Cuadro N° 6

Valores de proteína, en por ciento, en granos de distintas cañas de la misma planta según Gericke

| Variedad        | Por ciento de proteína |       | Diferencia |     |
|-----------------|------------------------|-------|------------|-----|
|                 | mayor                  | menor | actual     | %   |
| Bunyip          | 17,6                   | 13,6  | 4,0        | 30  |
| Cedar           | 18,6                   | 12,3  | 6,3        | 57  |
| Dart's Imperial | 11,1                   | 10,9  | 0,2        | 2   |
| Early Baart     | 12,2                   | 10,1  | 2,1        | 18  |
| Flcaster        | 11,4                   | 8,2   | 3,2        | 39  |
| Hard Federation | 17,3                   | 11,8  | 6,5        | 55  |
| Sonora          | 14,0                   | 6,4   | 7,6        | 119 |
| White Australia | 13,0                   | 10,2  | 2,8        | 27  |

Una comprobación análoga aunque más sugestiva fué hecha por

Knyaginichev quién sometió al microanálisis granos individuales de trigo, habiendo hallado que dentro de cada espiga, las espiguillas del centro producían granos más ricos en proteína que las superiores e inferiores y que a su vez, dentro de cada espiguilla, los granos apicales eran los más ricos en por ciento y en valor absoluto.

Del conjunto de estos trabajos se confirma lo que dijéramos más arriba respecto del contenido proteico considerado cuantitativamente, es decir que no representa un valor constante, ni aún dentro de la misma planta.

### El contenido proteico en función de la calidad industrial

Felizmente para los fines comerciales, es posible apreciar groseramente la riqueza proteica en función de la dureza de los granos. En general los granos duros son más ricos, en proteínas, que los blandos y en este sentido resultan ilustrativas las cifras consignadas por Bailey (Cuadros N° 3, 4 y 5) y por Garola, quien obtuvo un por ciento medio de proteínas de 12,44 sobre 30 variedades de trigos blandos, mientras que para cinco variedades de trigos duros el promedio fué de 15 %. Con todo es necesario recordar, que esa relación no es necesariamente cierta en todos los casos ( Marogna, Tommasi y Sica ).-

El mayor contenido proteico de las variedades duras, ha provocado en el último cuarto de siglo, el interés de molineros y panaderos y por consiguiente el de los agricultores, a tal punto que a la preocupación de estos por las variedades de mayor rendimiento y resistencia a las plagas, se sumó la de disponer de trigos ricos en proteínas, aún a expensas de una merma de producción; este movimiento cobró particular impulso como resultado de los esfuerzos realizados por algunos países importadores, tendientes a elevar sus propios recursos

trigueros, lo que trajo como consecuencia el estudio y examen de las variaciones cuantitativas del contenido proteico y de los factores que las ocasionan, con miras a forzar las condiciones necesarias para lograr trigos de buenas aptitudes panaderas.

El cuadro N° 7 nos muestra la distribución en nuestro país de las distintas variedades según su calidad industrial, en el podemos apreciar que del total del área sembrada con trigo, el 91 por % está cubierta con trigos duros y semi-duros.

Para terminar digamos que vinculada con la calidad industrial tenemos el problema de la aparición del llamado grano "panza blanca". En los trigos duros, cuando la relación gluten-almidón es suficientemente elevada, el contenido celular del endosperma está ligado solidamente entre sí durante el tiempo en que el grano se va secando a medida que madura, mientras que en ausencia de suficiente gluten, aparecen espacios de aire entre las células, haciendo que el grano se torne blando a la par que opaco.

El "panza blanca" no debe ser confundido con el verdadero trigo blando, pues en él los espacios de aire no están uniformemente distribuidos dentro del endosperma como en estos últimos, sino que aparecen en grupos con márgenes bien definidos; en general su aparición se toma como índice de condiciones depresoras del contenido proteico.

Si resumimos todo lo dicho, vemos que múltiples razones han cambiado el concepto de valoración de los trigos, limitado antes a la obtención de buenos rendimientos y extendido ahora al logro de granos de gran riqueza proteica. Ello justifica, por lo tanto, el interés por el estudio de los posibles factores que pudieran incidir sobre ese contenido proteico.

Cuadro Nº 7

Distribución de los cultivos de trigo por tipo de calidad industrial en la Argentina

| Tipo     | 1941/42   |      | 1942/43   |      | 1943/44   |      | 1944/45   |      |
|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|          | hectareas | %    | hectareas | %    | hectareas | %    | hectareas | %    |
| Total    | 7.300.000 | 100  | 6.872.800 | 100  | 6.811.200 | 100  | 6.232.500 | 100  |
| Duro     | 1.241.000 | 17   | 1.147.758 | 16,7 | 1.144.282 | 16,8 | 1.221.570 | 19,6 |
| Semiduro | 5.416.600 | 74,2 | 5.017.144 | 73   | 5.094.777 | 74,8 | 4.443.772 | 71,3 |
| Blando   | 240.900   | 3,3  | 151.202   | 2,2  | 129.413   | 1,9  | 99.720    | 1,6  |
| Ineptos  | 131.400   | 1,8  | 82.473    | 1,2  | 115.790   | 1,7  | 87.255    | 1,4  |
| Varios   | 270.100   | 3,7  | 474.223   | 6,9  | 326.938   | 4,8  | 380.183   | 6,1  |

## CAPITULO II

### RELACIONES ENTRE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DEL SUELO Y EL CONTE- NIDO PROTEICO DEL GRANO DE TRIGO

#### La síntesis proteica en la planta de trigo

La acumulación de nitrógeno en las células es limitada por una serie de procesos, de los cuales la absorción es el primer paso y la síntesis proteica el último. De los factores que gobiernan las etapas intermedias, reducción de nitratos, síntesis de amino-ácidos, etc., bien poco se conoce, pero los que rigen la primera y la última etapa de la evolución del nitrógeno en la planta, han sido estudiados en los últimos tiempos.

De las formas bajo las cuales el nitrógeno es puesto a disposición de la planta, los mejor asimilados son los nitratos y las sales de amonio, aunque en rigor de verdad cuando estas últimas se hallan en concentración elevada son tóxicas, causando un crecimiento más débil e irregular de las raíces y ejerciendo, por ende, un efecto dañoso sobre el desarrollo general de la planta. Puede afirmarse que por lo común, cuando las condiciones son favorables al crecimiento, las plantas asimilan igualmente bien las sales amoniacaes como los nitratos, pero desde el momento en que los factores externos, temperatura, iluminación y acidez del suelo, no corresponden completamente a las exigencias vegetales, comienzan a manifestarse las propiedades deletereas del ion amonio, a las que se suman las que resultan de la acumulación de los aniones, por desigual asimilabilidad de los iones componentes de esas sales (fisiológicamente ácidas).

En lo que respecta al mecanismo químico de la asimilación es



es poco conocido, pero se ha podido comprobar que después que los pelos radicales han absorbido los nitratos del suelo, estos penetran en los vasos del sistema radical y luego son transportados por la savia bruta hasta las hojas, a través de los hacesillos vasculares del tallo, conservando siempre su forma primitiva; no ocurre lo mismo con el ion amonio, el que previo a su transporte sería transformado en un compuesto del tipo de la asparagina. En la etapa siguiente, las formas oxidadas del nitrógeno son reducidas hasta el término amonio y convertidas finalmente en asparagina; durante esta etapa los azúcares actuarían como reductores y todo el proceso quedaría regulado por una enzima del grupo de las oxirreductasas.

Las síntesis proteica primaria se completaría por condensación de los productos de reducción del nitrógeno con ácidos hidroxilados derivados de los hidratos de carbono durante el proceso anterior, dando lugar a la formación de polipéptidos primero y de proteínas después. Si bien el esquema esbozado es puramente hipotético se han podido fijar algunos puntos del mismo.

Según Mothes, la síntesis proteica depende de la respiración de la célula y de la tensión de oxígeno en el medio o dentro de la célula, y es favorecida indirectamente por la fotosíntesis; él demostró que todas las condiciones que tienden a aumentar la tensión de oxígeno dentro de la hoja, tales como la tensión del mismo en el aire, luz y estomas abiertos, incrementan las síntesis proteica. En general, en tejidos que muestran un alto nivel de respiración acompañado por un adecuado recurso de oxígeno, la síntesis proteica alcanza valores elevados, mientras que en tejidos de bajo nivel de respiración predomina la destrucción proteica.

Todo lo dicho anteriormente se comprende fácilmente si se tie-

ne en cuenta que las enzimas del tipo papaínico sólo actúan sobre las proteínas en presencia de grupos SH-, como los de la cisteína o el glutatión, tales grupos se oxidan en presencia de un exceso de oxígeno y por consiguiente las enzimas pierden su actividad, con lo que se detiene la desintegración proteica.

Las proteínas elaboradas en las hojas se movilizan luego en forma de aminoácidos para trasladarse a los órganos en que son requeridos. En rigor de verdad la síntesis puede tener lugar no solo en las hojas sino en cualquiera de las células vivas de las plantas, siempre que haya recursos de carbohidratos y compuestos de nitrógeno apropiados, encontrándose en ese sentido la hoja en condiciones ventajosas por disponer de los materiales productos de la fotosíntesis.

Es un hecho conocido que los órganos jóvenes pueden extraer sales solubles y compuestos nitrogenados a partir de los órganos viejos, desde luego que si las cantidades de nitrógeno tomadas al suelo son suficientes para satisfacer las necesidades de los órganos en formación, las cantidades tomadas a los existentes van a ser pequeñas.

Olson ha podido comprobar el desplazamiento del nitrógeno en el trigo, en forma tal que en el momento del llenado del grano, el mayor por ciento se encuentra en la porción apical del tallo hasta el primer nodio y el menor en el internodio basal, (Cuadro N° 8) de modo que si las condiciones son favorables para un desarrollo normal, el excedente de nitrógeno de todas las partes de la planta se mueve hacia el ápice y es transferido al grano.

Cuadro N° 8

Distribución en por ciento en peso, del nitrógeno en la  
planta de trigo (Olson)

| fecha julio | arriba del nodio tope | debajo del nodio tope | debajo del segund.nodio | debajo del tercer nodio | en toda la planta |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1           | 0,0196                | 0,0057                | 0,0054                  | 0,0024                  | 0,0476            |
| 8           | 0,0102                | 0,0092                | 0,0042                  | 0,0029                  | 0,0496            |
| 15          | 0,0091                | 0,0056                | 0,0042                  | 0,0020                  | 0,0404            |
| 22          | 0,0089                | 0,0065                | 0,0022                  | ----                    | 0,0408            |
| 29          | 0,0038                | 0,0012                | 0,0014                  | ----                    | 0,0420            |

Para la obtención de los valores consignados en el cuadro anterior, una vez iniciado el desarrollo del grano se seleccionaron plantas de aproximadamente igual peso y altura, efectuándose las determinaciones semanalmente y contando los nodios desde el ápice.

Los elementos del suelo y el contenido proteico

De las consideraciones anteriores resulta pues lógico esperar, a igualdad de las demás condiciones, un aumento del contenido proteico del grano al aumentar las disponibilidades del suelo en nitrógeno (Whitson, Wells y Vivian, 1903; Snyder, 1907), sea por abonado con transportadores de ese elemento (J. Davidson y Le Clerc, 1923), sea por separación de las hileras (Olson, 1923) o por rotación con leguminosas (L.H. Ellis, 1943; H.Y. Chen y A.C. Army, 1941). Con todo un exceso exagerado de nitrógeno tiene una acción desfavorable no sólo en el contenido proteico por retardar la maduración, al fomentar un crecimiento vegeta-

tivo que continúa por más tiempo que el normal (Soule y Van Atter), sino también sobre las condiciones generales de la planta disminuyendo la resistencia a las enfermedades, probablemente por variación de las condiciones fisiológicas internas, especialmente cuando las disponibilidades superan la capacidad fotosintética, molestando así la nutrición celular; provoca además un alargamiento de los internodios en forma tal que al terminar el desarrollo de los tallos, no pudiendo soportar el mayor peso, se produce el vuelco de la planta.

De los otros elementos del suelo escasa mención bibliográfica se hace a su verdadero valor en este problema, sin embargo la importancia que los mismos tienen para la vida de la planta, hace suponer que al menos en forma indirecta y desde luego en una escala mucho menor que el nitrógeno, han de influir sobre el contenido proteico. Es evidente que las relaciones que pudieran existir en este caso son más difíciles de verificar que en el caso anterior, sobre todo cuando se opera en las condiciones de campaña, con un número grande de factores incontralables y que por lo tanto en un momento dado pueden, todos y cada uno de ellos, fijar el sentido de los resultados obtenidos.

Respecto del fósforo se acepta que está asociado al nitrógeno en la vida vegetal, encontrándose que a grandes disponibilidades de uno de ellos las cantidades del otro en la planta son pequeñas, lo cual fué interpretado por Emmert en el sentido de que la abundancia de uno consume las disponibilidades del otro al obligarlo a entrar en combinaciones de las que el primero también forma parte.

Con relación a la entrada del fósforo en el grano, Brenchley y Hall comprobaron que los elementos de la ceniza y el fósforo entran simultáneamente con el nitrógeno, lo cual ha sido corroborado por Olson el que ha podido observar además que la mayor entrada de esos elementos

ocurre en el primer momento de la formación del grano, es decir durante el desarrollo del embrión. Desde otro punto de vista, el fósforo contribuye indirectamente a favorecer el contenido proteico, al abreviar el tiempo de maduración. Por otra parte facilita un buen desarrollo radical que tiende a evitar los daños debidos a las heladas, aumenta la relación grano a paja, el rendimiento y la resistencia de la paja evitándose el vuelco de las plantas.

El potasio completa el terceto de los elementos importantes del suelo y para el podemos decir lo mismo que para el fósforo y lo mismo que podríamos señalar para el calcio, es decir, que no ha sido objeto de un estudio sistemático tendiente a establecer posibles relaciones. Se lo ha señalado como favoreciendo la fotosíntesis, como aparentemente esencial en los estados iniciales de la reducción de los nitratos y probablemente en la síntesis proteica que tiene lugar en el tejido meristemático (Nightingale, Schermerhorn y Robbins, 1930) y finalmente Schuster (1921) ha sugerido que ayuda a la calidad del trigo, habiendo comprobado F. Alte y R. Gottwick (1942) que el potasio favorece la transferencia del nitrógeno al grano. La acción del potasio ha quedado parcialmente aclarada con el trabajo de L. Marimpietri (1934) quien estudió la nutrición potásica del trigo; sobre las harinas provenientes de dos series de plantas, con abonos potásico una y sin abono la otra, determinó el contenido en gluten seco y proteínas totales, habiendo hallado los valores que se consignan en el cuadro N° 9, los que demuestran que el mayor recurso de potasio solo produjo un ligero aumento del contenido proteico.

Cuadro N° 9

Valores en por ciento en peso, hallados en las experiencias de L. Marimpietri

|                   | con $OK_2$ | sin $OK_2$ |
|-------------------|------------|------------|
| Gluten seco       | 10,43      | 10,11      |
| Proteínas totales | 10,95      | 10,53      |

Las harinas estudiadas dieron 0,9 % de cenizas y 0,42 % de celulosa.

Hemos llegado así al calcio cuya importancia mayor es como regulador de la reacción del suelo y por consiguiente de la facilidad o dificultad con que son tomadas por la planta ciertas sales. En nuestro caso, el trigo tolera un suelo ligeramente ácido, sobreviniendo el colapso recién a un pH igual a 3, probablemente debido al aluminio que se combina con fosfatos solubles (Mann y Baines, 1940). El óptimo estaría comprendido entre los valores 5 y 6 de pH debido a la considerable influencia de la reacción sobre la asimilación, con un ligero efecto sobre la absorción (Burstöm Hans, 1940); Demidinko y Barinova (1940) comprobaron que las sales de amonio son utilizadas mejor en un medio neutro que en uno ácido y a la inversa en el caso de los nitratos. No debemos olvidar las importantes funciones atribuidas al calcio dentro de las plantas, las cuales pueden ser clasificadas en tres grupos:

- a) como antídoto
- b) como integrante de los tejidos vegetales
- c) como gravitante sobre el aspecto general, sobre el movimiento de hidratos de carbono y sobre el tamaño de las raíces.

### Otros factores que gravitan sobre el contenido proteico

Consideremos ahora la relación agua-proteína que ha merecido la atención de numerosos investigadores y sobre la cual existen no pocos trabajos, probatorios todos de la proporcionalidad inversa entre ambos términos. Melikov (1900) y Prianischnikov (1900) señalaron entre los primeros dicha proporcionalidad, la que años más tarde fué comprobada por Thatcher en un estudio en el que relacionó el contenido proteico con el volumen total de lluvias en varios distritos de los U.S.A. y luego por Le Clerc (1907) al investigar la composición del trigo en zonas áridas y semiáridas y en zonas húmedas o irrigadas, lo que le llevó a afirmar que el trigo cultivado en las primeras es más rico en proteína que los cultivados en regiones de mucha humedad; posteriormente se pronunciaron en igual sentido Preul (1908) y Stewart y Greaves (1909). Más recientemente se ha ocupado del tema Knyaginichev (1939), quien afirmó que los trigos rusos invernales, que son ligeramente pobres, tienen un contenido normal de proteínas (13-18 %) en las zonas áridas del Sud-este y en Siberia. Para completar debemos señalar los estudios de Bailey (Cuadros Nº 3, 4 y 5, pág. 12, 13 y 14) y de Paull y Anderson (1942) quienes refiriéndose a las condiciones en los campos trigueros del Canadá Occidental y apoyándose en los datos recogidos durante 14 años en 7 estaciones experimentales del Sud Oeste de Saskatchewan, llegaron a la conclusión de que altas precipitaciones, en particular en los meses de abril, comienzos de mayo y fines de julio, bajan el contenido proteico. Como vemos las opiniones acerca de la acción depresora del agua sobre la proteína del grano son bastante concordantes.

Respecto de la temperatura, encontramos que los veranos cálidos

dos y secos favorecen la producción de trigo de alta calidad. De este modo vemos que en las regiones donde los veranos son frescos y las precipitaciones abundantes, tal como ocurre en Inglaterra, el trigo es de bajo tenor en proteínas y la harina con él elaborada de una fuerza panadera pobre.

En la región de la Gran Planicie, en los U.S.A., donde los veranos son cálidos y las lluvias son escasas, los trigos tienden a ser de alto tenor proteico. Esto puede ser debido en parte a la circunstancia de que el tiempo caluroso favorece la nitrificación y la acumulación de una abundante reserva de nitratos en las primeras fases del desarrollo, a la par que por evaporación tiende a transportar por capilaridad constituyentes solubles del suelo a la superficie; asimismo, aumenta la transpiración y puede así favorecerse a la absorción de sustancias nutritivas.

Hemos completado en esta forma la revisión de las opiniones acerca del problema en estudio, nos restaría, sin embargo, considerar las relaciones entre la variedad y el contenido proteico, pero como ellas han sido tratadas en el primer capítulo no creemos necesario insistir en este lugar.



PARTE SEGUNDA

A P O R T E   E X P E R I M E N T A L

### CAPITULO III

#### TECNICAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

El no haber hallado en la bibliografía, ningún trabajo argentino sobre el tema, nos movió a intentar un estudio basado en datos de campo, que si bien en escala reducida, fuera útil al menos para señalar directivas con miras a experiencias de mayor envergadura.

En el presente estudio el autor ha seguido un criterio distinto al empleado por investigadores europeos y americanos; ellos verificaban la influencia que sobre el contenido proteico tenía el enriquecimiento del suelo en un determinado elemento, en cambio, en este caso no se ha modificado en ninguna forma el estado de los suelos, lo cual si bien reduce la amplitud de las variaciones, resulta a nuestro entender menos forzado, más lógico y sus conclusiones de aplicación directa en la práctica.-

#### Ubicación geográfica de los ensayos

El material experimental se obtuvo de las siembras del año 1948 de siete campos pertenecientes a la Red de Ensayos Territoriales y ubicados en las subregiones ecológicas I, II Norte y II Sud de la región triguera argentina, región esta que abarca las provincias de Córdoba, Santa Fé, Entre Ríos, Buenos Aires, gran parte de Santiago del Estero y el territorio de La Pampa.

La subregión I está limitada al Sud por una línea que arrancando en el río Paraná a la altura de Santa Fé, va de Este a Oeste aproximadamente, coincidiendo con el límite fitogeográfico del parque Chaqueño al Norte y de la pradera Pampaana al Sud.

Cuadro Nº 10

Nómina y ubicación de las estaciones consideradas en el presente trabajo

| Establecimiento         | Localidad   | Provincia | Lat.S  | Long.O | Alt.s.niv.mar |
|-------------------------|-------------|-----------|--------|--------|---------------|
| <u>SUB-REGION I.</u>    |             |           |        |        |               |
| José M. Mascías         | Col.Mascías | Santa Fé  | 30°35' | 59°48' | 24 metros     |
| I.E.I.F.A.G.            | A.Gallardo  | Santa Fé  | 31°34' | 60°41' | "             |
| <u>SUB-REGION II. N</u> |             |           |        |        |               |
| Santo Domingo           | Monte Buey  | Córdoba   | 32°54' | 62°27' | 114 "         |
| C.S. Olaeta             | Armstrong   | Santa Fé  | 32°55' | 61°25' | 103 "         |
| E.E.Nacional            | Oliveros    | Santa Fé  | 32°33' | 60°52' | 25 "          |
| <u>SUB-REGION II S.</u> |             |           |        |        |               |
| S.E.E.Alberti           | Alberti     | B.Aires   | 35°01' | 60°18' | 55 "          |
| E.E. Pergamino          | Pergamino   | B.Aires   | 33°53' | 60°31' | 68 "          |

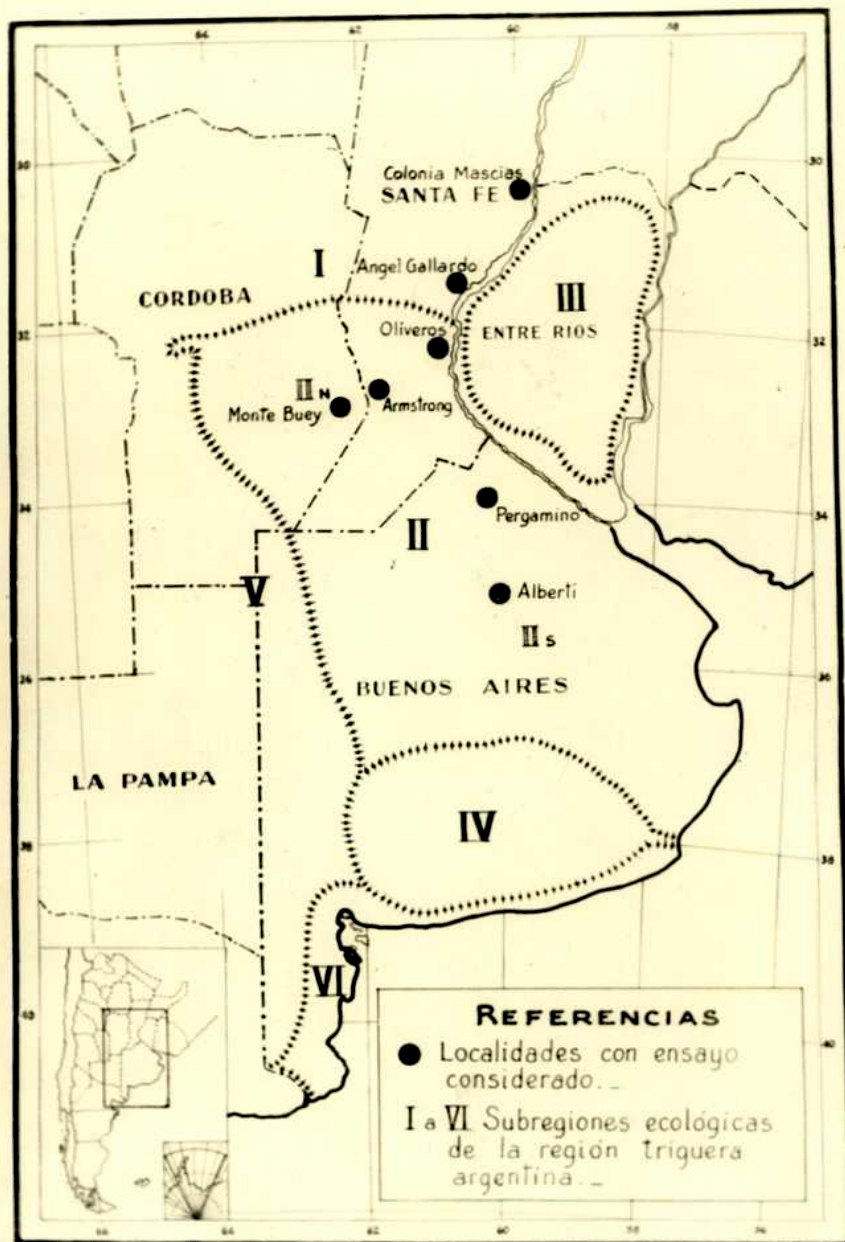


Figura N° 1 - Mapa de la región triguera argentina con las subregiones ecológicas y localidades consideradas.

La II ubicada al Sud de la anterior está limitada al Oeste por una línea que corre en la provincia de Córdoba al Este de las localidades de Río Tercero, Río Cuarto y Laboulaye y en la provincia de Buenos Aires por Cañada Seca hasta terminar un poco al Norte de Coronel Suárez. El límite Sud va desde aquella hasta Mar del Plata pasando por Olavarría, Azul y Tandil. Los ríos de la Plata, Paraná y la costa del océano Atlántico constituyen el límite Este.

El término línea, utilizado en los párrafos anteriores, no pretende significar un límite preciso sino una franja de transición entre subregiones vecinas.

La nómina de las estaciones consideradas así como su respectiva ubicación puede verse en el Cuadro N° 10 y en la Figura N° 1, respectivamente.

### Variedades consideradas

Se consideraron tres variedades de trigo de inscripción provisoria en la Red de Ensayos Territoriales: Bahiense F.C.S., Buck Sarmiento y Olaeta Don Agustín, cuyas principales propiedades quedan consignadas en el Cuadro N° 11. La elección se hizo en base al hábito vegetativo, con el objeto de tener representados los tres existentes en las variedades cultivadas en nuestro país: invernal, intermedio y primaveral.

Cuadro Nº 11

Principales características de las variedades estudiadas

|                        | Buck Sarmiento                      | Bahense F.C.S.    | Olaeta Don Agustín                          |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------|---|
| Criadero que lo obtuvo | Buck                                | Chacra Exp.F.C.S. | Olaeta                                      |
| Origen                 | Guatraché M.A. x<br>La Previsión 25 | Sinmark y Eureka  | (A.D.1156 x 38 M.A.) x<br>(Ardito x Senior) |
| Tipo comercial         | Duro                                | Duro              | Semiduro                                    |
| Hábito vegetativo      | Invernal                            | Intermedio        | Primaveral                                  |
| Días de ger.a madurez  | 126                                 | 115               | 109   |
| Macollage              | Abundante                           | Abundante         | Semiabundante                               |
| Porte juvenil          | Rastrero                            | Semirastrero      | Erecto                                      |
| Altura de la planta    | 110                                 | 107               | 95  |
| Color de gluma         | Pardo clara                         | Pardo clara       | Rojo clara                                  |
| Resis.al desgrane      | Semiresistente                      | Resistente        | Resistente                                  |
| Resis.al vuelco        | Resistente                          | Resistente        | Resistente                                  |
| Resis. a heladas       | Resistente                          | Resistente        | Semiresistente                              |
| Resis. a P.triticina   | Susceptible                         | Semiresistente    | Susceptible                                 |
| Resis. a P.glumarum    | Semisusceptible                     | Susceptible       | Semisusceptible                             |
| Resis. a P.graminis    | Susceptible                         | Susceptible       | Susceptible                                 |
| Resis. a U.tritici     | Semisusceptible                     | Susceptible       | Muy susceptible                             |

### Disposición de los ensayos

Dentro de cada campo experimental las variedades en estudio fueron sembradas en cinco épocas distintas:

|               |             |
|---------------|-------------|
| Primera ..... | 1º de mayo  |
| Segunda ..... | 20 de mayo  |
| Tercera ..... | 10 de junio |
| Cuarta .....  | 1º de julio |
| Quinta .....  | 20 de julio |

En cada época las variedades se replicaron en cinco parcelas, de 7,50 m<sup>2</sup> cada una, dispuestas en igual número de tablonos paralelos designados con las mayúsculas A, B, C, D y E ; la ubicación de cada parcela dentro del tablón se fijó al azar y en forma tal que en los sucesivos tablonos cada variedad ocupara una posición distinta al de los anteriores.

En el presente trabajo solo se han tenido en cuenta la segunda y la cuarta época de siembra, porque ellas representan las medianamente tempranas y las medianamente tardías, respectivamente.

### Observaciones a campo

Los Cuadros N° 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 resumen, para cada una de las localidades, los datos promedio de cinco parcelas de las principales observaciones realizadas entre la siembra y la cosecha, así como los datos meteorológicos correspondientes a las mismas localidades.

Con excepción del ataque por Ustilago tritici expresado en espigas atacadas por mil, los demás datos fitopatológicos así como los agronómicos fueron estimados según las siguientes escalas de cinco puntos:

a-ataque por Puccinia;

- 0... no se observa ataque
- 1... muy poco atacada
- 2... algo atacada
- 3... atacada
- 4... muy atacada

La falta de ataque por ausencia de la plaga se indicó con la mayúscula A.-

b-daños por heladas y sequías, para cada meteoro;

- 0... no perjudicada
- 1--- levemente perjudicada
- 2... bastante perjudicada
- 3... perjudicada
- 4... muy perjudicada

La falta de perjuicio por ausencia del meteoro se indicó con la letra A.-

c-resistencia al vuelco;

- 0... plantas erguidas
- 1... plantas algo inclinadas (30° )
- 2... plantas inclinadas (45°)
- 3... plantas volcadas (75°)
- 4... plantas aplicadas contra el suelo

Los grados de inclinación están referidos a la vertical del lugar.

d-aspecto parcelario;



M.B ... muy bueno

B ... bueno

R ... regular

M ... malo

M.M. .. muy malo

### Estudio de los suelos

#### Toma de las muestras

En los distintos campos experimentales se tomó una muestra de suelo en cada una de las parcelas incluídas en el estudio, de modo que se obtuvieron cinco muestras por variedad en cada época; la extracción se efectuó en todos los casos con pala barreno en el centro de la parcela y en el espesor de la capa arable (25 cm aproximadamente). Posteriormente en el laboratorio, se obtuvo a partir de aquellas cinco muestras, una, promedio de la variedad para la época y campo experimental considerado, sobre la que se efectuaron las determinaciones analíticas pertinentes. Para el análisis mecánico se promediaron las treinta muestras de un mismo campo; en el caso de Monte Buey y Armstrong ese número se redujo a quince como consecuencia de disponerse solamente de la cuarta época de siembra.

Cuadro N° 12

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de trigo  
de 1948. José M. Mascías (C. Mascías).

| Variedad           |               | U                | Bahense |       | B.Sarmiento |       | Don Agustín |       |       |
|--------------------|---------------|------------------|---------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------|
| Epoca              |               | i                | 2da     | 4ta   | 2da         | 4ta   | 2da         | 4ta   |       |
| Densidad de siemb. |               | p/m <sup>2</sup> | 180     | 225   | 180         | 225   | 180         | 225   |       |
| F. de siembra      | F. de siembra |                  | d       | 20-5  | 12-7        | 20-5  | 12-7        | 20-5  | 12-7  |
|                    | F. de madurez |                  | d       | 13-11 | 25-11       | 13-11 | 26-11       | 23-10 | 14-11 |
|                    | Duración      | si.-ger.         | d       | 7     | 10          | 7     | 10          | 7     | 10    |
|                    |               | ge.-esp.         | d       | 157   | 92          | 139   | 108         | 111   | 75    |
|                    |               | es.-mad.         | d       | 13    | 33          | 31    | 19          | 38    | 40    |
| ge.-mad.           |               | d                | 170     | 125   | 170         | 127   | 149         | 115   |       |
| Dif. de temp.      | P. de ger.    | glu.             | Oa4     | A     | A           | A     | A           | A     |       |
|                    |               | gra.             | Oa4     | 1,5   | 1,9         | 1,5   | 2,5         | 1,5   | 3,5   |
|                    |               | tri.             | Oa4     | 1,5   | 1,0         | 2,9   | 2,0         | 2,9   | 2,0   |
|                    | Ust. tri.     |                  | %       | 0     | 0           | 0     | 0           | 23,4  | 17,5  |
| Dif. de temp.      | P. de ger.    | heladas          | Oa4     | 2,2   | A           | 1,7   | A           | 1,3   | A     |
|                    |               | vuelco           | Oa4     | 1,0   | 1,6         | 1,0   | 0           | 1,5   | 0,9   |
|                    |               | desgrane         | MBaMM   | R     | R           | R     | R           | B     | B     |
|                    |               | seca             | Oa4     | A     | 1,5         | A     | 1,1         | A     | 2,0   |
| Aspecto parc       |               | MBaMM            | R       | RB    | R           | RB    | RB          | RB    |       |
| Alt. de plan.      |               | cm               | 95      | 70    | 80          | 75    | 95          | 65    |       |
| Rendimiento        |               | q/ha             | 8,2     | 3,2   | 1,2         | 1,5   | 10,9        | 8,0   |       |

Datos meteorológicos

|                     | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic. |
|---------------------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|
| Temp. máx. mens. °C | 30°0 | 29°9  | 26°8  | 30°7   | 33°5  | 32°0 | 39°5 | 39°9 |
| Temp. mín. mens. °C | 0°2  | 0°3   | -3°4  | -6°3   | -4°6  | 1°5  | 7°0  | 10°3 |
| Temp. med. mens. °C | 14°6 | 14°1  | 11°6  | 11°5   | 17°5  | 18°1 | 21°1 | 27°0 |
| Lluvias en mm       | 17,0 | 16,2  | 19,5  | 0,0    | 37,5  | 45,0 | 25,0 | 14,8 |

Cuadro N° 13

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de trigo de 1948. I.E.I.F.A.G. (A. Gallardo).

| Variedad           |               | U                | Bahense |      | B.Sarmiento |      | Don Agustín |      |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
|--------------------|---------------|------------------|---------|------|-------------|------|-------------|------|-----|----------|---|----|----------|-----------|---|---|---|---|---|
| Epoca              |               | 1                | 2da     | 4ta  | 2da         | 4ta  | 2da         | 4ta  |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
| Densidad de siemb. |               | p/m <sup>2</sup> | 180     | 225  | 180         | 225  | 180         | 225  |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
| F. de siembra      | F. de siembra |                  | d       | 20-5 | 1-7         | 20-5 | 1-7         | 20-5 | 1-7 |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
|                    | F. de madurez |                  | d       | -    | -           | -    | -           | -    | -   |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
|                    | D             | a                | t       | o    | l           | o    | s           | g    | i.  | si.-ger. | d | -  | -        | -         | - | - | - |   |   |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     | ge.-esp. | d | -  | -        | -         | - | - | - |   |   |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     | es.-mad. | d | -  | -        | -         | - | - | - |   |   |
| ge.-mad.           |               |                  |         |      |             |      |             |      |     | d        | - | -  | -        | -         | - | - |   |   |   |
| D                  | a             | t                | o       | o    | s           | p    | u           | e    | P   | u        | c | c. | glu.     | Oa4       | - | - | - | - |   |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | gra.     | Oa4       | - | - | - | - | - |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | tri.     | Oa4       | - | - | - | - | - |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | Ust.tri. | %         | - | - | - | - | - |
| D                  | a             | o                | o       | s    | m           | i.   | p           | o    | r   | D        | p | o  | heladas  | Oa4       | - | - | - | - |   |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | vuelco   | Oa4       | - | - | - | - | - |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | desgrane | MBa<br>MM | - | - | - | - | - |
|                    |               |                  |         |      |             |      |             |      |     |          |   |    | sequía   | Oa4       | - | - | - | - | - |
| Aspecto parc.      |               | MBa<br>MM        | -       | -    | -           | -    | -           | -    |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
| Altu.de plan.      |               | cm               | -       | -    | -           | -    | -           | -    |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |
| Rendimiento        |               | p/ha             | 10,5    | 10,4 | 3,3         | 2,2  | 12,2        | 11,6 |     |          |   |    |          |           |   |   |   |   |   |

Datos meteorológicos

|                  | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic.  |
|------------------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|
| Temp.máx.mens.°C | 29°3 | 30°6  | 23°8  | 34°3   | 31°8  | 32°8 | 38°8 | 37°8  |
| Temp.mín.mens.°C | -0°6 | -0°3  | 4°2   | -5°6   | 4°0   | 3°0  | 5°0  | 13°8  |
| Temp.med.mens.°C | 15°6 | 14°5  | 12°1  | 12°2   | 18°2  | 19°4 | 23°0 | 27°4  |
| Lluvias en mm    | 42,8 | 12,6  | 11,0  | 0,0    | 102,8 | 34,6 | 18,0 | 119,2 |



Cuadro Nº 15

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de trigo de 1948. C.Semillero Olaeta. (Armstrong)

| Variedad   |                                 | U                 |      | Bahíense |      | B. Samiento |       | Don Agustín |       |     |
|--|---------------------------------|-------------------|------|----------|------|-------------|-------|-------------|-------|-----|
| Epoca  |                                 | n                 |      | 2da      | 4ta  | 2da         | 4ta   | 2da         | 4ta   |     |
| Densidad de siemb.   |                                 | p/m <sup>2</sup>  |      | 180      | 225  | 180         | 225   | 180         | 225   |     |
| D<br>e<br>n<br>s<br>i<br>d<br>a<br>d<br>e<br>s<br>i<br>e<br>m<br>b<br>r<br>a | F.de siembra                    | d                 |      | -        | 1-7  | -           | 1-7   | -           | 1-7   |     |
|  | F.de madurez                    | d                 |      | -        | 5-12 | -           | 14-12 | -           | 26-11 |     |
|  | d<br>u<br>r<br>a<br>c<br>i.     | si.-ger.          | d    |          | -    | 11          | -     | 11          | -     | 11  |
|  |                                 | ge.-esp.          | d    |          | -    | 117         | -     | 126         | -     | 109 |
|  |                                 | es.-mad.          | d    |          | -    | 31          | -     | 31          | -     | 31  |
| ge.mad.  |                                 | d                 |      | -        | 148  | -           | 157   | -           | 140   |     |
| D<br>e<br>n<br>s<br>i<br>d<br>a<br>d<br>e<br>s<br>i<br>e<br>m<br>b<br>r<br>a | A<br>t<br>p<br>o<br>q<br>r<br>e | P<br>u<br>c<br>c. | glu. | 0a4      | -    | 0           | -     | 0           | -     | 0   |
|  |                                 |                   | gra. | 0a4      | -    | 1,5         | -     | 1,5         | -     | 0,5 |
|  |                                 |                   | tri. | 0a4      | -    | 2,5         | -     | 3,0         | -     | 1,0 |
|  |                                 | Ust.tri.          | %    | -        | 0    | -           | 2     | -           | 2     |     |
| D<br>e<br>n<br>s<br>i<br>d<br>a<br>d<br>e<br>s<br>i<br>e<br>m<br>b<br>r<br>a | D<br>a<br>p<br>ñ<br>o<br>r<br>s | heladas           |      | 0a4      | -    | 0           | -     | 0           | -     | 0   |
|  |                                 | vuelco            |      | 0a4      | -    | 0           | -     | 0           | -     | 0   |
|  |                                 | desgrane          |      | MBaMM    | -    | -           | -     | -           | -     | -   |
|  |                                 | sequía            |      | 0a4      | -    | 0           | -     | 0           | -     | 0   |
|  | Aspecto parc.                   | MBaMM             |      | -        | R    | -           | M     | -           | B     |     |
| Altu. de plan.   | cm                              |                   | -    | -        | -    | -           | -     | -           |       |     |
| Rendimiento  |                                 | q/ha              |      | -        | 9,8  | -           | 8,0   | -           | 10,4  |     |

Datos meteorológicos

|                  | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic.  |
|------------------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|
| Temp.máx.mens.°C | -    | -     | -     | -      | -     | -    | -    | -     |
| Temp.mín.mens.°C | -    | -     | -     | -      | -     | -    | -    | -     |
| Temp.med.mens.°C | -    | -     | -     | -      | -     | -    | -    | -     |
| Lluvias en mm    | 80,0 | 0,0   | 0,0   | 4,0    | 149,0 | 17,0 | 19,0 | 149,0 |

Cuadro N° 16

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de trigo de 1948. Est.Exp. Nacional (Oliveros)

| Variedad  |   |              | U<br>n           | Bahense |      | B.Sarmiento |       | Don Agustín |       |     |
|---|---|--------------|------------------|---------|------|-------------|-------|-------------|-------|-----|
| Epoca   |   |              | i.               | 2da     | 4ta  | 2da         | 4ta   | 2da         | 4ta   |     |
| Densidad de la siemb.                                     |   |              | p/m <sup>2</sup> | 180     | 225  | 180         | 225   | 180         | 225   |     |
| F<br>e<br>n<br>d<br>a<br>t<br>o<br>l<br>o<br>g<br>i.      | F.de siembra                              |              | d                | 20-5    | 2-7  | 20-5        | 2-7   | 20-5        | 2-7   |     |
|   | F.de madurez                              |              | d                | 22-11   | 6-12 | 5-12        | 10-12 | 8-11        | 16-11 |     |
|   | d<br>u<br>r<br>a<br>c.                    | si.-ger.     | d                | 10      | 7    | 10          | 7     | 10          | 7     |     |
|   |   | ge.-esp.     | d                | 137     | 111  | 158         | 128   | 122         | 91    |     |
|   |   | es.-mad.     | d                | 39      | 39   | 31          | 26    | 40          | 39    |     |
| ge.mad.   |   | d            | 176              | 150     | 189  | 154         | 162   | 130         |       |     |
| D<br>f<br>a<br>i<br>t<br>t<br>o<br>o<br>s<br>p.           | A<br>t<br>p<br>a<br>o<br>q<br>r<br>u<br>e | P<br>u<br>c. | glu.             | 0a4     | A    | A           | A     | A           | A     |     |
|   |   |              | gra.             | 0a4     | 0,5  | 1,2         | 1,3   | 3,7         | 1,2   | 0,8 |
|   |   |              | tri.             | 0a4     | 2,5  | 3,0         | 3,0   | 3,5         | 3,6   | 3,8 |
|   |   | Ust.tri.     | %                | 2       | 0    | 0           | 0     | 22,6        | 15,5  |     |
| D<br>r<br>a<br>o<br>r<br>t<br>n<br>o<br>ó<br>s<br>m<br>i. | D<br>a<br>p<br>ñ<br>o<br>r<br>s           | heladas      |                  | 0a4     | 0,8  | 0           | 1     | 0           | 2,3   | 0   |
|   |   | vuelco       |                  | 0a4     | 0    | 0,3         | 1     | 1           | 1     | 0   |
|   |   | desgrane     |                  | MBaMM   | -    | -           | -     | -           | -     | -   |
|   |   | sequía       |                  | 0a4     | -    | -           | -     | -           | -     | -   |
| Aspecto parc.   |   | MBaMM        | B                | B       | B    | RM          | B     | B           |       |     |
| Altu.de plan.   |   | cm           | 100              | 80      | 80   | 85          | 75    | 75          |       |     |
| Rendimiento   |   |              | q/ha             | 22,0    | 14,0 | 5,4         | 1,7   | 19,8        | 18,0  |     |

Datos meteorológicos

|                  | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov.  | Dic.  |
|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-------|
| Temp.máx.mens.°C | 20°6  | 18°7  | 17°0  | 18°8   | 23°0  | 25°3 | 29°1  | 32°4  |
| Temp.mín.mens.°C | 7°7   | 7°3   | 5°1   | 4°5    | 9°6   | 19°6 | 12°1  | 17°8  |
| Temp.med.mens.°C | 14°1  | 13°0  | 11°0  | 11°6   | 16°4  | 17°3 | 21°6  | 25°1  |
| Lluvias en mm    | 105,0 | 38,5  | 0,0   | 1,5    | 109,0 | 21,0 | 126,0 | 182,5 |

Cuadro N° 17

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de  
trigo de 1948. S.E.E. Alberti (Alberti)

| Variedad   |  | Un                              |          | Bahense |       | B. Sarmiento |      | Don Agustín |       |     |
|--|--|---------------------------------|----------|---------|-------|--------------|------|-------------|-------|-----|
| Epoca  |  | i.                              |          | 2da     | 4ta   | 2da          | 4ta  | 2da         | 4ta   |     |
| Densidad de siembra  |  | p/m <sup>2</sup>                |          | 180     | 225   | 180          | 225  | 180         | 225   |     |
| D<br>e<br>n<br>s<br>i<br>d<br>a<br>d<br>e<br>s<br>i<br>e<br>m<br>b<br>r<br>a | F. de siembra  | d                               |          | 20-5    | 6-7   | 20-5         | 6-7  | 20-5        | 6-7   |     |
|  | F. de madurez  | d                               |          | 30-11   | 30-11 | 5-12         | 6-12 | 19-11       | 30-11 |     |
|  | d<br>u<br>r<br>a<br>c.                                   | si.-ger.                        | d        |         | 12    | 9            | 12   | 9           | 12    | 9   |
|  |  | ge.-esp.                        | d        |         | 155   | 116          | 167  | 130         | 132   | 105 |
|  |  | ge.-mad.                        | d        |         | 182   | 138          | 187  | 144         | 171   | 138 |
| es.-mad.   |  | d                               |          | 27      | 22    | 20           | 14   | 39          | 33    |     |
| D<br>e<br>f<br>e<br>c<br>t<br>i<br>v<br>i<br>d<br>a<br>d                     | A<br>t<br>p<br>o<br>q<br>u<br>e                          | P<br>u<br>c.                    | glu.     | Oa4     | A     | A            | A    | A           | A     |     |
|  |  |                                 | gra.     | Oa4     | 1,0   | 1,9          | 1,8  | 1,3         | 2,1   | 0,8 |
|  |  |                                 | tri.     | Oa4     | 1,8   | 2,0          | 2,4  | 1,8         | 2,8   | 2,2 |
|  |  | Ust.tri.                        | %        | 4,1     | 2,4   | 0,8          | 2,5  | 18,5        | 45,3  |     |
| D<br>e<br>f<br>e<br>c<br>t<br>i<br>v<br>i<br>d<br>a<br>d                     | D<br>e<br>f<br>e<br>c<br>t<br>i<br>v<br>i<br>d<br>a<br>d | h<br>e<br>l<br>a<br>d<br>a<br>s | heladas  | Oa4     | 1     | 0            | 0    | 0           | 1     | 0   |
|  |  |                                 | vuelco   | Oa4     | 0,2   | 0            | 0,6  | 0           | 1,8   | 0   |
|  |  |                                 | desgrane | MBaMM   | -     | -            | -    | -           | -     | -   |
|  |  |                                 | sequía   | Oa4     | 0     | 0            | 0    | 0           | 0     | 0   |
| m<br>i.  | Aspecto par.   |                                 | MBaMM    | B       | B     | B            | B    | B           | B     |     |
|  | Altu.de plan.  |                                 | cm       | 106     | 120   | 108          | 122  | 84          | 104   |     |
| Rendimiento  |  | q/ha                            |          | 21,7    | 23,7  | 18,8         | 13,2 | 16,8        | 27,3  |     |

Datos meteorológicos

|                  | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Octub. | Nov. | Dic. |
|------------------|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|------|
| Temp.máx.mens.°C | 25°5 | 22°5  | 21°5  | 29°5   | 25°5  | 30°0   | 33°0 | 36°0 |
| Temp.mín.mens.°C | -2°0 | -5°0  | -3°5  | -6°0   | 0°0   | 0°5    | 1°0  | 7°0  |
| Temp.med.mens.°C | 11°7 | 11°2  | 8°4   | 8°7    | 13°4  | 14°8   | 16°7 | 21°7 |
| Lluvias en mm    | 70,5 | 28,5  | 57,0  | 3,0    | 86,5  | 50,0   | 52,0 | 92,5 |

Cuadro Nº 18

Datos promedios de cinco parcelas de las siembras de trigo de 1948. E.E. Pergamino (Pergamino).

| Variedad                        |                                 | U n              |          | Bahense |      | B. Sarmiento |       | Don Agustín |       |      |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------|----------|---------|------|--------------|-------|-------------|-------|------|
| Epoca                           |                                 | 1.               | 2da      | 4ta     | 2da  | 4ta          | 2da   | 4ta         |       |      |
| Densidad de siembra             |                                 | p/m <sup>2</sup> | 180      | 225     | 180  | 225          | 180   | 225         |       |      |
| D e n s i d a d e s i e m b r a | F.de siembra                    |                  | d        | 20-5    | 2-7  | 20-5         | 2-7   | 20-5        | 2-7   |      |
|                                 | F.de madurez                    |                  | d        | 27-11   | 3-12 | 8-12         | 14-12 | 20-11       | 29-11 |      |
|                                 | d u r a c i o n e s             | si.-ger.         | d        | 13      | 9    | 13           | 9     | 13          | 9     |      |
|                                 |                                 | ge.-esp.         | d        | 138     | 108  | 152          | 119   | 115         | 95    |      |
|                                 |                                 | es.-mad.         | d        | 41      | 38   | 37           | 37    | 56          | 46    |      |
| ge.-mad.                        |                                 | d                | 179      | 146     | 189  | 156          | 171   | 141         |       |      |
| D e n s i d a d e s i e m b r a | A t a q u e s                   | P u e c c .      | glu.     | 0a4     | 1    | 1            | 1     | 1           | 1     |      |
|                                 |                                 |                  | gra.     | 0a4     | 1    | 1            | 1     | 1           | 1     |      |
|                                 |                                 |                  | tri.     | 0a4     | 1,8  | 0,6          | 3,0   | 1,1         | 1,6   | 1,2  |
|                                 |                                 |                  | Ust.tri. | %       | 0    | 0            | 0,2   | 0           | 33,7  | 28,5 |
| D e n s i d a d e s i e m b r a | D e n s i d a d e s i e m b r a | heladas          | 0a4      | 1,5     | -    | 1,5          | -     | 1,5         | -     |      |
|                                 |                                 | vuelco           | 0a4      | -       | -    | -            | -     | -           | -     |      |
|                                 |                                 | desgrane         | MBaMM    | -       | -    | -            | -     | -           | -     |      |
|                                 |                                 | sequía           | 0a4      | -       | -    | -            | -     | -           | -     |      |
|                                 | Aspecto parc.                   | MBaMM            | B        | B       | B    | B            | B     | B           |       |      |
| Altu.de plan.                   | cm                              | 115              | 110      | 110     | 110  | 90           | 100   |             |       |      |
| Rendimiento                     |                                 | q/ha             | 22,2     | 21,7    | 13,3 | 20,5         | 27,1  | 25,2        |       |      |

Datos meteorológicos

|                  | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Octub. | Nov. | Dic.  |
|------------------|------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|
| Temp.máx.mens.°C | 27°2 | 23°8  | 25°7  | 32°1   | 26°4  | 29°2   | 32°3 | 37°4  |
| Temp.mín.mens.°C | -1°8 | -4°3  | -4°2  | -5°8   | 1°4   | 0°9    | -0°1 | 7°6   |
| Temp.med.mens.°C | 13°4 | 12°2  | 5°3   | 8°7    | 14°8  | 17°1   | 20°3 | 26°4  |
| Lluvias en mm    | 65,2 | 44,0  | 1,5   | 6,8    | 117,0 | 11,1   | 32,9 | 131,2 |



### Preparación

Las muestras fueron secadas al aire en bandejas, pulverizadas en mortero de madera y finalmente pasadas por un tamiz de mallas de 2 mm; sólo se consideró para el análisis las fracciones inferiores a ese diámetro, las que fueron envasadas en frascos de vidrio.

### Determinaciones efectuadas

#### Humedad higroscópica

Se llevaron 20 gramos de suelo a 105°C hasta constancia de peso, expresando el resultado en por ciento de suelo secado al aire.

Análisis granulométrico: Por el método de la pipeta, basado en la aplicación de la fórmula de Stokes, se separaron cuatro fracciones, arena gruesa (2 a 0,2 mm), arena fina (0,2 a 0,02 mm), limo (0,02 a 0,002 mm) y arcilla (menos de 0,002 mm). Se operó sobre 20 gr. eliminando la materia orgánica con agua oxigenada, el calcio por lavado con clorhídrico diluido y el exceso de este con agua destilada hasta reacción neutra al tornasol. Posteriormente se dispersó, alcalinizando con hidróxido de sodio y agitando durante una hora, separando la arena fina con un tamiz Tyler N° 70 de 0,2 mm. Las fracciones más finas fueron recogidas en una probeta de un litro que se mantuvo a temperatura constante en baño de agua, se agitó durante un minuto, volviendo la probeta al baño a la par que se ponía en marcha un cronómetro. Al tiempo ya calculado y tabulado para cada una de las fracciones, según la fórmula de Stokes, se extrajeron dos muestras, de las cuales la primera nos da la suma de arcilla y limo y la segunda la arcilla solamente; el limo se obtuvo por

diferencia de esas determinaciones. El valor de arena fina se halló restando de cien, la suma de arena gruesa, arcilla, limo, materia orgánica y calcareo. Sobre la base de los resultados obtenidos en el análisis granulométrico, se efectuó la clasificación de los suelos según el clásico diagrama triangular de Whitney (actualizado).

Concentración hidrogeniónica: Se determinó potenciométricamente el pH actual y el pH potencial, operando en el primer caso con una relación de suelo - agua, de uno a dos y medio y desplazando en el segundo los cationes con una solución de cloruro de potasio (normal), en la misma relación anterior.

Concentración salina: Conductométricamente sobre una pasta de suelo y agua hasta saturación.

Nitrógeno total: Por Kjeldahl, empleando como catalizador la mezcla de sulfato de cobre más selenio.

Materia orgánica: Por oxidación con bicromato de potasio en medio fuertemente sulfúrico, valorando por retorno con una solución de sulfato ferroso.

Calcio, fósforo y potasio: Se efectuó una extracción con solución Morgan (buffer de acético y acetato de sodio), en la relación uno de suelo a cuatro de solución; en el extracto se determinó calcio, fósforo y potasio.

Calcio por estereovolumetría, precipitando con oxalato de amonio en un tubo graduado que permite la lectura del volumen de precipitado.

Fósforo por colorimetría del fosfomolibdato, empleando cloruro estannoso como reductor; las lecturas se efectuaron en un fotocolorímetro previamente calibrado.

Potasio por turbidimetría del cabaltinitrito de sodio y potasio, comparando con testigos preparados de igual manera que los problemas.

En estas tres últimas determinaciones se emplearon técnicas adaptadas en el I.S.A.

### ESTUDIO DE LOS GRANOS

#### Toma de las muestras

De la superficie total de cada parcela (7,50 m<sup>2</sup>), se cosecharon los 5 m<sup>2</sup> centrales, desechando las borduras; la trilla de las muestras se efectuó en las localidades de origen, reuniéndose posteriormente las cinco muestras parciales de cada variedad en cada época, en una total, de modo que a cada muestra promedio de suelo le corresponde una promedio de grano, cultivado en las mismas parcelas de donde se extrajeron aquellas.

Concentrado el material experimental en la División Red Oficial de Ensayos Territoriales de la Dirección de Producción de Granos y Forrages, dependiente de la Dirección General de Fomento Agrícola, se tomaron partes alícuotas de aquellas muestras, las que fueron molidas en la División de Aplicaciones Tecnológicas, de la misma dirección, quedando así listas para su estudio, que se basó, por lo tanto, en el examen del producto proveniente de la molienda integral del grano de

trigo.

Determinaciones efectuadas

Se limitaron a la eliminación de humedad, en estufa a 135°C por espacio de dos horas y a la valoración de proteínas totales por Kjeldahl, empleando la mezcla de sulfato de cobre y selenio como catalizador; la conversión de los valores de nitrógeno a proteína se hizo empleando el factor 5,7.

Todos los resultados se expresaron en por ciento en peso de suelo secado a 105° C, en el caso de las muestras de suelo y en por ciento en peso de substancia seca a 135° C para las de grano.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS E INTERPRETACION

En la interpretación de los valores obtenidos en el estudio de los suelos y de los granos, el autor ha seguido las normas indicadas por el análisis estadístico, ellas le permiten llegar a conclusiones impersonales y por lo tanto libre de concepciones caprichosas, como que son el resultado de cálculos puramente matemáticos.

Desgraciadamente para un estudio de esta naturaleza, ha contado con un número relativamente pequeño de muestras que corresponden a un solo año de cultivo; factores ajenos a su voluntad le privaron considerar el material de algunas de las estaciones incluídas originariamente en el plan de trabajo, con todo, el empleo correcto de los límites de seguridad lo ponen a cubierto de falsas conclusiones.

#### Resultados

El trabajo analítico realizado según las técnicas señaladas en el capítulo anterior, queda resumido en los Cuadros N° 19, 20 y 21, para cada una de las variedades consideradas. Los resultados están expresados en por ciento en peso de suelo y de grano respectivamente y los rendimientos en quintales por hectárea.

#### Interpretación

##### Influencia de la variedad, localidad y época de siembra sobre el contenido proteico

Como paso previo a la consideración de las relaciones de los

Cuadro Nº 19

Valores analíticos de suelo y de grano de trigo para la variedad Bahiense

| Localidad      | E<br>P<br>O<br>C<br>a | S u e l o       |     |        |             |             |        |                                    |                       |          |            | G r a n o      |   |
|----------------|-----------------------|-----------------|-----|--------|-------------|-------------|--------|------------------------------------|-----------------------|----------|------------|----------------|---|
|                |                       | pHa             | pHp | S.sol. | Humed.<br>% | M.Org.<br>% | N<br>% | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>% | K <sub>2</sub> O<br>% | CaO<br>% | Prot.<br>% | Rend.<br>q/ha. |   |
| a              | b                     | c               | d   | e      | f           | g           | h      | i                                  | j                     | k        | l          | m              | n |
| C. Mascías     | 2da                   | Fran. are. 5,9  | 5,2 | vest.  | 2,40        | 1,28        | 0,12   | 0,0010                             | 0,016                 | 0,120    | 13,14      | 8,2            |   |
|                | 4ta                   | Fran. are. 6,2  | 5,3 | "      | 2,53        | 1,36        | 0,15   | 0,0010                             | 0,016                 | 0,084    | 16,30      | 3,2            |   |
| Angel Gallardo | 2da                   | F. arc. are 5,8 | 5,0 | "      | 2,74        | 1,10        | 0,11   | 0,0001                             | 0,014                 | 0,072    | 15,85      | 10,5           |   |
|                | 4ta                   | 5,9             | 5,1 | "      | 2,34        | 1,20        | 0,11   | 0,0001                             | 0,016                 | 0,084    | 15,45      | 10,4           |   |
| Monte Buey     | 2da                   | Fran. arci 6,4  | 5,3 | "      | 4,23        | 1,84        | 0,19   | 0,0020                             | 0,038                 | 0,132    | 13,51      | 17,3           |   |
|                | 4ta                   |                 |     |        |             |             |        |                                    |                       |          |            |                |   |
| Armstrong      | 2da                   | Fran. arci 6,5  | 5,2 | "      | 4,29        | 1,84        | 0,19   | 0,0040                             | 0,036                 | 0,132    | 14,19      | 9,8            |   |
|                | 4ta                   |                 |     |        |             |             |        |                                    |                       |          |            |                |   |
| Oliveros       | 2da                   | Fran. arci 5,3  | 4,3 | "      | 3,65        | 1,32        | 0,18   | 0,0010                             | 0,034                 | 0,108    | 14,48      | 22,0           |   |
|                | 4ta                   | Fran. arci 5,0  | 4,2 | "      | 3,69        | 1,40        | 0,17   | 0,0020                             | 0,038                 | 0,132    | 14,59      | 14,0           |   |
| Alberti        | 2da                   | Fran. are. 6,1  | 5,2 | "      | 3,07        | 2,16        | 0,24   | 0,0001                             | 0,018                 | 0,132    | 15,16      | 21,7           |   |
|                | 4ta                   | Fran. are. 6,2  | 5,1 | "      | 3,46        | 2,24        | 0,22   | 0,0001                             | 0,018                 | 0,144    | 17,73      | 23,7           |   |
| Pergamino      | 2da                   | Fran. are. 6,0  | 5,2 | "      | 3,37        | 1,84        | 0,21   | 0,0001                             | 0,028                 | 0,102    | 14,36      | 22,2           |   |
|                | 4ta                   | Fran. are. 5,9  | 5,3 | "      | 3,13        | 1,96        | 0,24   | 0,0005                             | 0,032                 | 0,144    | 14,82      | 21,7           |   |

Valores analíticos de suelo y de grano de trigo para la variedad Buck Sarmiento

| Localidad      | E P O c a | S u e l o    |     |        |        |        |      |                                 |                    |       |         | G r a n o  |      |
|----------------|-----------|--------------|-----|--------|--------|--------|------|---------------------------------|--------------------|-------|---------|------------|------|
|                |           | pHa          | pHp | S.sol. | Humed. | M.org. | N %  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % | K <sub>2</sub> O % | CaO % | Prot. % | Rend. q/ha |      |
| a              | b         | c            | d   | e      | f      | g      | h    | i                               | j                  | k     | l       | m          | n    |
| C. Mascías     | 2da       | Fran. are.   | 5,8 | 5,2    | vest.  | 2,18   | 1,32 | 0,14                            | 0,0010             | 0,016 | 0,120   | 14,54      | 1,2  |
|                | 4ta       | Fran. are.   | 6,1 | 5,4    | "      | 2,41   | 1,32 | 0,15                            | 0,0015             | 0,014 | 0,096   | 15,45      | 1,5  |
| Angel Gallardo | 2da       | F. arc. are. | 6,1 | 5,1    | "      | 2,57   | 1,12 | 0,13                            | 0,0005             | 0,022 | 0,072   | 17,39      | 3,3  |
|                | 4ta       | F. arc. are. | 5,7 | 5,1    | "      | 2,50   | 1,18 | 0,11                            | 0,0001             | 0,015 | 0,072   | 16,99      | 2,2  |
| Monte Buey     | 2da       | Fran. arci.  | 6,7 | 5,4    | "      | 4,22   | 1,84 | 0,19                            | 0,0020             | 0,038 | 0,156   | 12,77      | 15,4 |
|                | 4ta       | Fran. arci.  | 6,5 | 5,2    | "      | 4,33   | 1,80 | 0,19                            | 0,0040             | 0,038 | 0,108   | 13,79      | 8,0  |
| Arms- trong    | 2da       | Fran. arci.  | 5,2 | 4,1    | "      | 3,63   | 1,32 | 0,18                            | 0,0010             | 0,036 | 0,120   | 16,36      | 5,4  |
|                | 4ta       | Fran. arci.  | 5,0 | 4,1    | "      | 3,61   | 1,32 | 0,18                            | 0,0015             | 0,036 | 0,084   | 15,68      | 1,7  |
| Ollveros       | 2da       | Fran. are.   | 6,1 | 5,1    | "      | 3,26   | 2,16 | 0,24                            | 0,0001             | 0,014 | 0,144   | 15,56      | 18,8 |
|                | 4ta       | Fran. are.   | 6,1 | 5,1    | "      | 3,13   | 2,36 | 0,24                            | 0,0010             | 0,022 | 0,132   | 15,45      | 13,2 |
| Alberti        | 2da       | Fran. are.   | 5,9 | 5,2    | "      | 3,21   | 1,76 | 0,20                            | 0,0015             | 0,032 | 0,120   | 15,79      | 13,3 |
|                | 4ta       | Fran. are.   | 6,1 | 5,5    | "      | 3,44   | 1,88 | 0,21                            | 0,0005             | 0,032 | 0,108   | 14,19      | 20,5 |

Cuadro Nº 21

Valores analíticos de suelo y de grano de trigo para la variedad Olaeta Don Agustín

| Localidad      | E<br>P<br>O<br>C<br>a | S u e l o    |     |     |        |               |      |                                 |                    |       |             | G r a n o |      |
|----------------|-----------------------|--------------|-----|-----|--------|---------------|------|---------------------------------|--------------------|-------|-------------|-----------|------|
|                |                       | Textura      | pHa | pHp | S.sol. | Humed. M.Org. | N %  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % | K <sub>2</sub> O % | CaO % | Prot. Rend. | %         | q/ha |
| a              | b                     | c            | d   | e   | f      | g             | h    | i                               | j                  | k     | l           | m         | n    |
| C. Mascías     | 2da                   | Fran. are.   | 5,8 | 5,2 | vest.  | 2,35          | 1,28 | 0,14                            | 0,0020             | 0,016 | 0,096       | 14,54     | 10,9 |
|                | 4ta                   | Fran. are.   | 6,0 | 5,4 | "      | 2,12          | 1,12 | 0,15                            | 0,0020             | 0,014 | 0,084       | 15,62     | 8,0  |
| Angel Gallardo | 2da                   | F. arc. are. | 6,0 | 5,1 | "      | 2,52          | 1,08 | 0,12                            | 0,0005             | 0,016 | 0,072       | 18,13     | 12,2 |
|                | 4ta                   | F. arc. are. | 5,8 | 5,1 | "      | 2,38          | 1,14 | 0,11                            | 0,0001             | 0,022 | 0,084       | 17,39     | 11,6 |
| Monte Buey     | 2da                   | Fran. arci.  | 6,6 | 5,2 | "      | 4,03          | 1,92 | 0,19                            | 0,0020             | 0,038 | 0,120       | 13,11     | 18,8 |
|                | 4ta                   | Fran. arci.  | 6,3 | 5,1 | "      | 4,28          | 1,92 | 0,18                            | 0,0040             | 0,038 | 0,120       | 14,82     | 10,4 |
| Arms- trong    | 2da                   | Fran. arci.  | 5,1 | 4,2 | "      | 3,56          | 1,36 | 0,13                            | 0,0020             | 0,038 | 0,072       | 15,39     | 19,8 |
|                | 4ta                   | Fren. arci.  | 5,1 | 4,1 | "      | 3,54          | 1,36 | 0,17                            | 0,0020             | 0,034 | 0,120       | 14,36     | 18,0 |
| Oliveros       | 2da                   | Fran. are.   | 6,0 | 5,2 | "      | 3,32          | 2,12 | 0,22                            | 0,0001             | 0,018 | 0,120       | 15,56     | 16,8 |
|                | 4ta                   | Fran. are.   | 6,1 | 5,1 | "      | 3,05          | 2,16 | 0,21                            | 0,0005             | 0,028 | 0,096       | 18,30     | 27,3 |
| Alberti        | 2da                   | Fran. are.   | 6,1 | 5,1 | "      | 3,67          | 1,68 | 0,21                            | 0,0010             | 0,036 | 0,132       | 14,36     | 27,1 |
|                | 4ta                   | Fran. are.   | 6,1 | 5,4 | "      | 3,43          | 1,64 | 0,24                            | 0,0005             | 0,036 | 0,096       | 15,05     | 25,2 |



elementos del suelo con el contenido proteico del grano de trigo, resulta sumamente útil averiguar si las variedades, las localidades y las épocas de siembra constituyen fuentes significativas de variación del contenido proteico del grano de trigo; el análisis de la variancia de los datos de proteína proporcionan la información deseada.

Para el análisis de la variancia hemos empleado solamente los valores de las estaciones experimentales que tienen las dos épocas de siembra.-

Cuadro Nº 22

Análisis de la variancia del contenido proteico del grano de trigo

| Variedades  | Oliveros   |            | A. Gallardo |            | C. Mascías |            | Alberti    |            | Pergamino  |            | SX          |
|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|             | 2 E        | 4 E        | 2 E         | 4 E        | 2 E        | 4 E        | 2 E        | 4 E        | 2 E        | 4 E        |             |
| Bahiense    | 145        | 146        | 159         | 155        | 131        | 163        | 152        | 177        | 144        | 148        | 1520        |
| B. Sarmien. | 164        | 157        | 174         | 170        | 145        | 155        | 156        | 155        | 158        | 142        | 1576        |
| D. Agustín  | 154        | 144        | 181         | 174        | 145        | 156        | 156        | 183        | 144        | 151        | 1588        |
| <b>SX</b>   | <b>463</b> | <b>447</b> | <b>514</b>  | <b>499</b> | <b>421</b> | <b>474</b> | <b>464</b> | <b>515</b> | <b>446</b> | <b>441</b> | <b>4684</b> |

| Fuente de variación | G. de L.  | Suma $x^2$  | Variancia | Valor de F (') |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|----------------|
| Localidades         | 4         | 2088        | 522       | 5,3 + +        |
| Variedades          | 2         | 263         | 131       | 1,3            |
| Épocas              | 1         | 84          | 84        | 0,86           |
| Discrepancia        | 22        | 2158        | 98        |                |
| <b>Total</b>        | <b>29</b> | <b>4593</b> |           |                |

De los valores de F (constante de Fisher) calculados para las localidades, variedades y épocas de siembra, se desprende que las loca-

(')-Tanto para el análisis de la variancia como para los coeficientes de correlación el signo + equivale a significativo (más de 95% de seguridad) y + + equivale a altamente significativo (más de 99% de seguridad).-

lidades de cultivo (  $F = 5,3 + +$  ) representaron fuentes de variación, altamente significativas, del contenido proteico del grano de trigo, no así las variedades ( $F = 1,3$ ) ni las épocas ( $F = 0,86$ ).-

Estos resultados, al negar a las variedades significación como fuente de variación de la riqueza proteica del grano de trigo, permitieron al autor reunir, con ventaja, la totalidad de los datos como si proviniesen de una sola variedad, en todo cálculo en que intervino como variable el contenido proteico.

Las conclusiones anteriores están de acuerdo con la bibliografía hallada sobre el tema en lo que se refiere a la influencia del lugar de cultivo y en parte también, en lo que respecta a la calidad industrial de las variedades, si tenemos en cuenta que las consideradas por el autor pertenecen a los tipos duro (Bahense F.C.S., Buck Sarmiento) y semiduro (Olaeta Don Agustín); no debemos olvidar que respecto del tipo, la opinión general es que la dureza de los granos da una idea grosera de su riqueza en proteínas. Ningún trabajo anterior hace mención a la gravitación que la época de siembra pudiera tener sobre el contenido proteico.

#### Relación de los elementos del suelo con el contenido proteico del grano de trigo

Resuelto el primer punto de su trabajo, el autor pasa a considerar, elemento por elemento, las posibles relaciones de los mismos con la abundancia de proteínas en el grano de trigo, para lo cual ha calculado en cada caso, el coeficiente de correlación entre el elemento y el contenido proteico y la regresión de éste en función de aquel.

Materia orgánica-proteína

El coeficiente de correlación rectilínea resultó del valor - 0,176, no significativo, mientras que el de la correlación curvilínea se elevó a 0,690, altamente significativo; la regresión dió una parábola de la fórmula  $y = 36,78 - 28,10 x + 8,50 X^2$  (Figura 2). De esto se desprende que el contenido proteico, al aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo, decrece al principio, para alcanzar un valor mínimo a partir del cual vuelve a ascender; ninguna información anterior nos permite hacer comparaciones con estos resultados.

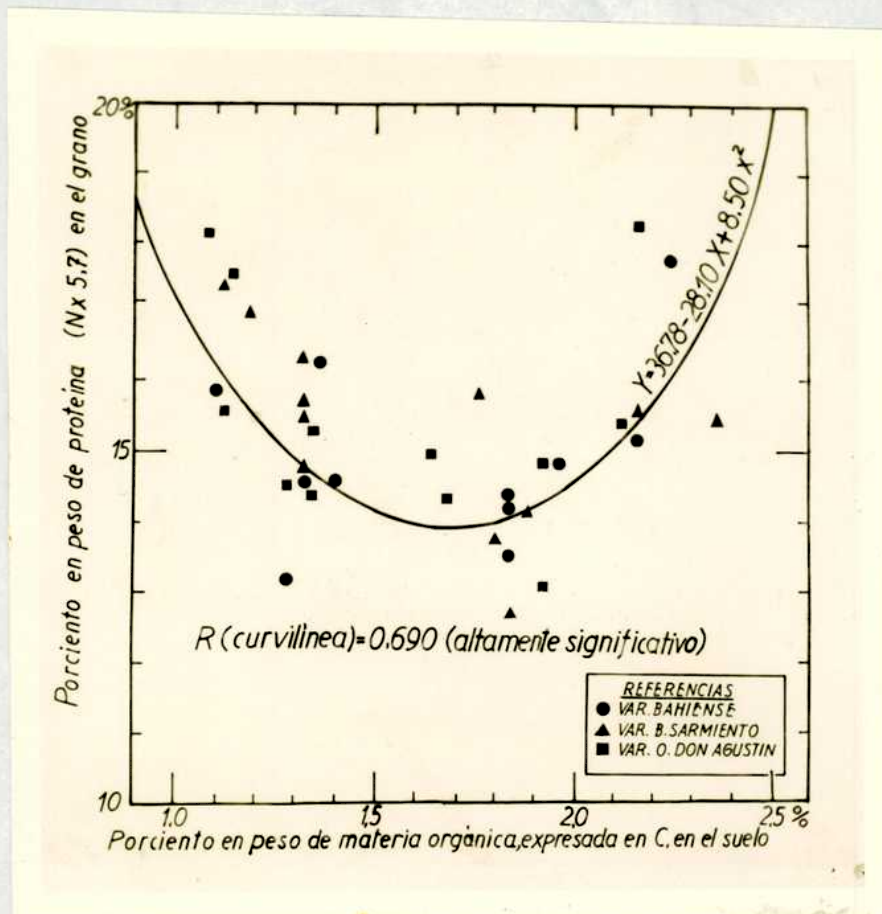


Figura N° 2.- Contenido proteico del grano de trigo en función de las cantidades de materia orgánica en el suelo. Correlación y curva de regresión.-

### Nitrógeno-proteína

En este caso, como en el anterior, el coeficiente de correlación lineal igual a  $-0,209$  no alcanza ni el nivel de seguridad del 95 % que es de  $0,320$ ; en verdad de la disposición de los puntos en la regresión se desprende, sin necesidad de recurrir a la prueba de curvilinearidad, que no se está en presencia de una correlación lineal sino curvilínea, cuyo coeficiente de  $0,418$  sobrepasa el nivel del 95 % pero no el de 99 %. Calculada la regresión obtuvo una parábola de la fórmula  $y = 25,18 - 113,1 X + 301,32 X^2$  (Figura N° 3).

La observación de los valores de las constantes estadísticas calculadas nos informan de la estrecha relación entre el nitrógeno del suelo y el contenido proteico del grano y nos muestran que en este caso el nitrógeno se comporta en forma similar a la materia orgánica, es decir que después de un descenso de la cantidad de proteínas en el grano hasta alcanzar un mínimo, la curva vuelve a empinarse en los suelos mejor provistos en ese elemento.

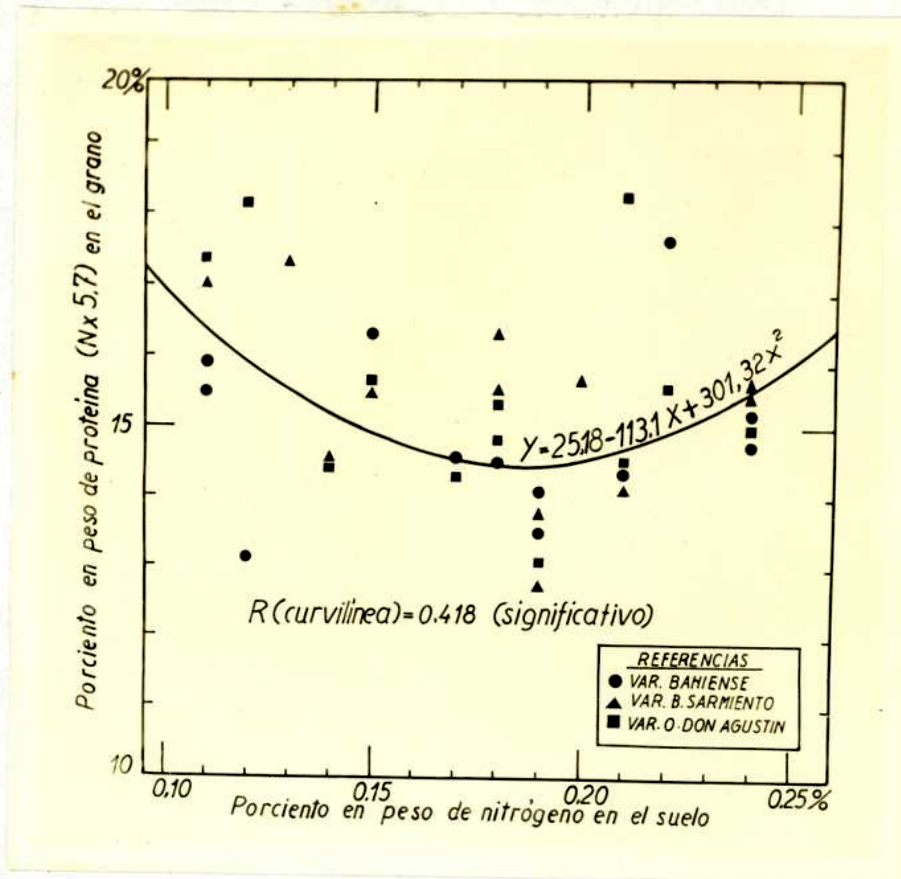


Figura Nº 3- Contenido proteico del grano de trigo en función de las cantidades de nitrógeno en el suelo. Correlación y curva de regresión.

Comparando con trabajos sobre el tema, se ve que la parte ascendente de la curva coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores, en el sentido de que a mayor cantidad de nitrógeno en el suelo corresponde mayor contenido de proteínas en el grano; para el resto de la curva no es posible hacer cotejos, porque mientras que en todos los estudios anteriores se operó con suelos abonados, ubicándose en el sector ya considerado, en el caso presente el autor ha trabajado con suelos no enriquecidos en ningún elemento, lo que le ha permitido considerar bajos valores de nitrógeno.

Concentración hidrogeniónica actual y potencial-proteína

Para la correlación rectilínea entre el pH actual y las proteínas del grano el coeficiente dió un valor de  $-0,542$ , índice de una alta vinculación reflejada en la recta de regresión de la fórmula  $y = 18,51 - 0,546 X$  (Figura N° 4); con todo la observación del gráfico nos

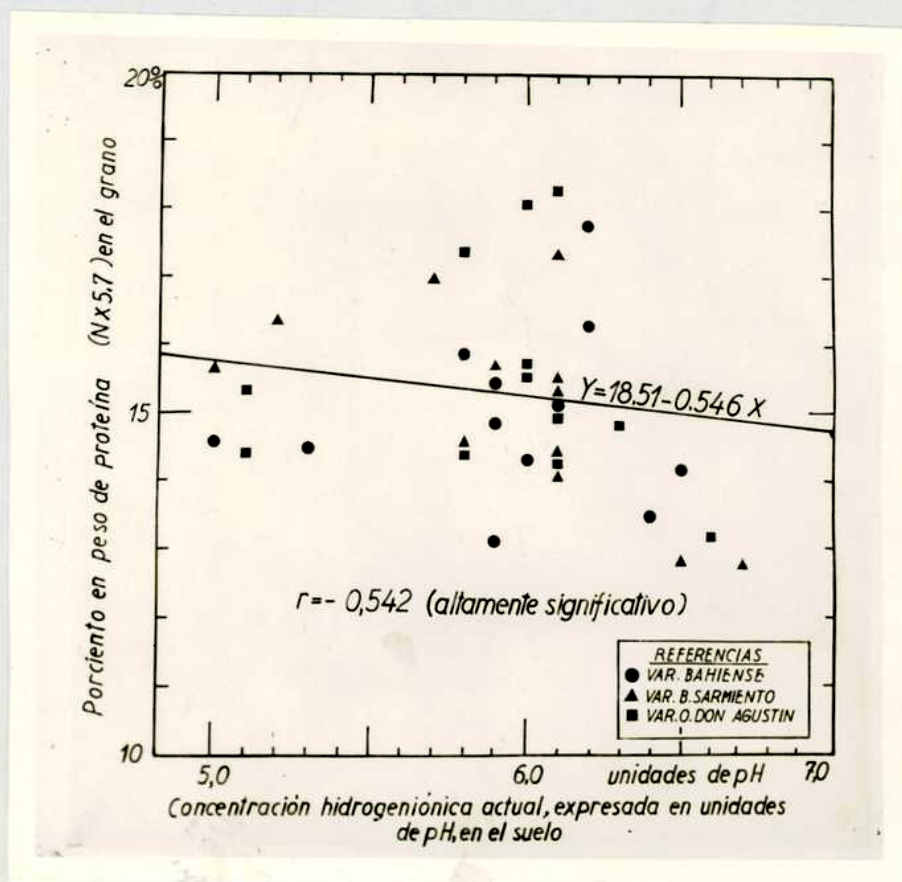


Figura N° 4.- Contenido proteico del grano de trigo en función de la concentración hidrogeniónica actual del suelo. Correlación y recta de regresión.

muestra un óptimo a la par que una acumulación de puntos alrededor del pH actual 6.-

El pH potencial no demostró vinculación aparente con el contenido proteico, pues el coeficiente de correlación rectilínea resultó

igual a - 0,046.-

### Potasio-proteína

La correlación rectilínea con un coeficiente igual a - 0,445, altamente significativo y la recta de regresión de la fórmula  $y = 16,49 - 45,69 X$  (Figura Nº 5), nos están indicando una relación inversa entre

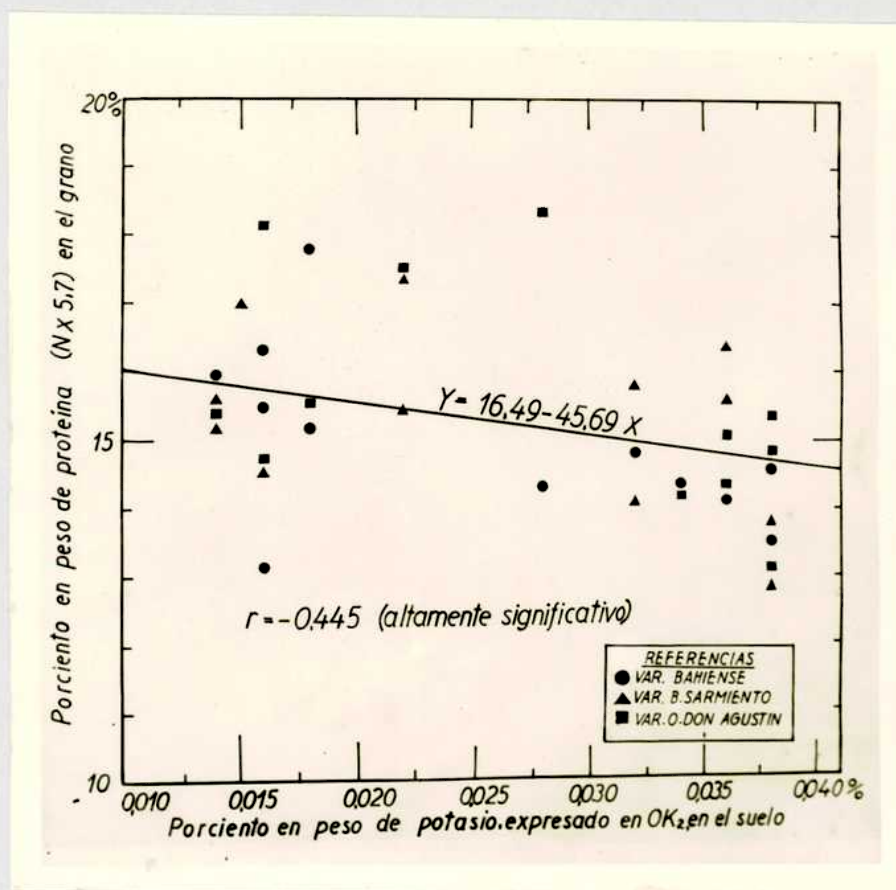


Figura Nº 5.- Contenido proteico del grano de trigo en función de la cantidad de potasio determinada en el extracto Morgan del suelo. Correlación y recta de regresión.

el contenido proteico y el potasio, al menos dentro de los límites estudiados por el autor.

El único antecedente que tenemos con respecto a este elemento y que puede servirnos de guía, es el trabajo de L. Marimpietri (1934),

quien obtuvo un ligero aumento en el contenido proteico de los granos, por enriquecimiento del suelo en potasio; en verdad los valores logrados por dicho autor, lo fueron por contraste entre dos muestras provenientes de un suelo testigo y otro enriquecimiento en potasio, ello le permitió observar un aumento de 0,4 gr de proteínas totales en 100 gr de harina, según vimos en el Capítulo II pág. 24. La pequeña diferencia observada, agregada al hecho de que trabajara sobre solo dos muestras, hace totalmente insegura la conclusión del autor italiano.

### Calcio-proteína

Aún cuando para este caso el coeficiente de correlación lineal igual a  $-0,490$  es altamente significativo, es posible observar en las

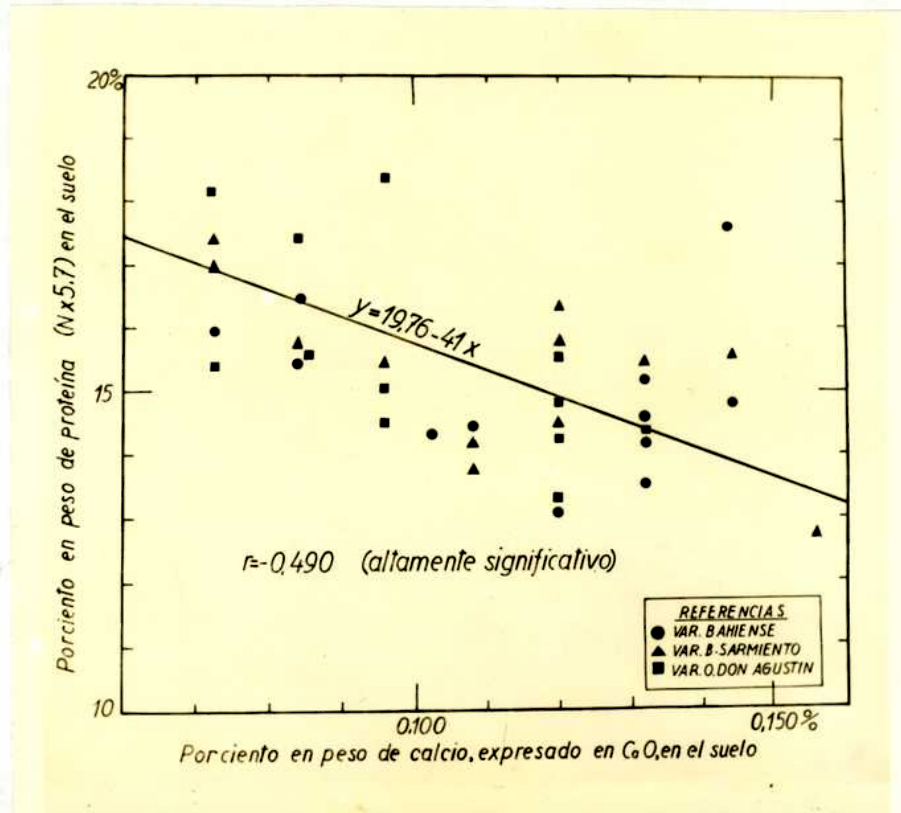


Figura Nº 6.- Contenido proteico del grano de trigo en función de la cantidad de calcio determinada en el extracto Morgan del suelo. Correlación y recta de regresión.



regresiones como los puntos encurvan ligeramente respecto de la recta de regresión de la fórmula  $y = 19,76 - 41 X$  (Figura Nº 6). Se repite entonces, para el calcio, lo que ya hemos visto para la materia orgánica y el nitrógeno, aunque no tan pronunciadamente.

Ningún antecedente bibliográfico nos habla de la posible influencia de este elemento sobre el contenido proteico, a pesar del importante papel que se le atribuye no solo en la vida de la planta sino también en el equilibrio químico del suelo.

### Fósforo-proteína

En este caso el hecho de que la totalidad de las muestras resultaran pobres en fósforo, privó al autor de poder examinar el comportamiento de la regresión en suelos mejor provistos en ese elemento.

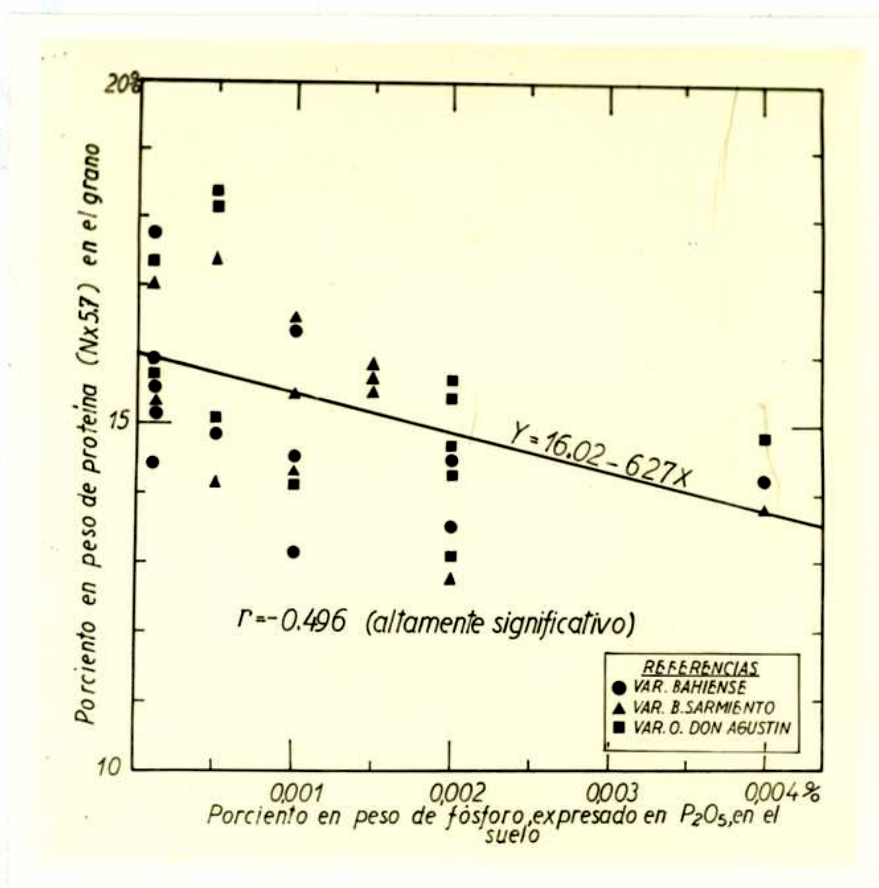


Figura Nº 7.- Contenido proteico del grano de trigo en función de la cantidad de fósforo determinada en el extracto Morgan del suelo. Correlación y recta de regresión.

Los valores de las constantes estadísticas calculadas,  $r = - 0,496$  y  $y = 16,02 - 627 X$  (Figura N° 7), indican que el contenido proteico, muy relacionado con las cantidades de fósforo en el suelo, disminuye al aumentar este elemento, pero esa disminución se hace menos pronunciada con tendencia a aplanarse.-

Interferencia de los distintos elementos del suelo sobre sus correlaciones con las proteínas del grano

El cálculo de las correlaciones parciales, que permite estudiar la correlación de dos factores a constancia de otro u otros, es el camino estadístico que se le ofrece al autor para encarar este punto; con todo el valor de las mismas depende de que los tres coeficientes de orden inmediatamente inferior, que se requieren para el cálculo, sean rectilíneos o se aparten muy poco de la recta. Este último detalle le ha obligado a tratar de resolver graficamente algunas interferencias aparentemente pronunciadas, ante la imposibilidad de hacerlo matemáticamente, como ocurrió en el caso de la materia orgánica y el nitrógeno. En uno u otro caso resulta interesante la observación de los coeficientes de correlación entre los distintos elementos del suelo, para los cuales el autor obtuvo los siguientes resultados:

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| $r$ (nitrógeno - materia orgánica) | = 0,869 ++ |
| $r$ (nitrógeno - pH actual)        | = 0,236    |
| $r$ (nitrógeno - pH potencial)     | = 0,506 ++ |
| $r$ (nitrógeno - calcio)           | = 0,646 ++ |

|   |             |
|---|-------------|
| $r(\text{nitrógeno-fósforo})$               | = - 0,133   |
| $r(\text{materia orgánica - pH actual})$    | = 0,494 + + |
| $r(\text{materia orgánica - pH potencial})$ | = 0,033     |
| $r(\text{materia orgánica - calcio})$       | = 0,704 + + |
| $r(\text{materia orgánica - fósforo})$      | = 0,011     |
| $r(\text{pH actual - potasio})$             | = 0,038     |
| $r(\text{pH actual - fósforo})$             | = - 0,015   |
| $r(\text{pH potencial-calcio})$             | = 0,345 +   |
| $r(\text{pH potencial-fósforo})$            | = 0,484 + + |
| $r(\text{calcio-fósforo})$                  | = 0,056     |

Al considerar estos coeficientes debemos tener en cuenta que para los 34 grados de libertad disponibles, los niveles de seguridad de 95 y 99 % son iguales a 0,320 y 0,423 respectivamente.

De todos ellos, resalta en particular el que corresponde a nitrógeno y la materia orgánica con un valor de 0,869, altamente significativo; esa fuerte correlación se traduce en la similitud de comportamiento de esos dos factores del suelo respecto de las proteínas del grano, como ya lo hemos podido apreciar al considerar la regresión en función de cada uno de ellos y que se hace más evidente al examinar el gráfico de las isopletas (Figura N° 8) del contenido proteico en función de las cantidades de nitrógeno y materia orgánica en el suelo.

Referente a la posible interferencia de los demás elementos sobre la correlación nitrógeno-proteína, no surgen de sus datos mayor información, aun cuando algunos coeficientes sean realmente significativos. Con todo, las isopletas de las proteínas del grano en función de la cantidad de nitrógeno y del pH actual del suelo (Figura N° 9), nos

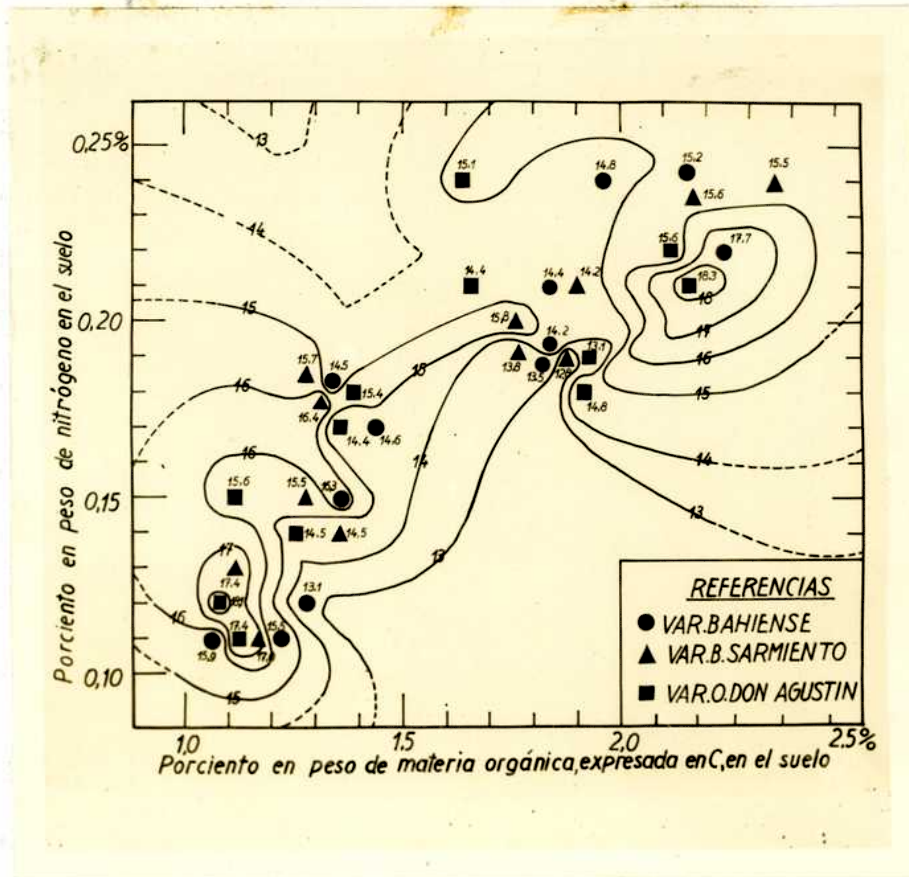


Figura Nº 8.- Isopletas del contenido proteico del grano de trigo en función de la riqueza del suelo en materia orgánica y nitrógeno.

permite observar una concentración de puntos rodeando a dos centros de máxima, verticalmente dispuestos sobre el valor 6 del pH actual, que están vinculados al nitrógeno del suelo.

Con respecto a los demás elementos, de los datos del autor no surge ninguna información que pueda resultar de interés en el esclarecimiento de posibles interferencias en las correlaciones de los mismos con el contenido proteico del grano de trigo.

### Lluvias-proteína

El autor examinó la importancia de las lluvias en el sub-período espigazón-madurez del ciclo vegetativo, en particular la posible in-

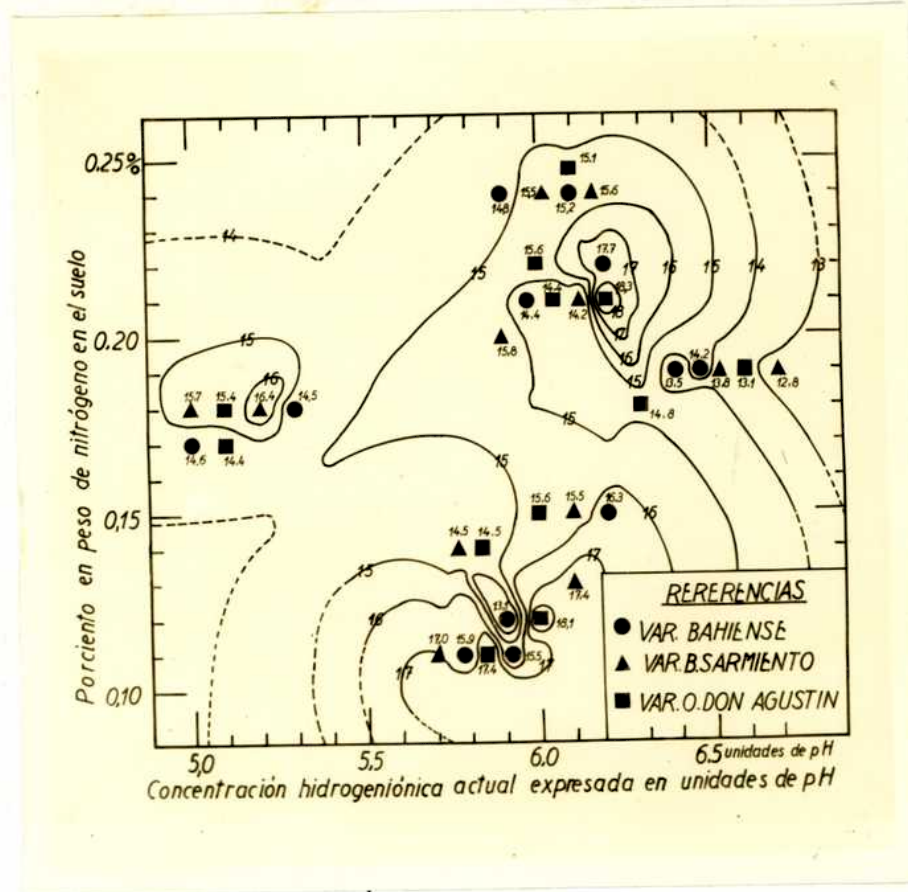


Figura N° 9.- Isopletas del contenido proteico del grano de trigo en función de la concentración hidrogeniónica actual y de la cantidad de nitrógeno, ambas del suelo.

terferencia de las mismas con las disponibilidades del suelo en nitrógeno, para lo cual trazó las isopletas del contenido proteico en función de la cantidad de lluvia caída en el subperíodo espigazón-madurez y de la cantidad de nitrógeno en el suelo (Figura N° 10). La disposición de esas isolíneas nos está indicando que a valores bajos o altos de lluvia se observan pobres contenidos proteicos, mientras que a valores intermedios la riqueza del grano, en proteínas, es mayor; en verdad las isopletas rodean a dos centros de máxima, de los cuales el más importante es el que corresponde a altos valores de nitrógeno.

Si bien es cierto que los datos de lluvia son mensuales y por

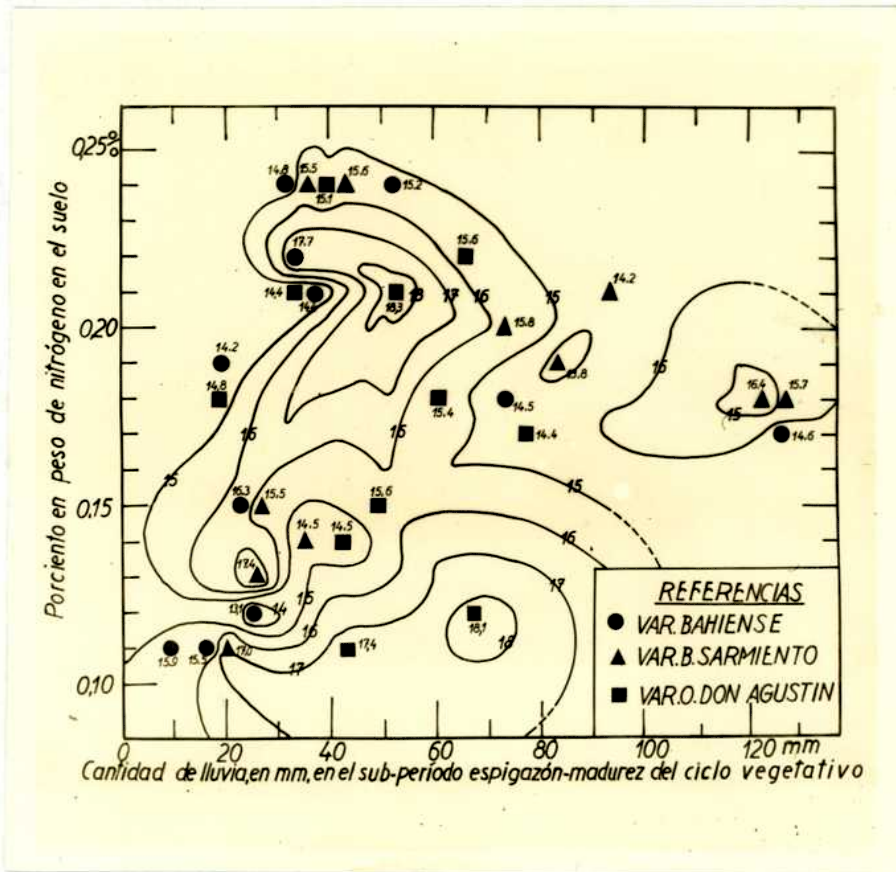


Figura Nº 10.- Isopletas del contenido proteico del grano de trigo en función de la cantidad de lluvias caídas en el sub-período espigazón - madurez y de nitrógeno del suelo

lo tanto no coinciden con los límites cronológicos de los distintos subperíodos del ciclo vegetativo, resulta elocuente la disposición de las isolíneas, porque ellas ponen de manifiesto una íntima vinculación de las lluvias, en el subperíodo espigazón-madurez, con el contenido proteico del grano de trigo, vinculación reconocida, por otra parte, en trabajos anteriores sobre el tema.

Contenido proteico-rendimiento

Con el objeto de obtener del trabajo realizado la mayor información posible, el autor examinó la correlación y la regresión del contenido proteico en función del rendimiento.

El cálculo previo de la variancia del rendimiento arrojó valores altamente significativos de F para las variedades (28,1) y para las localidades ( 16,0 ), no así para las épocas ( 0,06 ); ello le aconseja considerar por separado, como es práctica general, a cada una de las variedades, en todo cálculo en que intervenga el rendimiento como variable.-

Cuadro N° 23

Análisis de la variancia del rendimiento en grano

| Variedades  | Oliveros |     | A. Gallardo |     | C. Mascías |     | Albérti |     | Pergamino |     | SX   |
|-------------|----------|-----|-------------|-----|------------|-----|---------|-----|-----------|-----|------|
|             | 2 E      | 4 E | 2 E         | 4 E | 2 E        | 4 E | 2 E     | 4 E | 2 E       | 4 E |      |
| Bahiense    | 220      | 140 | 105         | 104 | 82         | 32  | 217     | 237 | 222       | 217 | 1576 |
| B.Sarmiento | 54       | 172 | 33          | 22  | 12         | 15  | 188     | 132 | 133       | 205 | 966  |
| D.Agustín   | 198      | 180 | 122         | 116 | 109        | 80  | 168     | 273 | 271       | 252 | 1769 |
| SX          | 472      | 492 | 260         | 242 | 203        | 127 | 573     | 642 | 626       | 674 | 4311 |

| Fuente de variación | G. de L. | Suma x <sup>2</sup> | Variancia | Valor de F |
|---------------------|----------|---------------------|-----------|------------|
| Localidades         | 4        | 123247              | 30812     | 28,1 + +   |
| Variedades          | 2        | 35138               | 17569     | 16,0 + +   |
| Epoas               | 1        | 61                  | 61        | 0,06       |
| Discrepancia        | 22       | 24130               | 1097      |            |
| Total               | 29       | 182576              |           |            |

Siguiendo esas directivas, calculó los coeficientes de correlación curvilínea entre el contenido proteico y el rendimiento en grano para cada una de las variedades y para los cuales obtuvo valores infe-

riores al nivel de seguridad del 95 %:

$$\text{Buck Sarmiento} = 0,504$$

$$\text{Bahense} = 0,308$$

$$\text{O. Don Agustín} = 0,310$$

No obstante que esos tres coeficientes están indicando una probabilidad apreciable de un ordenamiento debido al azar, en tanto se los considera aisladamente, es interesante el examen de las regresiones del contenido proteico en función de los rendimientos, pues las tres resultaron parabólicas y de la fórmula  $y = a - bX + cX^2$ :

$$\text{Buck Sarmiento; } y = 22,1 - 1,13 X + 0,035 X^2$$

$$\text{Bahense; } y = 19,24 - 0,77 X + 0,027 X^2$$

$$\text{O. Don Agustín; } y = 19,62 - 0,49 X + 0,013 X^2$$

Las similitudes señaladas indican un hecho de caracter general digno de destacarse; en efecto, para valores siempre crecientes del rendimiento, el contenido proteico disminuyó al principio para volver a aumentar luego, dentro de una amplitud de valores de rendimiento, registrados en el presente estudio, que se extendió desde 1,2 hasta 27 quintales por hectarea. Ello concuerda con el trabajo publicado por W.H. Mezger en el Journal of the American Society of Agronomy y citado por Snedecor en su "Método de Estadística". Asimismo concuerda con el de Brunini, quien trabajando sobre las cosechas argentinas de las campañas 1936/37, 1937/38 y 1938/39, obtuvo para esa regresión una recta de la fórmula  $y = a - b X$ , es decir que según ella a valores crecientes del rendimiento disminuye el contenido proteico del grano de trigo; al considerar este resultado debemos tener en cuenta que la amplitud de valores de ren-



dimiento considerados por Brunini se extiende desde 2 hasta 18 quintales por hectarea, aproximadamente, o sea que faltan los rendimientos altos que se registraron en nuestro trabajo, justamente en la zona correspondiente a dichos valores es donde el contenido proteico se incrementa con el aumento creciente de los rendimientos.

Con el fin de completar su revisión, el autor del presente trabajo estudió también el comportamiento del rendimiento en función de uno de los elementos del suelo, el nitrógeno. Para las correlaciones rectilíneas obtuvo coeficientes superiores al valor de 0,706 correspondiente al nivel de seguridad del 99 % para los 10 grados de libertad disponibles:

|                |   |       |    |
|----------------|---|-------|----|
| Buck Sarmiento | = | 0,811 | ++ |
| Bahiense       | = | 0,777 | ++ |
| O. Don Agustín | = | 0,761 | ++ |

Las regresiones del rendimiento en función de la riqueza del suelo en nitrógeno resultaron rectas de las fórmulas:

|                 |         |       |   |         |   |                |
|-----------------|---------|-------|---|---------|---|----------------|
| Buck Sarmiento; | $y = -$ | 16,70 | + | 141,166 | X | (Figura N° 11) |
| Bahiense;       | $y = -$ | 4,81  | + | 113,81  | X | (Figura N° 12) |
| O. Don Agustín  | $y = -$ | 5,28  | + | 126,70  | X | (Figura N° 13) |

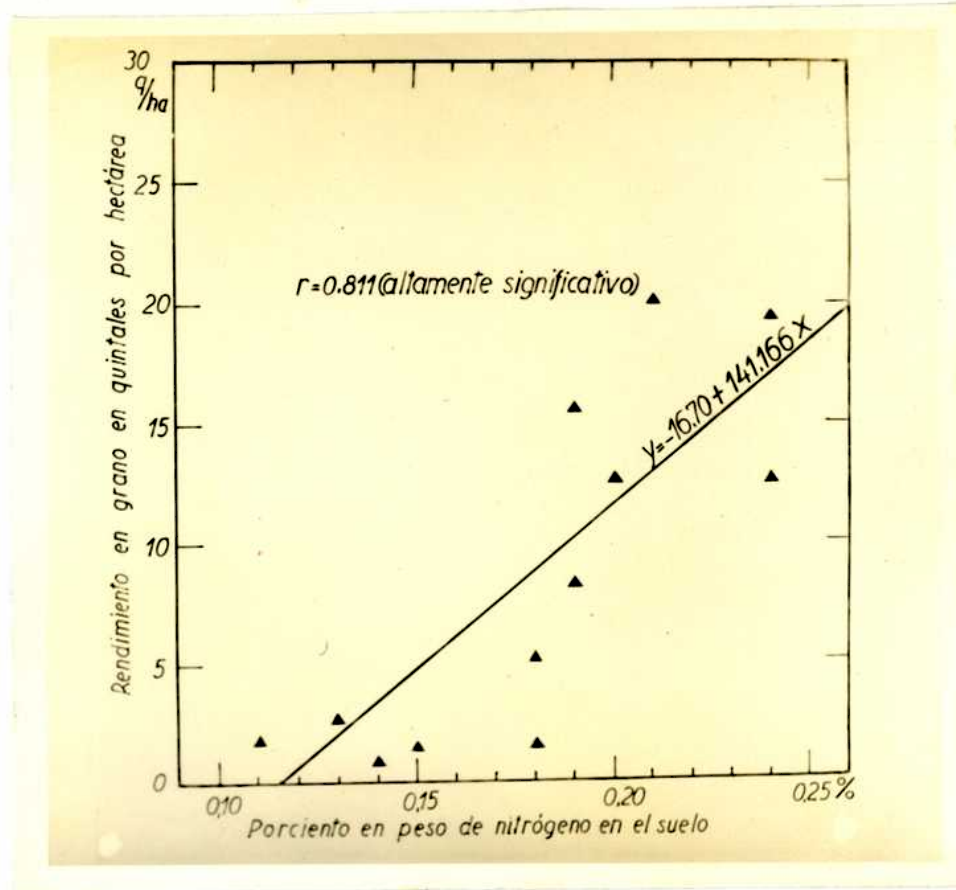


Figura Nº 11.- Rendimiento en grano en función de la cantidad de nitrógeno del suelo. Correlación y recta de regresión. Variedad Buck Sarmiento.

Los coeficientes de correlación y las rectas de regresión que preceden indicarían que el contenido de nitrógeno del suelo es un buen índice de la amplitud de este para la producción triguera, tanto en lo referente a la cantidad de producto (rendimiento) como a un aspecto importante de la calidad (contenido proteico), esto último según lo visto en su lugar. Por los motivos señalados, el autor sugiere la conveniencia de realizar investigaciones más extensas y detalladas sobre este punto, pues de confirmarse los resultados obtenidos en el presente trabajo, se dispondría de un elemento valioso de juicio para orientar la producción triguera del país con miras a abaratar el costo de producción y mejorar simultaneamente la calidad del trigo. Por otra parte, la comparación de

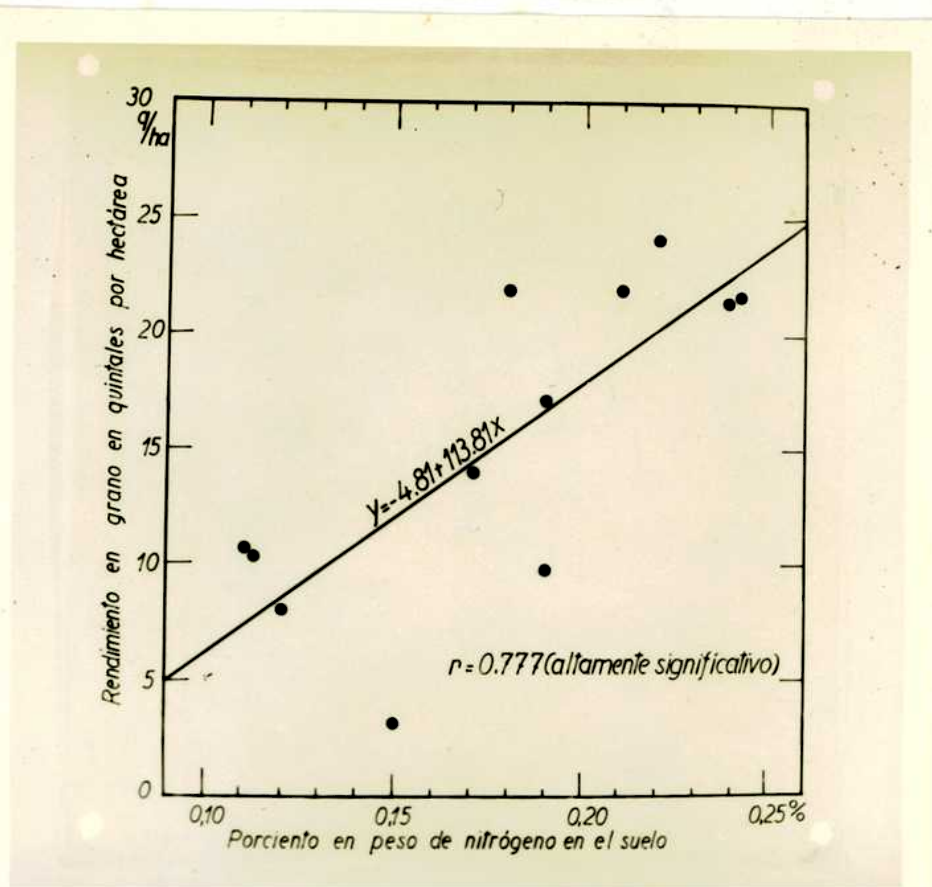


Figura N° 12.- Rendimiento en grano en función de la cantidad de nitrógeno del suelo. Correlación y recta de regresión. Variedad Bahiense.

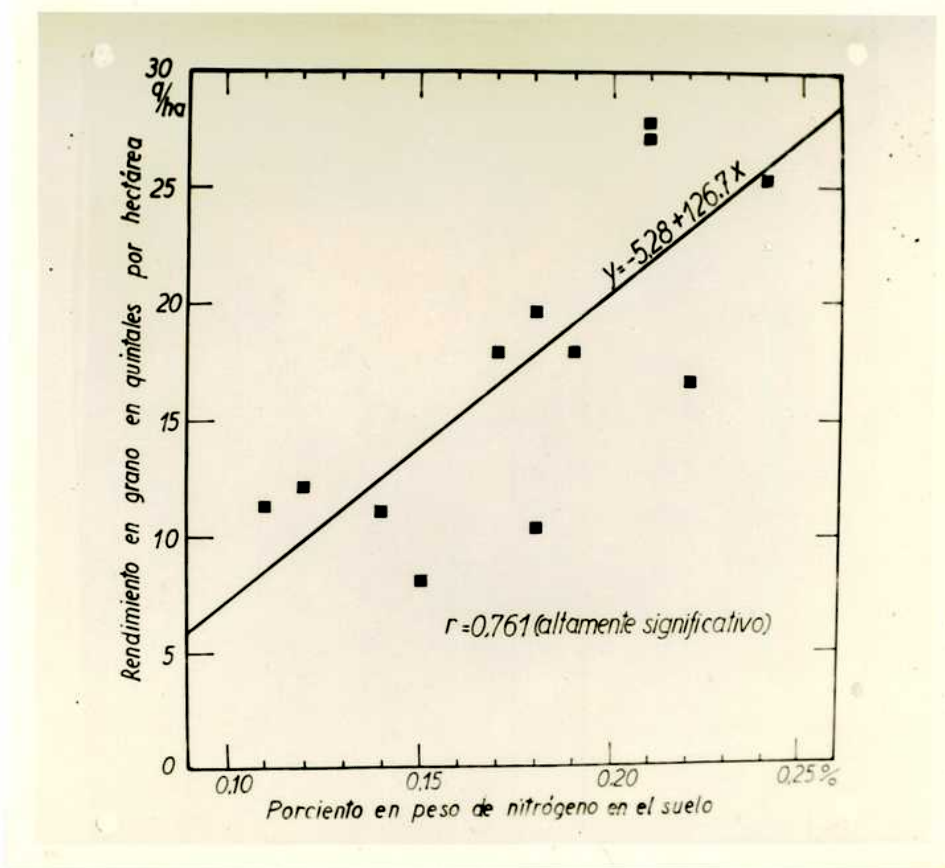


Figura N° 13.- Rendimiento en grano en función de la cantidad de nitrógeno del suelo. Correlación y recta de regresión. Variedad Olaeta Don Agustín.

esas tres rectas de regresión constituye una comparación de la ley de las parábolas homólogas del rendimiento de Wilcox.

Con el objeto de facilitar la comprensión de este capítulo el autor considera oportuno aclarar el alcance de algunos términos estadísticos usados en su desarrollo.

El coeficiente de correlación constituye una evaluación de la vinculación entre dos variables. En todos los casos en que el valor hallado sobrepasa el nivel de seguridad de 99 % significa que la probabilidad de que sea debido al azar es de solo 1 % y cuando sobrepasa el de 95% sin llegar al de 99% entonces la probabilidad llega al 5%.

El concepto de regresión que sintetiza la relación entre dos variables, substituye, en estadística, al concepto función empleado en matemática.

El análisis de la variancia permite desmenbrar la variación total de una magnitud cualquiera entre distintas fuentes de origen y establecer la significancia de las mismas.

En cuanto al término isopleta indica una línea que une puntos de igual valor de la variable que se estudia, en función de otras dos.

C O N C L U S I O N E S

La interpretación estadística de los valores experimentales ha llevado al autor a resumir los resultados de su trabajo en las siguientes conclusiones, en las cuales el termino proteína se refiere al tenor de ésta en el grano expresado en por ciento en peso:

- 1 - De las tres fuentes consideradas de la variación de proteína, localidad, variedad y época de siembra, la primera resultó altamente significativa.
- 2 - La proteína se manifestó vinculada con varios elementos y el pH actual del suelo.
- 3 - Una parábola con dos ramas que ascienden a uno y otro lado de un mínimo de proteína, expresó la relación entre esta y el contenido en materia orgánica del suelo, ubicándose aquel mínimo, aproximadamente, en el valor medio de materia orgánica registrado en el presente estudio.
- 4 - En el caso del nitrógeno se observó un comportamiento similar al de la materia orgánica.
- 5 - Para valores crecientes de calcio en suelo, la proteína disminuyó, pero con tendencia a reproducir las parábolas anteriores.
- 6 - A incrementos de fósforo en suelo, correspondieron decrementos de proteína que se hicieron progresivamente me-

nos acentuados.

- 7 - Se observó una constante disminución de proteína al aumentar las cantidades de potasio en suelo.
- 8 - Los granos mejor provistos en proteína procedieron de suelos con pH actual próximos al valor 6.
- 9 - Lluvias muy escasas o muy abundantes en el subperíodo espi-gazón - madurez del ciclo vegetativo correspondieron a bajos valores de proteína.

Estas conclusiones han sugerido al autor la conveniencia de ampliar el estudio a un mayor número de localidades, hacerlo extensivo a variedades de distintas calidades industrial y sobre todo repetir el ensayo en años subsiguientes. Todo ello haría posible una más amplia generalización de las conclusiones logradas, a la par que daría a las mismas una mayor seguridad como resultado del gran número de muestras disponibles.

*Alfredo M. Oppenheimer*

*Roberto Maravilla*

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - Aamod, O.S. and A.G. Mc Calla, 1935. Quality and keeping properties of flour from wheat grown on the black and gray soils of Alberta. Canadian Journal of Research. Sec. C, 13:160 - 176 Ottawa.
- 2 - Acerbo, G., 1934. La economia dei cereali nell'Italia e nel mondo 1 vol. 1021 pág. Ulrico Hoepli Editore, Milano.
- 3 - A.O.A.C., 1945. Official and tentative methods of analysis. Sixth edition, 1 vol. 932 pág. A.O.A.C., Washington.
- 4 - Bailey, C.H., 1934. The constituents of wheat and wheat products. 1 vol. 335 pág. A.C.S. Monograph Series. Reinhold Publishing Corporation. New York.
- 5 - Brunini, V.C., 1943. La calidad de la producción argentina de trigo. Comisión Nacional de Granos y Elevadores. Pub. Nº 53. 253 pág. Buenos Aires.
- 6 - De Gasperi, L., 1933. L'unidita del suolo durante il periodo critico e il rendimento in granella del frumento. Laboratorio di Ecología Agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Perugia. 9 pág. Perugia.
- 7 - De Gasperi, L., 1934. Influenza dei fattori meteorologici sulla composizione della cariosside del frumento e sulla qualità delle farine. Centre International de Coordination des Recherches d'Ecologie Agricole. 40 pág. Perugia.

- 8 - Elgueta, M., 1934. Influencias que determinan la composición mineral del grano de trigo. Agricultura Tecnica, 4 (1): 7 - 16. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Santiago de Chile.
- 9 - Hoon, R.C., C.L. Dhawan and M.L. Madan, 1941. The effect of certain soil factors on the yield of wheat in the Punjab. Soil Science, 51 (5): 339 - 349. Baltimore.
- 10 - Knowles, F. and J.E. Watkin, 1932. The amounts and distribution of some phosphorus and nitrogen compounds in wheat during growth. The Journal of Agricultural Science, 22 (4): 755 - 766. Cambridge.
- 11 - Le Clerc, J.A. and J. Davidson, 1923. Effect of various inorganic nitrogen compounds applied at different stages of growth on the yield, composition and quality of wheat. Journal of Agricultural Research, 23(2): 55 - 68. Washington.
- 12 - Love, H.H., 1937. Application of statistical methods to agricultural research. 1 vol. 500 págs. The Commercial Press. Limited Shanghai.
- 13 - Maximov, A., 1946. Fisiología vegetal. Versión castellana de Hunziker de la segunda edición inglesa por Harvey y Murneek. 1 vol. 433 págs. Acme Agency. Buenos Aires.
- 14 - Marimpietri, L. 1934. Ricerche sperimentali sulla nutrizione potassica del frumento. Annuario della Reale Stazione Chimico Agrario di Roma. Serie II Pub. 313. 20 págs. Roma.



- 15 - Mc Calla, A.G. and P.E. Richards, 1918. Mineral food requirements of the wheat plant at different stages of its development. Journal of the American Society of Agronomy, 10:127 - 134. Geneva New York.
- 16 - Mc Ginnis, F.W. and G.S. Taylor, 1923. The effect of respiration upon the protein of wheat, oats and barley. Journal of Agricultural Research, 24(12): 1041 - 1048. Washington.
- 17 - Miller, E.C., 1938. Plant Physiology. 1 vol. 1201 pág. Mc Graw Hill Book Co Ltd. New York.
- 18 - Olson, J.A., 1923. A study of factors affecting the nitrogen content of wheat and of the changes that occur during the development of wheat. Journal of Agricultural Research, 24 (11): 939-953 Washington.
- 19 - Reitz, L.P. and H.E. Myers, 1944. Response of wheat varieties to application of superphosphate fertilizer. Journal of the American Society of Agronomy, 36(11): 928-936. Geneva. New York.
- 20 - Rives, E.A., 1948. Difusión del trigo en la Argentina. Series Estadísticas. Dirección de Informaciones. Publicación miscelanea N° 282. 253 pág. Buenos Aires.
- 21 - Schuster, G.L., 1927. Potash in relation to quality of crop. Journal of the American Society of Agronomy, 19 (6):506 - 517. Geneva New York.
- 22 - Snedecor, G.W., 1948. Métodos de Estadística. Versión castellana por Marino de la 4ta.ed. en inglés. 1 vol. 557 pág. Acme Agency. B.As.

S U M A R I O

El autor examina las vinculaciones de algunos factores del suelo (materia orgánica, nitrógeno, potasio, calcio, fósforo y pH actual) con el contenido proteico del grano de tres variedades de trigo a prueba en la Red de Ensayos Territoriales: Buck Sarmiento, Bahiense y Olaeta Don Agustín.

El material de trabajo proveniente de dos épocas de siembra realizadas en el año 1948, en campos experimentales de siete localidades comprendidas en aquella red y ubicadas en las subregiones ecológicas I, II Norte y II Sud de la región triguera argentina, fué estudiado en los laboratorios del Instituto de Suelos y Agrotecnia.

Del examen estadístico de los resultados analíticos logrados, el autor infiere nueve conclusiones, de las cuales una trata las localidades como fuente de variación del contenido proteico, otra la relación de este último con la cantidad de lluvia caída en el subperíodo espigazón - madurez; las siete restantes estudian la vinculación de los factores del suelo, nombrados más arriba, con la cantidad de proteína en el grano.

78

S U M M A R Y

The author investigated the relation of some soil factors (organic matter, nitrogen, potassium, calcium, phosphorous and actual pH) to the protein content of the grain of three varieties of wheat which were studied by the "Red Oficial de Ensayos Territoriales": Buck Sarmiento, Bahiense F.C.S. and Olaeta Don Agustín.

The used samples proceeded from two seedings of the year 1948 and came from seven experimental camps of this organization belonging to the ecological wheat subregions of Argentina, I, II nord and II south and were examined in the laboratories of the Instituto de Suelos y Agro-tecnia.

On account of the statistical examination of the obtained analytical results, the author came to the conclusions divided in nine points, one of which deals with the locality as the source of the variation of the protein content, the other with the relation of the last to precipitation during the subperiod of maturity of the ear; the seven remaining points deal with the relationship of protein content of the grain to the soil factors mentioned above.