

SOBRE UNA POSIBLE DIFERENCIACION QUIMICA

DE DISTINTAS VARIEDADES DE TRIGO (1)

POR EL ACADÉMICO DOCTOR FEDERICO REICHERT

I

No sin emoción, tengo que expresar al señor Presidente y a esta alta corporación mi profundo agradecimiento por el alto honor que me han dispensado; el honor es para mí tanto mayor cuanto me toca ocupar en el seno de la Academia el sitio que fuera de mi ilustre antecesor, el inolvidable e insigne profesor Francisco P. Lavalle.

En primer término, debo agradecer sinceramente a mi distinguido colega, el ingeniero Alejandro Botto, sus palabras, demasiado elogiosas para mí, con las que me ha introducido en esta digna corporación.

En el transcurso de su elocuente discurso ha esbozado varios cuadros de mi vida. Me ha recordado mis impresionantes días, cuando atravesé los salares y las áridas regiones del antiplano del desierto de Atacama, para estudiar los yacimientos de boratos por indicación del gobierno; el tema podrá ser de actualidad y discutido en el momento en que el ferrocarril de Salta a Antofagasta, por vía Socompa, sea un hecho. Igualmente, ha traído a mi memoria aquellos días de 1910, cuando en Comodoro Rivadavia había una sola torre de perforación, y donde tomé las primeras muestras de gas para analizar. En fin, el ingeniero Botto ha hecho pasar ante mis ojos un film cinematográfico de mi carrera, de casi 30 años de duración.

Muchas gracias ingeniero Botto; pero permítame que le observe que mi éxito no ha sido un mérito propio, sino que recae en aquellos que, con mucha comprensión y con actitud siempre benévola todo me lo facilita-

(1) Conferencia pronunciada el 7 de septiembre de 1933 en el aula Wenceslao Escalante de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, con motivo de su incorporación a esta Academia. El discurso de presentación, que estuvo a cargo del ingeniero Alejandro Botto, se publica en la segunda parte de este volumen.

ron; ellos han sido mis superiores y mis jefes en los primeros años de mi llegada al país, y a ellos estoy muy agradecido. Fueron tres los que me pusieron en marcha : Escalante, Arata e Iburguren, este último subsecretario de Escalante en aquella época.

Fueron éstos, así como varios otros más, los que poderosamente contribuyeron a despertar y forjar mi entusiasmo hacia las investigaciones y las exploraciones; es a ellos a quienes, en este lugar, tengo la obligación moral de manifestar mi gratitud.

Como se verá en seguida, no es difícil llegar a tal conclusión.

Igualmente es para mí un honor tener la oportunidad, en este solemne acto, de recordar, con breves palabras, la vasta obra del eminente hombre de ciencia, del maestro y del organizador; tanto más cuanto que en mi primera juventud argentina me unió un lazo de amistad con el doctor Francisco P. Lavalle.

Fué en el mes de mayo de 1904 cuando, recientemente llegado al país, todavía con costumbres muy «gringas», tuve la suerte de entrevistarme con el doctor Lavalle en una oficina que es histórica para la química nacional; me refiero a la Oficina Química de la Municipalidad, situada en la calle Moreno, dirigida por el doctor Pedro N. Arata. Fué allí donde tuve ocasión de conversar con estos dos hombres y de desarrollar mis ideas, desgraciadamente en un castellano que ni remotamente recordaba al de Cervantes. Sin embargo — y esto es precisamente lo que quería decir — nunca olvidaré esta primera entrevista; el recibimiento fué cordial, hasta paternal, y no creo decir demasiado al expresar que aquel encuentro tuvo cierta influencia sobre mi destino posterior.

Recuerdo también otro episodio, que es histórico para nuestra Facultad, y donde también figuró el doctor Lavalle. Fué en septiembre de 1905, en ocasión de celebrarse, en el salón del Prince George Hall, el primer aniversario del Instituto Superior de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires; entre otras personas, asistieron : Arata, nuestro primer rector; Francisco P. Lavalle, fundador, académico y consejero; el profesor Domingo Selva; el entonces discípulo, hoy digno presidente de la Academia, F. P. Marotta. Yo, el «gringo», gentilmente invitado por las autoridades, participé también, observando todo con atención, y descubriendo por primera vez el formidable talento oratorio de mi alumno; de paso, confieso que admiré semejante elocuencia y la envidio sinceramente. Aquel día el ingeniero Marotta recibió una medalla como el mejor alumno de su curso.

Después de mencionar mi primera entrevista con el doctor Lavalle, durante la cual tuve oportunidad de apreciar toda su personalidad, permitidme dar en este acto una enumeración cronológica, lo más completa posible, de las múltiples actuaciones del ilustre precursor de la ciencia argentina, para detenerme luego un instante en ciertos pasos de su vida.

El doctor Francisco P. Lavalle hizo sus estudios secundarios en el Colegio Nacional de Buenos Aires, terminados los cuales se dedicó a la carrera de Farmacia. Su tesis, publicada en el año 1893, tuvo por título *Sobre las aguas corrientes de Buenos Aires*. Después fué inspector general de farmacia del Departamento Nacional de Higiene; mientras desempeñaba ese cargo, creó la Oficina Química de su Departamento.

Poco tiempo más tarde vemos al doctor Lavalle en el Hospital Militar como ayudante, y luego como farmacéutico del ejército, habiéndosele nombrado mayor asimilado del ejército nacional.

Durante su actuación en el Hospital Militar ocurrió algo extraordinario en su vida; prodújose un acontecimiento que alejó a Lavalle, temporariamente, de sus estudios farmacológicos, pero estoy seguro de que este hecho imprevisto le dió un nuevo empuje en su carrera. El acontecimiento en cuestión fué la famosa expedición del general Roca al desierto; el doctor Lavalle y otros sabios de la Universidad de Córdoba formaban parte del estado mayor científico de aquella memorable expedición.

Y en esta fase de la vida, permitidme que me detenga un instante.

La conquista del desierto por el general Roca abrió por primera vez las puertas de la Patagonia a los estudiosos, e invitó a su exploración. Si como admirador de este primer esfuerzo, como conocedor y amigo de la Patagonia me detengo un instante en este lugar, lo hago para citar un trabajo recientemente aparecido, de la pluma del Presidente de la Academia, ingeniero F. P. Marotta, titulado : *Tierra y patria*, en el que dice : «Los argentinos deben hacer una segunda expedición al desierto».

Señores : A pesar de todo lo que sabemos, la Patagonia hoy día no está aún completamente explorada. Sabemos que en la Patagonia se pueden criar ovejas cuya lana no vale. Estos conocimientos son insuficientes. *Tempi passati ! Tempora mutantur !*

El simple observador, mejor aún el conocedor, tiene la convicción de cambiar el rumbo de la explotación acostumbrada y de tratar de buscar otras fuentes de riqueza. La Patagonia es grande : ¿qué sabemos del subsuelo de esta inmensa región? ¿Qué sabemos de la productibilidad de sus escondidos valles cordilleranos, no en el sentido de la crianza de ovejas, sino en otros múltiples? Nuestros conocimientos de algunas comarcas, aun sólo los geográficos, son a veces deficientes, a veces nulos, y esto sin hacer referencia del reconocimiento geológico de tan vasta región.

El ingeniero Marotta tiene razón cuando dice que los argentinos tienen que hacer otra expedición al desierto. La Patagonia debe ser explorada geológicamente; y al pensar que en los tiempos actuales son los norteamericanos, que atraviesan con sus automóviles dotados de instrumentos de precisión, topográficos y de todas clases, los que tienen los

mejores mapas y los mejores conocimientos de la Patagonia, lamento que no viva Lavalle para que despierte al gobierno de su sueño y lo interese por el problema en cuestión. No quiero abandonar este tema ligeramente esbozado, pero que tocaré en otro lugar, sin mencionar en este acto dos nombres de argentinos que son inolvidables para mí, los dos *pioneers* de la Patagonia, me refiero a Francisco P. Moreno, el perito en la regularización de la frontera argentina-chilena, fundador del Museo de La Plata y a mi gran amigo el doctor Cristóbal M. Hicken. Los dos han influido poderosamente, al igual que Arata y Lavalle, sobre la marcha de mi vida en el país.

Y me parece que el doctor Lavalle comprendió bien la importancia de una exploración patagónica, pues después de la expedición Roca acompañó al poco tiempo a unos marinos en sus viajes a las lejanas costas del sur, con el fin de continuar sus estudios.

Prescindiendo de estos viajes, debo decir que el doctor Lavalle fué presidente de la Sociedad de Farmacia y profesor de química inorgánica del Colegio Nacional de Buenos Aires, durante 14 ó 15 años. Después fué nombrado profesor de química analítica en la Facultad de Medicina y profesor suplente de química inorgánica en la Facultad de Ciencias Exactas.

Representó al país en varios congresos internacionales, como en el Congreso de Química reunido en Roma en 1906, donde presentó un trabajo sobre la industria química en la Argentina.

En compañía del doctor Antonio F. Piñero y del ingeniero Carlos Echagüe, integró la comisión para la cremación y utilización de las basuras.

Y para volver sobre la actuación del doctor Lavalle en nuestra Facultad, recordaré que en el año 1918, en tiempos de las graves perturbaciones universitarias, le tocó el delicado cargo de interventor, que cumplió magistralmente, y en cuyo desempeño reveló alto talento diplomático.

En la droguería «El Pueblo», el doctor Lavalle tuvo a su cargo la dirección de la farmacia y del laboratorio químico, puesto que desempeñó hasta su muerte.

La enumeración de todos sus trabajos y publicaciones ha sido hecha por el doctor Enrique Herrero Ducloux en su obra publicada en la *Revista de la Universidad*, año 1911, titulada *Estudios químicos en la República Argentina*.

Su múltiple actuación, siempre coronada por el éxito, su laboriosidad, su tenacidad para vencer los obstáculos, su gran tacto y su carácter personal son, a mi modo de ver, los rasgos que hacen resaltar la vida de mi dignísimo antecesor. Y ocupando hoy su sitial en esta alta tribuna, he

creído oportuno, para expresar mejor mi agradecimiento, desarrollar ante mi auditorio una breve disertación en el terreno que él cultivaba : el de la bioquímica de las plantas.

II

Fué en el año 1930 cuando nuestra Facultad de Agronomía y Veterinaria fué visitada por dos especialistas de fama, los señores profesores Baur y Lagatu, el uno en el terreno de la genética, el otro en el de la fitoquímica.

Con motivo de esta visita hemos tenido oportunidad de conversar con los citados especialistas sobre ciertos problemas fitogenéticos surgidos en nuestro laboratorio de química. Mientras el que habla partió de la idea que los conocimientos de la composición variable, pero en cada caso específica, de los jugos de presión de ciertos tipos de trigos extraídos en distintas fases vegetativas quizá puedan aclarar ciertas relaciones que existen entre estos jugos y las propiedades de los granos cosechados, el ingeniero Paulsen, de acuerdo con las insinuaciones del profesor Lagatu, trató de determinar y comparar entre sí los compuestos de las cenizas de dichas plantas.

De la consulta verbal con las autoridades precitadas, resultó que no existen trabajos en este sentido. Más aún, en una entrevista particular que tuve con el profesor Baur, solicitando datos sobre la colaboración química en la investigación genética de su instituto de Muencheberg, el profesor Baur, que fué el que en este recinto manifestó que los procesos químicos tienen un papel principal en los fenómenos fitogenéticos, me declaró que en Muencheberg mismo no hay laboratorio químico anexo, sino que, dado el caso, su instituto envía los productos de investigación al famoso laboratorio químico de Estocolmo, dirigido por el célebre profesor Euler, el agraciado con el premio Nobel, mi excompañero del laboratorio de Estrasburgo.

La noticia me asombró, pues todos sabemos que una substancia tan compleja y delicada como el jugo de presión de un vegetal debe ser investigada instantáneamente, para evitar transformaciones de todo género, sea por fermentación o autocatálisis. En todo caso, el profesor Baur aprobó nuestro orden de ideas y recomendó iniciar la investigación.

Animados por esta opinión favorable, hemos establecido el siguiente plan de trabajo, que abarca dos capítulos :

I. La investigación periódica de la composición química de los jugos de presión de las plantas, desde la germinación hasta la maduración de los granos ;

II. La investigación periódica de las cenizas de las plantas, sea de la planta entera como de las hojas.

Como se desprende de lo expuesto, se trata, por primera vez, de una investigación original de esta naturaleza, cuyos resultados obtenidos pudieron ser controlados durante tres años consecutivos; y si aún estamos lejos de pronunciar conclusiones definitivas, sin embargo los resultados que ahora tengo el honor de comunicar son interesantes y merecen la atención de todos los que se dedican a la investigación fitogenética, pues en la composición de los jugos existen aparentemente relaciones, que pueden servir, quizá, como índices sobre el desarrollo vegetal antes de la maduración de los granos.

Ahora bien; para comprender la marcha de nuestra investigación, puede servir la exposición de la siguiente experiencia inicial efectuada en nuestro laboratorio químico de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, y descrita por mí, en 1930, en Montevideo, con ocasión de celebrarse el Congreso Sudamericano de Química.

En la Facultad se han cultivado, en tres parcelas vecinas que forman un conjunto y cuyo suelo tiene la misma composición química, y bajo las mismas condiciones climáticas, tres clases de semillas de trigo de «pedigree».

- a) Tipo «38 M. A.» con alto valor panadero;
- b) Tipo «Favorito» con valor panadero malo, y
- c) Tipo «Fideo», inservible para la panificación.

Adelantamos que estas tres clases de granos han sido analizadas minuciosamente, desde todos los puntos de vista, antes de la siembra.

Una vez germinadas las semillas y crecidas las plantas, se hizo en nuestro laboratorio, en diferentes fases vegetativas, es decir, en períodos de 10 a 15 días aproximadamente, un análisis del jugo que circula en los órganos de las plantas, extraídos por presión, continuando esta operación hasta cerca de la maduración del grano, a principios del mes de diciembre.

Las investigaciones del jugo de presión se extendieron sobre las siguientes determinaciones:

- 1^a Se determinó el residuo seco total del jugo.
- 2^a La temperatura de coagulación de la albúmina contenida en el jugo;
- 3^a El pH del jugo (concentración de iones hidrógeno);
- 4^a La acidez del jugo expresada en NaOH N/10;
- 5^a El contenido total del N en el jugo;
- 6^a El contenido total de N en el residuo seco;
- 7^a El contenido de N en el coágulo (calculado sobre el jugo);
- 8^a El contenido de N en el coágulo (calculado sobre la substancia seca); .

- 9ª El contenido de N de los almidos (calculado sobre el jugo);
- 10ª El contenido de N de los almidos (calculado sobre el residuo seco);
- 11ª El contenido de N en el coágulo seco mismo;
- 12ª El contenido de azúcar en el jugo;
- 13ª El contenido de azúcar en el residuo seco;
- 14ª La ceniza contenida en el jugo;
- 15ª La ceniza calculada sobre el residuo seco;
- 16ª La relación entre el azúcar y la materia azoada total del residuo seco;
- 17ª La relación entre la ceniza y la materia seca;
- 18ª La cantidad de albúmina coagulable en el jugo;
- 19ª La cantidad de albúmina coagulable calculada sobre el residuo seco;
- 20ª Los nitritos y nitratos en el jugo;
- 21ª La relación entre el contenido de agua y de la materia seca de los granos semimaduros de las tres clases de trigos;
- 22ª El contenido de azoe total en los granos semimaduros;
- 23ª La relación entre el contenido de azúcar en el jugo y el contenido de almidón de los granos semimaduros.

Ahora bien; sobre la base de estas 23 determinaciones hemos establecido en el primer año de experimentación, o sea en 1930, una serie de relaciones que rigen entre los componentes de estos jugos entre sí (véase trabajo original) (1), y entre los cuales siete son de sumo interés por su notoria evidencia. Estas relaciones son las siguientes :

1ª El residuo seco total de los jugos (100%) tiene, en casi todas sus fases vegetativas, siempre su máximum en el caso del trigo « 38 M. A. » con 3,07 por ciento; el « Favorito » suministra sólo 1,99 por ciento y el « Fideo » 2,67 por ciento en término medio; ya esta diferencia puede ocasionar una distinta marcha del desarrollo y de la maduración de los granos;

2ª Una diferencia sumamente pronunciada demuestra el contenido de azúcar del jugo de presión de los tres tipos de trigos; hemos comprobado que el trigo « 38 M. A. » contiene, casi constantemente, la doble cantidad de azúcar (expresado en glucosa) que sus similares « Favorito » y « Fideo »; este contenido importa en el caso del trigo « 38 M. A. » = 0,8 por ciento, y sólo 0,34 por ciento en el caso del « Favorito », y 0,47 por ciento en el de « Fideo »;

3ª Como consecuencia de esta observación, resulta que durante 4 fases vegetativas la relación entre el N total y el contenido de azúcar

(1) REICHERT, FEDERICO y PAULSEN, EMILIO, *Sobre una posible diferenciación química de los trigos de «pedigree»*, en *Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria*, 1931.

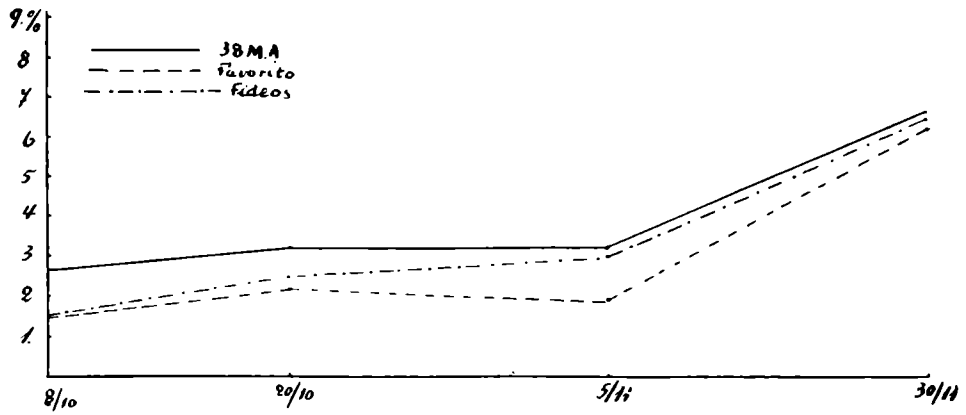


Gráfico 1. — Residuo total seco del jugo (1930)

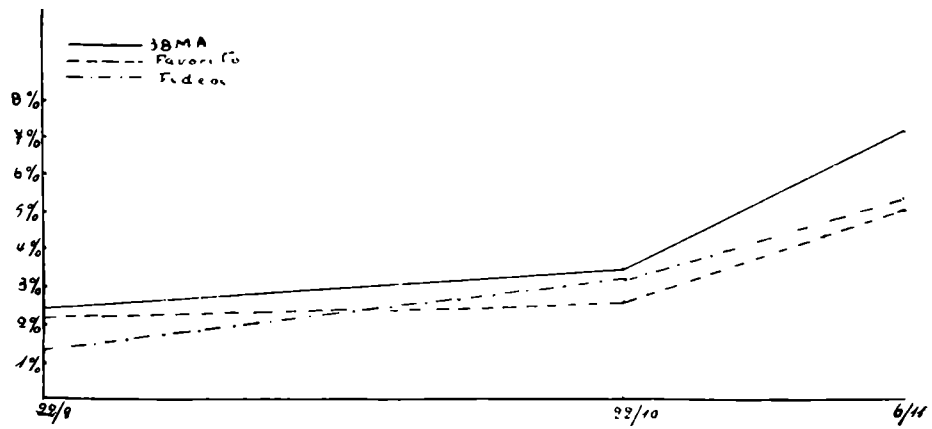


Gráfico 2. — Residuo total seco del jugo (1931)

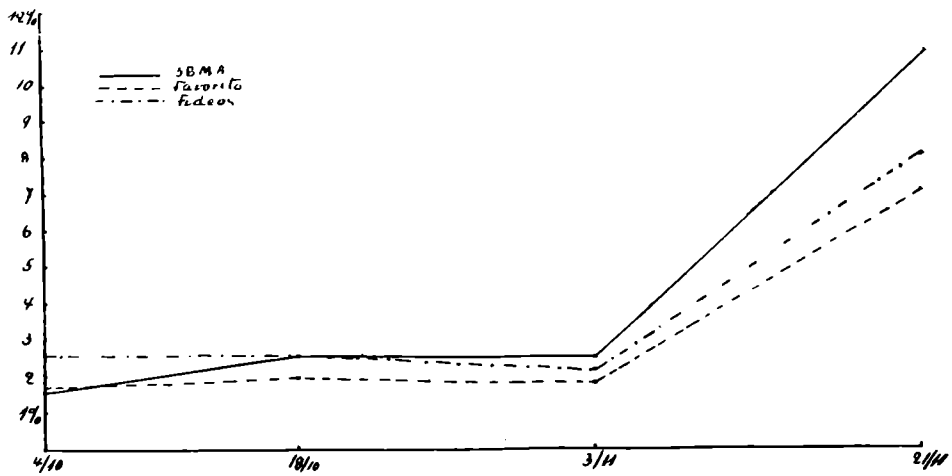


Gráfico 3. — Residuo total seco del jugo (1932)

(calculado sobre la materia seca), es el siguiente : en el caso del trigo « 38 M. A. » la relaciones de I : 9,95; en el caso del « Favorito » es como I : 6,0, y en el de « Fideo », I : 5,6.

Como se ve, la relación entre el contenido de azúcar y el de ázoe es marcadamente diferente; mientras los tipos « Favorito » y « Fideo » demuestran más o menos la misma relación, no es así con el trigo « 38 M. A. » que nos presenta, aproximadamente, el doble valor. Atribuimos a esta relación, aparentemente constante, una importancia que merece mucho nuestra atención ;

4ª Notable es también la relación que existe entre el residuo seco del jugo y su contenido de ceniza. Salta a la vista lo siguiente : el mínimo de ceniza corresponde al trigo « 38 M. A. », o sea 25,9 por ciento (calculado sobre materia seca del jugo). Luego sigue « Fideo » con 29,1 y « Favorito » con 33,9 por ciento.

Llamamos la atención en esta oportunidad, que el profesor ingeniero Paulsen se ha encargado de estudiar la variación de los compuestos de ceniza de estos trigos como veremos más adelante ;

5ª Muy pronunciado es, igualmente, el resultado de un análisis de los granos semimaduros cosechados de nuestros tres tipos de trigos pedigree.

Marcha a la cabeza el trigo « 38 M. A. » con 57,69 por ciento de materia seca ; sigue luego, a distancia notable, el « Favorito » con sólo 45,16 por ciento de materia seca, mientras el « Fideo » contiene únicamente 41,68 por ciento de dicha materia. Y ocasionalmente a esta observación, no queremos omitir manifestar que, ya por simple aspecto exterior de estos granos secados, se observa una diferencia evidente ;

6ª Para exponer más claramente todavía las diferencias, hemos determinado en los granos semimaduros de los trigos el contenido de almidón, para ver si está o no en relación proporcional con el contenido del azúcar del jugo. El resultado fué el siguiente : el trigo « 38 M. A. » suministra 58,56 por ciento de almidón ; sigue luego el « Favorito » con 52 por ciento, y el « Fideo » con sólo 50 por ciento. Como se ve, también en este caso la diferencia es bien marcada ;

7ª Si se compara el contenido total de ázoe del residuo seco, resulta que el mínimo corresponde al trigo « 38 M. A. ». Consultando los valores tenemos : para el « 38 M. A. », 2,65 por ciento ; « Favorito », 3,74 por ciento ; « Fideo », 3,93 por ciento.

Tales fueron los resultados obtenidos en el primer año de experimentación. Fué entonces de mayor interés repetir estas experiencias, bajo las mismas condiciones, en los años subsiguientes, para ver si estas relaciones aquí expuestas son efectivamente constantes, o si se trata de una mera casualidad. Y así lo hicimos. De acuerdo con nuestras indica-

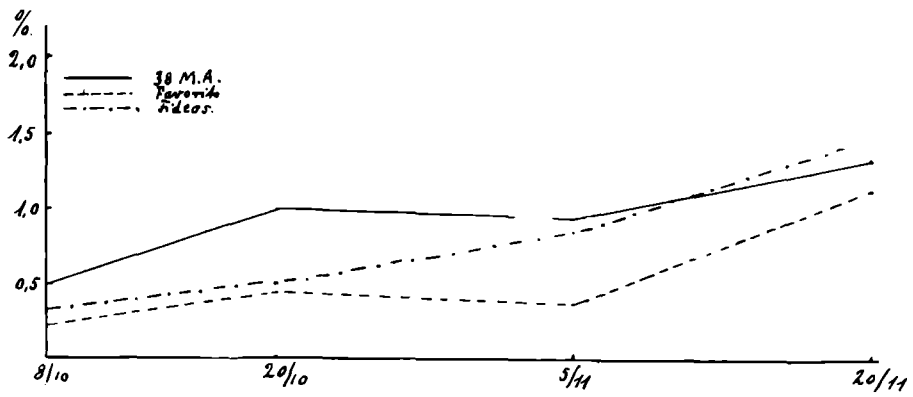


Gráfico 4. — Contenido de azúcar del jugo (1930)

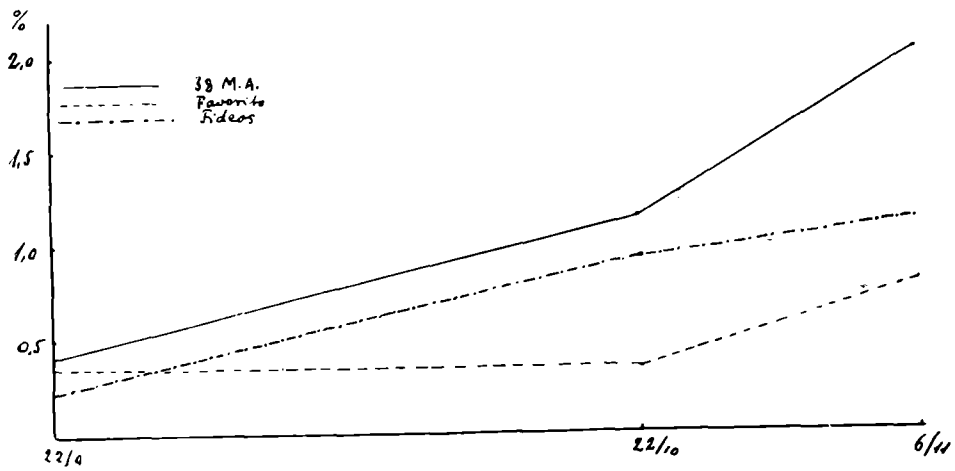


Gráfico 5. — Contenido de azúcar del jugo (1931)

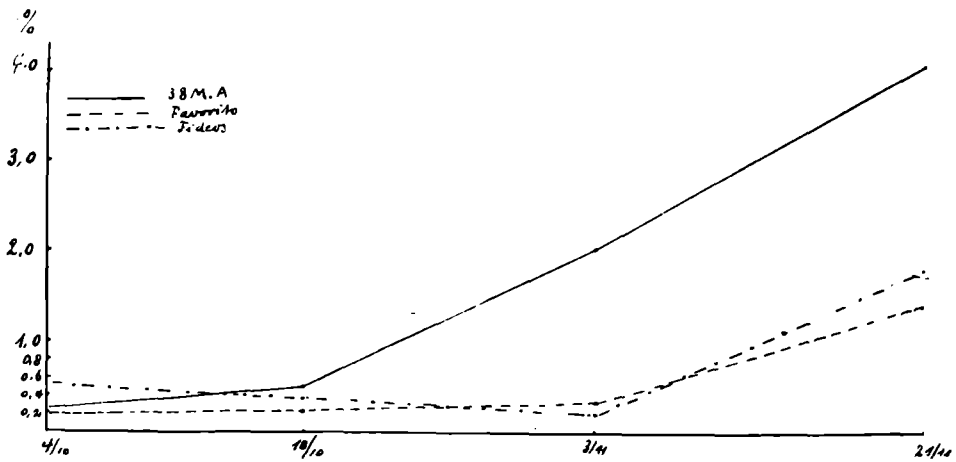


Gráfico 6. — Contenido de azúcar del jugo (1932)

ciones, el ingeniero Burkart ha cultivado, sobre la misma parcela y en la misma época del año, los mismos tres tipos de trigos. La marcha de la investigación también fué exactamente la misma, y los resultados obtenidos, que tengo el honor de comunicar, fueron sorprendentes en cuanto a la composición química del jugo de presión, pues entre las relaciones establecidas en 1930, las 7 expuestas coincidieron por completo, y con evidencia, con los resultados obtenidos en los años 1931 y 1932. De modo que no dudamos que la concentración y composición de estas tres clases de jugos en tres años consecutivos es, en cada caso, específica y constante. Véanse cuadros y gráficos.

Análisis de los granos semimaduros. Materia seca a 105°

(Doctor Reichert)

	1930	1931			1932	
		Nov. 13	Nov. 20	Nov. 27	Nov. 21	Dic. 1°
	%	%	%	%	%	%
38 M. A.....	57,69	44,85	66,87	73,27	47,07	62,00
Favorito.....	45,14	31,11	46,19	57,59	43,00	59,00
Fideo.....	44,68	31,32	48,86	54,95	53,46	55,00

Almidón en granos semimaduros calculado sobre materia seca

(Doctor Reichert)

	1930	1931
	%	%
38 M. A.....	58,56	59,40
Favorito.....	52,00	53,00
Fideo.....	50,00	52,10

En los años 1931 y 1932 encontramos la misma relación establecida en 1930, como demuestran los valores expuestos en el cuadro que antecede. El residuo seco total siempre tiene su máximo en el caso del trigo « 38 M. A. »; y es de notar, además, que en el trigo « 38 M. A. » la concentración del jugo sube hasta 11,45 por ciento, mientras el trigo « Fideo » llega a 8 por ciento y el « Favorito » sólo a 7,37 por ciento.

La variación de concentración es ya visible en pocos días después de la germinación, pero muy pronunciada unos 30 días después de la siembra.

En plena concordancia con lo establecido en 1930, que demuestra la diferencia notable que existe entre el contenido de azúcar del jugo de los tres tipos, en el sentido que el « 38 M. A. » tiene más o menos la

doble concentración de azúcar que los otros dos, siguen los resultados obtenidos en 1931 y 1932, como demuestran los valores expuestos.

Efectivamente, el trigo «38 M. A.», en tres años consecutivos, ha guardado esta constancia. Esta diferencia se anota cómodamente a unos 15 días después de la germinación, y es sumamente pronunciada unos 30 días después de la misma.

En manera idéntica se repiten los resultados obtenidos en los años 1931 y 1932, sobre la relación que existe entre el contenido de ázoe total y el del azúcar calculado sobre el extracto seco.

Se ve que la relación entre el contenido de azúcar y del ázoe es marcadamente diferente, y en los tres años constantemente proporcional.

En cuanto a la relación que existe entre el contenido de ceniza y el residuo seco de los jugos, que en 1930 reveló que el minimum de ceniza contiene el residuo seco del jugo «38 M. A.», los resultados obtenidos en 1931 y 1932 también parecen confirmar una constancia en este sentido. (Véase valores en el cuadro I, pág. 181 y gráficos).

Coinciden igualmente nuestros resultados obtenidos en 1931 y 1932 en cuanto a la composición de los granos semimaduros cosechados. La presentación de los datos aquí expuestos hacen resaltar, con toda claridad, la diferencia notable y tan pronunciada que existe entre la materia seca de los granos semimaduros de estos tres tipos de trigos. Siempre, y en todas las fases vegetativas, es el «38 M. A.» el que tiene 6 a 10 por ciento y más materia seca que sus similares. (Véase cuadro en pág. 179).

Una repetición de la observación hecha en 1930, que se refiere a una relación proporcional entre el contenido de almidón de los granos semimaduros y el del azúcar de los jugos, fué hecha en 1931 para control.

El cuadro citado exhibe los resultados obtenidos y demuestra lo que se ha esperado, es decir, que la planta cuyo jugo es más rico en azúcar, produce también granos más ricos en almidón.

Ahora bien; tales fueron nuestros resultados de la investigación de la composición de los jugos de presión de las tres plantas.

Me faltan ahora algunas palabras sobre las investigaciones del ingeniero Paulsen, quien se ha ocupado, como he dicho ya, con el estudio de la materia mineral de estos trigos, siguiendo su crecimiento en el sentido de Lagatu, para ver si era posible establecer ciertas relaciones entre los componentes de las cenizas en la planta entera o en las hojas. Estudio idéntico al de Lagatu sobre las cenizas de la vid. Las conclusiones a las cuales el ingeniero Paulsen ha llegado, por el momento, son las siguientes :

Con respecto a una posible diferenciación entre las tres variedades de trigo citadas, basada en la diferente alimentación mineral, hemos obtenido algunas diferencias, aunque no tan marcadas como las observadas en los jugos de presión.

CUADRO I

Propiedades de los jugos de presión en base a la composición química

(Doctor Reichert)

AÑO 1930

	Octubre 8	Octubre 20	Noviembre 5	Noviembre 20
--	-----------	------------	-------------	--------------

38 M. A. %

Residuo total seco.....	2,70	3,36	3,17	6,78
N : total en jugo	0,086	0,067	0,086	0,168
N : en residuo seco del jugo.....	3,21	2,00	2,71	2,48
Azúcar en el jugo	0,464	1,008	0,96	1,348
Ceniza en el jugo	0,722	0,89	0,92	1,46
Ceniza en residuo seco del jugo....	26,69	26,42	29,17	21,53
Azúcar en residuo seco del jugo....	17,17	30,00	30,20	29,80
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 5,3	1 : 15	1 : 11,4	1 : 8,0
Término medio.....		1 : 9,95		

Favorito %

Residuo total seco.....	1,60	2,32	2,05	6,29
N : total en jugo	0,081	0,065	0,068	0,196
N : en residuo seco del jugo.....	5,06	2,86	3,32	3,13
Azúcar en el jugo	0,208	0,486	0,328	1,29
Ceniza en el jugo	0,877	0,878	0,764	1,91
Ceniza en residuo seco del jugo....	34,81	33,45	37,11	30,32
Azúcar en residuo seco del jugo....	13,01	20,92	15,99	30,30
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 2,5	1 : 7,3	1 : 4,5	1 : 9,9
Término medio.....		1 : 6,0		

Fideos %

Residuo total seco.....	1,73	2,45	3,15	6,80
N : total en jugo	0,084	0,098	0,094	0,201
N : en residuo seco del jugo	4,84	3,99	2,987	3,00
Azúcar en el jugo	0,22	0,48	0,80	1,49
Ceniza en el jugo	0,504	0,844	0,94	1,58
Ceniza en residuo seco del jugo....	29,00	34,42	30,00	23,35
Azúcar en residuo seco del jugo....	12,69	17,05	25,35	20,00
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 2,1	1 : 4,7	1 : 8,7	1 : 6,6
Término medio.....		1 : 5,6		

CUADRO I (continuación)

AÑO 1931

	Septiembre 22	Octubre 7	Octubre 22	Noviembre 6
--	---------------	-----------	------------	-------------

38 M. A. %

Residuo total seco.....	2,39	1,52	3,65	7,01
N : total en jugo.....	0,085	0,048	0,084	0,15
N : en residuo seco del jugo.....	3,56	—	2,30	2,14
Azúcar en el jugo.....	0,411	—	1,28	1,99
Ceniza en el jugo.....	0,70	0,54	0,92	1,50
Ceniza en residuo seco del jugo....	29,29	—	25,20	21,45
Azúcar en residuo seco del jugo....	17,20	—	35,16	28,49
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 4,99	—	1 : 15,3	1 : 13,31
Término medio.....			1 : 11,2	

Favorito %

Residuo total seco.....	2,13	1,41	2,75	5,10
N : total en jugo.....	0,076	0,053	0,076	0,114
N : en residuo seco del jugo.....	3,57	—	2,76	2,35
Azúcar en el jugo.....	0,366	—	0,38	0,79
Ceniza en el jugo.....	0,68	0,52	0,76	1,10
Ceniza en residuo seco del jugo....	31,92	—	27,64	21,57
Azúcar en residuo seco del jugo....	17,14	—	13,81	15,47
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 4,8	—	1 : 5	1 : 6,58
Término medio.....			1 : 5,4	

Fideos %

Residuo total seco.....	1,37	1,48	3,45	5,13
N : total en jugo.....	0,078	0,058	0,089	0,126
N : en residuo seco del jugo.....	5,69	—	2,58	2,45
Azúcar en el jugo.....	0,22	0,10	0,85	1,14
Ceniza en el jugo.....	0,39	0,50	0,98	1,29
Ceniza en residuo seco del jugo....	28,47	—	28,58	25,14
Azúcar en residuo seco del jugo....	16,20	—	24,64	22,20
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 2,48	—	1 : 9,55	1 : 9,07
Término medio.....			1 : 7,1	

CUADRO I (conclusión)

AÑO 1932

	Octubre 4	Octubre 18	Noviembre 3	Noviembre 21
--	-----------	------------	-------------	--------------

38 M. A. ‰

Residuo total seco.....	1,616	2,448	2,31	11,45
N : total en jugo	0,042	0,051	0,067	0,378
N : en residuo seco del jugo	2,45	2,08	2,90	2,12
Azúcar en el jugo.....	0,32	0,45	—	3,79
Ceniza en el jugo	0,53	0,81	1,02	2,20
Ceniza en residuo seco del jugo....	32,68	33,30	44,00	19,00
Azúcar en residuo seco del jugo....	19,99	18,40	—	34,00
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 8,16	1 : 9,0	—	1 : 16,0
Término medio.....				1 : 11,2

Favorito ‰

Residuo total seco.....	1,77	1,90	1,76	7,37
N : total en jugo	0,053	0,05	0,05	0,182
N : en residuo seco del jugo	2,92	2,62	2,80	2,47
Azúcar en el jugo.....	0,21	0,21	0,35	1,18
Ceniza en el jugo	0,53	0,76	0,70	2,50
Ceniza en residuo seco del jugo....	30,18	39,58	40,00	34,20
Azúcar en residuo seco del jugo....	11,82	11,01	20,00	16,00
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 4,0	1 : 4,2	1 : 7,0	1 : 6,5
Término medio.....				1 : 5,4

Fideos ‰

Residuo total seco.....	2,62	2,57	2,30	8,00
N : total en jugo	0,081	0,07	0,05	0,112
N : en residuo seco del jugo	3,08	2,72	2,17	1,40
Azúcar en el jugo.....	0,53	—	0,26	1,61
Ceniza en el jugo	0,79	0,88	0,84	2,85
Ceniza en residuo seco del jugo....	30,29	34,24	36,50	35,52
Azúcar en residuo seco del jugo....	20,17	5,90	9,00	20,10
Relación N : azúcar en residuo seco.	1 : 6,63	1 : 2,17	1 : 4,1	1 : 14,3
Término medio.....				1 : 6,8

Para el estudio de la alimentación mineral de los trigos, hemos partido de muestras tomadas en diferentes épocas de su vegetación, y se han analizado los distintos componentes, tanto en la planta entera como en las hojas, determinando :

Humedad, cenizas, nitrógeno total, potasa, cal, magnesia y sílice. — Todas estas determinaciones se han hecho siguiendo los mismos métodos, y durante tres años seguidos. Además, se determinó la composición mineral de los granos en estado de madurez. Como se puede apreciar, ha reportado un trabajo arduo, pues cada año había que hacer unas noventa determinaciones distintas.

Además, basados en estos análisis se hicieron los cálculos de relaciones nutritivas y alimentación global, de acuerdo a las indicaciones de Lagatu, como él aplicó para el diagnóstico foliar de la vid. Todos estos datos están expuestos en los cuadros de análisis que tenemos a la vista.

Si bien las cifras aisladas no expresan nada más que un dato cuantitativo, si las relacionamos entre sí, en distintas formas, y a su vez, tomamos un promedio de estas relaciones durante los tres años, llegamos a establecer algunas diferencias visibles.

CUADRO II

Composición mineral de los trigos 38 M. A., Favorito y Fideos
Trigos del año 1930. Datos sobre 100 partes de substancia libre de agua, en gramos
(Ingeniero Paulsen)

	Septiembre 4	Octubre 8	Octubre 31	Noviembre 28	
<i>Nitrógeno (N %)</i>					
Planta entera	38 M. A	5,59	4,46	2,59	1,94
	Favorito	5,48	3,87	2,30	1,63
	Fideos	5,23	3,60	2,38	1,80
Hojas	38 M. A	—	4,84	3,07	2,06
	Favorito	—	4,81	2,47	2,42
	Fideos	—	4,89	2,97	2,46
Grano maduro	38 M. A		2,72		
	Favorito		3,03		
	Fideos		2,27		
<i>Cenizas %</i>					
Planta entera	38 M. A	12,40	14,20	11,41	8,44
	Favorito	12,71	15,33	11,01	9,00
	Fideos	12,98	14,42	12,37	9,30
Hojas	38 M. A	—	15,58	17,75	18,03
	Favorito	—	16,07	16,53	15,63
	Fideos	—	15,07	15,44	13,89
Grano maduro	38 M. A		1,80		
	Favorito		1,79		
	Fideos		1,72		

CUADRO II (conclusion)

		Septiembre 4	Octubre 8	Octubre 31	Noviembre 28
<i>Potasa (K₂O %)</i>					
Planta entera	{ 38 M. A.....	5,90	5,00	4,39	1,44
	{ Favorito.....	5,61	5,53	4,40	1,50
	{ Fideos.....	4,68	6,23	4,29	1,41
Hojas	{ 38 M. A.....	—	5,60	6,00	0,61
	{ Favorito.....	—	6,28	6,66	1,07
	{ Fideos.....	—	5,11	5,34	0,87
Grano maduro	{ 38 M. A.....			0,51	
	{ Favorito.....			0,71	
	{ Fideos.....			0,54	
<i>Cal (CaO %)</i>					
Planta entera	{ 38 M. A.....	1,46	0,59	0,39	0,32
	{ Favorito.....	0,99	0,44	0,66	0,36
	{ Fideos.....	0,93	0,77	0,74	0,66
Hojas	{ 38 M. A.....	—	0,78	0,65	0,58
	{ Favorito.....	—	1,26	0,87	1,00
	{ Fideos.....	—	1,37	0,82	0,63
Grano maduro	{ 38 M. A.....			0,015	
	{ Favorito.....			0,018	
	{ Fideos.....			0,019	
<i>Fósforo (P₂O₅ %)</i>					
Planta entera	{ 38 M. A.....	1,01	0,55	0,92	0,25
	{ Favorito.....	1,05	0,51	0,58	0,17
	{ Fideos.....	1,00	0,65	0,61	0,24
Hojas	{ 38 M. A.....	—	0,70	0,70	0,34
	{ Favorito.....	—	0,55	0,62	0,33
	{ Fideos.....	—	0,71	0,71	0,30
Grano maduro	{ 38 M. A.....			0,70	
	{ Favorito.....			0,44	
	{ Fideos.....			0,56	
<i>Silice (SiO₂ %)</i>					
Planta entera	{ 38 M. A.....	3,30	3,90	5,27	6,26
	{ Favorito.....	3,46	4,90	4,30	6,60
	{ Fideos.....	3,52	4,52	5,11	6,32
Hojas	{ 38 M. A.....	—	5,60	10,90	15,68
	{ Favorito.....	—	6,20	8,30	13,09
	{ Fideos.....	—	5,31	8,26	12,18
Grano maduro	{ 38 M. A.....			0,04	
	{ Favorito.....			0,05	
	{ Fideos.....			0,06	

CUADRO III

Trigos del año 1931. Datos sobre 100 partes de substancia libre de agua, en gramos
(Ingeniero Paulsen)

		Septiembre 8	Octubre 7	Octubre 21	Noviembre 6
<i>Nitrógeno (N %)</i>					
Planta entera	38 M. A	4,89	2,83	2,22	2,09
	Favorito	4,58	3,39	2,77	1,94
	Fideos	4,52	2,88	2,26	1,80
Hojas	38 M. A	5,24	2,40	3,84	3,50
	Favorito	4,80	3,37	3,48	2,70
	Fideos	5,18	2,83	3,39	2,38
Grano maduro	38 M. A	3,024			
	Favorito	2,842			
	Fideos	3,150			
<i>Cenizas %</i>					
Planta entera	38 M. A	13,10	18,70	11,70	11,50
	Favorito	15,40	15,50	12,94	11,25
	Fideos	15,50	16,90	12,03	10,40
Hojas	38 M. A	14,50	19,18	17,22	19,05
	Favorito	17,70	15,70	15,34	18,25
	Fideos	18,10	17,09	14,30	15,60
Grano maduro	38 M. A	1,92			
	Favorito	1,90			
	Fideos	2,18			
<i>Potasa (K₂O %)</i>					
Planta entera	38 M. A	4,00	7,20	4,12	2,80
	Favorito	5,22	6,30	5,44	2,43
	Fideos	3,28	7,22	4,45	2,35
Hojas	38 M. A	5,33	6,25	4,53	3,22
	Favorito	5,26	6,00	5,32	4,14
	Fideos	5,51	5,50	4,75	3,70
Grano maduro	38 M. A	0,30			
	Favorito	0,48			
	Fideos	0,71			
<i>Cal (CaO %)</i>					
Planta entera	38 M. A	0,37	0,38	0,30	0,24
	Favorito	0,40	0,46	0,30	0,27
	Fideos	0,56	0,41	0,39	0,46
Hojas	38 M. A	0,47	0,70	0,80	0,64
	Favorito	0,42	0,60	0,75	0,92
	Fideos	0,60	0,57	0,71	0,71
Grano maduro	38 M. A	0,092			
	Favorito	0,098			
	Fideos	0,095			

CUADRO III (conclusion)

		Septiembre 8	Octubre 7	Octubre 21	Noviembre 6
<i>Fósforo (P₂O₅ %)</i>					
Planta entera	38 M. A	0,29	0,81	0,57	0,33
	Favorito	0,28	0,80	0,50	0,29
	Fideos	0,30	0,86	0,53	0,43
Hojas	38 M. A	0,37	0,41	0,64	0,36
	Favorito	0,31	0,52	0,56	0,34
	Fideos	0,30	0,54	0,39	0,45
Grano maduro	38 M. A	0,66			
	Favorito	0,87			
	Fideos	0,98			
<i>Sílice (SiO₂ %)</i>					
Planta entera	38 M. A	4,41	5,67	5,30	6,96
	Favorito	4,20	5,15	4,33	5,84
	Fideos	4,26	5,91	5,21	4,82
Hojas	38 M. A	4,52	5,76	8,53	13,50
	Favorito	4,04	5,80	5,54	10,22
	Fideos	4,35	5,34	4,52	9,50
Grano maduro	38 M. A	0,038			
	Favorito	0,047			
	Fideos	0,063			

ALIMENTACIÓN GLOBAL

	Planta entera					Hojas				
	Sept. 8	Oct. 7	Oct. 21	Nov. 6	Término medio	Sept. 8	Oct. 7	Oct. 21	Nov. 6	Término medio
<i>(N + K₂O + P₂O₅)</i>										
38 M. A	9,18	10,84	6,91	5,22	8,04	10,94	9,06	9,01	7,08	9,02
Favorito	10,08	10,49	8,71	4,66	8,48	10,37	9,89	9,28	7,18	9,18
Fideos	8,10	10,96	11,24	4,58	8,72	10,99	8,87	8,53	6,53	8,73
<i>Relaciones nutritivas (K₂O : N)</i>										
38 M. A	0,8	2,5	1,8	1,3	1,6	1,0	2,6	1,2	0,9	1,4
Favorito	1,1	1,8	1,9	1,2	1,5	1,0	1,8	1,5	1,5	1,4
Fideos	0,7	2,4	1,9	1,3	1,5	1,0	1,9	1,4	1,5	1,4
<i>(K₂O : P₂O₅)</i>										
38 M. A	13,7	18,9	13,7	11,6	14,4	14,4	15,2	7,0	8,9	11,4
Favorito	18,6	7,8	10,8	8,3	11,4	16,9	11,5	9,4	12,1	12,4
Fideos	10,9	8,4	8,4	5,4	8,2	18,3	10,1	12,1	8,2	12,2

CUADRO IV
Trigos del año 1932. Datos sobre substancia seca
 (Ingeniero Paulsen)

		Octubre 4	Octubre 18	Noviembre 2
<i>Nitrógeno (N %)</i>				
Planta entera	38 M. A	3,42	2,75	2,72
	Favorito	2,90	2,89	2,79
	Fideos	3,56	2,50	2,32
Hojas	38 M. A	3,64	2,81	2,40
	Favorito	2,64	3,09	2,80
	Fideos	3,73	2,54	2,82
Grano maduro	38 M. A		2,80	
	Favorito		2,83	
	Fideos		2,81	
<i>Cenizas %</i>				
Planta entera	38 M. A	12,40	15,70	13,80
	Favorito	13,27	15,93	12,70
	Fideos	15,37	16,27	13,20
Hojas	38 M. A	16,16	15,87	18,70
	Favorito	14,28	16,11	16,07
	Fideos	14,14	19,55	18,28
Grano maduro	38 M. A		1,75	
	Favorito		2,02	
	Fideos		2,31	
<i>Potasa (K₂O %)</i>				
Planta entera	38 M. A	5,60	6,66	2,87
	Favorito	5,07	6,12	3,38
	Fideos	5,70	7,40	2,92
Hojas	38 M. A	5,15	5,37	2,65
	Favorito	4,44	4,14	1,83
	Fideos	5,82	4,85	2,68
Grano maduro	38 M. A		0,49	
	Favorito		0,59	
	Fideos		0,65	
<i>Cal (CaO %)</i>				
Planta entera	38 M. A	0,37	0,45	0,21
	Favorito	0,57	0,49	0,23
	Fideos	0,81	0,47	0,21
Hojas	38 M. A	0,56	0,67	0,46
	Favorito	0,85	0,68	0,33
	Fideos	0,92	0,75	0,55
Grano maduro	38 M. A		0,087	
	Favorito		0,097	
	Fideos		0,076	

CUADRO IV (conclusión)

		Octubre 4	Octubre 18	Noviembre 2
<i>Fósforo (P₂O₅ %)</i>				
Planta entera	38 M. A.....	0,32	0,65	0,40
	Favorito....	0,40	0,45	0,34
	Fideos.....	0,43	0,63	0,35
Hojas	38 M. A.....	0,51	0,34	0,37
	Favorito.....	0,56	0,40	0,21
	Fideos.....	0,54	0,48	0,34
Grano maduro	38 M. A....		0,96	
	Favorito ...		0,96	
	Fideos.....		0,86	
<i>Sílice (SiO₂ %)</i>				
Planta entera	38 M. A.....	3,92	6,41	6,43
	Favorito....	4,69	6,17	6,30
	Fideos.....	5,25	7,08	6,28
Hojas	38 M. A.....	4,00	7,84	10,72
	Favorito.....	6,27	8,84	11,65
	Fideos.....	4,73	11,21	11,73
Grano maduro	38 M. A....		0,02	
	Favorito ...		0,025	
	Fideos.....		0,035	

ALIMENTACIÓN GLOBAL

	Planta entera			Término medio	Hojas			Término medio
	Oct. 4	Oct. 18	Nov. 2		Oct. 4	Oct. 18	Nov. 2	
<i>(N + K₂O + P₂O₅)</i>								
38 M. A.....	9,34	10,06	5,99	8,66	9,30	8,52	6,42	8,08
Favorito.....	8,37	9,46	6,51	8,15	7,64	7,63	4,84	6,73
Fideos.....	9,69	10,53	5,59	8,60	10,09	7,87	5,84	7,93
<i>Relaciones nutritivas K₂O : N)</i>								
38 M. A.....	1,64	2,42	1,05	1,70	1,41	1,91	1,10	1,50
Favorito.....	1,74	2,11	1,21	1,68	1,68	1,34	0,66	1,23
Fideos.....	1,60	2,96	1,25	1,93	1,58	1,90	0,95	1,47
<i>(K₂O : P₂O₅)</i>								
38 M. A.....	12,5	10,3	7,4	10,0	10,0	15,7	7,1	10,9
Favorito.....	12,7	13,6	9,9	12,0	7,9	10,3	8,7	8,9
Fideos.....	13,2	11,6	8,3	11,0	10,7	10,1	7,8	9,5

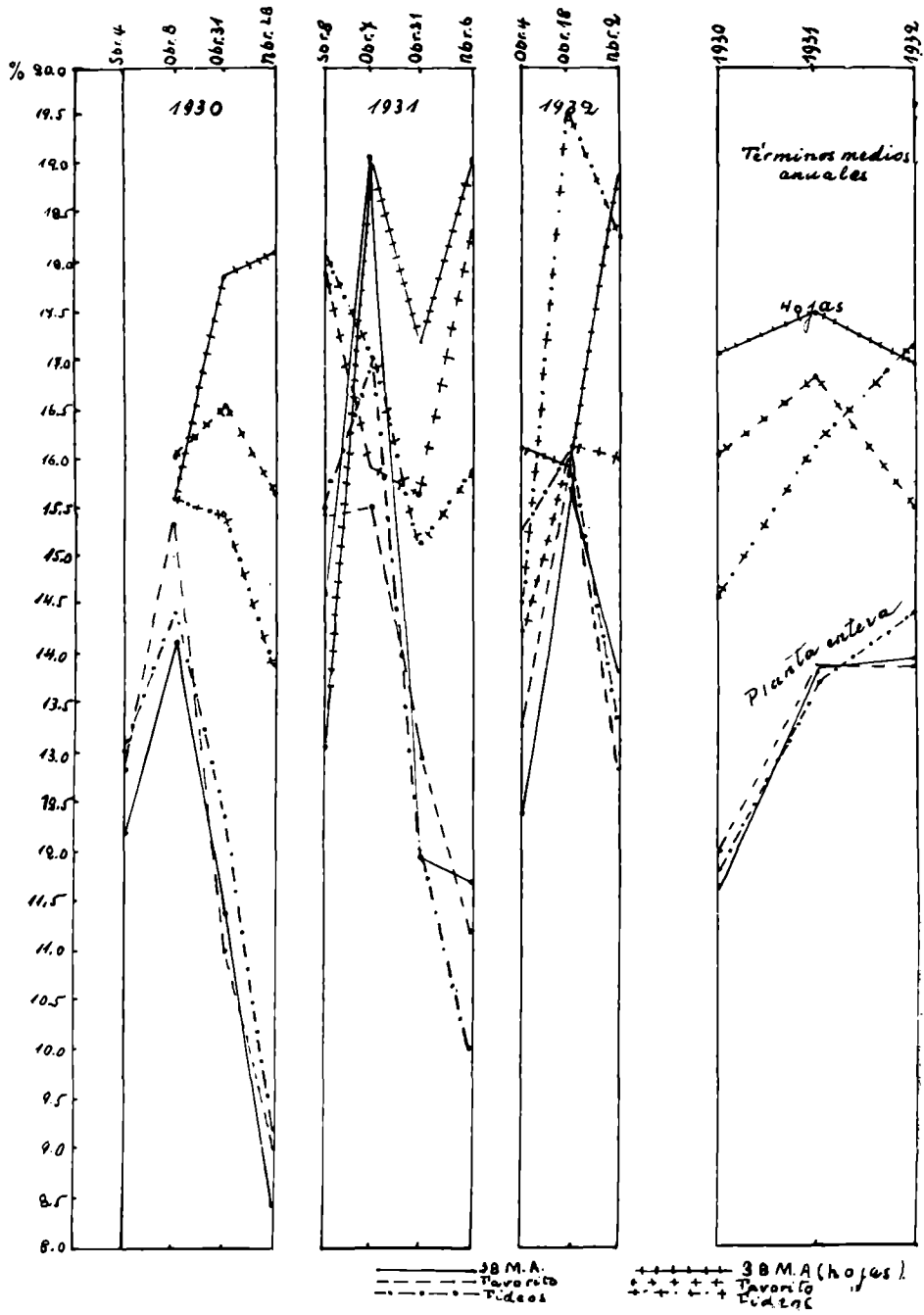


Gráfico 7. — Cenizas en hojas y planta entera

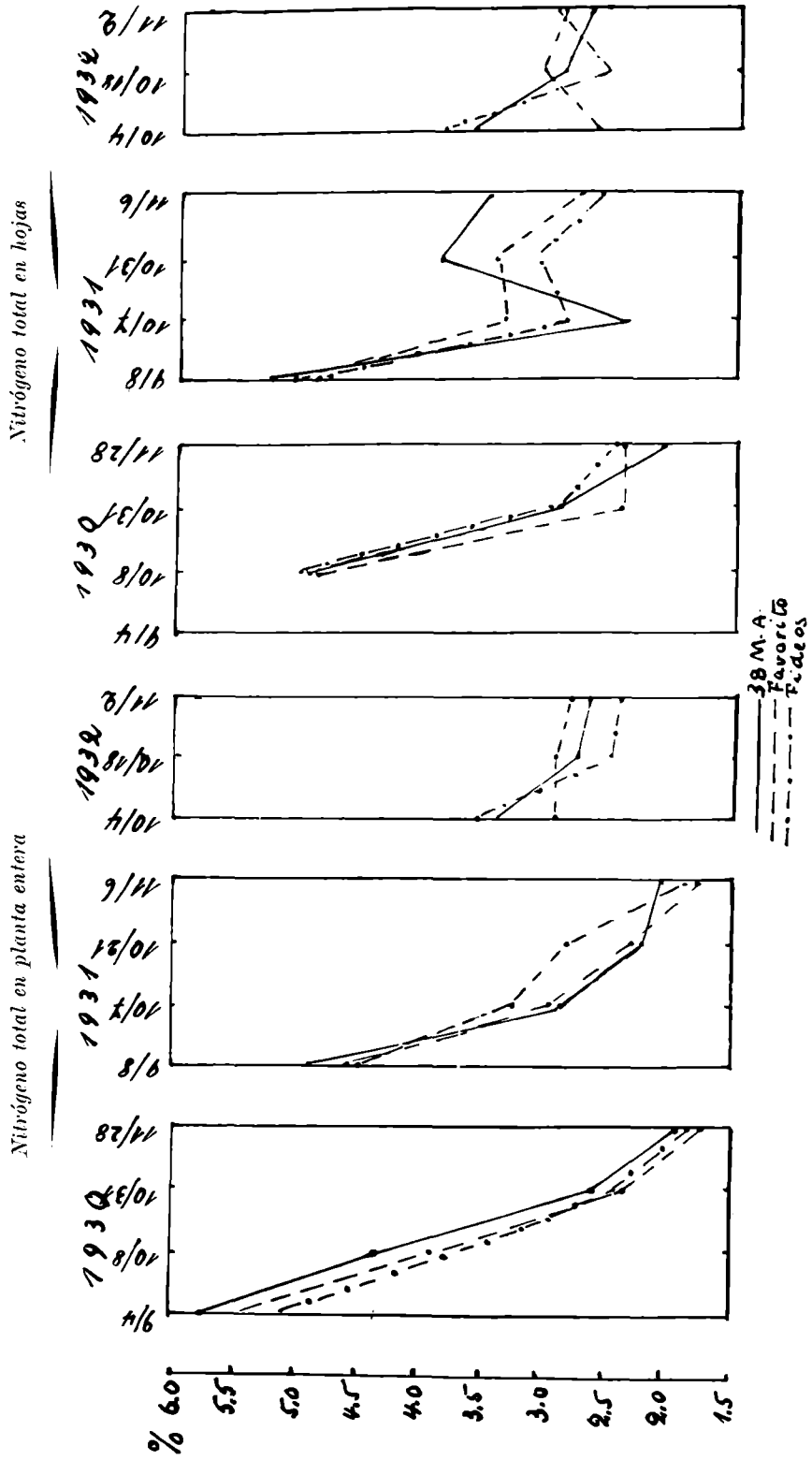


Gráfico 2

Así, podemos citar :

1. *Alimentación global. Expresa la suma de $N + K_2O + P_2O_5$.* — En el trigo «38 M. A.» es, en general, mayor en las hojas que en los otros dos trigos.

2. *Relación de la substancia orgánica con el nitrógeno.* — Los promedios de los tres años acusan, para el trigo «38 M. A.», cifras inferiores, tanto en la planta entera como en las hojas.

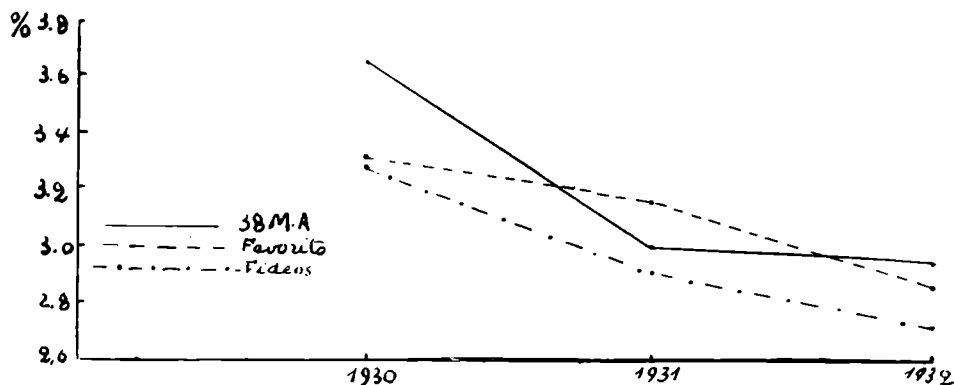


Gráfico 9. — Nitrógeno (planta entera). Términos medios anuales

3. *Relación de la substancia orgánica con las cenizas.* — Es, en general, mayor para el trigo «38 M. A.», tanto en la planta entera como en las hojas.

¿Qué se deduce de estas relaciones ?

De la relación 2, es decir, de la substancia orgánica con el nitrógeno, se concluye que la substancia orgánica del trigo «38 M. A.» es más rica en nitrógeno que la de otros trigos.

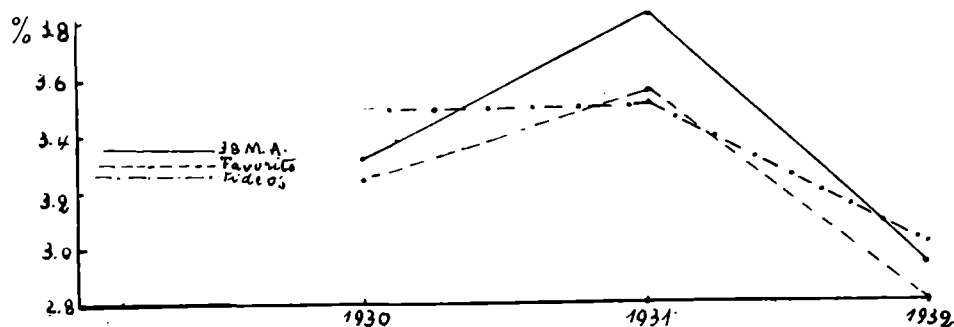


Gráfico 10. — Nitrógeno (hojas). Términos medios anuales

De la relación 3, es decir, de la substancia orgánica con las cenizas, se deduce que hay mayor cantidad de substancia orgánica en el trigo «38 M. A.» que en el «Fideo» y «Favorito».

Como se ve, esto coincide con los datos obtenidos para el jugo y para los granos semimaduros, que he citado en el curso de esta exposición.

Resumen

Los resultados aquí expuestos que abarcan un período de tres años de investigaciones, parecen dilucidar claramente que, en efecto, existen diferencias evidentes en la composición y concentración de los jugos de presión de las tres variedades de trigos estudiados, de modo que el jugo celular del trigo «38 M. A.», que se presta bien para la panificación, demuestra (como se desprende de las siete relaciones aquí establecidas), netamente, otras propiedades que sus similares.

No es posible admitir que se trate de meras casualidades, pues la concordancia de los resultados obtenidos hace que debamos admitir determinadas diferencias, y que el estudio de los jugos, su concentración y variación en las fases vegetativas, bien puede orientarse sobre el desarrollo del vegetal y del grano ya antes de la maduración del mismo.

Teniendo presente, además, que la ejecución de las operaciones analíticas, a saber : la determinación del residuo seco, de la concentración del azúcar, del ázoe total, de la ceniza del jugo, del almidón, etc., no son muy engorrosas y realizables en laboratorios con elementos modestos, no vacilamos en recomendar a los institutos genéticos, dentro y fuera del país, repitan estas experiencias para comprobar la constancia de estas relaciones en otros lugares ; pues, en el caso de ser confirmadas, resultaría un ahorro enorme de tiempo y dinero en toda experimentación fitogenética.

La única dificultad que existe es que los jugos deben ser analizados inmediatamente después de su extracción, y en el mismo día para evitar fermentaciones u otras descomposiciones que harían ilusoria toda la operación.

Por la circunstancia favorable de que nuestra Facultad de Agronomía, con su campo experimental de genética, tiene a su lado al laboratorio químico, le ha sido posible realizar el plan ideado.

He terminado mi disertación sobre un asunto que me parecía de interés poner en vuestro conocimiento, con el modesto propósito de contribuir, dentro de mi posibilidad, a ventilar un problema que debe interesar el país.

Me resta sólo agradecer a mi auditorio por la atención con que me han escuchado, y expresar de nuevo a la Academia mi agradecimiento por el alto honor que me ha dispensado.