

El análisis químico de las harinas de trigo ⁽¹⁾

POR EL ING. Agr. FALIERO J. M. CARRADO

Encargado del curso de Química Analítica

«Dopo l'arte de dare e conservare la vita, non c'e forse argomento di scienza piu vitale di quello del pane di ogni giorno. Pure, per uno strano contrasto, non c'e forse argomento piu irto di difficulta ne meno profondamente indagato. E il mistero che permane sul grano che matura nella spiga e si tramuta in farina e poi in pane si riflette in dannose incertezze, talora anche in penose cecita sulla tecnica del pane».

U. Pratomongo.

La intención del presente trabajo fué poner de relieve las distintas técnicas que permiten apreciar la calidad de las harinas; pero durante su desarrollo, al abordar el ensayo de panificación que constituye el puntal fundamental en que descansa su apreciación, ese estudio se derivó hacia este capítulo que juega un rol tan decisivo al practicar el análisis de las harinas.

En la disyuntiva, antes que la cómoda enunciación de los procedimientos técnicos en uso, preferí internarme en la dilucidación de sus problemas, con todas sus dificultades y con todas sus posibilidades y considero que si me es posible alcanzar como premio la continuidad de esta suerte de investigaciones, destinadas a aclarar el modo de actuar de los distintos componentes de la harina, habré logrado la plenitud de mis propósitos.

(1) Extracto del 2º trabajo de adscripción a la cátedra de Química Agrícola.

MÉTODOS ANALÍTICOS EMPLEADOS EN LA APECIACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS HARINAS

a) MÉTODOS FÍSICOS:

- 1º. Determinación de los caracteres organolépticos;
- 2º. Exámen microscópico.

b) MÉTODOS QUÍMICOS:

- 1º. Evaluación del agua;
- 2º. Sales minerales;
- 3º. Substancias proteicas;
- 4º. Gliadina, glutenina;
- 5º. Gluten húmedo;
- 6º. Acidez;
- 7º. Celulosa;
- 8º. Grasa;
- 9º. Mejoradores químicos;
- 10º. Almidón.

c) MÉTODOS BIOQUÍMICOS:

- 1º. Evaluación de la actividad enzimática;
- 2º. Evaluación de la actividad proteolítica;
- 3º. Determinación del poder fermentativo de las harinas.

d) MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS:

- Determinación del pH.

e) MÉTODOS MECÁNICOS:

- 1º. Farinógrafo de Brabender;
- 2º. Alveógrafo de Chopin.

f) MÉTODOS FÍSICO-MECÁNICOS:

- Evaluación de la absorción de agua.

g) MÉTODOS DE PANIFICACIÓN EXPERIMENTAL:

- 1º. Ensayos de panificación de laboratorio;
- 2º. Ensayos de panificación industrial.

a) MÉTODOS FÍSICOS

1º *Determinación de los caracteres organolépticos*

Evaluación del color: Esta determinación se efectúa corrientemente por medio de aparatos designados con el nombre de colorímetros y de tintómetros.

No me detendré a exponer los principios en que descansan, por ser corriente esta investigación en química analítica. Solo pondré de manifiesto las ventajas e inconvenientes que presentan estos aparatos destinados a determinar el color de las harinas.

Esta operación se efectúa corrientemente con el fotómetro de Zeiss-Pulfrich en combinación con el refractómetro esférico o bien con el Tintómetro Lovibond. Este último aparato si bien su costo es muy inferior al anterior, prácticamente ha sido abandonado su uso para efectuar este género de determinaciones, no por fallas en la construcción del mismo que responde a bases científicas perfectamente establecidas, sino por falta de instrucciones precisas para su correcto uso e interpretación. Presenta además el inconveniente de que las muestras de harinas hay que sumergirlas en agua y dejarlas secar antes de ser examinadas, operación que demora por lo general unas 24 horas de tiempo.

Tratándose de este género de determinaciones tanto en el laboratorio como en la industria se prefieren los métodos rápidos y exactos que no dejan lugar a dudas. En esto pues se aventaja el fotómetro de Pulfrich al Tintómetro de Lovibond, no requiriendo mojar la muestra de harinas ni efectuar cálculos basados en fórmulas empíricas, que no responden a la realidad de los hechos.

En todos aquellos casos en que se desea lograr una determinación exacta eliminando el factor personal, es aconsejable el empleo de colorímetros a célula fotoeléctrica que deberán ser controlados periódicamente.

LA APRECIACIÓN DEL COLOR POR EL MÉTODO DE PEKAR

Las harinas de bajo grado de extracción poseen una blancura muy superior a las harinas de alto grado de extracción.

La acentuación de la coloración, es debida a la cantidad de carotene que contienen los trigos, al porcentaje de celulosa y partes más externas del grano que son incorporadas a las harinas de acuerdo al sistema de molienda empleado, y por otra parte, a los residuos minerales y semillas extrañas, que por su naturaleza y por los medios de que se disponen al efectuar la limpieza del trigo no es posible en ciertos casos efectuar su completa eliminación.

La coloración del pan por lo general se encuentra en relación con la coloración de las harinas que se han empleado en su elaboración.

El público consumidor prefiere que el pan sea lo más blanco posible y de aquí que esta determinación constituya para el industrial molinero una preocupación. El método de Pekar consiste en colocar sobre una pequeña tabla de madera las distintas harinas en examen, dispuestas juntamente con una harina testigo, en forma tal que ocupen la misma superficie rectangular. Se comprimen luego las mismas con la ayuda de un cristal y se sumerge lentamente en un recipiente que contiene

agua. La distinta tonalidad de las muestras se podrá deducir por comparación con la harina testigo a la cual se le ha asignado un determinado valor en cifras. Si la observación se efectúa después que las harinas se hayan secado, los distintos tintes se habrán hecho más visibles. Este procedimiento es muy económico y práctico prestando excelentes resultados en todos aquellos casos en que se carecen de aparatos apropiados que sean rápidos y exactos.

LA APRECIACIÓN DEL OLOR

En condiciones normales las harinas de trigo poseen un olor suave y agradable. Pero cuando éstas han sufrido un almacenamiento muy prolongado, tiene lugar una modificación de los caracteres organolépticos olor y sabor que se ponen de manifiesto especialmente al consumirlas.

Olor y sabor a rancio: Este olor y sabor es motivado por la transformación de las substancias grasas, anomalía ésta fácilmente apreciable y que desvaloriza a las harinas en alto grado, sobre todo cuando se las destina a la industria fideera.

El grado de alteración no es igual para todos los tipos de harinas durante un mismo tiempo, sino que se encuentra directamente relacionado con el grado de extracción de las mismas, así pues, es más lento en las harinas «0000», algo más rápido en las de tipo «000», mayor en la «00», fuerte en la «0» y muy rápido en las «1/20» y «harinilla».

Olor a trébol y manzanilla: Este olor es transmitido a la harina por las semillas de trébol y manzanilla que se encuentran presentes durante la molienda del trigo y que no han sido eliminadas durante el proceso de limpieza del mismo.

El pan elaborado más tarde con esas harinas presentará el mismo olor característico.

Es importante hacer notar que las harinas durante su almacenamiento retienen fácilmente los olores de las substancias que se encuentran próximas a ellas, transmitiéndola más tarde al pan con los consiguientes inconvenientes.

2º EXAMEN MICROSCÓPICO

La generalidad de los autores manifiestan al referirse a este ensayo que basta realizar un examen microscópico para certificar que la harina en cuestión no contiene otras que no sean de trigo. Si bien es cierto que sólo por este medio es posible realizar tal operación debo manifestar que este ensayo no es tan fácil como se cree a primera vista, especialmente cuando a la harina de trigo se le ha incorporado en pequeñas proporciones harina de centeno o de arroz.

Para realizar el examen microscópico de una harina especialmente en aquellos casos en que se presume una falsificación, considero necesario la intervención de un especialista con mucha práctica en este género de observaciones para poder tener una semiplena seguridad en el dictamen especialmente si se trata de peritajes o arbitrajes.

b) MÉTODOS QUÍMICOS

1° *Evaluación del agua*

El conocimiento del contenido en agua de las harinas es importante pues un porcentaje elevado de este compuesto superior por lo general al 15 % (según las épocas), puede dar lugar a fermentaciones durante el período de almacenamiento, como así también a ser fácilmente atacada por los mohos y microorganismos, e influir desfavorablemente sobre el rendimiento en pan.

La humedad de la harina depende especialmente de la cantidad de agua que posee el trigo al ser sometido al proceso de la molienda.

La evaluación del agua puede ser realizada con bastante exactitud por uno de los siguientes procedimientos:

- a) Con la estufa semi-automática de Brabender;
- b) Con las estufas al vacío;
- c) Con las estufas comunes;
- d) Por medio del aparato de Bidwell-Sterling o Dean Stark.

2° EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS

Esta determinación es de importancia y puede ser realizada con exactitud.

Los resultados pueden ser concordantes hasta la segunda cifra decimal si se sigue la misma técnica analítica.

Basta incinerar 5 gr. de la harina problema, en una cápsula de porcelana que se llevará en una mufla eléctrica que posee control de temperatura a 920°C. Se mantiene a esa temperatura durante una hora y media quedando generalmente después de ese tiempo un residuo blanco que es pesado después de haber sido enfriado en desecador.

Para lograr buenos resultados se requiere disponer especialmente de una buena balanza de precisión y efectuar los ensayos por duplicado.

3° *Evaluación de las sustancias proteicas*

La evaluación de las sustancias proteicas se ejecuta generalmente por el clásico método de Kjeldahl o bien por el de Kjeldahl Gunning Arnold. La digestión se realiza con SO_4H_2 conc. y un agente catalítico.

Esta determinación se efectúa corrientemente empleando el macro-método. Las microdeterminaciones son en cambio muy ventajosas por su rapidez y especialmente por su economía en todos aquellos casos en que diariamente se deben practicar numerosas determinaciones.

4° *La determinación de la relación Gliadina-Glutenina*

Diversos y complejos son pues los factores que intervienen para juzgar la calidad de una harina, debiendo citarse la calidad del gluten en primer término por su importancia.

Con respecto a este compuesto cuya composición química no se conoce con exactitud, es necesario recordar que el mismo constituye una especie de red que abarca todo el cuerpo del albumen. El gluten es una sustancia nitrogenada constituída especialmente por gliadina y glutenina. Su color es algo amarillento y cuando está húmedo es más o menos elástico de acuerdo a su calidad, presentando para su estudio el gran problema de casi todas las sustancias albuminoideas en general.

Hechando una ojeada retrospectiva sobre los trabajos realizados sobre este particular encontramos entre otros las investigaciones practicadas por Fleurent (1) que en ese entonces consideraba la relación gliadina-glutenina como uno de los factores dignos de tener en cuenta para juzgar la calidad de las harinas. Fleurent sostenía en ese entonces, que la relación más conveniente era $1\frac{1}{3}$.

Actualmente esos juicios han sido desechados por experimentadores como Feyte (2) que de los estudios practicados llega a la conclusión de que no existe ninguna relación entre el porcentaje de gliadina y glutenina y la buena calidad de las harinas.

5° *La evaluación del gluten húmedo*

Esta determinación que puede ser realizada a mano o a máquina es ha menudo un dato orientador con respecto a la calidad de la harina

Las harinas de nuestro país se caracterizan la mayoría de ellas por poseer glútenes cuya calidad puede clasificarse dentro de la categoría de bueno y muy bueno; unas pocas en relación son de gluten regular y raras las de gluten malo, siéndolo generalmente las harinas de alto grado de extracción es decir las harinas «0» y « $\frac{1}{2}$ 0».

Cuando el gluten se encuentra presente en un elevado porcentaje y es de buena calidad, estamos frente a una harina que puede dar lugar

(1) C. R. Ac. Sciences 1895, 123, 755.

(2) Anales Agronomiques n° 1, janvier 1935, p. 72-88.

a un pan de buen desarrollo, pero en cambio si el gluten, es regular o malo habrá que vigilar atentamente la fermentación, manteniendo la masa en la fermentadora el justo tiempo que ésta pueda soportar, para evitar la formación de un pan de poco volumen. Por este motivo es conveniente efectuar esta operación antes de realizar el ensayo de panificación para poder tener una orientación con respecto a la cantidad y calidad de dicho gluten.

Muchos han sido los métodos ideados para conocer la calidad del gluten y que en su época «impresionaron» más o menos favorablemente como el reciente método de Berliner y Koopman, que hasta no hace mucho tiempo se practicaba constantemente en casi todos los laboratorios dedicados a esta especialidad y que ya ha caído en desuso. Puedo decir sin temor a equivocarme, que la mejor prueba para apreciar la calidad del gluten por lo objetivo y terminante es durante el ensayo de panificación.

6° *La evaluación de la acidez*

La determinación de la acidez puede ser efectuada siguiendo la técnica preconizada por la Assoc. Of. Oficial Agric. Chemiste. o por cualquiera de los diversos métodos establecidos por varios autores. Lo importante de este dosaje es proceder siempre de la misma manera para que los resultados sean comparativos entre sí.

Cotejando los guarismos obtenidos sobre una misma muestra de harina con diferentes procedimientos analíticos, se observará de inmediato que los resultados son completamente diferentes entre sí.

Por este motivo, es aconsejable en este caso se «standardice» esta determinación ya que el conocimiento de esta cifra permite apreciar si la harina se encuentra en buenas o malas condiciones de conservación como así también es posible establecer aproximadamente el tiempo de estacionamiento que esta ha sufrido.

7° *La evaluación de la celulosa*

El conocimiento del porcentaje de celulosa es útil para el técnico molinero a fin de conocer la forma en que es conducido el proceso de la molienda, claro está, que en la industria no es posible proceder a su determinación ni quedar a la espera de los resultados por tratarse de una operación que demanda bastante tiempo su realización.

Prácticamente el molinero observa si la harina contiene partículas de celulosa al realizar la determinación del color por el método de Pekar.

El método oficial argentino es un procedimiento que me ha dado buenos resultados para evaluar la celulosa en harinas de alto grado de extracción.

8° *La evaluación de las substancias grasas*

Con respecto a esta determinación he de decir que prácticamente se realiza sin ningún inconveniente por el clásico método de Soxhlet.

El conocimiento de las cifras del extracto etéreo permiten formular una idea con respecto al grado de conservación de las harinas como así también a su grado de extracción y a la forma como se ha practicado la molienda.

9° *La investigación de los mejoradores químicos*

Hasta hace relativamente poco tiempo no se conocían en nuestro país una serie de compuestos químicos que incorporados a la harina incidían sobre el volumen y aspecto del pan. Poco a poco estos productos se fueron difundiendo en forma tal que fué necesario decretar su prohibición.

Esta medida ha sido altamente beneficiosa si se la contempla bajo dos puntos de vista:

1°. — No existen pruebas concluyentes de que los mejoradores químicos sean inocuos a la salud y ante la duda es aconsejable su prohibición.

2°. — De muy poco o nada servirían los estudios de carácter genético o fitotécnico que demandan muchos años de labor en costosos ensayos y selecciones, por cuanto las variedades de trigo de poco valor panadero serían excelentes con el agregado de algunos miligramos de bromato de potasio.

A raíz del decreto prohibiendo el uso de los mejoradores químicos comenzó el estudio de los métodos analíticos más apropiados para su investigación, no conociendo la fecha de escribir estas líneas, una marcha analítica que pueda poner de manifiesto el total de los mejoradores químicos, es decir, de los compuestos orgánicos o inorgánicos, existiendo además la posibilidad de que se encuentren en uso algunos mejoradores todavía ignorados por los analistas, pues su uso constituye un secreto de parte de los industriales molineros y panaderos.

En cuanto a la determinación cuantitativa de los bromatos es aconsejable la técnica preconizada por Viggiano y Cattáneo, de la Oficina Química Municipal de Bs. Aires, en virtud de haber puesto de manifiesto dichos autores, la presencia del bromo como un elemento normal en los trigos argentinos.

10° Evaluación del almidón

Esta determinación no presenta mayor interés en el análisis químico siendo además difícil de efectuarlo con exactitud.

Su evaluación puede ser realizada por métodos biológicos (hidrólisis diastásica) por métodos químicos (hidrólisis clorhídrica) o bien por diferencia.

c) MÉTODOS BIOQUÍMICOS

1° La determinación de la actividad enzimática

Varios son los métodos empleados para llevar a término esta operación, pudiendo citar entre otros, el método de Blich-Sandsted y el de Kent-Jones.

Esta determinación requiere el uso de una serie de reactivos y de un tiempo prudencial para su ejecución. Los resultados obtenidos después de haber ejecutado y comparado una serie de estos ensayos con los de panificación de laboratorio, no han sido concordantes ni me han proporcionado ningún aporte de valor, susceptible de ser tomado muy en cuenta para juzgar la calidad de una harina.

Cuando las harinas poseen una actividad enzimática muy débil, el proceso fermentativo se desarrolla más lentamente que lo normal incidiendo desfavorablemente sobre el volumen y el color del pan. En los casos en que las harinas tienen un elevado poder diastásico se corre el riesgo de obtener panes de poco desarrollo, masa compacta y que retienen una gran cantidad de agua.

El exceso de actividad enzimática se puede apreciar fácilmente en las harinas «1/20» y «0», harinas destinadas corrientemente a la elaboración de galleta de campo.

En consecuencia, si bien es cierto que el conocimiento de esta cifra nos señala anticipadamente una posible deficiencia o exceso de diastásas, su evaluación puede dejar de ser practicada siempre que se realice el ensayo de panificación experimental, pues este pone de manifiesto las cualidades intrínsecas de cada harina.

2° La determinación del poder fermentativo de las harinas

Para efectuar esta determinación se han ideado y construido una serie de aparatos, simples e ingeniosos unos y complicados y costosos otros.

El método más simple y económico consiste en colocar un una ampolla de suero, agua saturada de cloruro de sodio que comunica por uno de los

tubos con un frasco que contiene la harina amasada con levadura y agua. El todo se coloca en una estufa a 30 °, recogiendo el agua desalojada por acción del anhídrido carbónico en una probeta graduada y leyendo su volumen a la primera, segunda y tercera hora. En esta forma se llega a conocer, por este procedimiento tan sencillo y práctico el volumen mayor o menor de gas desprendido durante el transcurso de la fermentación panaria.

Por lo expuesto se puede apreciar que esta investigación, aporta un dato ilustrativo que resulta provechoso para el analista cuando se lo sabe justipreciar en exacta medida al efectuar el ensayo de panificación.

f) MÉTODOS FÍSICOS-MECANICOS

Evaluación de la absorción de agua

La absorción de agua es particular de cada harina y por ende de cada mezcla de harinas.

Su determinación puede ser realizada por medio del farinógrafo de Brabender. Cuando se carece de este costoso aparato, esta evaluación puede ser realizada durante el proceso del amasado por una persona experta en este género de determinaciones, logrando valores similares a los obtenidos con el farinógrafo.

Las harinas de nuestro país, tienen una capacidad de absorción de agua que se encuentra comprendido entre el 54 y 60 % reducida a 14,5 % de humedad. En ocasiones puede llegar hasta el 70 % o más, siendo su número muy escaso.

Prescindiendo de las harinas de alto grado de extracción («0» o «1/20») que no se emplean en panificación, la mayor absorción de agua corresponde a las harinas «fuertes», que requieren un mayor tiempo de amase y de fermentación para lograr el máximo desarrollo de la pasta. Inversamente las harinas de poca absorción de agua, se caracterizan por requerir un tiempo más breve de amasado y de fermentación propio de las harinas débiles, a las cuales es necesario prestarles suma atención durante estos procesos, para evitar que disminuya su volumen, pues el gluten ya no resiste la presión del anhídrido carbónico.

El factor de la absorción de agua tiene mucha importancia de carácter económico para el industrial panadero, pues las harinas que poseen mayor absorción de agua suministran un mayor rendimiento de pan.

g) MÉTODOS DE PANIFICACIÓN EXPERIMENTAL

El análisis químico de las harinas, pone de manifiesto como ya se ha visto el porcentaje de agua, sales minerales, sustancias proteicas, subs-

tancias grasas etc., que la misma contiene. Estos datos son de utilidad en las transacciones comerciales de las harinas, como así también cuando las mismas son destinadas a la alimentación animal para confeccionar las distintas raciones alimenticias en base a su valor nutritivo. Cuando las harinas se expenden al industrial panadero para ser transformadas en pan, las determinaciones analíticas antes mencionadas no son suficientes, pues no ponen de manifiesto la buena o mala calidad panaderil de las mismas, siendo en este caso indispensable efectuar un ensayo de panificación para constatar o poner de manifiesto los índices de calidad que poseen dichas harinas para ser transformadas en pan.

Un caso análogo acontece en cuanto se refiere a la selección de los trigos. Si se seleccionaran los trigos tomando como base exclusivamente su composición química, no se hubiera logrado actualmente poseer el plantel de variedades que justifican con orgullo el esfuerzo realizado por genetistas y fitotecnistas con la colaboración inmediata y decisiva del especialista en química agrícola.

a) El ensayo de panificación industrial

Este tipo de ensayo consiste en efectuar en pequeña escala la elaboración del pan en la misma forma como lo realiza el industrial panadero.

Para efectuar este ensayo en el laboratorio se requiere una pequeña amasadora de laboratorio tipo industrial con capacidad para 20 kilogramos de harina, como así también una fermentadora regulable a 30°C y de un horno apropiado para este género de determinaciones con inyección de vapor de agua.

Sin duda alguna que esta es la forma más evidente para poner de manifiesto las condiciones de panificabilidad de una harina pero se requiere disponer como mínimo de 20 kilogramos de harina, como así también de unas 8 horas de tiempo para poder efectuar su ejecución.

b) El ensayo de panificación de laboratorio

Para poder apreciar la calidad de una harina se recurre generalmente cuando se dispone de pequeña cantidad de muestra — de 300 gramos a 1 kilogramo — a la panificación de laboratorio.

La panificación de laboratorio requiere el uso de aparatos adecuados para este género de determinaciones, siendo indispensable disponer de los siguientes:

- a) Una amasadora de laboratorio para 300 gramos de harina;
- b) Una fermentadora regulable a 30°C;
- c) Un horno regulable a 250°C;

d) Moldes de metal;

e) Un aparato medidor de volumen del pan.

Se requiere además de la harina, agua, azúcar, levadura prensada y sal en diversas proporciones como queda indicado más adelante.

La panificación de laboratorio tiene un valor que no puede serle discutido y que representa la razón de su realización; permite que todos los componentes de la harina, tales como el gluten, sales minerales, agua, almidón, poder distásico, azúcares fermentescibles, acidez, etc., sean considerados «en función» y su resultado tiene que ser necesariamente concordante con el alcanzado por el panadero durante la fabricación industrial del pan.

Pretender asemejarla a los métodos mecánicos, o limitarla dentro de una serie rígida de cifras, es desnaturalizarla y negarle la esencia misma de su valor que se fundamentalmente realista.

Con este propósito, he realizado una serie de experiencias que han permitido comprobar la influencia de las variaciones de cada factor y su reflejo sobre el rendimiento en volumen del pan.

Los factores que he tomado en consideración, han sido los siguientes:

1º. Influencia de la variación de la absorción de agua y tiempo de fermentación final sobre el volumen del pan;

2º Influencia del tiempo de amase;

3º Influencia del tiempo de amase y segundo tiempo de fermentación;

4º Influencia del tipo de molde;

5º Influencia del tiempo de fermentación sobre el volumen del pan fermentado y horneado sin molde;

6º Influencia del tiempo de fermentación final sobre el volumen del pan fermentado y horneado con molde.

Comenzaré primero siguiendo el orden establecido con los ensayos relacionados con la absorción de agua y tiempo de fermentación final.

1º Influencia de la variación de la absorción de agua y tiempo de fermentación final sobre el volumen del pan

El objeto del presente ensayo consistió en poner de manifiesto la influencia que posee el agregado de una mayor o menor cantidad de agua durante el ensayo de panificación como así también la influencia que ejerce la variación de ese factor juntamente con el tiempo de fermentación.

Estos ensayos se han practicado de la siguiente manera:

Se ha colocado en una amasadora del tipo Canadiense fig. 1, 300 gramos de harina triple cero del comercio por ser este tipo el más empleado

en panificación industrial, se le agregó 38 gramos de una suspensión de levadura al 3 %, 9 gramos de sacarosa y 25 cc. de cloruro de sodio al 20 % y agua en cantidad suficiente hasta alcanzar el 56 % de absorción. Se amasó el todo durante seis minutos, después de lo cual se depositó la masa en un recipiente enlozado de dimensiones apropiadas y se lo mantuvo en la estufa a 30°C durante 30-minutos. Cuando feneció ese tiempo se le dió el primer «punch» y colocó nuevamente en la fermentadora por espacio de 25 minutos. Después de haber terminado este tiempo se le dió el segundo «punch» y volvió a la fermentadora; luego

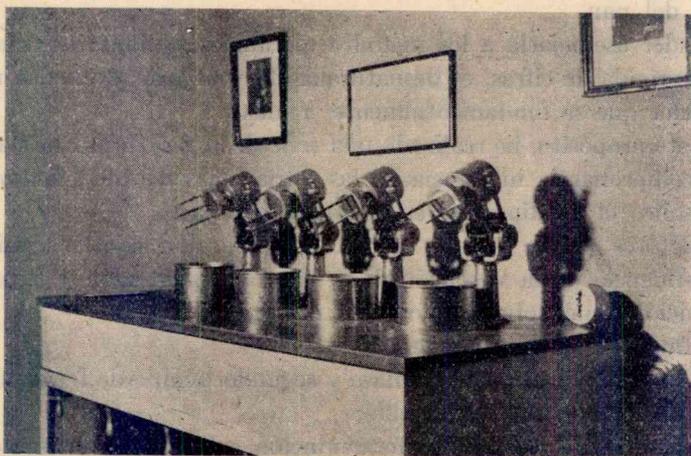


Figura 1

de 15 minutos de haberla mantenido en esas condiciones, se retiró la masa, se pesó por separado dos partes de masa proporcional a la absorción de agua, se les imprimió a cada una la forma de pan y acondicionó en los moldes de metal previamente untados por dentro con grasa. Los moldes con su contenido se volvieron a introducir en la fermentadora y se los mantuvo a uno de ellos durante 30 minutos y al otro durante 75 minutos. Cuando llegó el tiempo indicado para cada uno de las muestras se lo retiró de la fermentadora y se lo introdujo en el horno que se encontraba a 260°C, manteniéndolo dentro del mismo por espacio de 20 minutos, después de lo cual se los pesó y midió a las dos horas de haberlos retirado del horno por medio del volumenómetro de Malloch y Cook.

Los otros ensayos se han realizado manteniendo constante todos los factores ya enunciados con excepción de la absorción de agua que se ha hecho variar de 56 a 60, 64 y 68 %.

Todos los ensayos se han realizado por duplicado y se ha indicado en el cuadro n° 1 el término medio del peso y del volumen de los dos panes obtenidos en cada ensayo.

CUADRO N° 1

Resumen de los ensayos practicados sobre una harina del comercio «000»— haciendo variar la absorción del agua y el tiempo de fermentación final

ENSAYO N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Absorción de agua %	56	56	60	60	64	64	68	68
Tiempo de amase en minutos ...	6	6	6	6	6	6	6	6
Tiempo de fermentación preliminar en minutos.								
Primer «punch» a los.....	60	60	60	60	60	60	60	60
Segundo «punch» a los.....	25	25	25	25	25	25	25	25
Tercer «punch» a los.....	15	15	15	15	15	15	15	15
	100	100	100	100	100	100	100	100
Tiempo de fermentación en molde en minutos	35	70	35	70	35	70	35	70
Tiempo de fermentación total en minutos	135	170	135	170	135	170	135	170
Peso del pan a la hora en gramos	143	141	143	143	149	148	156	151
Volumen del pan a la hora en cm ³ .	455	485	460	545	455	570	445	545

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

Si consideramos que la cantidad de agua que absorbe la harina para producir una masa con óptima evolución de las cualidades plásticas que a la vez tenga la consistencia adecuada para permitir la cómoda elaboración del pan, está ligada al rendimiento en volumen, como se demuestra en el ensayo que comentamos, no es aventurado sugerir variaciones muy significativas en la apreciación de la calidad panadera de las harinas.

La realización de este ensayo ha permitido a la vez comprobar que el tiempo de fermentación en molde no puede ser fijado «a priori» pues esta práctica conduce fatalmente a cometer errores fundamentales.

Es un método generalizado en la panificación industrial y también habitual en los laboratorios de panificación más avanzados, dejar este factor, de determinar el tiempo de fermentación en molde, a cargo del operador especializado que puede diferenciar, con el mínimo de error, el momento en que la masa alcanza su «punto» es decir el instante muchas veces crítico, en que el empuje de fermentación y la «maduración» del gluten, han llegado a su máximo desarrollo.

La correcta absorción de agua, el amasado necesario para conseguir

el enlace de los diferentes componentes de la harina y obtener las mejores características físicas y bioquímicas, la fermentación preliminar y por último la fermentación en molde, son, no sólo etapas del desarrollo de un proceso de panificación, sino también fuente de datos que permitirán, una vez reunidos, dictaminar con la mayor seguridad sobre la calidad panadera de la harina.

El problema que se presenta ante nosotros no es por cierto de fácil resolución, pues está fuertemente ligado a la apreciación personal pero de todos modos, se conforma mejor a la naturaleza de los fenómenos bioquímicos y a una concepción dinámica de todo el proceso de panificación.

La apreciación errónea de cualquiera de estos datos, como por ejemplo el del amasado, significa la pérdida de un elemento de juicio por una parte y también la modificación de los demás factores que se resienten por esa causa y pueden inducir a formular conclusiones que se alejan totalmente del rendimiento de la harina en su utilización práctica.

El rendimiento en volumen de la harina que corresponde al ensayo n° 1 está afectado por el tiempo necesario para que la levadura se reponga del tratamiento más o menos violento que supone la operación de arrollamiento preliminar a la puesta en molde y que influye decisivamente sobre el volumen, debido al corto tiempo de fermentación.

Pequeños detalles como el que destaco enmascaran muchas veces la exactitud de los resultados obtenidos dando lugar a confusiones.

El volumen de los panes obtenidos en los ensayos n° 2, 4, 6 y 8, siguen una marcha ascendente acompañando al aumento de la absorción de agua; alcanza su punto óptimo en el ensayo n° 6, y luego vuelve a la cifra de partida por pérdida de equilibrio de las cualidades plásticas.

2° Influencia del tiempo de amase sobre el volumen del pan

Este ensayo se ha efectuado con el mismo tipo de harina triple cero (000) utilizado en el ensayo anterior, como así también se ha adoptado la misma técnica que se ha indicado en el ensayo precedente.

El objeto de este ensayo, ha consistido en mantener invariable la absorción de agua, el tiempo de fermentación preliminar y el tiempo de fermentación en molde. Solamente se ha hecho variar el tiempo de amase de 6 a 10, 14 y 18 minutos. Los resultados obtenidos se encuentran insertos en el cuadro n° 2.

CUADRO N° 2

Resumen de los ensayos realizados sobre la influencia del tiempo de amase sobre el volumen del pan

ENSAYO N°	1	2	3	4
Absorción de agua %	57	57	57	57
Tiempo de amase en minutos	6	10	14	18
Tiempo de fermentación preliminar en minutos:				
Primer «punch» a los	60	60	60	60
Segundo «punch» a los	25	25	25	25
Tercer «punch» a los	15	15	15	15
	100	100	100	100
Tiempo de fermentación en molde en minutos	35	35	35	35
Tiempo de fermentación total en minutos	135	135	135	135
Peso del pan a la hora en gramos	134	135	136	132
Volumen del pan a la hora en cm ³	470	460	470	415

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

De los resultados obtenidos se deduce que haciendo variar solamente el tiempo de amase no se logra conquistar un mayor volumen del pan como queda demostrado en los ensayos que anteceden.

3° Influencia de la variación en el tiempo de amase y segundo tiempo de fermentación

Puesto ya de manifiesto que la sola acción del amasado no influye sobre el volumen del pan, he pensado asociar a este factor el tiempo de fermentación en molde, para observar si la unión de ambos pudiera tener alguna acción sobre el volumen.

He considerado conveniente practicar este ensayo en la siguiente forma:

Tres muestras de una harina triple cero «000» la sometí al ensayo de panificación, manteniendo invariable la absorción de agua, el tiempo de fermentación preliminar y el tiempo de amase, que en este ensayo ha sido igual para las tres, de 4 minutos.

A la primera de ellas le he dado 35 minutos de fermentación en molde, a la segunda 70 y a la tercera 90.

Luego he tomado otras tres muestras y le he dado a todas 6 minutos de amasado, como así también a una de ellas 35, a la otra 70 y 90 minutos respectivamente de fermentación en molde.

Procedí luego con otras tres muestras — siempre de la misma harina —, a efectuar otros tres ensayos dando 8 minutos de amasado y 35.

70 y 90 minutos de fermentación, y finalmente en un último ensayo elevé el tiempo de amase a 10 minutos y mantuve los de fermentación en molde igualmente en 35, 70 y 90 minutos dejando consignados en el cuadro n° 3 los resultados obtenidos.

CUADRO N° 3

Resumen de los ensayos realizados sobre la influencia de la variación en el tiempo de amase y segundo tiempo de fermentación

ENSAYO MUESTRAS N°	A			B			C			D		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Absorción de agua %	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Tiempo de amase en minutos ..	4	4	4	6	6	6	8	8	8	10	10	10
Tiempo de fermentación preliminar en minutos:												
Primer «punch» a los	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Segundo «punch» a los	25	25	25	25	25	25	25	25	5	25	25	25
Tercer «punch» a los	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tiempo de fermentación en molde en minutos	35	70	90	35	70	90	35	70	90	35	70	90
Tiempo de fermentación total en minutos	135	170	190	135	170	190	135	170	190	135	170	190
Peso del pan a la hora en gramos	137	137	135	136	135	133	137	135	137	138	135	134
Volumen del pan a la hora en cm ³	380	440	450	495	520	590	450	550	610	490	520	580

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

Como puede observarse en el ensayo A del cuadro que antecede, la muestra de harina n° 1 habiendo tenido 4 minutos de amase y 35 minutos de fermentación en molde ha dado solamente 380 cm³ de volumen; en cambio la muestra n° 3 que ha sufrido igual tiempo de amase pero mayor tiempo de fermentación final ha dado un pan de 450 cm³ de volumen.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en el ensayo C, es fácil observar que la muestra n° 1 con 8 minutos de amase y 35 minutos de fermentación ha dado un volumen de 450 cm³, en cambio la muestra n° 3 con el mismo tiempo de amase y 90 minutos de fermentación a suministrado un pan de 610 cm³ de volumen.

De las cifras obtenidas se deduce evidentemente de que el rendimiento en volumen depende especialmente de la habilidad que tenga el operador en dar a la harina el justo tiempo de amase y en hornear el pan en el momento oportuno, siendo estas cifras completamente particulares para cada harina. Para la harina examinada en cuestión el tiempo de amase más conveniente ha sido de 8 minutos y el de fermentación en molde de 90 minutos.

4º Influencia del tipo de molde sobre el volumen del pan

Para poner en evidencia la acción que pudiera tener la forma y el volumen del molde sobre el desarrollo del pan se han practicado diversos ensayos. En primer término, se han realizado experiencias con moldes cuyas dimensiones eran similares a las consignadas con el n° 1 luego con las del n° 2 y finalmente con las del n° 3, quedando indicados los resultados en el cuadro n° 4.

Molde n° 1:

Alto 5 cms.
 Ancho borde superior 6.5 cms.
 Ancho borde inferior 5 cms.
 Largo borde superior 11.5 cms.
 Largo borde inferior 9.5 cms.

Molde n° 2:

Alto 4.7 cms.
 Ancho borde superior 7 cms.
 Ancho borde inferior 6 cms.
 Largo borde superior 12 cms.
 Largo borde inferior 10.5 cms.

Molde n° 3.

Alto 6 cms.
 Ancho borde superior 7 cms.
 Ancho borde inferior 6 cms.
 Largo borde superior 12 cms.
 Largo borde inferior 10.5 cms.

CUADRO N° 4

Resumen de los resultados analíticos obtenidos con distintos tipos de molde sobre una harina «000»

Con molde similar al N°	1	2	3
Absorción de agua %	60.5	60.5	60.5
Tiempo de amase en minutos.....	8	8	8
Tiempo de fermentación preliminar en minutos.			
Primer «punch» a los	60	60	60
Segundo «punch» a los	25	25	25
Tercer «punch» a los	15	15	15
	100	100	100
Tiempo de fermentación en molde en minutos	35	35	35
Tiempo de fermentación total en minutos	135	135	135
Peso del pan a la hora en gramos.....	136	137	137
Volumen del pan a la hora en cm ³	600	590	610

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

Para lograr la correcta apreciación de la calidad panadera de la harina se han introducido mejoras no siempre felices en una gama que va desde la forma, capacidad y altura de los moldes, hasta la fermentación y horneado del pan sin el empleo de este implemento.

El uso de molde para la fermentación final y cocción del pan, ha sido objeto de críticas injustificadas, al hacer recaer sobre este elemento acusaciones que no merece.

Cuando una harina de cualquier tipo que sea no tiene resistencia y esta falla no ha sido comprobada antes de la fermentación final, es decir durante el amasado y primera fermentación, puede afirmarse categóricamente que ya más tarde no podrá ser puesta de manifiesto.

De los ensayos efectuados con los tipos de molde cuyas dimensiones ya se han indicado anteriormente, se deduce que con la harina ensayada no se observan variaciones dignas de mención ya que una diferencia de 10 cm³ en más o menos sobre un volumen de 600 cm³ es prácticamente insignificante.

5° Influencia del tiempo de fermentación sobre el volumen y forma del pan fermentado y horneado sin molde

Como complemento del ensayo precedente he realizado una serie de experiencias tendientes a poner de manifiesto la influencia que ejerce el aumento del tiempo de fermentación sobre el volumen y la forma del pan horneado sin molde.

Se procedió en un todo en forma similar a los ensayos anteriores haciendo variar solamente el tiempo de fermentación final de 35, 55, 75, 95, 115 y 135 minutos.

CUADRO N° 5

Resumen de los ensayos realizados sobre la influencia del tiempo de fermentación sobre el pan fermentado y horneado sin molde

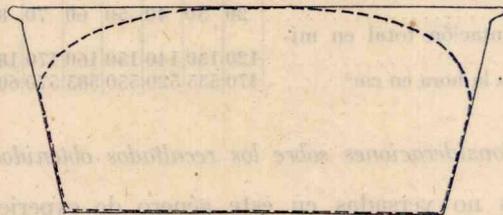
ENSAYO N°	1	2	3	4	5	6
Absorción de agua %	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2	60.2
Tiempo de amase en minutos.....	7	7	7	7	7	7
Tiempo de fermentación preliminar en minutos						
Primer «punch» a los	60	60	60	60	60	60
Segundo «punch» a los	25	25	25	25	25	25
Tercer «punch» a los	15	15	15	15	15	15
	100	100	100	100	100	100
Tiempo de fermentación final en minutos ...	35	55	75	95	115	135
Tiempo de fermentación total en minutos ...	135	155	175	195	215	235
Peso del pan a la hora en gramos.....	136	135	134	132	131	128
Volumen del pan a la hora en cm ³	612	645	688	755	740	740

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

En los ensayos cuyos resultados se insertan en el cuadro n° 5 se ha hecho variar como se ha dicho el tiempo de fermentación final, manteniendo constante los demás valores.

Puede observarse que el volumen obtenido de los panes, sigue una marcha ascendente en forma correlativa al aumento de tiempo de fermentación, pero en cambio, la forma del pan en los ensayos n° 5 y 6 va haciéndose cada vez más aplanada.

La conjunción de la forma correcta y el rendimiento en volumen se produce a los 95 minutos — ensayo n° 4 — a partir de ese instante, la forma chata traduce el debilitamiento de las cualidades plásticas



Esquema 1

con toda fidelidad, y el volumen del pan señala una leve tendencia a decrecer con lo cual queda demostrado en forma evidente que la variación del segundo tiempo de fermentación juega un papel muy importante para poder juzgar el valor panadero de una harina.

Durante el proceso de fermentación final que es la que tiene lugar después del tercer «punch», la masa deberá continuar fermentando hasta obtener su «punto».

Si se llegara a hornear una harina de excelente calidad panadera antes de que ésta haya alcanzado su punto óptimo, se obtendría un pan de un volumen más pequeño del que realmente se podría obtener, como así también este sería de inferior calidad, pues la miga, ofrecería un aspecto mucho más compacto y menos digerible.

Si por el contrario se continúa haciendo fermentar la masa, después que la harina haya alcanzado su punto óptimo, el pan disminuirá de volumen por la disgregación del gluten que tiene lugar por efecto de la actividad proteolítica como se puede observar en los ensayos n°s 5 y 6 insertos en el cuadro n° 6.

CUADRO N° 6

6° Influencia de la variación del tiempo de fermentación final sobre el volumen del pan fermentado y horneado con molde
Resultados obtenidos sobre una harina «000»

ENSAYO N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Absorción de agua %	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
Tiempo de amase en minutos	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tiempo de fermentación preliminar en minutos											
Primer «punch» a los.....	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Segundo «punch» a los.....	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Tercer «punch» a los	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tiempo de fermentación en molde en minutos	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Tiempo de fermentación total en minutos	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
Volumen del pan a la hora en cm ³	470	535	520	550	585	570	605	615	650	630	635

Consideraciones sobre los resultados obtenidos

Las personas no versadas en este género de experiencias, podrían argüir que los panes de 605-615 y 650 cm³ obtenidos en los ensayos n° 7, 8 y 9 se encuentran sobrefermentados o pasados de «punto». Este defecto que se traduce sobre todo por la pérdida de la forma convexa de la corteza superior del pan, señalando prácticamente la acentuación de la actividad proteolítica sobre la capacidad de retención del gas, que es propia del gluten, no se manifiesta en estos casos.

El pan n° 1 de 470 cm³ se horneó en el momento en que la parte superior del mismo era tangente al borde superior del molde como se indica en el esquema n° 1.

La creencia errónea, sustentada por ciertos autores, de que la fuerza de la harina es reflejada en la corteza del pan por la presencia de un surco más o menos pronunciado, como se ha manifestado en los panes n°s 1 al 5, debe ser completamente desechada por no ajustarse a la realidad de los hechos.

Puede apreciarse que el aumento del volumen del pan, sigue una marcha ascendente, alcanza su punto máximo y luego descende; tal comportamiento está refrendado por la práctica diaria de la panificación industrial, lo que hace innecesario un comentario más extenso.

Stohmann y Neumann (1) al tratar de estos asuntos manifiestan «Caso

(1) Gran Enc. Quim. Indus., t. III, p. 716.

de que para una cuestión de pago de impuestos haya que consullar o reclamar juicio de alguien sobre la calidad de una harina o de un pan, debe tenerse mucho cuidado en la elección del químico, y sobre todo el tribunal o autoridad debe cuidar de no encomendar investigaciones de esta clase a cualquiera por buen químico que sea, sino a uno de competencia notoria en la cuestión pues, como los juicios emitidos por los peritos son verdaderas sentencias, si no son justos y exactos pueden originar perjuicios a quienes no es debido, sobreviniendo de rechazo el descrédito de quien ejerce la función pericial, pues si se demuestra la falsedad del juicio caerá sobre el una mancha difícil de borrar despues. Todo lo dicho anteriormente es bien sabido y ni siquiera hay necesidad de indicarlo, pero a pesar de esto, ocurren y se ven tales casos en la práctica en que por incompetencia de los peritos se han causado daños y perjuicios graves; y es tanto más necesario el cuidado de estas cuestiones, por el hecho de que el análisis de la harina y el pan no es tan fácil como un profano en la materia puede creer».

CONCLUSIONES

1°. — Considero que los métodos adoptados actualmente para la evaluación de la humedad y de las cenizas en las harinas son lo suficientemente precisos y prácticos para este tipo de determinaciones.

2°. — Para la evaluación del color en las harinas creo conveniente por las razones ya señaladas adoptar el colorímetro a célula fotoeléctrica o el fotómetro del Pulfrich en reemplazo del Tintómetro Lovibond.

3°. — Es aconsejable se standarice la determinación de la acidez para evitar así confusiones de interpretación.

4°. — Los métodos mecánicos (farinógrafo de Brabender y Alveógrafo de Chopin) sólo contribuyen a aportar ciertos datos sobre la calidad de la harina, en forma tal que, de por sí solos no son elementos de juicio suficientes para pronunciarse con respecto a la bondad de este producto.

5°. — El rendimiento en volumen del pan depende especialmente de la habilidad que tenga el operador en dar a la harina el justo tiempo de amase y hornear el pan en el momento oportuno, siendo estos guarismos completamente particulares para cada harina.

6°. — Con respecto a la absorción de agua, se ha puesto de manifiesto que su porcentaje influye sobre los fenómenos fermentativos que tienen lugar en la masa durante su transformación en pan.

7°. — La capacidad y forma de los moldes son factores accesorios de importancia secundaria cuya influencia para apreciar la calidad de las harinas no tiene la importancia que algunos autores le han querido atribuir.

8°. — El rendimiento en volumen del pan fermentado y horneado sin

molde está ligado no solamente a su volumen sino también a la apreciación de su forma, por cuanto es posible obtener panes de buen volumen pero de forma chata que pone en evidencia ciertas deficiencias con respecto a la calidad de las harinas. De aquí que considere necesario consignar además del volumen, el diámetro y altura del pan obtenido.

9°. — De las experiencias realizadas se deduce que el ensayo de panificación no puede «standarizarse», pues cada harina posee características particulares, que requieren un tiempo de amase y de fermentación mayor o menor y cuya conducción deberá estar confiada a un experto en la materia.

RESUMEN

Se pasa en revista los métodos físicos, químicos, bioquímicos, físico mecánicos y de panificación experimental empleados para determinar la calidad de las harinas, poniendo de manifiesto en cada caso las ventajas e inconvenientes que presentan los mismos. En segundo término se realizan una serie de ensayos de panificación, en los cuales se hace variar la absorción de agua y el tiempo de fermentación final, habiendo logrado comprobar que el tiempo de fermentación en molde no puede ser fijado «a priori», pues esa práctica conduce fatalmente a cometer errores fundamentales. Haciendo variar solamente el tiempo de amase, no se logra obtener un mayor volumen del pan, pero en cambio si junto con ese factor se aumenta el segundo tiempo de fermentación se logra aumentos muy apreciables en el volumen del pan. En otros ensayos realizados, se pone de manifiesto la influencia que tiene el tiempo de fermentación sobre el volumen y forma del pan fermentado y horneado con y sin molde.

SUMMARY

The physical, chemical, biochemical and physicommechanical methods are reviewed; also the experimental panification methods employed to determine the quality of flours, in each case pointing out the advantages and inconveniences which these methods present. In the second case a series of experiments on panification are made, in which the absorption of water, and the time of final fermentation are varied. It having been proved that the time required for fermentation in the mould cannot be fixed «a priori», inasmuch as this practice unavoidably leads to fundamental errors. A greater volume of bread is not obtained only by varying the time of the kneading, but on the other hand, if together with this factor the time of the second fermentation is increased a very appreciable increase in volume is obtained. In other tests carried out, the influence which the time of fermentation has on the volume and form of the fermented and baked bread, with and without mold, is stressed

RESUMO

Passam-se em revista os métodos físicos, químicos, bioquímicos, físico-mecânicos e de panificação experimental empregados para determinar a qualidade das farinhas, assinalando, em cada caso as vantagens e os inconvenientes que oferecem os mesmos. Em segundo lugar, efetuam-se varios ensaios de panificação, nos quais se faz variar a absorção de agua e o tempo de fermentação final, tendo-se conseguido comprovar que o tempo de fermentação em molde não pode ser fixado *a priori*, pois essa prática leva fatalmente a cometer erros fundamentais. Fazendo variar somente o tempo de amassamento, não se logra obter um maior volume de pão, mas, em troca, se, junto com esse fator, se aumenta o segundo tempo de fermentação, conseguem-se acréscimos bem apreciáveis no volume do pão. Noutros ensaios realizados, se põe de manifesto a influencia que tem o tempo de fermentação sobre o volume e a forma do pão fermentado e forneado com e sem molde.

El Ing. Humberto Zúñiga nos consultó en el mes de marzo de 1938 sobre una enfermedad que se manifiesta en las plantas de girasol cultivadas en el Campo Agrícola-Hortícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires. Concurrió en su estudio, mostrando interés el Instituto de Genética de la Facultad que nos confió su prosecución. En la bibliografía nacional no encontramos antecedentes sobre esta enfermedad, ni tampoco de similares. En el extranjero fueron descritas algunas veces antiguas con un talo parásito.

En primer término encontramos por su importancia y difusión la mancha (wilt) y podredumbre del tallo y raíz, debida a la acción parásitaria del hongo denominado *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Sclt. estudiada en todos los continentes, de la cual han sido hechos numerosos estudios; Swingle (D.H.) indica que en Montana, E.U.A., se manifiesta en plantas de 4 a 6 pies de alto causando la podredumbre de la base del tallo, que toma sucesivamente los colores negro, castaño y amarillo al final.

Las plantas jóvenes pueden ser susceptibles. En cuanto a los daños ocasionados hasta el 60% de las plantas, recordando las raíces de núcleo blanco.

En Quebec, cerca la muestra del 45% de las plantas y lo mismo en Ontario en la Central Experimental Farm, Ottawa.

(*) Este trabajo fue presentado en julio de 1938.