

El cultivo de la cebada cervecera en el Uruguay

Ing. Agr. GUSTAVO E. SPANGENBERG

Catedrático de Agricultura

A principios de 1924, el Dr. Alberto Boerger, distinguido Director del Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional "La Estanzuela", nos propuso hacernos cargo de la experimentación de cebada cervecera en gran escala, como Jefe de la Sección Cultivos de la S. A. Cervecerías del Uruguay.

Consistía la misión fundamental a cumplir en:

- 1.º Colaborar con el mencionado Instituto "La Estanzuela" en el ensayo de variedades del máximo valor agrícola-industrial;
- 2.º Determinar correlaciones fito-climáticas y fito-agrológicas que permitiesen establecer las zonas y dentro de ellas las tierras más aptas para el cultivo en cuestión;
- 3.º Deducir las normas de cultivo que para nuestro ambiente de explotación relativamente extensiva, garantizaran la cosecha del producto en las mejores condiciones posibles.

Estos tres objetivos trazaban la orientación a observar en los trabajos experimentales que se extendieron a un período de 5 años (de 1924 a 1928 inclusive); imponiéndose dejar expresa constancia, que dicha labor pudo llevarse a buen término merced al apoyo decidido que en todo momento prestó la S. A. Cervecerías del Uruguay, invirtiendo más de cincuenta mil pesos en la ejecución de los ensayos e instalaciones imprescindibles, y permitiendo generosamente la publicación de sus resultados para contribuir a orientar sobre el tópico, la acción técnico-agronómica nacional.

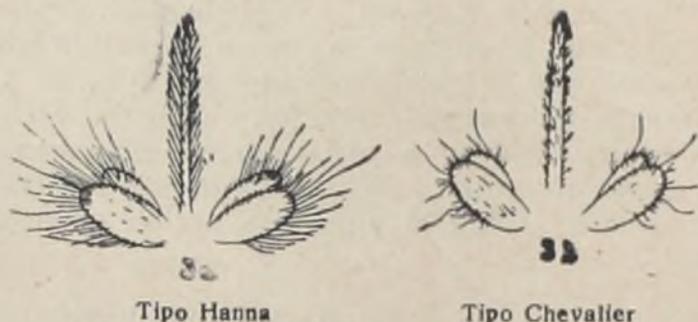
Las conclusiones a que se ha arribado, proporcionan normas para extender con éxito el cultivo; desde luego que se ha tenido presente las exigencias industriales para ajustar a las mismas una técnica agrícola, capaz de asegurar la producción lucrativa de cebadas cerveceras aptas para maltería.

1.º ENSAYO DE VARIEDADES DE CEBADA CERVECERA

Antes de reseñar los ensayos comparativos de rendimiento y calidad como los trabajos de selección realizados anteriormente, daremos a conocer algunos datos fundamentales sobre la sistemática de las cebadas utilizadas en cervecería.

Todas las buenas cebadas cerveceras pertenecen al grupo de "dos carreras" (*Hordeum distichum* L.) es decir con espigas que contienen solamente dos hileras de granos. Estas a su vez se diferencian en dos grandes subgrupos, según presenten sus espigas, péndulas o erectas. Las primeras se clasifican con el nombre de *Hordeum distichum nutans*; representando las segundas, el *Hordeum distichum erectum*.

De los tres tipos principales de cebadas cerveceras: Chevalier, Hanna e Imperial; los dos primeros pertenecen al subgrupo del *Hordeum distichum nutans* y la Imperial al *Hordeum distichum erectum*, lo que permite fácilmente distinguir esta última por el porte característico de las espigas (erecto). En cambio para diferenciar la Hanna de la Chevalier se requiere recurrir al examen de ciertos caracteres como ser la cerda basal y lodículos (dispuesta la primera en la ranura situada en la parte ventral de la semilla). La Hanna tiene una cerda basal compuesta de pelos largos, unicelulares, no ramificados, rígidos y brillantes; lodículos de limbos grandes, bien desarrollados, poblados densamente de pelos medianamente largos. Por el contrario, la Chevalier, posee una cerda basal con pelos cortos, uni o pluricelulares y ramificados; lodículos de limbos grandes bien desarrollados con pelos cortos, ralos, entremezclados con algunos más largos.

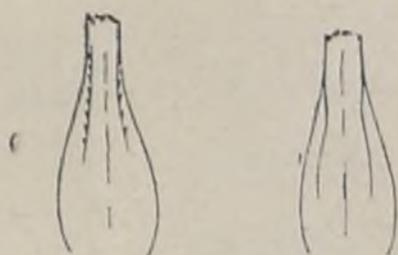


Tipo Hanna

Tipo Chevalier

Tanto en las características indicadas para la Hanna como para la Chevalier se han establecido otras divisiones, reconociéndose formas α y β en el primer caso y γ y δ en el segundo.

Las "pequeñas especies" β y δ se distinguen de las otras dos por tener finamente dentada la extremidad del par interior de nervaduras de la glumela dorsal. (1)



Forma β y δ Forma α y γ

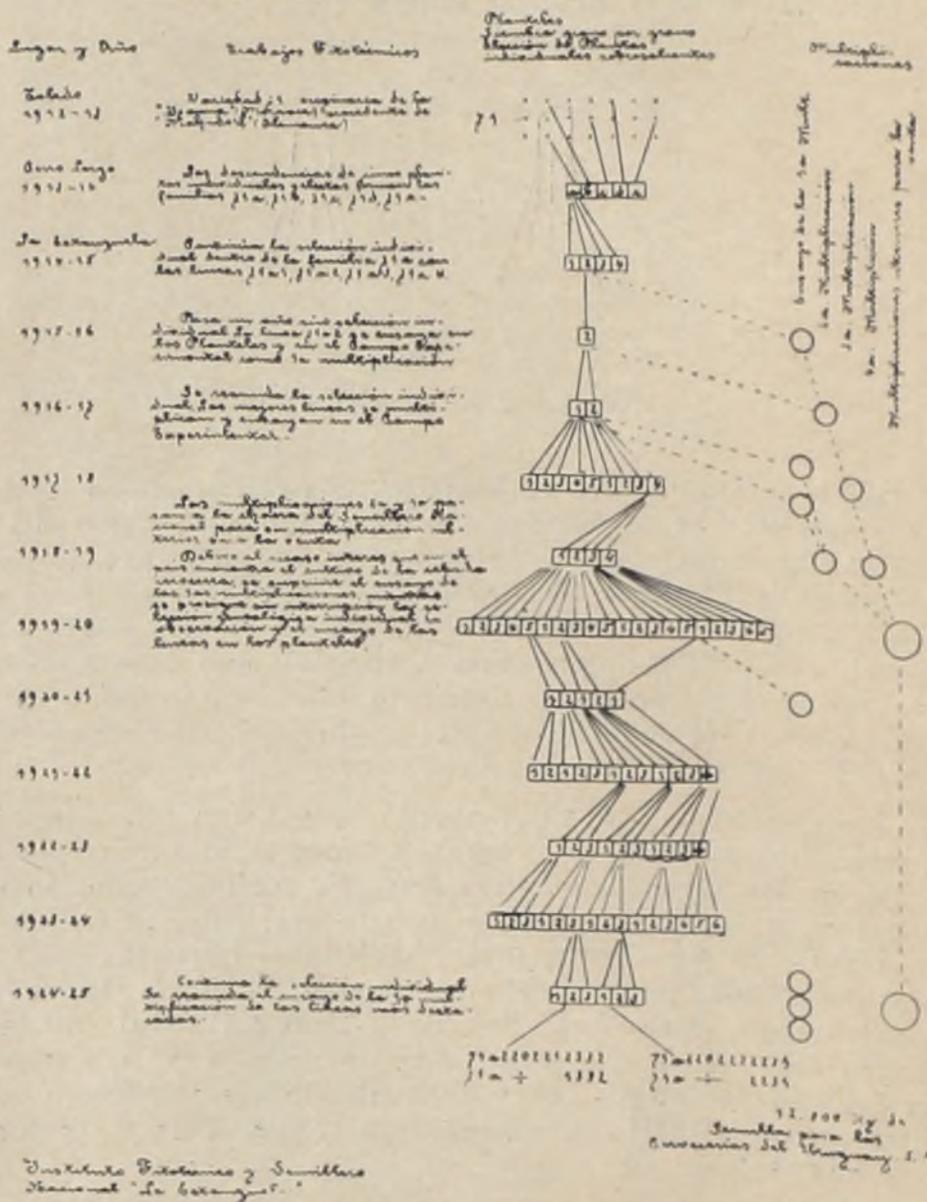
Hechos estos ligeros comentarios nos referiremos a los trabajos de selección de cebadas cerveceras iniciados en el país en 1907 con los ensayos del Dr. H. Dammann, Catedrático de Agricultura de la Facultad de Agronomía. (2) Dedúcese de sus experiencias que las cebadas cerveceras pertenecientes al grupo de *Hordeum distichum nutans*, tipo A (tipo Hanna) fueron las que observaron el mejor comportamiento tanto en lo referente al rendimiento como a la calidad del producto, destacándose entre todas la variedad Svalofs Hannchen.

Posteriormente, en 1912, abordó "La Estanzuela" en toda su extensión, la tarea de separar las formas más convenientes dentro de las variedades extranjeras que mejor adaptación demostraron a las condiciones de nuestro ambiente. Se halla aún este trabajo en plena prosecución, habiéndose impuesto hasta ha poco, una cebada cervecera del mismo tipo precitado, la Hanna 71a, procedente de Mahndorf, Sajonia (Alemania). Tal variedad (Hanna 71a) fué la que utilizó como semilla la S. A. Cervecerías del Uruguay en los cultivos distribuidos desde 1924 en diferentes zonas del país; exponiéndose a continuación el pedigree de la misma.

(1) Las características diferenciales enunciadas para el tipo *Hordeum distichum nutans* son válidas también para el *Hordeum distichum erectum*.

(2) Publicados en la Revista del Instituto de Agronomía N.os 3 y 5 (Años 1908 y 1909). Montevideo.

- Pedigree de la Cebada Cervecera 29 a -



La Estanzuela ensayó también desde el mismo año, entre otras, tres líneas de la variedad de cebada cervecera Szib procedente de Hungría que registró con los N.os 943, 944 y 945. Son en realidad una sub-variedad de la Hanna y pertenecen en consecuencia al grupo *Hordeum distichum*, tipo A.

Esta nueva variedad, especialmente la 944, se destacó por sus altos rendimientos y la uniformidad de sus granos. Una muestra remitida por "La Estanzuela" a la Escuela de Práctica de Salto, fué cultivada en ese establecimiento (1925) con los resultados que se consignan. (1)

Variedad	Rend. de granos por Ha	% granos	Peso de mil granos	Peso de mil granos mayores de 2.2 mm.	En granos mayores de 2.2 mm. Proteína por sustancia seca
944 (Szib)	8.26 q.	30.-	32.5 gr.	36.1 gr.	11.44 %
77 a (Chevalier)	3.78 »	20.5	27.1 »	32.4 »	15.57 »
803 a (Hanna)	6.6 »	24.9	29.2 »	33.9 »	12.38 »
71 a (Hanna)	7.29 »	25.1	29.9 »	35.7 »	13.30 »

Nota: La siembra se efectuó el 3 de Agosto y la cosecha el 6 de Diciembre.

Llama la atención el mayor peso de los granos y el contenido proteico conveniente de la cebada Szib en relación a la Hanna y Chevalier, características que si en épocas posteriores se confirman, permitirían ampliar más hacia el Norte la zona considerada, técnica y económicamente, apta para el cultivo de la cebada cervecera.

Desde 1927 se realizaron experiencias con la misma variedad en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía, arrojando los resultados que a continuación se insertan (2):

Parcela	Variedad	Rend. en q. por Ha	Peso de mil gran. secos	Humedad	P. Hl.	Energía germinativ.
51	Hanna 71 a	21.3	36.2 gr.	15.2 %	62.8	95 %
69	»	18.6	37.2 »	15.5 »	64.6	96.5
104	»	21.4	32.4 »	14.- »	64.8	98.-
40	Szib 944	22.-	33.7 »	16.9 »	65.3	97.-
71	»	27.5	34.9 »	14.- »	66.9	98.-
90	»	30.6	34.9 »	16.6 »	66.5	97.5

Nota: Se sembró el 27 de Julio; cosechándose el 11 de Diciembre.

No se determinó la proteína por sust. seca en todas las cosechas parcelarias, habiendo arrojado los análisis más o menos 11 % para ambas variedades.

(1) Datos que nos fueron remitidos gentilmente por el ilustrado Director de dicho instituto, Ing. Agr. Miguel H. Lezama.

(2) La tierra se preparó tanto este año como los siguientes con dos aradas y sus correspondientes rastreos, sembrándose la cebada cervecera a razón de 200 granos aptos por m. c.

Promediando los datos expuestos para cada variedad con indicación del "error medio" y "coeficiente de variabilidad" tendremos: (1)

	Hanna 71 a	Coef. de var.	Szib 944	Coef. de var.	Dif. sig. con el testigo (Hanna) P=0.05
Rendimiento en q. . .	20.4 ± 0.9	7.8 %	26.7 ± 2.5	18.3 %	+ 0.6 q.
Peso de mil gr. secos	85.3 ± 1.5	7.2 »	84.5 ± 0.4	2.0 »	—
Peso del hectólitro .	64.1 ± 0.6	1.7 »	66.2 ± 0.5	1. »	+ 0.400 kilos
Energ. germin. (3 días)	96.5 ± 0.9	1.5 »	97.5 ± 0.3	0.5 »	—

Existe una pequeña superioridad en los rendimientos a favor de la Szib; impresionando además los granos como más uniformes, juicio que corroboran objetivamente el menor "coeficiente de variabilidad" del peso de los mil granos como también la diferencia significativa arrojada en el peso del hectólitro de las cebadas libres de impurezas.

Año 1928

Parcela	Variedad	Rend. en q. por Ha	Peso de mil gr. secos	% de gr. chuzos (< de 2.2 mm)	Uniformidad	Prot. por sust. seca
73	Szib 944	10.3	38.6 gr.	1. -	92.2 %	9.03%
76	»	6.9	39.7 »	1.2	92.2 »	9.45 »
74	Hanna 71 a	9.8	39.4 »	3.2	81.6 »	9.51 »
75	»	9.8	40.7 »	3. -	83.7 »	9.28 »
77	»	8.3	37.1 »	5.5	75.1 »	9.40 »
78	»	9.9	37.2 »	4. -	77. - »	9.84 »

Nota: Se sembró el 23 de Julio y se cosechó el 8 de Diciembre.

(1). Las diferencias se determinaron según el método de Student para series independientes.

Estableciendo los promedios y determinando los coeficientes de variación, obtendremos:

	Hanna 71 a	Coef. de var.	Szib 944	Coef. de var.	Dif. sig. con el testigo (Hanna) P=0.05
Rendimiento en q. . .	9.45 ± 0.3	8.1 %	8.6 ± 1.7	27.9 %	—
Peso de mil gr. secos	38.6 ± 0.9	4.5 »	39.15 ± 0.55	2. »	—
Uniformidad	79.35 ± 2.	5. »	92.2	—	+ 8.85 %
Proteína por sust seca	9.49 ± 0.13	2.7 »	9.24 ± 0.21	3.2 »	—

No se revelan diferencias en la productividad, pero en cambio vuelve a sindicarse como más uniforme la Szib 944 (mayor grado de uniformidad y menor "coeficiente de variabilidad" en el peso de los mil granos secos).

Año 1929

Parcela	Variiedad	Rend. en q. por Ha	Peso de mil gr. secos	Humedad	P. Hl de gr. limpios	Uniformidad
53	Szib 944	30.-	31.5	11.50 %	63.6 K	83.2 %
56	» »	36.-	29.6	11.75 »	61.25 »	75.7 »
57	» »	30.-	32.5	12.70 »	65.90 »	87.2 »
60	» »	32.-	31.1	12.80 »	65.10 »	85.7 »
64	Hanna 71 a	28.-	34.9	13.65 »	65.50 »	81.5 »
55	» »	29.6	33.6	13.05 »	63.85 »	81.1 »
58	» »	28.-	31.1	12.10 »	63.- »	82.6 »
59	» »	31.6	34.1	12.30 »	65.50 »	85.9 »

Nota: Se sembró el 22 de Julio, cosechándose el 29 de Noviembre.

Promedios

	Hanna 71 a	Coef. de var.	Szib 944	Coef. de var.	Dif. sig. con el testigo (Hanna) P=0.05
Rendimientos en q. . .	29.8 ± 0.85	5.8 %	32.- ± 1.4	8.8 %	—
Peso de mil gr. secos	33.4 ± 0.8	4.9 »	31.2 ± 0.6	3.8 »	0.3 gr.
Peso del hectolitro . .	64.5 ± 0.6	1.9 »	64.- ± 1.-	3.2 »	—
Uniformidad	82.80 ± 1.1	2.6 »	82.95 ± 2.55	6.1 »	—

No acusan diferencias de significado los rendimientos, observándose en el peso de los granos una diferencia significativa de 0.26 gramos a favor de la Hanna 71a. En los demás caracteres existe equivalencia, si se descuenta un coeficiente mayor de variabilidad en la Szib 944, excepto en lo referente al peso de las mil semillas.

Año 1930

Parcela	Variiedad	Rend. en q. por Ha	Parcela	Variiedad	Rend. en q. por Ha
7	Szib 944	35.75	19	Hanna 71 a	25.80
20	» »	25.90	8	» »	27.75
9	» »	26.15	21	» »	20.10
22	» »	23.25	10	» »	21.30
11	» »	28.75	23	» »	24.40
24	» »	22. —	12	» »	22.25
18	» »	25. —	25	» »	20.40
26	» »	24.25	14	» »	21.55
15	» »	22. —	27	» »	22.15
28	» »	24.25	16	» »	31.25
17	» »	32.60	29	» »	22.50
30	» »	31.75	18	» »	28. —
Promedio .		26.8 q.	Promedio .		23.8 q.

Nota: Se sembró el 22 de Julio y cosechó el 2 de Diciembre.

	Hanna 71 a	Coef. de var.	Szib 944	Coef. de var.	Dif. sig. con el testi go (Hanna) P = 0.05
Rendimientos promed. (1)	28.8 ± 0.90	13.5 %	26.8 ± 1.2	15.9 %	0.6 q.
Peso de mil gr. secos (2)	89.8 ± 0.70	2.5 »	88.15 ± 0.50	1.3 »	—
Peso del hectolitro . . .	66.90 ± 0.05	0.1 »	68.8 ± 0.1	0.2 »	1.2 k
Uniformidad	83.4 %		80 %		

(1) La diferencia significativa se determinó por el método Student para pares de observaciones.

(2) La humedad de los granos fué en promedio de 12.5 %.

Disposición de las parcelas en el ensayo de 1910.-

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Escala 1:200



Hay un pequeño margen de significado a favor de la productividad de la Szib, siendo también mayor la uniformidad en el peso y tamaño de los granos de esta última variedad.

Año 1931

Este año se dispuso la experiencia según el sistema llamado "cuadrado latino" en la forma que indica el esquema siguiente:

33.25 ^α	41.25	40.-	39.4
Σ.	Σ.	Σ.	Σ.
33.25	29.9	38.25	35.2
Σ.	Σ.	Σ.	Σ.
28.2	28.25	29.4	36.25
Σ.	Σ.	Σ.	Σ.
26.25	20.2	21.9	22.4
Σ.	Σ.	Σ.	Σ.

La siembra se efectuó el 3 de Junio, procediéndose a la cosecha el 17 de Noviembre.

Realizando el "análisis de la variación" llegamos a los resultados que a continuación se consignan.

Causas de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desv. típica
Todas	15	1165.1724	8.81
Terreno {	Hileras (Este a Oeste)	639.7150	14.60
	Colum. (Norte a Sur)	19.5967	2.55
Variedad	1	64.6014	8.04
Remanente	8	441.2598	7.43

$$\text{Error experimental} = 7.43 \cdot \sqrt{2/8} = 3.72$$

Si de las causas de variación se elimina la heterogeneidad del suelo en sentido Norte a Sur, por ser muy pequeña, se aumentan los grados de libertad para el "remanente" disminuyéndose, en consecuencia, el "error experimental".

Causas de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Desv. típica
Todas	15	1165.1724	8.81
Terreno {	Hileras (Este a Oeste)	639.7150	14.60
	Variedad	1	64.6014
Remanente	11	460.8460	6.47

$$\text{Error experimental} = 6.47 \cdot \sqrt{2/8} = 3.23$$

$$\text{Máximo} \cdot \cdot \cdot = 3.23 \times 2 = 6.46 \text{ (95 \% de seg.)}$$

$$\text{Diferencia media entre las variedades Szib y Hanna} = 4.02 \text{ q.}$$

Por medio del "análisis de la variación" no se puede llegar a establecer superioridades, por ser demasiado elevado el "error experimental", pero se ha podido medir la intensa variación agrológica existente de Este a Oeste que afecta un E. M. = 7.30 q. En cambio siguiendo el método de "Student" para pares de observaciones se obtiene:

$$\text{Error medio de la diferencia} = 1.05 \text{ q.}$$

$$\text{Limite del error medio para 95 \% de seg.} = 1.05 \times t = 1.05 \times 1.90 = 2. - \text{ q.}$$

$$\text{Diferencia significativa} = 4.02 - 2 = 2. - \text{ q.}$$

Con este método se ha podido reducir el "error experimental" por correlacionarse significativamente las variaciones de parcelas contiguas de las variedades en cotejo. En efecto el "coeficiente de correlación" es:

$$r = \frac{339.3838 + 399.8747 - 62.2997}{2 \sqrt{339.3838 \times 399.8747}} = 0.9188 \text{ (más del 99 \% de seg.)}$$

La producción y características de la cosecha de ambas variedades son:

	Hanna 71 a	Coef. de var.	Szib 944	Coef. de var.	Dif. sig con el test. (Hanna) P = 0.05
Rend. promedios en q.	29.8 q. \pm 2.7	26. %	33.8 q. \pm 2.5	20.9 %	2 - q.
Peso de mil gr. secos	31.5 \pm 0.45	2.5 *	31.2 \pm 0.15	0.8 *	—
Peso del hectolitro	65.1 \pm 0.15	0.5 *	68.9 \pm 0.1	0.3 *	— 0.8 k
Uniformidad	83.1 %		84.8 %		
Humedad	20. - *		19.5 *		

La cebada cervecera Szib ha rendido con un 95 % de seguridad 200 kilos más que la Hanna y el peso de sus granos ha acusado también menor "coeficiente de variabilidad" que esta última. En cambio la Hanna ha registrado mayor peso hectolítrico.

En los cinco años que han durado los ensayos comparativos (1927-1931) la producción en conjunto para ambas variedades afecta las siguientes cifras:

Rendimiento.—

Hanna 71a

$$S \text{ rend.} = 20.4 + 9.45 + 29.3 + 23.8 + 29.3 \pm \sqrt{0.9^2 + 0.3^2 + 0.85^2 + 0.9^2 + 2.7^2}$$

$$S \text{ rend.} = 112.25 \text{ q.} \pm 3.1 \text{ q.}$$

Szib 944

$$S \text{ rend} = 26.7 + 8.6 + 32 + 26.8 + 33.8 \pm \sqrt{2.5^2 + 1.7^2 + 1.4^2 + 1.15^2 + 2.5^2}$$

$$S \text{ rend.} = 127.4 \text{ q.} \pm 4.3 \text{ q.}$$

$$E. M. \text{ de la dif.} = \sqrt{3.1^2 + 4.3^2} = 5.3 \text{ q.}$$

Diferencia media = $127.40 - 112.25 = 15.15$ q.

Máximo error experimental = $t \times 5.3$ o 1.86×5.3 q. = 9.9 q.

Diferencia significativa = $15.15 - 9.9 = 5.25$ q.

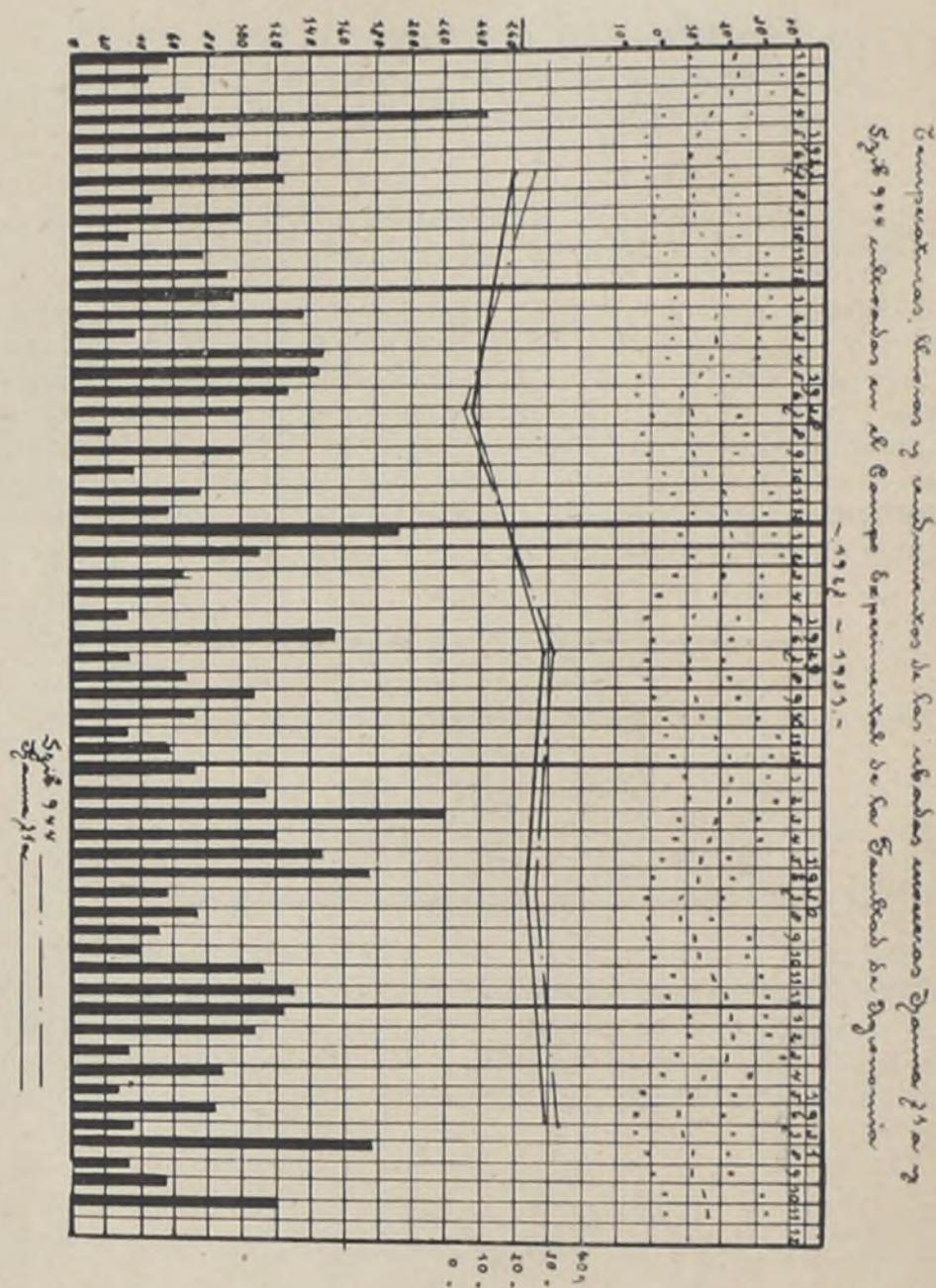
Existe una "diferencia significativa" de 5.25 q. a favor de la productividad de la Szib 944 en el quinquenio.

Llama la atención la gran depresión que acusan los rendimientos en el año 1928. Tal hecho no obedece a condiciones climatéricas adversas, sino fundamentalmente a diferencias agrológicas. En efecto, en dicho año se eligió la peor tierra de todo el Campo Experimental por falta material de espacio para disponer el ensayo comparativo, hecho que se pone bien de relieve inspeccionando los promedios de los análisis del suelo para las distintas experiencias realizadas en los cinco años:

Año	Por 1000 gramos de tierra seca			pH
	Humus	Coloides	Arena Gr.	
1927	22.4	249.4	—	6.5
1928	16.02	190.5	392.-	7.4
1929	24.5	292.7	368.-	6.75
1930	24.-	306.4	354.1	7.25
1931	24.2	248.1	370.6	6.75

Las características climatéricas del quinquenio se exponen en el siguiente cuadro, en el cual se ha trazado también dos líneas quebradas correspondientes a los rendimientos de las cebadas cerveceras Hanna 71a y Szib 944. (1)

(1) Cuadro confeccionado con los datos que ha tenido a bien proporcionarme el señor José M. Bergeiro, del Observatorio Nacional; deferencia que mucho agradezco.



Conclusiones

1.º La cebada cervecera Szib 944 ha registrado en sus rendimientos, diferencias de significado con la testigo (Hanna 71a) en los años 1927, 1930 y 1931, especialmente en este último, que

ha arrojado 2 q. a favor de su producción con un 95 % de seguridad. Esta superioridad productiva parece manifestarse sobre todo en tierras de mayor fertilidad, acusando equivalencia los rendimientos en suelos pobres.

2.º Comparando el total de los rendimientos durante el quinquenio entre las dos variedades en cotejo, se manifiesta una plus-producción de 525 kilos a favor de la Szib 944.

3.º Esta última variedad ha producido siempre durante los 5 años del ensayo, granos más uniformes y que como consecuencia han registrado también menor coeficiente de variabilidad en su peso.

4.º En cuanto al contenido proteico de las semillas han arrojado cifras más o menos equivalentes.

COMENTARIOS QUE SUGIERE LA EXPERIMENTACIÓN REALIZADA

Para asignar su verdadero alcance a los resultados de los ensayos efectuados, es menester extenderse en algunas consideraciones de índole estadística que permitan exponer el razonamiento a seguir para apreciar en su justo valor las conclusiones deducidas.

Se evita en esta forma, ante las comunicaciones mal interpretadas de diversos experimentadores, que arriban sobre el mismo tópico a resultados contradictorios, el calificarlos despectivamente como "una experiencia más", juicio que si bien es cierto no resta ni asigna valor, revela un estado de indiferencia ante la imposibilidad de justipreciarlos por desconocimiento de métodos interpretativos.

En el caso que nos ocupa, los resultados de la experimentación quinquenal pueden sintetizarse en la forma indicada por el cuadro siguiente:

Año	N.º de observac.		Quintales de grano por hectarea		Diferencia	Corresponde significac. estadística	
	71 a	944	71 a	944		Series independ.	Pares de observ.
1927	3	3	20.4	26.7	+ 6.8	Escasa	---
1928	4	2	9.5	8.8	- 0.9	no	---
1929	4	4	29.3	32.-	+ 2.7	no	---
1930	12	12	23.8	26.8	+ 3.-	Escasa	Escasa
1931	8	8	29.3	33.3	+ 4.-	no	Amplia

En los ensayos de 1930 y 1931 cabe proceder también a la comparación individual de las parcelas contiguas.

Resumiendo, tendremos para la serie de promedios del quinquenio, 4 casos de mayor producción para la cebada cervecera Szib 944 y uno en que ha superado la Hanna 71a; para el ensayo de 1930, ocho comparaciones son favorables a la 944 y cuatro a la 71a y por ende, en el año 1931, uno de los ocho pares de observaciones es contrario para la 944.

Si prescindimos de valorar cuantitativamente la plus-producción de una variedad sobre la otra y nos conformamos con expresar por los signos "más" o "menos" el resultado del cotejo de los rendimientos de las mismas, se puede por un método elemental consistente en el desarrollo del binomio $(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})^n$ determinar si los resultados obtenidos son compatibles o no, con la hipótesis de que sus rendimientos sean equivalentes.

Para el primer caso (resultados de la observación quinquenal) tendremos 4 veces + y una vez -. La constitución del binomio es $(0.5 + 0.5)^5$. El logaritmo del primer término (término 0), $(0.5)^5$ es $\bar{2}.49485$ al que corresponde el número 0.03125. Para calcular el logaritmo del segundo término (término 1) conviene emplear la fórmula: $\log. \frac{n!}{p!(n-p)!} + \log. (0.5)^n$ la que nos da con el concurso de la última edición de las tablas de Pearson I. 19382 correspondiente al número 0.15625. (1) Si seguimos calculando todos los términos y los sumamos, el resultado será 1. Pero tales operaciones no nos interesan, pues consideraremos únicamente los casos de una serie de 5 observaciones (5 años) en que puede haber superioridad de la Szib sobre la Hanna en su totalidad o en el 80 % (4 en 5) del conjunto. Según el cálculo, puede haber en 100 casos 3, en que la Szib supere todos los años del quinquenio a la Hanna, a pesar de asignársele una producción equivalente. Es una probabilidad muy remota! El segundo caso de que exceda la Hanna en un 20 % de las observaciones a la Szib, a pesar de equivalencia de rendimientos, es más factible.

En efecto, sumando los guarismos correspondientes a los términos 0 y 1, tenemos $0.03125 + 0.15625 = 0.18750$ lo que representa un 18.75 %

(1) El signo ! indica factorial. El factorial de "n" en el caso expuesto (por ser $n = 5$) es $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5$. La expresión "p" nos indica el valor del término considerado. Una serie de $n = 5$ se compone en el desarrollo binomial de 6 términos, a saber: 0; 1; 2; 3; 4; 5. El valor de $\frac{n!}{p!(n-p)!}$ para el término 1 es igual

$$a \frac{1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5}{1. 1 \times 2 \times 3 \times 4} = 5$$

La última edición de las Tablas de Barlow da directamente el valor de los factoriales.

de probabilidades. Este resultado resta de antemano un valor decisivo a las deducciones de la experimentación quinquenal. No acontece lo mismo con el ensayo de 1931. (1)

Desarrollando en este último caso el binomio $(0.5 + 0.5)^8$ tendremos:

Probabilidades de igualdad por el signo. $(0.5 + 0.5)^n$

Año	n.	Término	$\log. \frac{n!}{p!(n-p)!}$	+	$\log. (0.5)^n$	=	$\log. P$	P
1931	8	0			3.59176		3.59176	0.00891
	1 vez (-)	1	0.90809	+	3.59176	=	2.49485	0.03125
								0.08516

Existe 3.5 % de probabilidades de que 1 vez en 8 la producción de la Hanna exceda a la Szib y 96.5 % de probabilidades en contra. En este ensayo la superioridad de la variedad 944 es evidente, pues arroja más de un 95 % de seguridad. Y aparece aún más significativo este resultado, si se observa que el único caso negativo corresponde a una diferencia de 60 kg. por hectárea, mientras que los siete restantes acusan diferencias a favor de la Szib que oscilan entre 70 y 800 Kg. por la misma unidad de superficie. En cambio en suelos pobres como los utilizados en 1928 y con rendimientos de más o menos 1000 kg., las cosechas impresionan ser equivalentes.

2.º ¿CUALES SON LAS EXIGENCIAS INDUSTRIALES Y EN QUE MOTIVOS SE FUNDAN?

Pueden dividirse en las que requieren un examen de naturaleza exclusivamente subjetivo de las características de la cebada cervecera, es decir factibles de apreciarse por los sentidos, y las que por el contrario, imponen como complemento un análisis objetivo para poder valorarlas en toda su amplitud.

Entre las primeras son imprescindibles de constatar:

- 1.º El olor de los granos. Cebadas cerveceras sanas, cosechadas y almacenadas en buenas condiciones tienen olor a "paja seca" (tallos y hojas de cereales de invierno desecados normalmente, sin haber estado expuestos a procesos de alteración). En cambio si los granos han sido cosechados

(1) En 1930, la proporción de 4 en 12, como plus producción de la Hanna sobre la Szib tiene también una probabilidad de 19.37 %.

- húmedos o almacenados en malas condiciones, adquieren olor a moho, casi siempre indicio de una "energía germinativa" deficiente y por ende inapropiada para el maltaje;
- 2.º Color de las glumelas. En las distintas fases de madurez del grano, el color de las glumelas tiene variaciones. De blanco amarillento ("madurez amarilla") se torna amarillo claro en la "madurez completa (industrial o agrícola)", virando hacia el amarillo pajizo en la "madurez absoluta o fisiológica". Sobreviniendo lluvias durante la siega, los granos adquieren un color amarillo sucio o pardo.

En consecuencia semillas de color blanco amarillento indican en general una madurez deficiente, mientras que las que ostentan una coloración pajiza revelan una madurez absoluta, de alto valor por ser garantía de una elevada energía germinativa, buen poder diastásico, etc. Las partidas (lotes) de color amarillo sucio o pardo hacen suponer pérdida de su poder germinativo debido a mojaduras y además hacen sospechar la presencia abundante de hongos que perjudican el proceso de germinación en la maltería. Con todo, en el país no puede darse un valor decisivo — siempre que no se trate de características extremas — a la graduación establecida. En un clima subtropical como el nuestro, lluvias fuertes pueden lavar los granos de la cosecha en pie, en forma tal que determine una coloración blanco amarillenta mismo en el caso de procederse a la siega en el momento que el grano haya adquirido una consistencia conveniente (se rompa al doblarlo sobre la uña). Tampoco se puede esperar en nuestro medio a la madurez absoluta o fisiológica, porque dado la violencia de los vientos que suelen azotar los cultivos, se correría riesgo de perder por desgrane la casi totalidad de la cosecha. En consecuencia, la siega se comienza más o menos cuando el grano haya adquirido el estado de madurez amarilla a completa (o industrial agrícola) que se conoce al examinar la consistencia del mismo.

Por otra parte no procede un juicio demasiado severo respecto a una coloración amarilla sucia, siempre que no sea muy marcada (tornándose al pardo), pues en muchos casos tales lotes de cebada cervecera se han conducido muy bien en la germinación y rendido una buena malta;

- 3.º Constitución de las glumelas. Las glumelas desempeñan un rol valioso en el filtrado del mosto, con todo siempre es de desear un pequeño %.

- 1) por reducir correlativamente un aumento de las mismas — a paridad de otros factores — el rendimiento en extracto de malta;
- 2) por ceder al mosto ciertas sustancias que influyen desfavorablemente en el sabor de la cerveza, pues aunque en la actualidad tal deficiencia es susceptible de corrección, siempre se elaboran cervezas de calidad menos buena (bajo el punto de vista indicado) que con cebadas cerveceras de reducido % en glumelas;

Es factible determinar su porcentaje por el procedimiento de Luff (1) entre otros, pero según A. Cluss es preferible omitir para el juicio, tal operación, por tener un valor problemático (Cluss llega hasta negarlo), debido a que en general los procedimientos empleados son inexactos o en caso contrario muy engorrosos. Además, los resultados que se obtienen favorecerían a las cebadas cerveceras sometidas a trillas enérgicas y por lo tanto con altos % de granos lesionados, debido a reducirse en esa forma el porcentaje de glumelas, lo que induciría a un error de apreciación.— Por otra parte los granos de menor tamaño estarían respecto a los mayores en desventaja, pues mismo a paridad de espesor de la glumela, arrojarían un mayor porcentaje de la misma, por tener mayor superficie en relación a su volumen;

Aboga A. Cluss en consecuencia, por un juicio subjetivo, partiendo de la base que la glumela dorsal y especialmente la ventral presentan arrugas transversales cuando son delgadas, aparición que obedece a la reducción de tamaño que experimenta el grano en su proceso de maduración. Tales arrugas son tanto más marcadas y numerosas, cuanto más delgadas sean las glumelas en cuestión;

(1) Echanse los granos de cebada cervecera en una botella de cuello largo, cubriéndolos con 10 c.c. de una solución de amoníaco al 5 %, tápase la botella y se somete durante una hora a 80° C. en bañomaria. Luego se separan las glumelas fácilmente por medio de un cuchillo, se desecan los granos a 100°, adicionando a la pérdida de peso experimentada el 8.5 % para obtener el peso correspondiente a las glumelas.

- 4.º Granos lesionados. Si no se tiene la precaución de reducir las revoluciones que tienen corrientemente las máquinas al trillar el trigo (o separar algo el contrabatidor) aparece un alto % de granos rotos y lesionados. Los primeros pueden separarse casi totalmente con las máquinas clasificadoras y limpiadoras, pero los segundos permanecen, facilitando con sus lesiones la infección por hongos y observándose un comportamiento malo en el malteado, donde se caracterizan por adquirir color pardo y sabor amargo.

Por estos motivos los granos lesionados reducen el valor de un lote de cebada cervecera, haciéndole mismo impropio para su industrialización, si su % es alto o las lesiones llegan a afectar el embrión.

De todas las cualidades propias de una cebada apta para maltería son una "alta energía germinativa" y un "elevado rendimiento en extracto" las características que mayormente influyen en su valor. Hay que tener presente que la malta no es más que la cebada germinada artificialmente, desecada y desembarazada de sus gérmenes. Según la forma de llevar a cabo dicha operación se obtendrán distintos tipos de malta pero siempre será condición primordial trabajar con **buena materia prima (cebada cervecera)**, para obtener éxito en su industrialización. Se comprende por lo dicho que un alto "poder germinativo" concomitante con los factores de juicio subjetivo que terminan de enumerarse, tengan trascendental importancia; pero para deducir el "extracto" que pueda rendir la cebada cervecera es menester realizar ciertas determinaciones de las comprendidas corrientemente en el análisis objetivo.

1.º Tamaño y peso de los granos

Para determinar el tamaño de los granos se emplean diversos aparatos entre los que se destaca por su fácil manejo el trieur Vogel. Este está compuesto por tres zarandas superpuestas siendo el ancho de las ranuras de la primera, 2.8 mm., de la segunda 2.5 mm. y de la tercera 2.2 mm. La cebada que pasa por esta última zaranda se considera "desecho", no utilizándola en general para maltería por disponer de muy escasa sustancia amilacea en relación al % de glumelas y pericarpio. Rinden en consecuencia muy poco extracto.

El tamaño de los granos es en parte característica de variedad o de raza pero en mayor parte aún dentro de nuestro ambiente, consecuencia de la alimentación variable en alto grado según la composición del suelo y las condiciones climatéricas del año. La cebada cervecera Imperial (del tipo *Hordeum distichum erectum*) tiene granos más grandes que la Hanna y Chevalier, pero tales diferencias son válidas únicamente para los promedios, pues la diversidad de factores ecológicos determinan amplias fluctuaciones que impiden o encubren manifestaciones nítidas de superioridad, especialmente entre razas o subvariedades.

En lo concerniente al tamaño es de gran importancia la uniformidad del mismo. Se mide ésta, adicionando las dos clases contiguas ($2.8 + 2.5$ o $2.5 + 2.2$) que mayor suma arrojen, teniendo esta determinación gran importancia por ser indicio de "regularidad en la germinación" (se imbiben la gran mayoría de los granos en igual tiempo de agua, etc.) y en general de más fácil trabajo en el malteado. Es obvio hacer notar las grandes ventajas derivadas de una germinación regular, pues en ausencia de ésta, se observa a menudo la coexistencia de granos que recién comienzan a germinar, con otros que lo han hecho ya desde varios días y están consumiendo las reservas amiláceas del grano, necesarias para la obtención del extracto. Si se quiere evitar esta pérdida de materia amilacea, se corre riesgo de dejar granos sin germinar, perjudicando como consecuencia la calidad de la malta. Estos inconvenientes se evitan o atenúan en alto grado, utilizando cebadas que presenten un elevado % de uniformidad.

El peso de los granos se determina pesando mil semillas extraídas al azar de una muestra que representa un buen promedio del lote a examinar. En la práctica se pesan 2 o 3 veces, 200 semillas, y si los resultados no divergen mucho, se multiplica el promedio por cinco para referir el peso a mil semillas, que es la medida aceptada de hecho por los fitotécnicos.

Las variaciones experimentadas por el peso de los granos son en general correlativas con el tamaño de los mismos.

Se requieren granos bien desarrollados y ventrudos para maltear por ser los que mayor cantidad de materia amilacea contienen y por lo tanto mayor rendimiento en extracto acusan, pero no conviene extremar dicha exigencia, debido a que los granos más grandes tardan por lo general en imbibirse de agua, siendo también la acción diastásica más lenta, lo que demora su germinación.

El peso del hectólitro de los granos limpios y secos varía según la composición y la forma de los mismos. Tal variación es lógico que dependa de la composición del grano, puesto que los distintos componentes (almidón, proteínas, etc.) tienen también diversos pesos específicos. Pero como las diferencias que se registran a ese respecto en el grano de cebada cervecera son muy pequeñas, las variaciones dependen casi exclusivamente de la uniformidad de los granos y del peso de los mismos, desde luego que con un mayor grado de uniformidad disminuyen los espacios intercalares, acusando además los granos mejor desarrollados, mayor peso hectolítrico, por tener en relación menor % de glumelas y pericarpio, aglomerándose también debido a su propio peso en forma más densa. (1)

2.º Estructura del grano

La textura del grano puede ser harinosa o vitrosa. Los granos harinosos se dejan cortar con facilidad y presentan una superficie de corte más o menos blanca; los vitrosos, en cambio, son duros, se cortan con dificultad y su superficie de corte es amarillenta o grisácea y con brillo córneo. Si los granos vitrosos se remojan en el agua y luego se secan lentamente (al aire) desaparece en parte la vitrosidad. Tal caso acontece cuando el carácter vítreo se debe a una aglomeración densa de almidón (sin espacios intercalares). Al hincharse el grano por el remojo y luego secarse lentamente la materia amilacea queda dispuesta en forma menos densa, con espacios intercalares, adquiriendo la textura harinosa.

Si después del remojo los granos no han modificado su estructura, deben esa característica a un alto contenido proteico, indicio generalmente de un trabajo dificultoso en el malteado; rindiendo también con frecuencia menor cantidad de extracto y por lo común, mostos difíciles o imposibles de clarear. Por estas causas se prefieren los granos de textura harinosa.

La vitrosidad pasajera (denominada técnicamente vitrosidad aparente) se debe a la existencia de sequías durante el período de maduración de los granos. En tales circunstancias, el agua es escasa para servir de vehículo a los hidratos de carbono en su

(1) Las impurezas y humedad de los granos reducen también el peso del hectólitro.

migración de las hojas y tallo al grano, determinando una aglomeración densa de los mismos y por lo tanto una textura vitrosa.

La vitrosidad permanente es consecuencia, agrológicamente, de un alto tenor nitrogenado del suelo acompañado de un escaso contenido de materia mineral, a cuyos factores se agrega generalmente como agente climatérico adverso, una seca intensa en los últimos períodos del ciclo vegetativo (formación y maduración del grano).

Granos muy harinosos son sospechosos de haber sido mojados y sufrido un principio de germinación. Tales muestras son desechables, por presentar, en general, una energía germinativa muy reducida.

3.º Contenido protéico de los granos

La materia protéica tiene en la elaboración de la cerveza, el rol importante de formar enzimas. (1) Estas a su vez son necesarias para la alimentación de la levadura, determinando, además, la formación de espuma y la retención del CO_2 de la cerveza. Cierta % protéico es, pues, necesario, estimándolo Lindner en 10.5 %. En cambio, un exceso de proteínas estimula en demasía la multiplicación de levaduras, produciendo cervezas ricas en alcohol y pobres en extracto, que en general clarifican mal, presentando también, a menudo, deficiencias en su conservación y en el sabor.

Por otra parte el aumento de la sustancia protéica se produce en detrimento de la materia amilacea y por lo tanto también, en general, del rendimiento en extracto. Esta desventaja, unido al malteado dificultoso que por lo común caracterizan a las cebadas cerveceras ricas en proteína, ha hecho considerar industrialmente — como consecuencia de experiencias en gran escala — contenidos de 10-12 % de proteína por sustancia seca como los más convenientes (Prior). (2) Empero este mismo investigador ha hecho

(1) Enzimas, diastasas o fermentos solubles son secreciones celulares, cuya función es realizar tal o cual trabajo químico determinado.

(2) Bajo el nombre de proteína por sust. seca se comprende el contenido de proteína total. Se considera un contenido mayor del 12 % como inconveniente, por admitirse que proporcionalmente con el total, aumenta el contenido de "formas de proteínas" perjudiciales.

notar entre otros, que no es tanto la cantidad sino la calidad de la proteína, lo que en primer término se debería considerar. A ese respecto indica A. Cluss (1) la conveniencia de determinar además del nitrógeno, el azufre, pues el tenor de este último aumenta en las sustancias protéicas de peso molecular elevado, que tienen la propiedad de no presentar los defectos mencionados sino que por el contrario se destacan por permitir elaborar cervezas de alta calidad. Sin embargo, Cluss no expone un procedimiento determinado ni tampoco una escala de apreciación, haciendo además, notar, que el problema de la proteína está aún en pleno estudio, no pudiéndose anticipar conclusiones concretas sobre el particular.

4.º Contenido en agua

La determinación del contenido en agua de los granos tiene importancia por reducir un alto % de humedad, el contenido de las sustancias de valor industrial y por reclamar además, manipulaciones más costosas de los granos al imponer un almacenamiento prolongado, removidos frecuentes, etc. Las malterías europeas admiten, generalmente, como máximo de 14-15 % de humedad.

5.º Energía germinativa

Para transformar una cebada cervecera en malta, la primera condición que se requiere es un alto "poder germinativo", puesto que al germinar con vigor el grano, se forman las enzimas necesarias para el maltaje.

Por otra parte si se encuentran en la malta numerosos granos sin germinar, ésta sacificará mal, dando mostos pobres en azúcar y de escaso poder fermentativo, siendo la cerveza que con el mismo se elabore, deficiente en su clarificación, conservación y paladar. Los granos no germinados están en general enfermos, se enmohecen y pudren con facilidad, estribando en esta característica, el mayor peligro de su utilización en la industria maltera.

(1). El problema del nitrógeno en la cebada cervecera durante los últimos 25 años. Revista Internacional de Agricultura N.º 8, Agosto de 1929, que nos fué remitida, haciéndonos notar la importancia del trabajo mencionado, por el distinguido amigo y colega, Ingeniero Gualberto Dellazoppa, Subdirector del Instituto Fitotécnico "La Estanzuela"; atención que mucho agradecemos.

Es necesario hacer notar que la cebada cervecera recién cosechada tiene escaso poder germinativo; siendo imprescindible que se lleve a cabo diversos fenómenos fisiológicos designados colectivamente con el nombre de post-maduración del grano para que aquél se manifieste en toda su amplitud. En el país la cebada cosechada a fines de Noviembre ha arrojado los más altos % de "energía germinativa" a fines de Febrero. Corrientemente se exige por lo menos, un "poder germinativo" de 95 % (3 días).

Como signo de germinación no es suficiente que la radícula emerja del grano sino que es menester que aparezcan las 3 o 4 raicillas embrionarias, cosa que sucede en las buenas cebadas cerveceras a los dos o tres días de haberlas colocado en el germinador a 20 centígrados, especialmente si se ha tenido la precaución de remojarlas previamente. Tal exigencia reside en el hecho de que la aparición de una o dos raicillas o la demora en emerger las mismas es correlativa con un menor poder diastásico.

Escalas de Apreciación o Puntuación

Las más conocidas son las de Viena, Berlín y Haase. Las principales diferencias estriban en que la escala de Viena asigna aún mucho valor a los resultados de un juicio de apreciación subjetivo, mientras que en la de Berlín se le otorga ya menor importancia, y el sistema de Haase llega a basarse exclusivamente en el examen objetivo del producto.

a) Escala de Puntuación de Viena

Antes de examinar las muestras se someten a una ligera inspección con el objeto de eliminar previamente toda cebada cervecera con mal olor (olor a moho); que acuse un alto % de granos que hayan sufrido un principio de germinación (granos "greyados") o que estén lesionados.

Luego se procede con el remanente a determinar el peso del hectólitro, peso de las mil semillas, residuos de la limpieza, cuerpos extraños, vitrosidad real y proteína por sustancia seca. Sigue a este análisis el juicio subjetivo del Jurado que comprende: color, uniformidad, conformación, finura de las glumelas, olor y lesiones de los granos.

Puntuación correspondiente al examen objetivo

Peso del hectolitro Kg.	Peso de mil semillas gr.	Residuos de limpieza %	Cuerpos extraños %	Vitrosidad real %	Proteína por sust. seca %	Puntos
				0 - 10	menos de 10	6
				10 - 20	10.0 - 10.4	5
		0.0 - 1	0.0 - 0.2	20 - 30	10.5 - 10.9	4
Más de 70	Más de 38.5	1.1 - 2	0.3 - 0.5	30 - 40	11.0 - 11.4	3
67 - 70	36.5 - 38.4	2.1 - 3	0.6 - 1.0	40 - 50	11.5 - 11.9	2
66 - 66.9	35.0 - 36.4	3.1 - 4	1.1 - 1.5	50 - 60	12.0 - 12.9	1
menos de 66.0	menos de 35.0	4.1 - 5	más de 1.5			0
					13.0 y más	- 2
					14.0 * *	desechables

Puntuación correspondiente al examen subjetivo

Color	Uniformidad	Conformación	Finura de las glumelas	Impresión general	Puntos
			Esp. fina		6
			Muy fina		5
			Fina		4
Muy bueno	Excelente	Excelente	Poco fina	Excelente	3
Bueno	Muy buena	Muy buena	Bastante grosera	Muy buena	2
Regular	Buena	Buena	Grosera	Buena	1
Malo	Regular	Regular	Gruesa	Mala	0
	Malo	Mala			

Además se descontarán de 1 a 2 puntos tanto por olor débil a moho como por la presencia de granos lesionados. La suma total de los puntos puede importar en el mejor de los casos 42.

b) Escala de Puntuación de Berlín

Se basa en las siguientes determinaciones:

Proteína por sust. seca %	Uniformidad %	Peso de mil semillas secas gr.	Puntos
Más de 14	Menos de 50	Menos de 30	2
13.1 - 14.0	50 - 60	30.0 - 34.9	4
12.1 - 13.0	60 - 70	35.0 - 37.9	6
11.6 - 12.0	70 - 75	38.0 - 40.9	8
11.1 - 11.5	75 - 80	41.0 - 42.9	10
10.6 - 11.0	80 - 85	43.0 - 44.9	12
10.1 - 10.5	85 - 90	47.0 - 48.9	14
menos de 9.0	más de 95	más de 49.0	16

Como anexo se aprecian "finura de glumelas", % de granos harinosos", y "grado de pureza" (limpieza) con 1 — 9 puntos.

Con frecuencia acontece que cebadas cerveceras con alto contenido proteico obtengan, a pesar de este inconveniente, una alta graduación, debido a poseer otras características ventajosas, lo que ha dado lugar al establecimiento de una reducción de dicha suma de puntos, en forma tal, que quede supeditado la puntuación total al % de proteína que arrojen.

La suma de puntos debe importar como máximo:

16 puntos para una apreciación de la proteína correspondiente a	2 puntos
26 " " " " " " " " " " " "	4 " "
37 " " " " " " " " " " " "	6 " "
48 " " " " " " " " " " " "	8 " "
59 " " " " " " " " " " " "	10 " "
70 " " " " " " " " " " " "	12 " "
81 " " " " " " " " " " " "	14 " "
92 " " " " " " " " " " " "	16 " "

Deficiencias graves, como granos lesionados, olor a moho, principios de germinación, según la intensidad con que se presentan, dan origen a un descuento de 1 — 24 puntos.

e) Escala de Puntuación de Haase

Utiliza como elementos de juicio, los que proporciona el examen objetivo de la cebada cervecera, y entre éstos únicamente a los que mayor influencia pueden ejercer en los resultados técnico económicos del maltaje. Queda, pues, limitada la escala al tamaño de los granos, peso de las mil semillas y contenido proteico por sustancia seca, considerándose además el "poder germinativo". (1)

Límites de oscilación de ciertos caracteres de la cebada cervecera admitidos en general para su aceptación en la maltería

Peso de los mil granos:	30 — 50
Proteína por sust. seca:	9.9 — 11.9 (Fruhwirt)
Peso del litro	570 — 800 gr.
Energía germinativa	95 %

(1) Para mayores detalles puede consultarse H. Quante. Die Gerste. Verlag von Paul Parey in Berlín.

Comparando los guarismos de este cuadro con los resultados obtenido en los ensayos comentados en el capítulo anterior, deducimos que es factible obtener en el país, cebada cervecera de alto valor industrial, juicio que se confirma con las conclusiones a que se ha podido arribar en experiencias hechas en mayor escala, que serán objeto de estudio en los capítulos siguientes.

3.º CORRELACIONES FITOCLIMATÉRICAS Y FITOAGROLÓGICAS

Ya en 1907 el Dr. Dammann, catedrático de Agricultura de la Facultad de Agronomía abordó el estudio de la influencia del medio (suelo) sobre la calidad de la cebada cervecera. Atribuía el exceso de riqueza proteica de los granos, registrada en sus ensayos, a la gran cantidad de nitrógeno orgánico contenido en nuestras tierras y aconsejaba utilizar como precesores de la cebada cervecera a ciertos cultivos ávidos de nitrógeno (p. ej. alforfón), abonando, además, la cebada con superfosfatos para que el azoe de la tierra estuviese en menor proporción en relación a los demás elementos nutritivos.

Las experiencias que hemos realizado durante 5 años no confirman tales conclusiones o mejor dicho presunciones, puesto que con tal caracter fueron emitidas. Permiten, por lo contrario, deducir que el contenido proteico excesivo de los granos se debe en los ensayos de **Dammann**, a las labores repetidas de preparación de la tierra (3 rejas), dadas a una profundidad mayor que la corriente (generalmente 0.20 m); removidos frecuentes que han producido una aireación demasiado enérgica que ha estimulado sobremedida la nitrificación. Además la siembra tardía observada en uno de dichos ensayos (principios de Setiembre de 1907) ha contribuido a aumentar el % proteico de los granos, pues hay que tener presente que durante el primer mes de vegetación, la planta de cebada cervecera absorbe del suelo el 50 % del total de los elementos minerales necesarios para su nutrición y que la actividad radicular aumenta, dentro de ciertos límites, en función de la temperatura ambiente. Otro tanto acontece con los microorganismos determinantes de la nitrificación (en lo referente a la acción de la temperatura).

Considerando por lo tanto — apoyándonos en la experimentación nacional realizada — que el stock de nitrógeno de nuestros suelos está generalmente en un estado relativo de latencia, debido al caracter francamente arcilloso de la mayoría de las tierras de labranza; hay que admitir que únicamente un removido frecuente y profundo del suelo unido a una siembra tardía (en forma

tal que el primer desarrollo de la planta se efectúe a principios de primavera y coincida, en consecuencia, con la elevación de la temperatura) puedan constituirse en factores determinantes de una nitrificación y absorción radicular más activa, que se traduce finalmente en un contenido proteico excesivo de la cosecha. Es la única explicación que conceptuamos verosímil respecto a los resultados obtenidos por **Dammann** en el Campo Experimental de Sayago, dado que las tierras donde realizó dicho distinguido técnico sus ensayos, son en su totalidad de carácter francamente arcilloso.

a) Correlaciones fito-climáticas

Inspeccionando los resultados de los cultivos que desde 1924 hasta 1928 inclusive ha distribuido en gran escala la S. A. Cervecerías del Uruguay, se infiere la importancia que ha tenido la "modalidad climática" propia de cada localidad: en el peso de los granos, uniformidad de los mismos y % de simiente chusa (menor de 2.2 mm de tamaño). Es de lamentar que haya sido imposible obtener los datos exactos que han caracterizado los distintos cultivos para intentar reconstruir con ellos, zonas climáticas diversas. Nos hemos tenido que conformar con dividir el país en dos grandes zonas: Sur y Norte.

Para el estudio bicestadístico de los resultados, dispusimos según los años, de las siguientes observaciones:

Año	Pares de observaciones		Local. en la zona Sur	Local. en la zona Norte
	zona Sur	zona Norte		
1924	8	6	Colonia 8, Soriano 2.	Rio Negro 1; Paysandú 4; Cerro Largo 1.
1925	11	11	San José 2; Colonia 4; Canelones 2; Lavalleja 2; Rocha 1.	Paysandú 8; Cerro Largo 2; Salto 1.
1926	7	4	Canelones 3; Colonia 3; Lavalleja 1.	Paysandú 2; Cerro Largo 1; Salto 1.
1927	7	3	Canelones 2; San José 1; Colonia 2; Lavalleja 2.	Paysandú 1; Cerro Largo 1; Salto 1.
1928	6	2	Canelones 2; San José 1; Colonia 1; Lavalleja 1; Rocha 1.	Paysandú 1; Cerro Largo 1;

Obteniendo los resultados que insertamos:

AÑO	ZONA SUR			ZONA NORTE		
	Peso de los granos	Uniformidad	% de granos chusos	Peso de los granos	Uniformidad	% de granos chusos
	gramos	%		gramos	%	
1924	39.6 ± 1.14	—	7. - ± 1.4	38.3 ± 0.8	—	10.4 ± 1.6
1925	40.9 ± 0.7	82.5 ± 1.1	4.7 ± 0.5	33.1 ± 1.-	74.2 ± 2.3	23.7 ± 2.9
1926	36.6 ± 1.5	—	13.7 ± 3.-	32.7 ± 1.6	—	26.8 ± 8.1
1927	41.5 ± 2.-	—	6.9 ± 2.1	39.3 ± 1.2	—	5.8 ± 2.6
1928	38.- ± 1.7	—	13.6 ± 3.6	34.25 ± 0.15	—	26.85 ± 2.45

En los años 1925 y 1928 se registran diferencias significativas en el peso de los granos a favor de la zona Sur:

Año	Diferencia media	Lím. int. de error casual P = 0.05	Dif. significat.
1925	7.8 gr.	2.11 gr.	5.69 gr.
1928	3.75 »	3.31 »	0.44 »

La zona Norte, exceptuando el año 1927, ha arrojado durante el quinquenio mayor % de granos chusos que el Sur:

Año	Diferencia media	Lím. inf. de error casual P = 0.05	Dif. significat.
1924	3.4 %	3.78 %	—
1925	19.- »	5.09 »	13.91 %
1926	13.1 »	15.81 »	—
1927	-1.1 »	6.21 »	—
1928	13.25 »	8.45 »	4.80 »

Cabe mencionar como una región que se ha destacado por la constancia en la producción de granos pesados y de buen tamaño: Costas de Solis, Depto. de Lavalleya. Quizá se deba tal resultado a la influencia que la altitud relativamente elevada pueda ejercer sobre la modalidad climática del lugar. En el cuadro adjunto se exponen las características de los granos cosechados durante 4 años consecutivos.

Peso de mil granos	% proteico por sust. seca	% de granos chusos
48.25 gr. \pm 0.01	11.87 \pm 0.47	4.85 \pm 1.23

En cambio los cultivos del Salto son los que en el mismo sentido, han presentado características más deficientes, con el agravante de haberse elegido tierras especialmente bien constituidas (arcillosas humíferas de reacción neutra):

Salto

Año	Peso de los granos	% de proteína por sust. seca	% de gran. chusos
1925	29.6 gr.	14.21	38.7
1926	29.2 »	13.28	42.6
1927	40. - »	13.95	3.8

Estos resultados conciden con los datos suministrados por la Dirección de la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de San Antonio (Salto) que indica como peso de los mil granos del trigo Artigas durante 5 años (1923-1928): 28.⁶ gr. \pm 3.⁶. (1) Durante el mismo período en las Escuelas de Práctica y Campos Experimentales de Agronomía de Paysandú y Cerro Largo se han observado pesos de 34.⁵ \pm 1.⁵ y 34.8 \pm 0.9 para el mismo cereal. Existen además, grandes diferencias en los coeficientes de variabilidad, a saber:

Establecimiento	Departamento	Coef. de var. del peso de los granos
Escuela de Práctica	Salto	27.9 %
id.	Paysandú	9.8 »
id.	Cerro Largo	5.3 »

como consecuencia de haber producido Salto en 1927, granos de buen peso (trigo Artigas 35.4 gr.; cebada cervecera Hanna

(1) El trigo Artigas. Su valor agrícola-industrial. (Informe de la Comisión Especial de Estudio). 1928.

71a, 40 gr.), hecho que por su naturaleza es poco frecuente en dicha región.

Se deduce de los datos expuestos que la variabilidad característica de nuestro clima se acentúa aún más en ciertas zonas del país. Esta intensidad de la variación depende de la latitud y sobretodo de la mayor o menor proximidad de las grandes masas de agua como ser: el estuario del Río de la Plata y el océano Atlántico. Determinando por ejemplo la variabilidad en relación a la producción de granos chusos (menores de 2.2 mm.) en los cultivos de cebada cervecera durante el período 1924-1928 inclusive, a igualdad de período de siembra, se nota que no bien se acentúan las características de un clima más continental, aumenta el promedio de granos chusos y también las oscilaciones a que está sujeto el % de los mismos según los años.

En el cuadro que sigue, se inserta el promedio de granos chusos y sus fluctuaciones para la zona Sur (Colonia, San José, Canelones, Lavalleja y Rocha); zona Noreste (Cerro Largo) y zonas de Paysandú y Salto (Noroeste).

Zona	% de gr. chusos en prom.	Desviación típica	Coef. de var.	OSCILACIONES	
				Máxima	Mínima
Sur	9.5 %	± 4.8	48.4 %	14.1 %	4.9 %
Cer. Largo	14.6 »	± 10.9	74.7 »	25.5 »	8.7 »
Paysandú	17.- »	± 7.2	42.3 »	24.2 »	9.8 »
Salto	28.4 »	± 22.-	77.5 »	50.4 »	6.4 »

Es tan inconveniente y extrema en Salto la modalidad y variabilidad del año agrícola reflejada en el monto y la fluctuación del % de granos chusos de las cosechas, que prácticamente deben considerarse los departamentos de Salto y por extensión Artigas, Rivera y norte de Tacuarembó como inadecuados para el cultivo de cebada cervecera (por lo menos para la variedad Hanna 71a seleccionada en "La Estanzuela" y distribuida por la Empresa en los 5 años de cultivo de ensayo).

La zona Sur sometida directamente a la influencia marítima, ha demostrado producir cosechas con un promedio menor de granos chusos y también menores oscilaciones en el % de los mismos; pero a pesar de esta ventaja es conveniente extender los cultivos hasta los departamentos de Río Negro y Cerro Largo para beneficiarse por la "ley de compensación" que rige también con frecuencia el monto y calidad de las cosechas distribuidas criteriosamente en diversas regiones del territorio nacional. Se

evita en esta forma exponer los cultivos, en su totalidad, a calamidades meteorológicas (granizo, vendavales, lluvias torrenciales frecuentes y sequías persistentes), ya que no generalizan sino circunscriben su efecto, muy a menudo, a determinadas zonas del país.

Partiendo de los promedios termométricos de las capitales de los departamentos en cuyos alrededores se dispusieron los cultivos de cebada cervecera, hemos efectuado con las 22 sementeras del año 1925 (el ensayo que mayor amplitud registró) los siguientes cálculos de correlación: (1)

r "temp. media - peso de mil granos" = - 0.9243 (seg. más del 99 %)

r "temp. media - unifor. de los granos" = - 0.6941 (" " " ")

r "temp. media - % de granos chusos" = 0.8982 (" " " ")

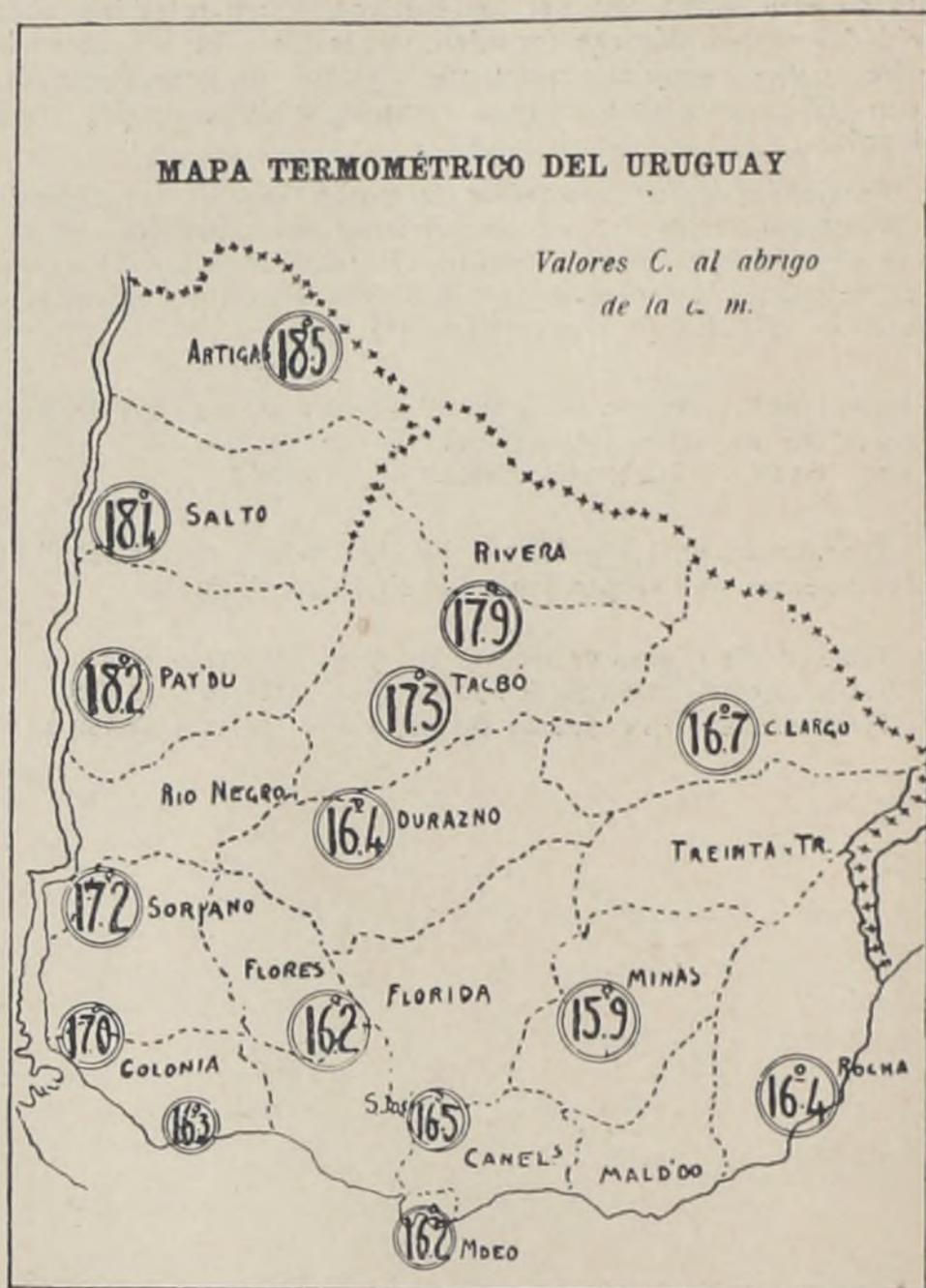
Trazándose en los gráficos que siguen las "regresiones" correspondientes que responden a las siguiente fórmulas:

Temp. media - peso de los mil gr.; $y = 120.45 - 4.88 x$

Temp. media - unifor. de los granos; $y = 176.10 - 5.725 x$

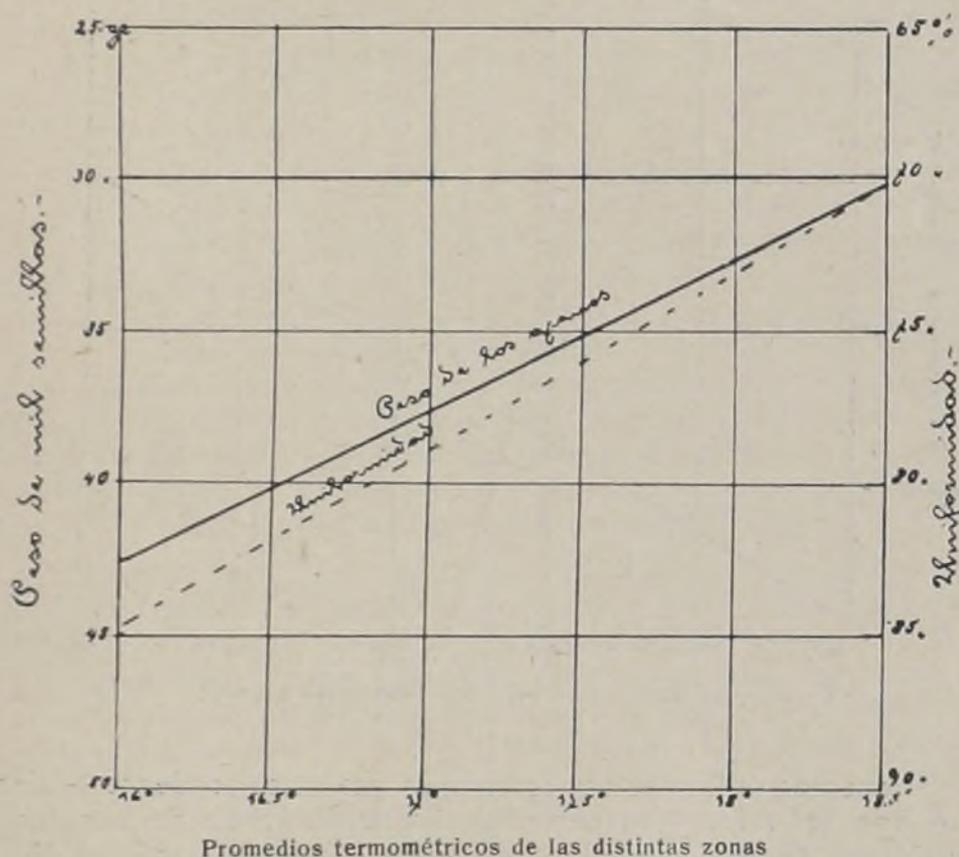
Temp. media - % de granos chusos; $y = -187.47 + 11.788 x$

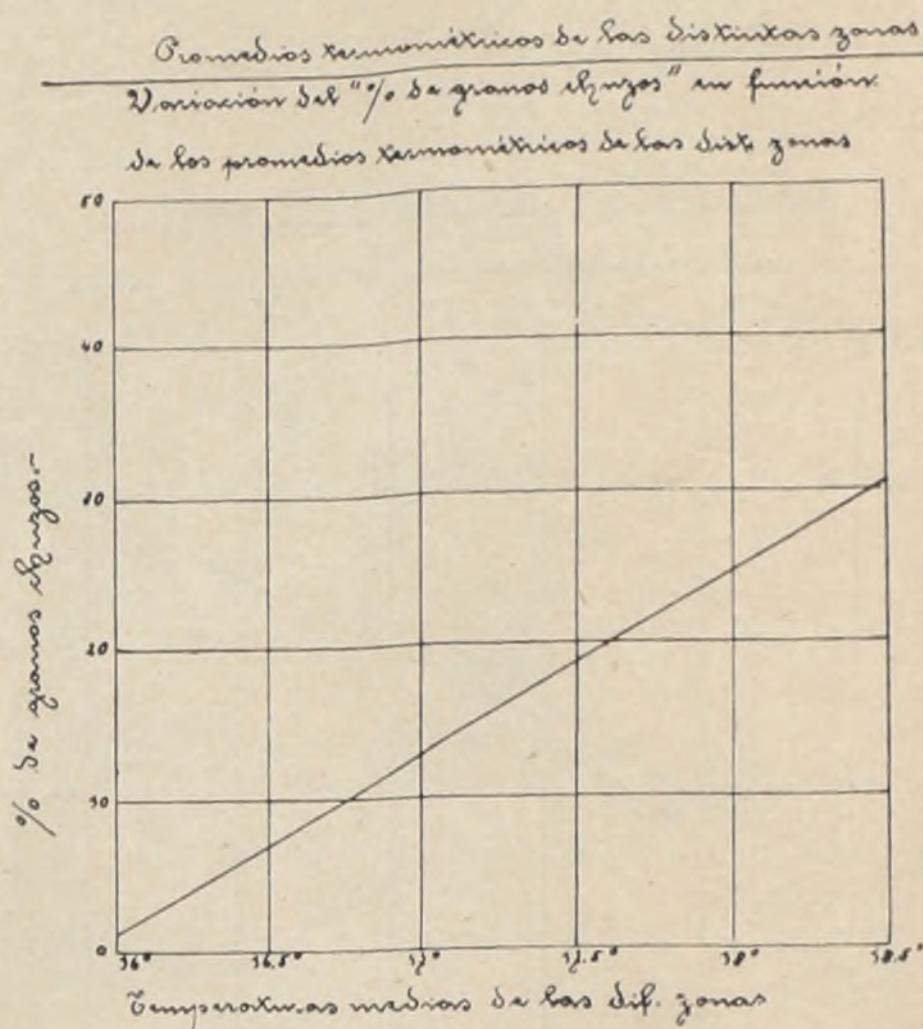
(1) Cultivos sembrados en la segunda quincena de Julio.



Mapa reproducido de la valiosa obra "Apuntes para un curso de Meteorología" del Profesor Luis Morandi, Catedrático de Meteorología de la Facultad de Agronomía.

Variación del "peso de los granos" en función
de los promedios termométricos de las dist. zonas





Ponen de relieve estas regresiones que no es prudente — siempre que se quiera obtener con el mayor grado de constancia productos de alta calidad — disponer sementeras más al Norte de la línea que se extienda aproximadamente desde la desembocadura del Río Negro al centro del departamento de Cerro Largo.

Dada la similitud del cultivo de cebada cervecera con otros cereales de invierno como ser p. ej. el trigo, la observación formulada tendría interés para la ubicación de colonias destinadas a cosechar productos cerealeros con fines de exportación. (1)

(1) No hemos hecho el estudio de la influencia de la exposición por haber presentado casi todos los cultivos varias exposiciones. Por

b) Correlaciones fito-agrológicas

Para la producción de buena cebada cervecera se requiere granos de buen peso, gran uniformidad y reducido contenido proteico (por lo general de 10-11 %; como máximo 12 %). Los dos primeros caracteres dependen sobre todo de condiciones climáticas favorables (tiempo propicio para la germinación y macollamiento; lluvias bien distribuidas y temperaturas convenientes durante la formación y madurez del grano), mientras que el último está supeditado no solo al peso de los granos sino también al tenor de proteína por semilla o sea el coeficiente proteico.

Bajo tal acepción conviene distinguir entre el alcance que se le asigna al coeficiente proteico y el del % de proteína por sust. seca del grano, al pretender establecer correlaciones fito-agrológicas. El % proteico por sust. seca del grano está en función del peso de la semilla (que a su vez queda en gran parte sujeto al factor clima) puesto que se expresa en % de la masa del grano; y además depende también de la cantidad absoluta de proteína que contenga la simiente. Esta última característica denominada coeficiente proteico (del grano) depende en alto grado de la capacidad de nitrificación del suelo y de la mayor o menor absorción radicular del cultivo para la materia azoada.

Sabemos que tierra aireada (es decir con suficiente arena gruesa), nitrifica activamente y que la cebada cervecera se beneficia intensamente de ese trabajo microbiano especialmente si el suelo presenta para sus exigencias fisiológicas una reacción conveniente. Es, pues, con el fin de comprobar si existen realmente correlaciones en el sentido indicado, que hemos elegido como material de estudio la serie de cultivos en gran escala que comprende el año 1927, por tratarse de un año que se caracterizó por condiciones agrícolas sumamente favorables en las más diversas zonas del país, lo que permite comparar ciertas características de distintos cultivos sembrados en la segunda quincena de Julio. Disponemos para tal objeto de nueve pares de observaciones, habiendo arrojado el análisis bioestadístico de las diversas correlaciones fito-agrológicas, los siguientes coeficientes:

otra parte no hemos encontrado diferencias de significado en el peso y contenido proteico de los granos en sementeras con exposiciones al Norte y Sur.

Destacándose la arena gruesa como el elemento agrológico que ha determinado el mayor o menor coeficiente proteico y nótese bien que decimos coeficiente proteico, es decir contenido de proteína por semilla y no % de proteína por sust. seca, lo que induce a desechar la teoría de muchos autores de que el mayor % de proteína por sust. seca se deba a la mayor proporción de granos chusos producida por las tierras arenosas debido a estar más expuestas a las sequías. No negamos que este factor coadyuve, pero la experiencia relatada pone palpablemente de relieve que los suelos sueltos nitrifican más y brindan una mayor cantidad de nitrógeno asimilable por lo menos en relación al stock de los otros elementos nutritivos absorbidos por la función radicular y necesarios para la síntesis orgánica. (1)

En las demás series de cultivo correspondientes a los años 1924, 1925, 1926 y 1928, ha sido imposible establecer correlaciones fito-agrológicas, por haber intervenido factores tan diversos y numerosos como determinantes del monto y calidad de las cosechas, que no fué factible deslindar la acción que ha cabido a cada uno de ellos en la acción ejercida por el medio ambiente. Se puede, sin embargo, dividir cada serie en diversos grupos según el contenido de arena gruesa del suelo con el fin de establecer su influencia sobre los distintos cultivos. Con ese objeto, hemos adoptado para las tierras la siguiente clasificación:

Suelos fuertes;	0 — 350 ‰ de arena gruesa
» de consistencia media;	350 — 600 » » » »
» livianos;	más de 600 » » » »

y de 0.58 para un 90 % de seguridad. Eliminando una variante es 0.62 y 0.71 para 90 y 95 % de seg.; y de 0.67 y 0.75 respectivamente en la eliminación de 2 variantes.

(1) Esta conclusión se halla indirectamente confirmada con las experiencias de nuestro distinguido colega, Ingeniero Manuel Canel, Ayudante Técnico de "La Estanzuela", publicadas en su interesante trabajo "Influencia de la variedad y del suelo en la calidad de los trigos" (Revista N.º 2 de la Facultad de Agronomía, Octubre de 1929). Deduce de sus ensayos una correlación negativa y de significado entre "Coloides-coef. proteico" de los granos del trigo Artigas, que corrobora la nuestra por observar siempre "coloides-arena gruesa" una acentuada correlación negativa.

En el cuadro que se inserta se exponen los resultados:

Clase de Suelo

AÑO	I	II	III	Diferencias significativas P = 0.05
	0 - 350 ‰ Prot. por sust. seca ‰	350 - 600 ‰ Prot. por sust. seca ‰	Más de 600 ‰ Prot. por sust. seca ‰	
1924	10.89 ± 0.35	10.23 ± 1.87	11.96 ± 0.4	I-III 0.49 %
1925	10.84 ± 0.26	13.40 ± 0.28	13.58 ± 0.23	I-II 1.80 » I-III 2.04 »
1926	11.26 ± 0.18	10.97 ± 0.54	12.86 ± 0.05	I-III 1.23 » II-III 0.81 »
1927	11.44 ± 0.52	13.80 ± 0.12	—	I-II 0.79 »
1928	11.10 ± 0.34	12.59 ± 0.55	—	I-II 0.20 »

Se han observado siempre diferencias significativas entre los grupos extremos (1924, 1925 y 1926), y entre el primero y segundo grupo en 1925, 1927 y 1928. En cambio entre el segundo y tercer grupo se registra una diferencia de significado únicamente en el año 1926.

Este cuadro pone bien de relieve la relación existente entre la variación de la arena gruesa del suelo y el aumento del % proteico de la cebada cervecera, pero cabe advertir que si las tierras consideradas en el segundo grupo tuviesen un pormilaje de arena gruesa muy próximo a 350 (380 o 400) y además un contenido de coloides que no baje de 300 ‰, se conducirían en forma bastante semejante a los suelos del primer grupo, lo que impondría su inclusión en este último. Esto prueba una vez más que una clasificación no puede establecer diferencias nítidas absolutas, sino simplemente tipos de transición que involucrados según sus características en grupos determinados, justifican únicamente su razón de ser, por el hecho de responder en la práctica a las condiciones y exigencias que durante el período de experimentación se han revelado.

Respecto a los rendimientos de los cultivos tampoco ha sido posible establecer ninguna correlación con los diversos factores agrológicos determinados. En 1924 se dosificó la arena gruesa, calcareo, nitrógeno y fosfórico (P_2O_5) del suelo de cada uno de los cultivos que comprendía la serie, pero ninguno de estos elementos de la tierra arrojó una relación digna de mención con el monto ni con la calidad de la cosecha. Quizá pueda citarse la "arena gruesa" por haber impresionado desde un principio

(aunque sin arrojar "coeficientes" de significado) como factor determinante del mayor contenido proteico [absoluto y relativo (%)] de los granos, hecho que en los años posteriores tuvo su plena comprobación.

Desde 1925 se limitó el análisis del suelo a la determinación de la arena gruesa, pH, humus y coloides, por responder mejor estas dosificaciones a las exigencias técnicas para juzgar las características de las distintas tierras. (1) Con todo se ha tropezado casi siempre con dificultades al pretender establecer correlaciones fito-agrológicas dada la **modalidad climática tan diferente** que ha influenciado a los distintos cultivos en gran escala, agravándose aún esa causa perturbadora con los estragos causados por los pájaros en algunos cultivos de la serie de 1924 y 1926. Tales incidencias se han reflejado como es lógico en los rendimientos provocando variaciones que se ponen de manifiesto en los guarismos siguientes:

Año	Rend. prom. en kilos por Ha
1924	740.—
1925	1128.—
1926	426.—
1927	1143.—
1928	418.—

El promedio de rendimiento por hectárea durante el quinquenio ha sido de 771.⁴ kilos equivalente más o menos al promedio de rendimiento del trigo en todo el país. Pero... hay que tener presente que para el cultivo de la cebada cervecera se han buscado en la generalidad de los casos expresamente "tierras

(1) Hemos adoptado esa norma después de minuciosos ensayos realizados en Campos de Experimentación, que se publicaron respectivamente en un folleto del autor "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno en la cantidad y calidad de las cosechas" (1926) y "Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad del suelo" por el Ingeniero Jorge Spangenberg. (Agros N.º 110, 1927). Este último investigador demostró con posterioridad ampliamente, el acierto de tal orientación en su interesante trabajo "Contribución al estudio del problema de los abonos en el Uruguay" (Revista N.º 5 de la Facultad de Agronomía, 1913) presentado al segundo Congreso Sudamericano de Química, realizado en Montevideo, en Diciembre de 1930.

cansadas", es decir muy pobres y donde dicho cereal rinde con toda seguridad un 30 % más que el trigo.

Han habido dos años malos: 1926 y 1928, que se caracterizaron principalmente por lluvias excesivas durante las siembras, seguidos de sequías en el macollamiento, lo que determinó la formación de sementeras ralas y desperejas. **Se ha podido observar en este caso (1926 y 1928) una correlación negativa y de significado entre los coloides del suelo y monto de los rendimientos.** El coeficiente de correlación calculado ha sido de -0.7709 para 17 pares de observaciones lo que según las tablas de R. A. Fischer ⁽¹⁾ indica una seguridad casi absoluta.

Tal correlación es lógica, puesto que los suelos más ricos en coloides han tenido que perjudicarse indudablemente más, durante el período de lluvias que dificultó las siembras. Luego la sequía encostró dichas tierras que no se rastrearon (o no se pudieron rastrear) a tiempo, resultando las sementeras débiles y ralas como consecuencia de una estructura física desfavorable del suelo que anuló o redujo a su mínima expresión, la actividad microbiana aerobia normal, trabando al mismo tiempo la absorción radicular.

Correlaciones fitoagrológicas observadas en los cultivos de ensayo de cebada cervecera realizados en Campos Experimentales

Se realizaron dos ensayos con cebada cervecera en parcelas. El primero ejecutado en colaboración con nuestro distinguido colega, Ingeniero Gustavo J. Fischer, se efectuó en 1925 en el Campo Experimental del Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional "La Estanzuela". ⁽²⁾

Los resultados se publicaron en el folleto ya citado: "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno del suelo en la cantidad y calidad de las cosechas" (1926); donde se hacía notar la influencia casi decisiva que tuvo "pH" en el monto de los rendimientos y del % proteico de los granos.

(1) Statistical methods for research workers. London 1925.

(2) Dejamos expresa constancia de nuestro agradecimiento por la brillante colaboración del Ing. Fischer, quien planeó los ensayos de "La Estanzuela" con el fin de contribuir a dilucidar los problemas que se presentarían en las experiencias de cultivo en gran escala.

Posteriormente los Ingenieros Gustavo J. Fischer y Jorge Spangenberg calcularon sobre la base del material publicado diversas correlaciones de interés que trascribimos a continuación: (1)

r "rend. - pH" a constancia de humus, calcareo y arena gruesa	= 0.6995
r "rend. - humus" a " " " pH, " " " " "	= 0.2653
r "rend. - ar. gr." " " " humus, " " " pH	= -0.2746
r "rend. - calcar." " " " " pH " arena gru.	= -0.0325

La cebada cervecera ha reaccionado especialmente ante el "pH" del suelo, arrojando un coeficiente de más del 99 % de seguridad. Las demás correlaciones carecen de significado bioestadístico (32 pares de observaciones).

En el mismo año (1925) el Ingeniero Jorge Spangenberg procedió a realizar un ensayo comparativo de distintas variedades de cebada cervecera en el Campo Experimental de la Escuela de Práctica de Bañados de Medina, Dpto. de Cerro Largo. Los resultados de las experiencias se publicaron (Agros N.º 110) en su interesante trabajo de tesis "Aplicación del cálculo estadístico al estudio de fertilidad del suelo" llegando el autor a establecer las siguientes correlaciones para 23 pares de observaciones (límite para 95 % de seguridad 0.52; 90 % de seguridad, 0.44):

r "rend. - pH" a constancia de humus, calcareo y arena gruesa	= 0.3166
r "rend. - humus" a " " " pH, " " " " "	= 0.4912
r "rend. - ar. gr." " " " " " humus	= -0.0491
r "rend. - calcar." " " " " ar. gr. " " "	= 0.3609

En este caso la influencia del humus ha sido mayor que la de "pH" al recurrirse al cálculo de correlación parcial. Probablemente se deba tal resultado a las pequeñas oscilaciones que ha acusado "pH" en el Campo Experimental de Bañados de Medina en relación a "La Estanzuela" y en parte, también, al mayor contenido de coloides de aquél.

(1) Ing. Gustavo J. Fischer. Experimentación Agrícola. Cuarta contribución al estudio de sus problemas. (Revista de la Facultad de Agronomía N.º 2. 1929) Ing. Jorge Spangenberg. Contribución al estudio del problema de los abonos en el Uruguay. (Revista de la Facultad de Agronomía N.º 4. 1931).

Las correlaciones generales ponen de relieve en ambas experiencias que las tierras gordas (ricas en humus) y de reacción neutra o ligeramente alcalina han producido las mayores cosechas:

	La Estanzuela	Bdos. de Medina
r "rend. - humus"	0.6832	0.6890
r "rend. - pH"	0.8423	0.7048

arrojando coeficientes que tienen una seguridad mayor del 99 %, es decir casi absolutas.

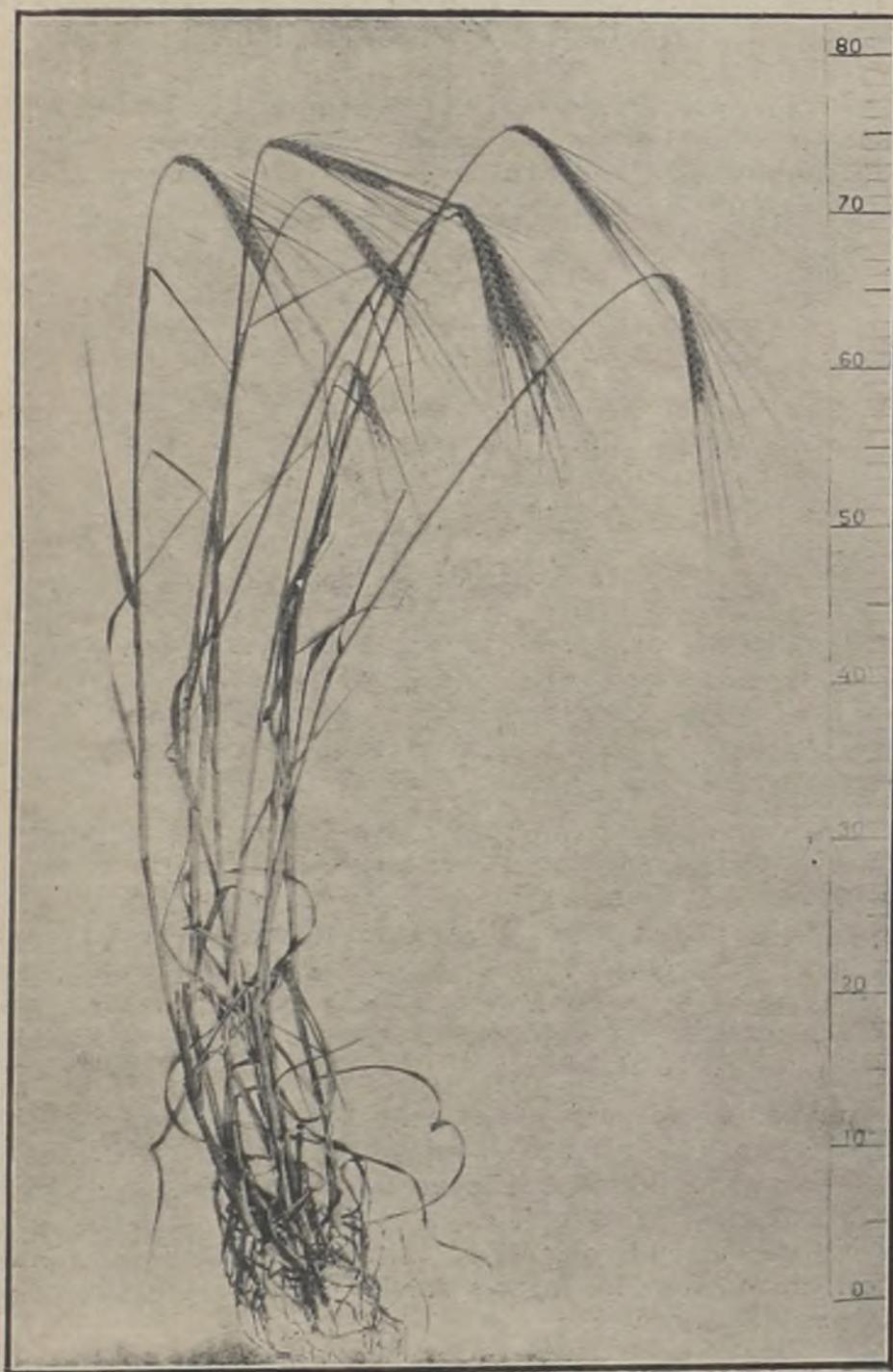
Respecto a la influencia de abonos (fosfatados, nitrogenados o calizos), remitimos a los resultados del ensayo realizado en "La Estanzuela". Contrariando la hipótesis emitida por Dammann en 1907, llegabamos a la conclusión de que "el abono fosfórico no ha influido a favor ni en perjuicio del rendimiento ni del contenido en proteína. (1)

El abono nitrogenado, en cambio, aumentó el % de proteína por sust. seca en los granos, al ser incorporado tanto solo como también con cal.

En cuanto a la acción de estos fertilizantes sobre los rendimientos, la estima el Ing. Fischer, previo análisis de la variación registrada en el mismo ensayo, en una plus producción de 30 kilos para el salitre de Chile en relación a las parcelas no abonadas; careciendo de significado la influencia de los demás abonos utilizados: (2)

(1) Publicados en el trabajo ya mencionado "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno en la cantidad y calidad de las cosechas", página 22.

(2) Dr. Alberto Boerger. Observaciones sobre Agricultura (1928). Página 181.



Cebada Cervecera Hanna 71a

4.º NORMAS BÁSICAS A OBSERVAR EN EL CULTIVO DE CEBADA CERVECERA

No nos proponemos entrar en detalles de la técnica del cultivo que está al alcance de los interesados tanto en los textos de agricultura especial como en folletos de divulgación o en monografías minuciosas que versan sobre el tópico en cuestión.

Nos limitamos a tratar únicamente:

- 1) La mejor época de siembra;
- 2) Preparación de la tierra;
- 3) Densidad de siembra;
- 4) Cuidados de cultivo;
- 5) Cosecha.

a) Época de Siembra

Para fijar la época de siembra hay que contemplar dos factores fundamentales sin perjudicar la productividad, que son: evitar los estragos de los pájaros [gorriones, mixtos, pechos colorados (estos últimos esp. en el Norte) etc.] y no provocar un aumento porcentual de sust. proteica en los granos.

Las observaciones prácticas hechas durante el quinquenio, sindicán la segunda quincena de Julio como la más apropiada para la siembra. Evita los daños de los pájaros ⁽¹⁾ y no acusa mayor % proteico en las semillas. Tal resultado obedece al hecho de que en esta forma se distribuyen las depredaciones en superficies mayores, puesto que al sembrarse 15 días más tarde, la cebada madura casi simultáneamente con los trigos, por tener un ciclo vegetativo más corto.

Han habido años, en los que por existir abundancia de larvas, menor cantidad de pájaros o por otro motivo cualquiera, los cebadales no han sufrido daño alguno. Con todo, como norma general, conviene sembrar lejos de montes y si es posible evitar también que el cultivo margine líneas extensas de alambrado, es decir huyendo de los lugares donde se suelen refugiar o posar bandadas de pájaros.

(1) En 1924 algunos cultivos situados cerca de montes artificiales perdieron más del 50 % de la cosecha debido al ataque de los pájaros.

Durante la época de formación del grano, resulta en caso necesario, eficaz y económico, utilizar armas de fuego o cohetes para ahuyentar los pájaros. Empleando el último procedimiento, el Ingeniero Miguel H. Lezama, Director de la Escuela de Práctica del Salto, llega a la conclusión, que con un gasto de \$ 1.63 por hectárea pueden defenderse eficientemente los cultivos.

Demorar la siembra para comenzarla en Agosto es inconveniente por disminuir en forma manifiesta el peso de la semilla y aumentar significativamente tanto el coeficiente proteico como el % de proteína por sust. seca. (1)

b) Preparación de la tierra

La preparación negligente que se da generalmente a nuestras tierras no ha perjudicado la calidad de la cebada cervecera; por el contrario se ha podido constatar tanto en la Chacra de Demostración de Est. Cazot como en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía que labores esmeradas y profundas tienden a aumentar en forma nítida el % de proteína por sust. seca en los granos. — Lo que debe proibirse en forma terminante es el pastoreo de los rastrojos destinados a este cultivo. Se ha podido notar en algunos sembrados en gran escala durante el quinquenio de experimentación, un gran coeficiente de variabilidad en el % proteico de los granos procedentes de cebadales sembrados en tierras de rastrojos pastoreados. (2)

A pesar de estas consideraciones, es necesario abogar por una preparación esmerada de la tierra, por constituir la única forma de poder eliminar o reducir las malezas, aumentar el stock de agua del suelo, y estimular la actividad microbiana; factores todos que se traducen en un aumento notable de la producción y por ende de la economía del cultivo. Sin embargo, para aplicar estas normas de la agricultura racional en nuestros suelos que en su mayoría tienen pocos años de cultivo, sin correr riesgo de aumentar el % proteico de la cosecha, es menester ser severo en su elección, desechando toda tierra cuyo contenido en arena gruesa exceda de 350 ‰ y que no arroje como mi-

(1) Dr. Alberto Boerger. Observaciones sobre Agricultura (pág. 539); Ing. Jorge Spangenberg. Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad de la tierra (página 39-44).

(2) Tampoco conviene utilizar campos recién roturados por producir, en general, granos muy ricos en nitrógeno.

nimum 250 ‰ de coloides (son guarismos que deben interpretarse como puntos de referencia pero no con un radicalismo extremo). En este caso pueden aplicarse los rastros y las aradas de principios de otoño y previa a la siembra.

El mejor precesor de la cebada cervecera en tierras de la estructura indicada fué el maíz y el peor la avena, dada la cantidad de "plantas guachas" que dejaba en la sementera.

c) Densidad de la Siembra

En el año 1927, se realizó en la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de Paysandú, de acuerdo con su Director, nuestro distinguido colega Ingeniero Eduardo Llovet, un ensayo de densidad de siembra.

Se sembraron:

Fecha de siembra	Area	Kilos por Ha	Grn. aptos por m.c. (%)	Espigazón	Madurez
15-18/7	5.-Ha	70.-	184	15/10	17/11
19-20/7	6.5.- »	80.-	211	20/10	26/11
25/7	2.- »	50.-	182	25/10	30/11

Procediendo al análisis de los granos de las respectivas cosechas, obtuvimos los resultados siguientes:

Densidad de siembra	Proteína por sustancia seca
50 K por Ha	13.64 ‰
70 » » »	13.09 »
80 » » »	12.91 »

El peso de los granos no acusó diferencias significativas, siendo el promedio de 38.9 gr. (El mayor coeficiente de variabilidad lo arrojó la siembra de 50 K por Ha.).

En este ensayo la siembra más densa produjo granos con menor contenido porcentual de proteína por sust. seca; pero hay

(2) El peso de las mil semillas era de 36.— gramos y 95 % la facultad germinativa.

que hacer notar que la siembra más densa equivalió a una siembra normal (211 granos aptos por m.c.) mientras la menos densa merece calificarse francamente de rara.

Con experiencias similares realizadas en "La Estanzuela" se ha arribado a las siguientes conclusiones: (1)

Fecha de siembra	Kilos por Ha	Espigazón	Madurez amarilla	Rend. por Ha	Peso de 1000 sem.	Prot. por sust. seca	Coef. protéic
20/7.25	50	2/11.25	5/12.25	1970 K	42.8 gr.	10.88 %	4.6 mg.
» (test.)	100	1/11.25	1/12.25	2230 »	41.8 »	10.90 »	4.6 »
»	150	»	30/11.25	2410 »	40.9 »	10.70 »	4.2 »

Segunda Epoca

Fecha de siembra	Kilos por Ha	Espigazón	Madurez amarilla	Rend. por Ha	Peso de 1000 sem.	Prot. por sust. seca	Coef. protéic
31/8.25	50	19/11.25	18/12.25	1280 K	40.1 gr.	12.75 %	5.1 mg.
» (test.)	100	17/11.25	16/12.25	1330 »	38.8 »	13.05 »	5 »
»	150	»	»	1730 »	36.7 »	12.23 »	4.5 »

Los resultados no son bien claros, observándose especialmente una reducción en el % protéico de la siembra en la 2.ª época a favor de la sementera densa, pero no suficientemente acentuado como para deducir una conclusión segura.

En los cultivos en gran escala realizados durante el quinquenio de experimentación organizada por la S. A. Cervecerías del Uruguay, impresionaron mejor las siembras más densas, que demostraron tener en general una madurez más pareja y un grano más uniforme. Por tal motivo se aconsejaba en los últimos años (en tierras arcillosas con suficiente humus; 30—40 ‰) una densidad de siembra de 250 granos aptos por m. c. Sobre el particular se prosiguen experiencias en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía.

d) Cuidados de Cultivo

Como en los últimos años de la experimentación quinquenal se dió preferencia a los suelos de caracter arcilloso, se encos-

(1) Dr. Alberto Boerger. Observaciones sobre Agricultura.

traron las tierras en algunos cultivos, dada la modalidad climática que caracterizó al lugar. En estos casos ha sido siempre de resultados benéficos rastrear el cultivo para poblar a la sementera rala, operación que se efectuaba aprovechando días nublados para evitar el perjuicio de las heladas. (1)

En algunos años favorables y en tierras arcillosas humíferas sembradas a fines de Junio aconteció que el cebadal presentó en contados cultivos una vegetación tan lujuriosa que hizo presumir que se fuera en vicio. Se hizo pacer ligeramente por ovejas, evitándose tal peligro, y no habiéndose constatado efectos perjudiciales en la calidad de los granos (mayor contenido proteico y menor grado de uniformidad en las semillas de la parte del cebadal pastoreado en relación al remanente).

Los últimos años, donde se aconsejó como época de siembra la 2.^a quincena de Julio no se observaron más sementeras con tendencia a irse en vicio.

e) Cosecha

Es necesario proceder a la siega cuando la gran mayoría de los granos ha alcanzado, por lo menos, el estado de madurez amarilla, lo que se reconoce si al intentar doblarlo sobre la uña, no lo hace sin romperse. En tales condiciones, para que sea factible que complete su madurez, es necesario de que las sustanciassigan migrando de los tallos y hojas a los granos mientras se secan las gavillas en las rolleras o sino durante su estada en la parva.

Hay que prohibir, en general para este cultivo el empleo de la Australiana o Cosechadora por ser mayor la retención de humedad en la cebada cervecera que en el trigo, dada su característica de "grano vestido". Esta particularidad la expone a que arda con facilidad en las bolsas, arrojando casi siempre (con o sin fermentación) un reducido % de energía germinativa, impropio para el maltaje. Experiencias hechas en la Escuela de Práctica y Campo Experimental de Agronomía de Paysandú con una parte de la sementera de cebada cervecera, ha dado resultados completamente negativos, calentándose el producto cosechado.

(1) Se utilizaron rastras de dientes disponiendo estos verticalmente o ligeramente inclinados hacia atrás; rastreándose generalmente a principios de Setiembre o fines de Agosto.

La "espigadora" no presenta inconveniente de tanta manig-tud como la Australiana, pero impide también terminar el pro-ceso de madurez al cosechar únicamente las espigas, privando a los granos de aprovechar las sustancias del tallo y de las úl-timas hojas.

El emparve es en general (pero no siempre) aconsejable, dadas las notorias ventajas que del mismo se derivan. Pero se abstendrá el técnico de inducir al agricultor a ejecutarlo sino es práctico o no dispone de persona competente para dicha ope-ración. En efecto, nos ha acontecido que dos cosechas mal em-parvadas, se han perdido por completo.

En la trilla se tendrá la precaución de reducir en un 15 % las revoluciones del batidor, aumentando la distancia que lo se-para del contrabatidor para evitar la rotura o lesiones de los granos mismo en el caso que salga algún poco de semilla con la paja, pues esta pérdida se halla con creces compensada con el mejor precio a obtenerse por la calidad del producto.

Realizada la cosecha la mejor norma a seguir, es remitirla de inmediato a la fábrica (previa su aceptación) para lo cual conviene solicitar anticipadamente wagon a las Empresas del F. C. La permanencia del producto en la chacra (salvo que quede en el campo cubierta por una lona) la expone con fa-cilidad a contaminarse de gorgojos (*Calandra sp.*) y palomita (*Sitotroga cerealella*, Oliv.) lo que reduce o puede mismo anular su valor como materia malteable.

5.º OBSERVACIONES FITOPATOLÓGICAS

Las enfermedades observadas han sido:

Helmintosporiosis,

Puccinia graminis,

Ustilago hordei.

La *Puccinia graminis* ha atacado, en general débilmente los cultivos, impresionando como si se aminorara aún el ataque en los últimos años.

El *helminthosporium* afectó en su modo de infección una forma benigna que ultimamente parece ir en aumento, aunque dista mucho de los perjuicios graves que causa p. ej. en el viejo mundo. (No hemos observado espigas abortadas).

En la mayoría de los cultivos existía siempre en muy pe-queña proporción espigas atacadas de *Ustilago hordei* y en con-

tados casos al inspeccionar cultivos ya completamente espigados, nos impresionaron algunas espigas como afectadas de *Ustilago nuda*. Ciertamente es que la existencia de la membrana (que a menudo con vientos violentos se rompe) y la época de manifestación del ataque (muchas veces imposible de constatar en el momento oportuno por no ser viable la inspección) constituyen factores diferenciales suficientes, entre otros, para un diagnóstico macroscópico, pero con todo quedamos en duda sobre el particular, y nos propusimos aclararlo mediante el cultivo de los esporos y el examen microscópico de los mismos.

Esporos

	Parte atacada	Tamaño	Color	Contaminación
<i>Ustilago hordei</i>	Espiga	Esférico 6-10 M	Pardo claro, liso	Después de la madurez en la trilla
nuda	id.	" 5-9 "	Pardo claro débilmente punteado	Floración

Esporos (cont.)

Cultivo	Infección	Tratamiento
Tubo germinativo tetracelular con conidios laterales y terminales.	Al germinar	Aldehído fórm.
Tubo germinativo da origen a micelio sin previa formación de conidios.	En la semilla	Agua caliente

Es de lamentar que por accidentes de viaje se haya perdido el material a examinarse, quedando el punto aún por dilucidar.

El tratamiento a que sometimos los primeros años la semilla fué con "Uspulun", pero los resultados a pesar de seguirse estrictamente las indicaciones de la casa vendedora, fueron irregulares según los años, impresionando como si las distintas partidas del específico, no tuviesen un mismo grado de eficacia. El último año se aplicó sulfato de cobre, habiendo desaparecido el ataque de *Ustilago hordei* en algunos cultivos. Este anticriptogámico tiene la ventaja de ser también eficaz para combatir la helmintoporiasis, dejando sumergida la cebada durante 10 minutos en una solución al 1 %.

Sin embargo, para combatir el carbón cubierto se prefiere en general por su eficacia el tratamiento con formalina, cuya solución se prepara adicionando $\frac{1}{4}$ de litro de formalina comercial de 40 % a 100 litros de agua. Esta cantidad es suficiente para 200 kilos de cebada, la que se deja sumergida durante 15—20 minutos. Luego, en ambos casos se extienden los granos en capas delgadas para acelerar su desecación. El inconveniente que tiene el uso de la formalina, es que suele determinar reducciones en la facultad germinativa que pueden alcanzar a veces hasta un 30 %. Tal deficiencia se evita o aminora secando rápidamente las semillas, ⁽¹⁾ y procediendo de inmediato a su siembra en tierras que estén en sazón.

Respecto al ataque de insectos debemos mencionar el del *Diloloderus abderus* (isoca) que ocasionó estragos de consideración en dos chacras que reservaron parciamente para el cultivo de la cebada cervecera, fracciones de "tierra cansada", que por su escasa productividad se haban dedicado hace 2 años a pastoreo. En tierras labradas, normalmente, no se observó tal deficiencia. Tampoco tuvimos ocasión de constatar daños originados por la "lagarta" (*Leucania unipuncta*), durante el quinquenio que comprendió los ensayos.

6.º CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Ya en 1922, el Dr. Alberto Boerger — verdadero inductor y animador de los estudios y trabajos realizados en el país para probar la factibilidad del cultivo de la cebada cervecera y las indiscutibles ventajas que se derivarían para nuestra economía rural — exponía en un interesante trabajo presentado al 2.º Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica, titulado "¿Puede o no cultivarse la cebada cervecera en el país?" ⁽²⁾ las experiencias minuciosas realizadas en el Instituto Fitotécnico "La Estanzuela" que "en principio" demostraban palpablemente la adaptabilidad del cultivo y los beneficios que implicaría tanto para la economía como para la técnica a observarse en nuestra producción agraria (diversificación de cultivo, mejor reparto del trabajo, etc.).

(1) E. Marchal. *Eléments de Pathologie végétale*. — Paris (1925).

(2) Revista de la Asociación Rural del Uruguay N.º 11 y 12 (Noviembre y Diciembre de 1922).

Se perfilaba en aquel entonces con caracteres trascendentales la importancia del problema abordado, problema que reclama en la actualidad aún mayor atención dado que la producción anual de cerveza ha aumentado desde aquella fecha hasta el presente en un 63 %. (1)

Año	Kilos de malta importada	Año	Prod. de cerv. en litros
1920	2.725.985	1920-21	8.748.573
1921	2.140.900	1921-22	9.068.118
1922	1.802.490	1922-23	9.634.281
1923	—	1923-24	9.484.700
1924	2.174.249	1924-25	10.941.762
1925	2.947.358	1925-26	11.689.461
1926	2.910.102	1926-27	14.342.853
1927	4.251.613	1927-28	13.488.449
1928	2.847.989	1928-29	15.930.570
1929	4.650.549	1929-30	15.202.084
1930	4.446.416		

Si se considera que cien kilos de malta responden más o menos a 160 kilos de cebada cervecera [admitiendo 20 % de pérdida como promedio de las cosechas debido a granos chuzos, semilla extraña, impurezas inertes, pérdida de humedad, etc.; y 20—25 % la pérdida de peso sobre el producto neto experimentada durante el proceso de "degerminación" (elaboración de la malta)], y el consumo anual de malta en estos últimos años es de 4500 toneladas; la producción de cebada cervecera deberá alcanzar a 7200 toneladas anualmente para abastecer las exigencias de una maltería nacional.

Eligiendo tierras de caracter arcilloso, ricas o con suficiente humus y debilmente ácidas, puede esperarse con seguridad un rendimiento que supere término medio en 45 % a los trigos más productivos. (2) Asignando a este cereal una producción en promedio de 700 kilos por ha. la plus-producción debida al cultivo sustituto de cebada cervecera ascendería a 315 kilos por ha. que con una cotización de \$ 4.50 los cien kilos, importarían para el area total (7.200 Ha.) a sembrarse con cebada cervecera: \$ 102.000. Es decir que únicamente debido a la sustitución del

(1) Anuario Estadístico. Dirección General de Estadística.

(2) Trabajo ya mencionado del Dr. Alberto Boerger: "Puede o no cultivarse la cebada cervecera en el país"?

cultivo del trigo por el de la cebada cervecera en 7200 hectáreas, los productores rurales se beneficiarán anualmente por un ingreso mayor equivalente a ciento dos mil pesos. Destacamos este hecho, sin mencionar otras ventajas derivadas del mismo para la industria del transporte, mano de obra rural, etc.

Si se tiene en cuenta que para poder atender mejor el cultivo en los momentos oportunos (limpieza de malezas, cosecha, emparve) no se distribuyen sementeras mayores de 10 hectáreas por productor, se favorecerían anualmente 720 agricultores con el funcionamiento de malterías que trabajasen materia prima nacional.

Financieramente considerada la elaboración de malta con cebada cervecera del país evita por lo menos el drenaje de \$ 585.000 al año y como más o menos tal cantidad demandaría su costo de producción, nuestra economía se beneficiaría aproximadamente en una suma equivalente. (1)

Hechas estas consideraciones generales, haremos notar que el cultivo de la cebada cervecera ha tenido general aceptación entre los labradores del país. Este interés que se ha mantenido amplio y constante, permitiría desarrollar rápidamente el área de cultivo, si se quisiera satisfacer las exigencias de la eventual industria nacional.

Las causas de esa preferencia por este cultivo residen:

- 1.º En el mayor rendimiento de la cebada cervecera en relación al trigo;
- 2.º En el establecimiento de un precio mínimo que mantuvo la S. A. Cervecerías del Uruguay (\$ 4.50 los cien kilos puestos en Est. Central) como garantía para el agricultor de cubrir por lo menos el costo de producción (ya que hemos calculado el costo en promedio para un rendimiento bajo de 700 kilos por Ha. y tratándose de colonos, en \$ 3.70 los cien kilos en la chacra), oscilando el precio máximo de acuerdo con las cotizaciones del trigo;
- 3.º En el préstamo de la semilla a cuya devolución se procedía al efectuar la cosecha; distribuyéndose siempre semilla biológicamente selecta originaria de "La Estanzuela" y en perfectas condiciones de limpieza.

(1) Hemos calculado el precio de la malta a \$ 13.— cotización que regía antes de la desvalorización de nuestra moneda.

Además para obtener productos de alto valor industrial, organizó la S. A. Cervecerías del Uruguay, el Departamento Técnico, (Sección "Cultivos") con el fin de proceder a la elección de tierras, indicando al mismo tiempo a los agricultores las normas de cultivo que garantizaran la cosecha de una materia prima malteable. En esta forma toda partida proveniente de cultivos contratados, que estuviese "seca", "sana" y "limpia" llenaba las condiciones de aceptación, pues deficiencias en otras características eran imputables a negligencia o incompetencia del Departamento Técnico respectivo.

Actualmente, si "La Estanzuela" pudiese suministrar doce mil kilos de simiente de cebada cervecera de pedigree como lo hizo en 1924, dentro de dos años tendríamos semilla más que suficiente para abastecer todo el area de cultivo que requiriese la industria maltera nacional.

Resumen de Conclusiones

- 1.º El cultivo de la cebada cervecera con el fin de obtener productos de alto valor industrial (maltería) es absolutamente factible en el Uruguay;
- 2.º En los ensayos comparativos de variedades selectas, la cebada cervecera Szib 944 ha registrado en sus rendimientos diferencias significativas con la testigo (Hanna 71a) en los años 1927, 1930 y 1931, especialmente en este último que ha arrojado 200 kilos a favor de su producción por hectárea con un 95 % de seguridad. Esta superioridad productiva parece manifestarse sobretodo en tierras de mayor fertilidad, acusando equivalencia los rendimientos en suelos pobres;
- 3.º La cebada cervecera Szib 944 ha producido siempre (durante los 5 años del ensayo) granos más uniformes y que como consecuencia han registrado también menor coeficiente de variabilidad en su peso;
- 4.º En cuanto al contenido proteico han arrojado ambas variedades cifras más o menos equivalentes;
- 5.º La mejor zona productora de cebada cervecera es el sur del país, no siendo prudente extender el cultivo más al norte de una línea trazada más o menos desde la desembocadura del Río Negro hasta el centro del departamento de Cerro Largo, si se quieren obtener granos de alto valor industrial;

- 6.º La zona que comprende los departamentos de Salto, Artigas, Rivera y norte de Tacuarembó es inapropiada para el cultivo en cuestión (por lo menos para la variedad de semilla utilizada en el ensayo);
- 7.º De todos los factores agrológicos ha sido la arena gruesa, la que ha determinado el mayor contenido proteico de los granos tanto en su acepción relativa (%) como absoluta. Le sigue en orden pero con mucho menor importancia "pH". El humus por sí solo se ha mostrado a ese respecto completamente indiferente;
- 8.º Para obtener éxito con el cultivo de cebada cervecera se impone elegir tierras que no arrojen tenores mayores de 350 ‰ de arena gruesa, reacción debilmente ácida y un contenido en coloides no menor de 250 ‰; siendo conveniente que sean ricas en humus (por lo menos 30-40 ‰) ya que este elemento agrológico ha demostrado ser correlativo con los rendimientos sin influir desfavorablemente en el % proteico de las cosechas. Además es menester observar las normas de cultivo expuestas en el capítulo correspondiente;
- 9.º El area de cultivo de cebada cervecera requerido para abastecer la industria maltera nacional es de más o menos **7200 hectáreas**;
- 10.º La sustitución de trigo por cebada cervecera en una superficie de 7200 hectáreas determina como consecuencia de la mayor productividad de este último cultivo, **un mayor ingreso para los productores**, equivalente a \$ 102.000 anuales;
- 11.º La elaboración de malta con cebada cervecera del país **evita, por lo menos, el drenaje de \$ 600.000 al año** (si se asigna \$ 13 como valor del quintal métrico);
- 12.º Anualmente se **beneficiarían 720 agricultores** con el funcionamiento de malterías que elaborasen materia prima nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. ENRIQUE KLEIN. — Cebada cervecera. Instrucciones para cultivar con éxito su semilla. (Cervecería Argentina Quilmes) Buenos Aires. 1918.
- Ing. ENRIQUE KLEIN. — Instrucciones para cultivar cebada cervecera (Cervecería Argentina Quilmes) Buenos Aires, 1920.
- Ing. GUSTAVO SPANGENBERG. — "Influencia de la concentración de iones de hidrógeno en la cantidad y calidad de las cosechas" (de cebada cervecera) Montevideo, 1926.
- Ing. MIGUEL JEWDIUKOW. — Los suelos del departamento de Cerro Largo. Montevideo 1927.
- Ing. JORGE SPANGENBERG. — Aplicación del cálculo estadístico al estudio de la fertilidad de la tierra. (Agros N.º 110) 1927.
- Dr. ALBERTO BOERGER. — Observaciones sobre Agricultura. Montevideo, 1928.
- Ing. MANUEL CANEL. — Influencia de la "variedad" y del "suelo" en la calidad de los trigos (Revista de la Facultad de Agronomía N.º 2) 1929.
- Ing. GUSTAVO J. FISCHER. — Experimentación Agrícola. (Revista de la Facultad de Agronomía N.º 2) 1929.
- Ing. JORGE SPANGENBERG. — Contribución al estudio del problema de los abonos en el Uruguay (Revista de la Facultad de Agronomía N.º 5) 1931.
- Dr. H. QUANTE. — Die Gerste. Parey, Berlín.
- Dr. C. FRUWIRTH. — Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzuechtung. Parey, Berlín. 1923.
- Dr. F. SCHINDLER. — Handbuch des Getreidebaus. Parey, Berlín. 1923.
- REVISTA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA. — Informaciones Técnicas. Roma 1929-31.
- Ing. V. LATHOUWERS. — Manuel de l'amélioration des plantes de la grande culture. Librairie spéciale agricole, Paris. 1924.